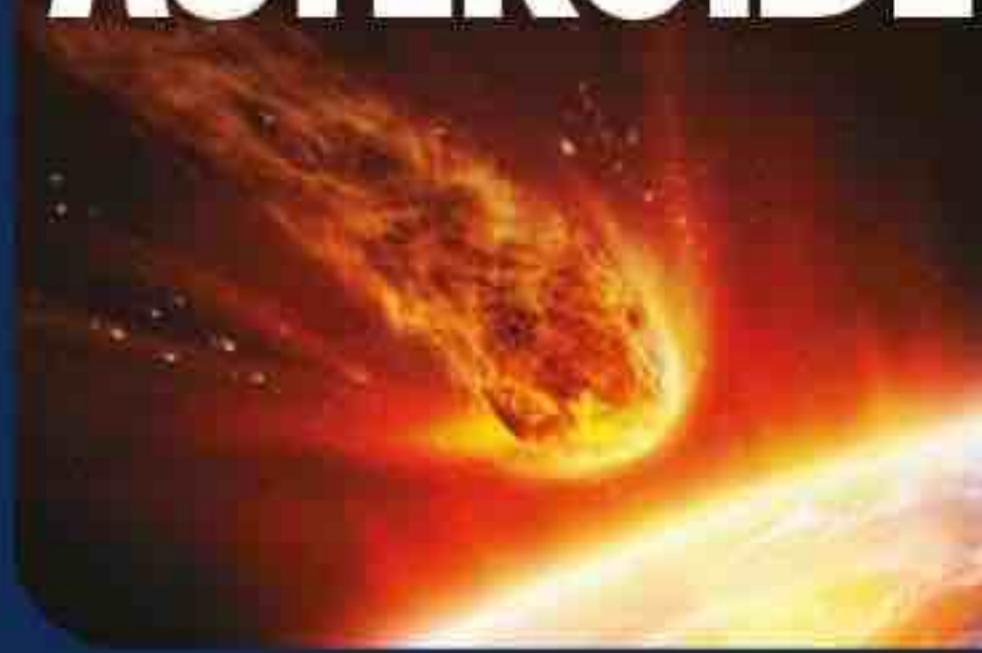


Comment ça marche

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

#147

LA MENACE
ASTÉROÏDE



COMMENT LA
MUSIQUE
AGIT SUR NOTRE
CERVEAU

SCIENCE

Qu'est-ce qui fait
souffler le vent ?

NATURE

Ces animaux dotés
d'une cuirasse

MÉDECINE

La réalité virtuelle
pour se libérer
de ses phobies

epsilon  PRÉSENTE

 HISTOIRES
DE SCIENCE

*Le nouveau podcast produit par
Unique Heritage Media*



À écouter en exclusivité sur 

une société amazon





Dans l'année qui suit la naissance d'un enfant, les deux parents sont susceptibles de développer une dépression postnatale. Or, selon une étude récente, les pères prenant deux semaines de congé paternité (jusqu'en 2021) seraient moins exposés.



Le mot du mois

Musique

Nom féminin tiré du latin *musica*.

Définition

Selon la définition du Larousse, la musique est un art qui permet à l'homme de s'exprimer par l'intermédiaire des sons. Cet art de combiner des sons, pour produire des œuvres musicales, répond à des règles qui évoluent tant en fonction des lieux que des époques. Et aussi des goûts de chacun. Si une musique nous plaît, elle va libérer dans notre cerveau de la dopamine, l'hormone du bonheur qui détend, soulage en cas de douleur, diminue le stress... Autant d'avantages qui font aujourd'hui de la musique un soutien à de nombreuses techniques thérapeutiques.

© Couverture : Shutterstock ; Getty. Édito : Shutterstock.

DÉPRESSION POST-PARTUM

Des chercheurs se sont penchés sur l'impact du congé paternité sur les risques de dépression postnatale. Bilan: il ne profite qu'aux pères!

On l'ignore souvent, mais la dépression post-partum est courante chez les nouveaux parents, y compris chez ceux en bonne santé. Et les maux qui l'accompagnent, comme le sentiment d'être totalement dépassé(e), des difficultés à créer des liens d'attachement avec son enfant, associés à des doutes sur sa capacité à prendre soin de son bébé et parfois de soi-même, voire à des pleurs fréquents, n'affectent pas seulement les mères... Si 17 % d'entre elles sont susceptibles de souffrir de cette dépression au cours de l'année suivant la naissance d'un enfant, 10 % des pères sont également touchés. Face à ce constat, des scientifiques français de l'Inserm et de Sorbonne Université ont étudié de près des données concernant 10 000 couples hétérosexuels, issus d'une cohorte (des enfants suivis de la naissance à l'âge adulte), baptisée Elfe. Leur constat: 4,5 % des pères ayant pris un congé

paternité présentaient une dépression post-partum contre 5,7 % parmi ceux qui ne l'avaient pas utilisé. La différence est certes faible mais suffisamment significative pour les chercheurs. Du côté des mères, les chiffres sont étonnantes, car ils vont dans le sens contraire. 16,1 % de celles dont le conjoint a pris son congé paternité avaient des symptômes dépressifs, contre 15,3 % chez celles qui étaient restées seules durant leur congé maternité. Ces derniers pourcentages nécessitent d'être confirmés par rapport à un risque de biais ou encore à une répartition inégale du temps alloué à la garde des enfants dans le cas des mères. Mais, d'ores et déjà, l'équipe scientifique a souligné l'importance de mener de nouvelles recherches concernant l'impact de la durée (elle a été allongée en 2021, passant à 25 jours calendaires) et du moment où le congé paternité est utilisé sur l'équilibre familial et sur celui de chaque membre du couple.

© Karine Jacquet et Muriel Valin



Décrypter

34

LE VENT

Sans lui, pas de vie sur Terre.
Mais où naît-il exactement ?



Rencontrer

30

LUC JULIA

Après avoir sillonné la Silicon Valley, le cocréateur de Siri est de retour en France...



Observer

60

ARMURES ANIMALES

écailles, exosquelette, carapace, piquants... Pour se protéger des prédateurs, à chacun sa méthode.



54

FRENCH TECH

Farwind Energy construit un navire pour collecter l'énergie du vent en haute mer.



Nature Techno Histoire Espace Science Société

06 FAQ

09 Les chiffres du mois

10 Actualités des sciences

18 5 choses à savoir sur le Salon international de l'agriculture

20 Dossier : tous sous influence musicale

30 Interview : Luc Julia, ingénieur informaticien

34 Qu'est-ce qui fait souffler le vent ?

42 Quand la réalité virtuelle aide à soigner les phobies

46 La menace astéroïde

52 ELT, le télescope de l'extrême

54 French Tech : Farwind Energy

56 Le distributeur automatique de billets

58 Les chiens-robots sur le champ de bataille

60 Armures animales

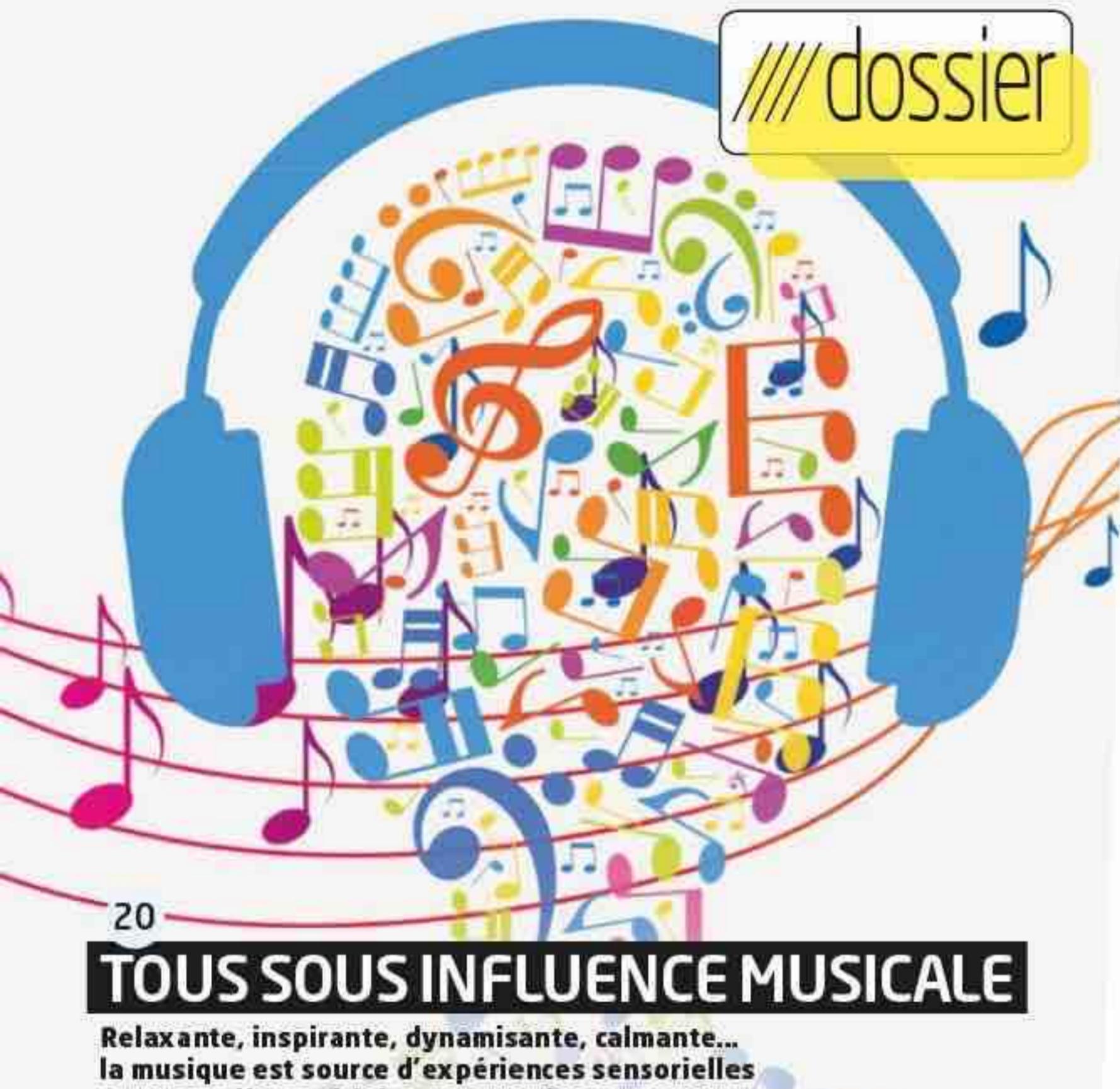
66 Le lac Natron

68 L'âge d'or du cinéma à Hollywood

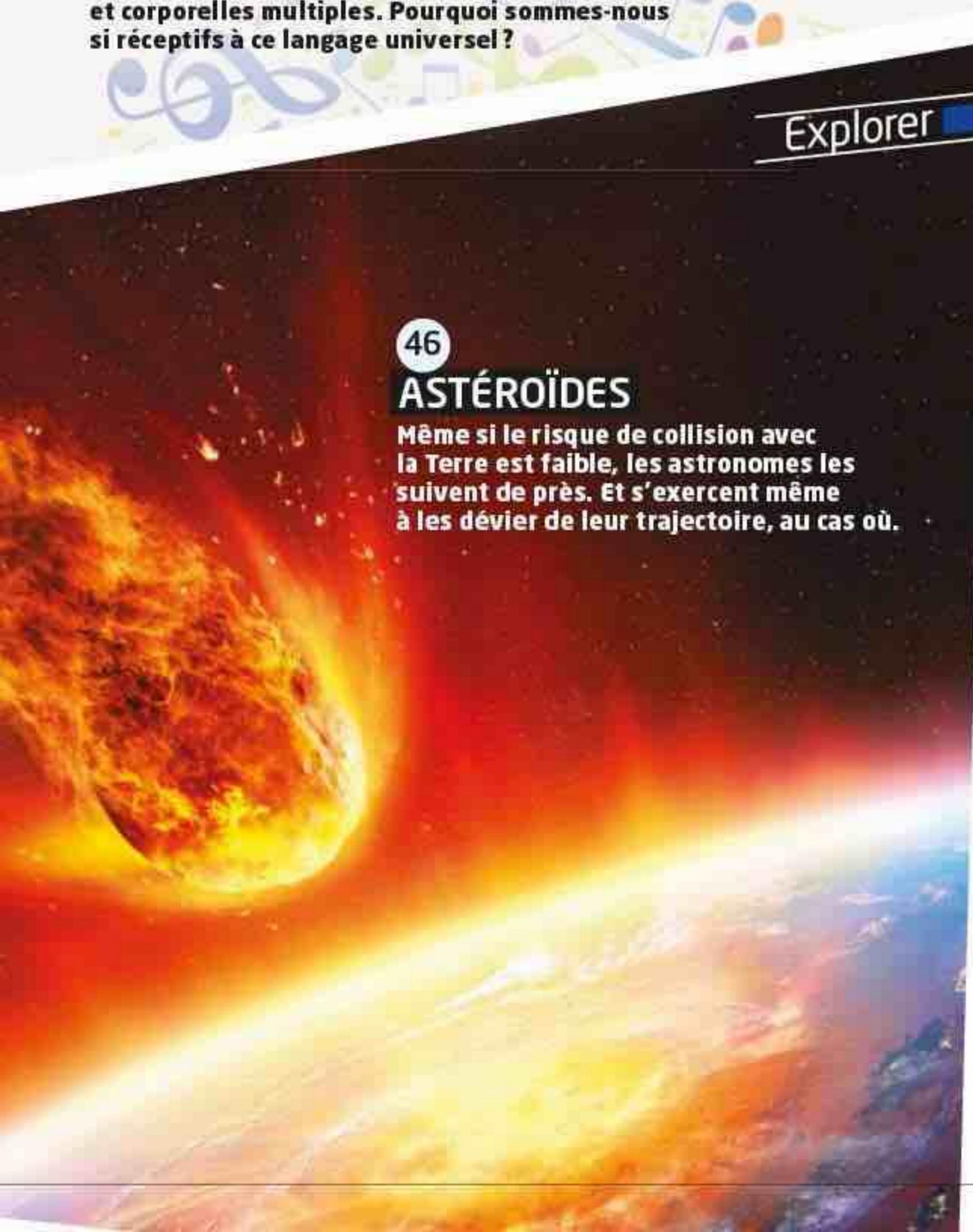
74 Georges Remi, dit Hergé

76 Sorties, expos, BD, livres...

81 Un classique de la SF



dossier



Explorer



Innover



Dérypter



Raconter

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 les films sortent-ils le mercredi en France ?

Question d'Audra M., Marseille (Bouches-du-Rhône)

C Aujourd'hui, en France, les films sortent le mercredi pour se calquer sur les rythmes scolaires, un bon moyen de capturer un jeune public friand de cinéma, souvent accompagné. Vendre au moins deux billets au lieu d'un constitue, en effet, une recette non négligeable au creux de la semaine. Mais il n'en a pas toujours été ainsi. D'abord, rappelons que le congé du mercredi date de 1972, année où il a remplacé le jeudi. Jeudi qui, selon cette même logique, avait été aussi le jour de sortie des films, au lendemain de la Seconde Guerre mondiale. Précédemment, on avait choisi le vendredi pour

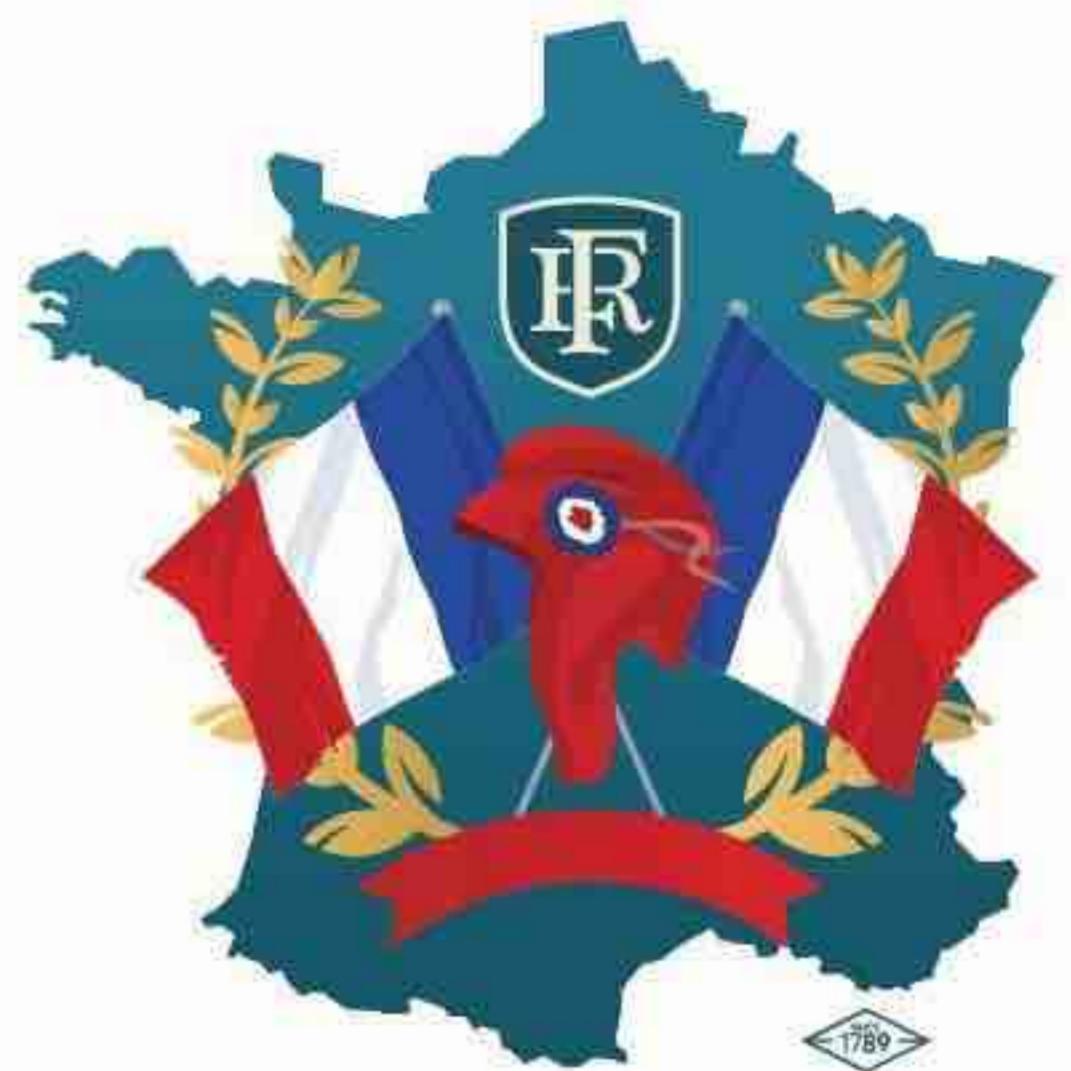
la livraison des bobines, délai jugé nécessaire pour tester devant quelques spectateurs pellicules et matériel afin de s'assurer d'un fonctionnement optimal le dimanche. Le dimanche étant le seul jour de repos avant le Front populaire (1936) et donc une opportunité pour les salles obscures de faire le plein. Si les sorties du mercredi sont un usage, elles ne sont pas une obligation. Libre à chaque producteur de s'en affranchir, même si c'est rarement le cas. Une exception notable se produit lors du Festival de Cannes, les films sélectionnés ne pouvant sortir en salles avant d'avoir été projetés sur la Croisette.

Quelle est l'origine du bonnet phrygien?

Question de Thiago G., Albi (Tarn)



La question a été remise au goût du jour le 14 novembre dernier, suite à la présentation des mascottes des Jeux olympiques et paralympiques de Paris 2024, la Phryge Olympique et la Phryge Paralympique, inspirées du bonnet phrygien. Ainsi qualifié en raison de son origine, la Phrygie, un pays de l'Antiquité situé en Anatolie (actuelle Turquie), il est reconnaissable à sa forme caractéristique. Muni de deux caches recouvrant les oreilles, il porte en son sommet une sorte de cône qui retombe sur le devant. Il prend une dimension iconique dans l'Empire romain (I^{er}-V^e siècle) lorsqu'un maître affranchissant son esclave lui dépose sur la tête un bonnet en feutre qui lui ressemble, le *pileus*, symbole de liberté. Il réapparaît aux États-Unis pendant la guerre d'Indépendance contre les Anglais (1775-1783) et figure toujours sur le drapeau de l'État de New York. Le temps de retraverser l'Atlantique, le «bonnet de la liberté» arrive en France pour la Révolution de 1789. Porté par les sans-culottes, de couleur rouge et souvent orné d'une cocarde tricolore, il s'affirme comme le couvre-chef révolutionnaire. Emblème de la République et de la France, il coiffe Marianne, dont le buste trône dans toutes les mairies. Le comité d'organisation des JO souhaitant «que ces mascottes incarnent l'esprit français», le bonnet phrygien s'imposait comme une évidence.



© Shutterstock



Tortue d'Hermann
(avec écailles)



Tortue luth
(sans écailles)

© Shutterstock

Toutes les tortues ont-elles des écailles?

Question d'Augustin P., Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais)



Les écailles sont des sortes de plaques rigides dont la forme varie, recouvrant tel un bouclier protecteur le derme d'un animal (voir pp. 60-65). La carapace des tortues est constituée d'une couche cornée très riche en kératine (protéine que l'on retrouve dans les cheveux et les ongles). Dans le livre *40 idées fausses sur les tortues* de Françoise Serre Collet (Éditions Quæ,

2022), on découvre que seules deux espèces de tortues sont dépourvues d'écailles. Il s'agit d'abord de celles à carapace molle de la famille des *Trionychidae*, dont la carapace est recouverte d'une épaisseur de cuir en lieu et place d'écailles. Elles vivent dans des eaux peu profondes d'Amérique du Nord, d'Afrique et d'Asie. Seconde exception, la tortue luth (*Dermochelys*

coriacea), également recouverte d'une sorte de peau ressemblant à du cuir bleu foncé constellé de petits points blancs. Présente dans tous les océans de la planète (sauf l'Arctique), cette excellente nageuse et plongeuse en profondeur est la plus grande de toutes les tortues marines, mais aussi des espèces terrestres (1,50 m pour 400 kg environ, mais certaines mesurent près de 2 m et avoisinent la tonne).

Comment l'acier devient-il inoxydable?

Question de Chloé C., La Tour-du-Pin (Isère)



© ShutterStock



L'acier est un métal généré par l'association du fer et du carbone dans des proportions inégales. La teneur en carbone est de l'ordre de 1,8 à 2 % maximum. Cet alliage, plus dur et plus résistant que le fer, réalisé dans des hauts-fourneaux ou dans des fours, est cependant oxydable. Très vulnérable à la corrosion et à la rouille, il s'effrite et se fragilise notamment lorsqu'il est attaqué par l'oxygène de l'air, l'eau, l'acide... L'acier inoxydable se compose de fer (plus de 50 %) et de carbone (1,2 % maximum), auxquels on ajoute du chrome (au moins 10,5 %) et du nickel (8 à 12 %) qui empêchent l'usure, le ternissement et la corrosion. Il peut éventuellement contenir aussi une infime proportion de molybdène (2 %), qui résiste mieux au chlore ou au sel de mer. Il a été mis au point en 1913 par un métallurgiste anglais, Harry Brearley (1871-1948), sous le nom de *rustless steel* (« acier sans rouille »), alors qu'il étudiait les moyens de prolonger la durée de vie des canons des armes à feu. L'acier inoxydable, appelé aussi inox, est utilisé pour le matériel domestique (couverts, ustensiles de cuisine, électroménager...) et industriel (machinerie, tuyaux, automobile, aéronautique...).

Quelle est la différence entre un cachet et un comprimé?

Question de Victoria R., Altkirch (Haut-Rhin)



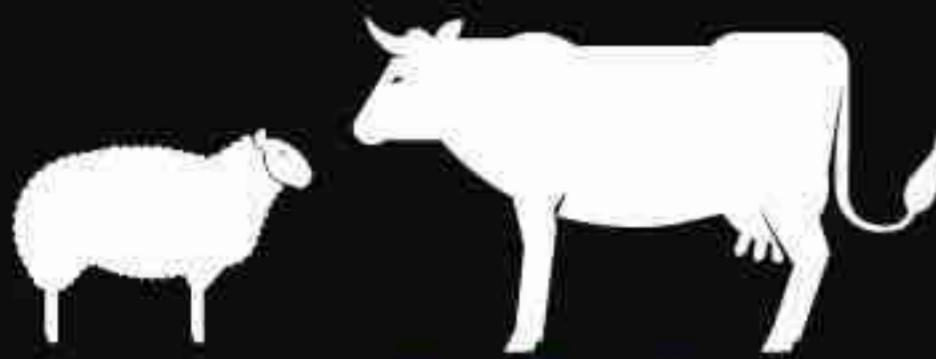
La différence réside dans la forme sous laquelle se présente le médicament (forme dite pharmaceutique ou galénique). Un comprimé est une préparation solide obtenue par compression d'une poudre. Il peut être avalé tel quel ou dissous dans un verre d'eau. Le cachet est une enveloppe constituée de deux petites coupelles de pain azyme (sans levain), dit aussi pain à cacheter, remplies d'un médicament en poudre puis collées, à faire tremper dans de l'eau avant de l'ingérer afin de le ramollir. Tombé en désuétude, le cachet a disparu des rayons des officines vers la fin du siècle dernier. Il a été remplacé par les gélules, dont la poudre médicamenteuse est contenue dans une sorte de capsule de gélatine dure. Seul subsiste le terme dans des expressions telles que « prendre un cachet pour dormir », « blanc comme un cachet d'aspirine »...



© ShutterStock

Les chiffres du mois

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



4 000 animaux

sont présentés
au Salon de
l'agriculture

Lors d'un typhon,
le vent souffle
jusqu'à

300 km/h

Le cinéma devient
le 7^e art en
1923



En France,
2 communes sur 10
sont équipées
d'un distributeur
automatique de billets

3 à 5 %
de la population
mondiale serait
claustrophobe



L'oreille
humaine
distingue
330 000 sons
différents

465 jours
C'est la durée de vie
record d'une bulle
de savon



2300 astéroïdes
potentiellement
dangereux sont
surveillés par
les astronomes

*Le dôme
du télescope
géant ELT
mesurera
84 m
de diamètre*



Les écailles
de pangolin
se vendent
jusqu'à
3 000 €/kg

Actualités[©] des sciences

Nature

Techno

Histoire

Espace

Science

Société

Par Muriel Valin et Louna Esgueva



Les scientifiques ont collaboré avec des artistes pour mettre au point la formule magique



L'artiste Pierre-Yves Fusier souffle une série de bulles « gigognes » rendues durables grâce au glycérol.

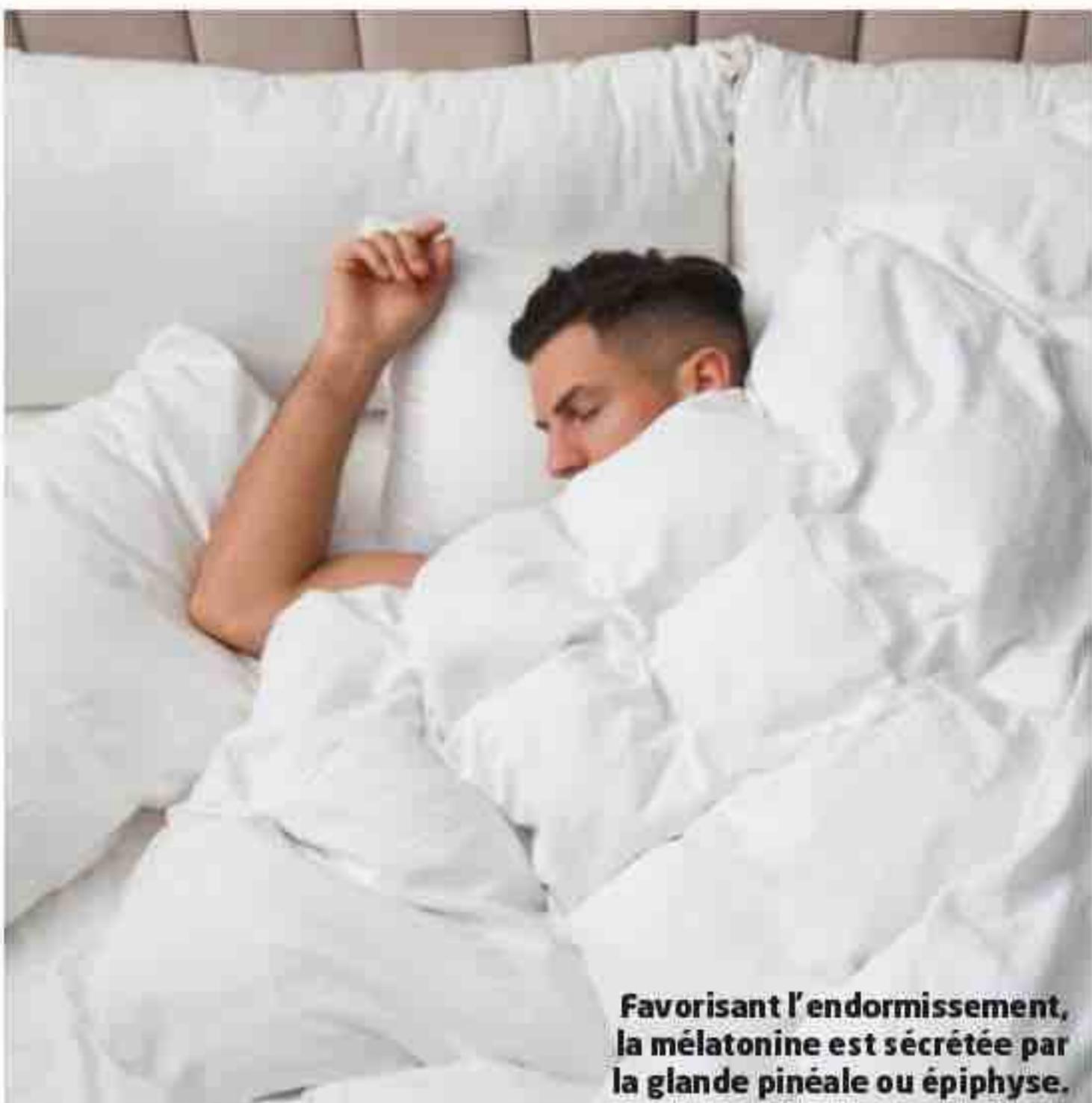
PHYSIQUE

On a trouvé la recette parfaite des bulles de savon

Pour fabriquer de belles bulles, il faut de l'eau, du produit vaisselle... mais pas que. Des chercheurs du Laboratoire de physique des solides du CNRS/Université Paris-Saclay se sont penchés sur le mélange pour essayer d'obtenir la recette optimale. Celle permettant de créer des formes volumineuses et stables. Ils ont ainsi trouvé la composition parfaite : de l'eau, 4% de liquide vaisselle, entre 0,05% et 0,1% de polymère et 10% de glycérol (un humectant). Avec ces proportions, les bulles ne s'évaporent pas trop vite et se maintiennent dans le temps. C'est le glycérol qui agit sur leur « solidité ». Ces travaux serviront aux artistes qui travaillent avec des bulles pour monter des spectacles, mais également aux scientifiques pour qui ce sont des objets de prédilection afin d'étudier l'évolution des mousses ou les zones de turbulences dans les liquides. D'ailleurs, savez-vous quel est le record de durée d'une bulle de savon dans le monde ? 465 jours ! Et ce sont des chercheurs lillois qui y sont parvenus début 2022.

BIOLOGIE

Le poids de la couette influence le sommeil



Favorisant l'endormissement, la mélatonine est sécrétée par la glande pinéale ou épiphyse.

© Shutterstock

Pour sombrer dans les bras de Morphée, mieux vaut, selon une étude suédoise, utiliser une couverture lourde (ou lestée) qu'une couette légère ! Pourquoi ? Car cela stimule la production de mélatonine, c'est-à-dire l'hormone du sommeil. Pour arriver à cette conclusion, les chercheurs ont demandé à vingt-six personnes (onze femmes et quinze hommes), non insomniaques et n'ayant jamais utilisé de couvertures lestées, de passer quelques nuits dans leur laboratoire. À chaque cession, les cobayes dînaient, puis passaient deux heures sous une lumière vive, avant de profiter d'une ambiance tamisée jusqu'à l'extinction des feux à 23 heures. Une heure avant de dormir, ils pouvaient se blottir soit sous une couverture légère (pesant 2,4 % de leur poids), soit une alourdie (12 % de leur poids). Durant cette heure, les scientifiques ont analysé, toutes les vingt minutes, leur taux de mélatonine et de cortisol (l'hormone du stress). Résultat : le taux de production de mélatonine du groupe doté de la couverture lestée était en moyenne 32 % plus élevé que celui du groupe avec une couverture légère. En revanche, l'utilisation d'une telle couverture ne semble pas avoir affecté la qualité ou la durée du sommeil. Pour le moment, les mécanismes sous-jacents à cette sécrétion de mélatonine ne sont pas bien compris. Les chercheurs souhaitent mener des essais de plus grande envergure afin de déterminer si les effets observés d'une couverture lestée sur la sécrétion de la mélatonine perdurent dans le temps, et s'ils sont liés à une réduction de l'insomnie et de l'anxiété.

L'évolution de la queue massive doit plus à la sélection sexuelle qu'à la prédatation.



© Getty



ESPACE

Une voile s'envole pour l'espace

Ce curieux panneau souple est une voile solaire de 73 m². Conçue par la start-up française Gama Space, elle a décollé, début janvier, à l'intérieur d'un satellite, lui-même mis en orbite par la fusée américaine Falcon 9 de SpaceX. Si tout va bien, la voile devrait se déployer dans l'espace dans les prochains mois... L'intérêt? Cet objet est en fait un nouveau moyen de propulsion spatiale alternatif au carburant chimique classique (hydrazine) des satellites. Le principe: la voile se sert des photons du Soleil pour se mouvoir. En venant au contact de la voile, ces particules de lumière exercent une pression sur sa surface qui, si elle est suffisamment grande, finit par créer une force de déplacement illimitée puisque notre astre n'est pas près de s'arrêter de briller. En accrochant une telle voile à un satellite, plus de risque d'être à cours de carburant. Les prochains tests vont être scrutés de près par la communauté scientifique. D'autant que plusieurs tentatives (Lightsail 2, Artemis 1...) ont déjà été réalisées avec des voiles solaires mais, pour le moment, aucune ne s'est révélée très concluante.

La voile de 2,5 microns d'épaisseur va se déployer en se déroulant grâce à la force centrifuge.



PALÉONTOLOGIE

Les ankylosaures s'affrontaient à coups de queue

Les spécialistes savaient que ces herbivores blindés, dotés d'une queue hérissée de pointes, pouvaient faire de gros dégâts lors d'un combat, notamment pour repousser leurs prédateurs. En revanche, ils ne soupçonnaient pas que cette masse pouvait également intervenir lors de joutes entre congénères pour asseoir sa domination. C'est en tout cas ce que vient de révéler une nouvelle étude. Pour arriver à cette conclusion, des paléontologues du Royal Ontario Museum de Toronto (Canada) ont examiné *Zuul crurivastator*, l'ankylosaure fossilisé le plus complet, exposé dans ce musée. Mesurant 6 m de long pour 2 500 kg, ce spécimen vieux de 76 millions d'années (Crétacé) présente plusieurs pointes brisées le long de ses flancs. Et des sections de peau fossilisée sur ses flancs trahissent des blessures infligées, mais guéries, de son vivant. La preuve que cette queue massive n'était pas uniquement une arme défensive, mais aussi, un peu à l'image des bois de cerf, un attribut pour défaire ses adversaires lors de luttes forcément physiques.

Des acides aminés sont synthétisés dans les météorites carbonées sous l'effet des rayons gamma

ESPACE

Des météorites radioactives pourraient avoir semé la vie sur Terre

La façon dont la Terre s'est transformée en oasis de vie à partir d'un état initial stérile a longtemps laissé perplexes les scientifiques. Plusieurs études suggéraient déjà que l'eau aurait pu être apportée par des météorites, ces vestiges de la formation, il y a 4,6 milliards d'années, des planètes rocheuses du jeune Système solaire. Un type de météorites plus particulièrement : les chondrites carbonées. Ces météorites radioactives sont remplies d'eau et de composés organiques qui produisent des rayons gamma énergétiques. Or, ceux-ci peuvent déclencher les réactions chimiques nécessaires à la synthèse des acides aminés, à savoir les bases élémentaires de la vie. En décembre

dernier, une nouvelle étude, publiée dans la revue américaine *ACS Central Science*, avançait que ces mêmes météorites pourraient avoir apporté sur Terre ces éléments constitutifs de la vie. Pour le vérifier, les chercheurs ont mélangé de l'ammoniac, du méthanol et du formaldéhyde dans de l'eau en quantités similaires à celles trouvées à l'intérieur des météorites. Puis, ils ont irradié leur mélange avec des rayons gamma provenant d'un isotope analogue appelé cobalt-60. Ils ont alors observé un pic de production d'acides aminés dans la solution. Et plus le rayon gamma était élevé, plus le taux de synthèse des acides aminés augmentait. Mieux, les proportions des acides aminés produits en laboratoire

correspondaient à celles découvertes dans la météorite de Murchison, une roche spatiale de 100 kg, qui a atterri en Australie en 1969. Une analyse plus poussée a montré qu'il aurait fallu entre 1 000 et 100 000 ans pour produire les quantités d'acides aminés présentes dans la météorite de Murchison. De quoi expliquer comment la Terre a été ensemencée ? Non, car les acides aminés peuvent être fabriqués par de nombreux processus différents. Si le mécanisme mis à jour par les chercheurs est un candidat possible, il n'est pas le seul. De nouvelles recherches devront le comparer à d'autres mécanismes pour déterminer lequel a probablement prédominé au cours des premières années de la Terre.



ESPÈCE ENDÉMIQUE DE L'ÉQUATEUR EST CONSIDÉRÉE COMME CARACTÉRISTIQUE DES SERPENTS PRIMITIFS, DOTÉS DE PATTES.



La météorite carbonée de Murchison renferme plus de soixante-dix acides aminés différents, parmi lesquels huit protéiques.

© Getty



© Shutterstock

ZOOLOGIE

Les grenouilles de verre savent camoufler leurs globules rouges

La grenouille de verre est un petit batracien mesurant 2 cm de long en moyenne, qui vit en Amérique centrale et du Sud. Il est réputé pour échapper aux prédateurs en se fondant dans le décor, notamment lorsqu'il se pose sur des feuilles pour dormir durant la journée. Cette capacité de camouflage repose sur un changement de couleur de sa peau, qui passe du marron au vert translucide. Mais pas seulement! Une équipe de chercheurs américains vient

de découvrir que cette grenouille pouvait aussi faire migrer 89% de ses globules rouges dans son foie lors de ces phases de repos, afin que ces derniers ne soient plus visibles à travers sa peau. L'animal est alors deux à trois fois plus transparent que lorsqu'il est en périodes d'éveil. Cette faculté étonne les scientifiques, car le batracien ne présente aucun caillot sanguin pendant cette phase d'agglutination. Peut-être une future piste thérapeutique à exploiter chez les humains.

DE NOUVEAUX GLYPHES DÉVOILÉS

Des images aériennes prises avec des drones ou depuis des avions viennent de révéler 168 nouveaux géoglyphes (voir CCM n° 144), dans la région de Nazca, au Pérou.

Ces dessins - humains, oiseaux, félins, serpents, orques... - auraient été réalisés entre 100 av. J.-C. et 300 ap. J.-C. Cinq d'entre eux ont été tracés au ras du sol; les autres ont été creusés ou assemblés en relief avec des pierres. La plupart, relativement petits, mesurent moins de 10 m de diamètre.

L'inlandsis (calotte glaciaire) du Groenland occupe une surface d'environ 1,8 million de mètres carrés et d'une épaisseur moyenne de 1 500 à 2 000 mètres.



© Svitlana Katerina/CTK/ABA/CA

TRANSPORTS

Le train à hydrogène est vraiment sur les rails

La course à l'hydrogène dans les transports en commun est bel et bien lancée... La Chine vient de dévoiler un train mû par cette énergie. Accueillant 1 500 passagers, il pourra atteindre 160 km/h – le record mondial – et disposera d'une autonomie de 600 km. Développé par les entreprises CRRC Changchun et Chengdu Railway group, il vient tout juste de quitter sa chaîne de montage. La Corée a, elle aussi, présenté récemment un tel projet, mais cette fois-ci il s'agit d'un modèle hybride, c'est-à-dire qu'il fonctionne à la fois à l'hydrogène et à l'électricité. Quant à l'Allemagne, elle a pris une longueur d'avance, puisqu'elle

a inauguré sa première ligne ferroviaire commerciale 100% hydrogène en août dernier. Rappelons que l'atout principal de cette technologie est de ne pas polluer lors de son utilisation. Mais pour que le bilan soit complètement écologique, encore faut-il que l'hydrogène soit lui-même issu d'énergie décarbonée et non d'énergie fossile. Or, ce dernier scénario reste le plus fréquent aujourd'hui. C'est le cas en Chine, premier pays producteur d'hydrogène, avec 33 millions de tonnes annuelles. L'objectif affiché, d'ici 2025, est que 100 à 200 tonnes de ce volume soient désormais issues de filières utilisant des énergies renouvelables.



ENVIRONNEMENT

Les glaciers du Groenland fondent plus rapidement que prévu

Un nouveau modèle, développé par des scientifiques de l'université du Texas (États-Unis), vient de confirmer que les glaciers du Groenland fondent 100 fois plus vite que ce qui avait été initialement annoncé. Cette représentation mathématique prend en compte l'interaction entre la glace et l'eau pour calculer la vitesse de fonte dans les fjords du Groenland. Auparavant, les scientifiques utilisaient des modèles élaborés en Antarctique, où les langues glaciaires flottent au-dessus de l'eau de mer, une disposition très différente de ce que l'on

trouve dans l'Arctique. « Pendant des années, les gens ont pris le modèle de taux de fonte des glaciers flottants de l'Antarctique et l'ont appliqué aux fronts vitaux des glaciers du Groenland », explique Kirstin Schulz, chercheur associé à l'Oden Institute for Computational Engineering and Sciences. Mais il y a de plus en plus de preuves que l'approche traditionnelle produit des taux de fonte trop faibles sur les fronts vitaux des glaciers du Groenland. » Le problème est qu'il est périlleux de s'approcher des bords des glaciers groenlandais, car situés à l'extrémité des

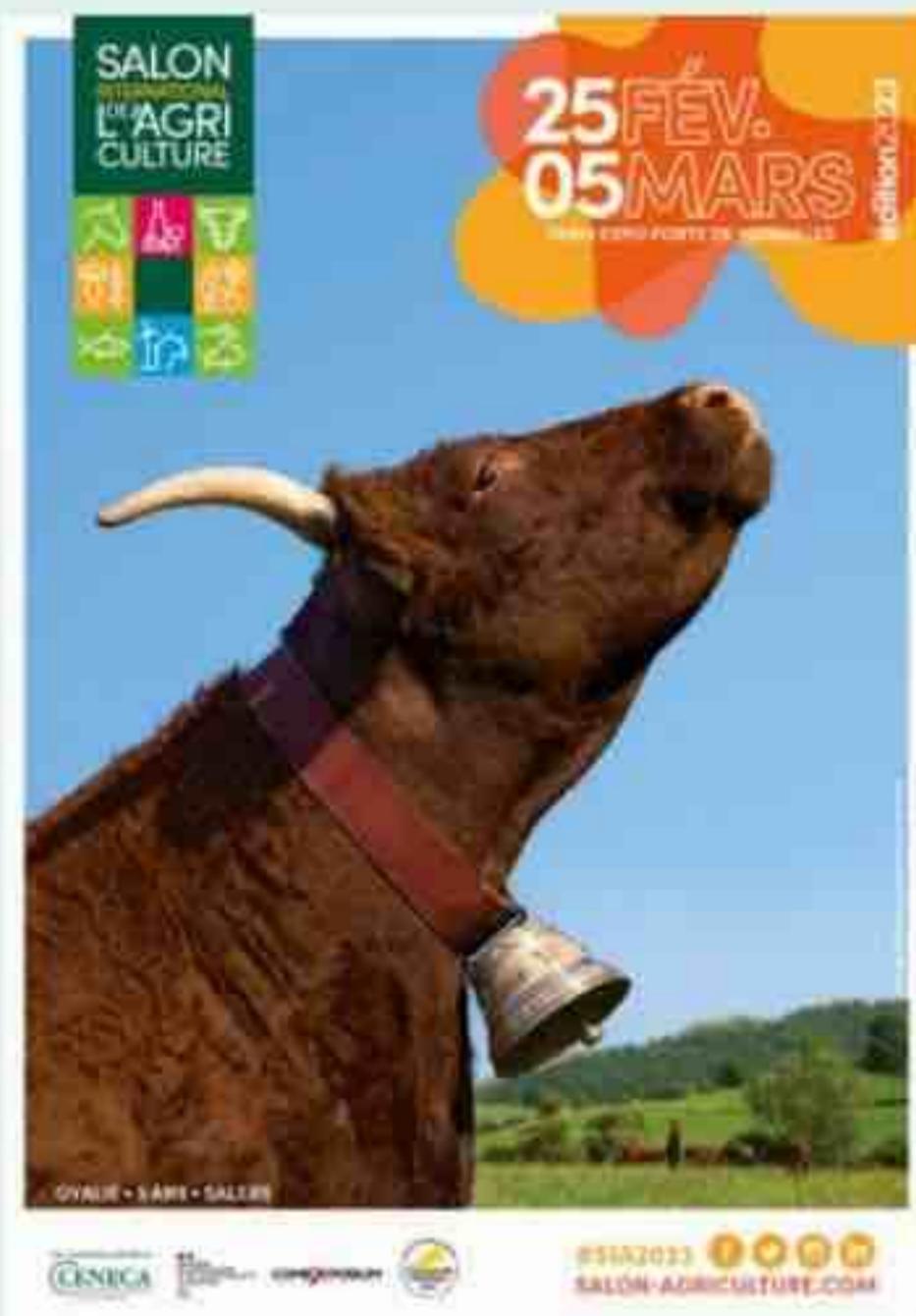
fjords. Cette opération peut, en effet, induire des vêlages, au cours desquels des morceaux de glace de la taille d'un immeuble s'effondrent dans l'eau sans avertissement, créant des minitsunamis. L'équipe a donc utilisé des bateaux robotisés pour s'approcher de ces dangereuses falaises de glace et prendre des mesures sur deux glaciers. Pour les scientifiques, connaître la vitesse de fonte des glaciers du Groenland est essentiel : ces derniers contiennent suffisamment de glace pour éléver le niveau des océans de 6 mètres si'ils venaient à fondre complètement !



Leur disparition entraînerait une hausse de 6 mètres du niveau des océans

5 choses à savoir

LE SALON INTERNATIONAL DE L'AGRICULTURE



Robe acajou immaculée, museau rosé, cornes fines et claires en forme de lyre... Ovalie, la Salers de 5 ans mascotte de la 59^e édition du SIA, satisfait à tous les canons de beauté de sa race.

1. Il est né des comices agricoles

Le nom est emprunté au latin *comitium*, « assemblée du peuple ». Ils apparaissent dans la seconde partie du XVIII^e siècle pour développer et perfectionner l'agriculture via le partage d'expérience. Au siècle suivant, la demande en viande croît avec la démographie. Pour booster la production, le premier concours national d'animaux gras a lieu, le 8 février 1844, à Poissy (78), dont le marché alimente Paris en viande de boucherie. En février 1870, se tient le premier Concours général agricole, au palais de l'Industrie (rasé en 1896), sur les Champs-Élysées. Les fermiers convergent de la France entière, accompagnés de leurs plus belles bêtes, pour briguer des récompenses. En 1925, le Concours se fixe au Parc des Expositions de la Porte de Versailles et prime aussi désormais des produits du terroir, des vins. En 1964, à l'initiative d'Edgard Pisani, ministre de l'Agriculture, l'événement est inclus dans un Salon international de l'agriculture, valorisant l'ensemble du monde agricole. Du 9 au 15 mars, il accueille plus de 300 000 curieux.



2. Il comprend quatre univers thématiques

Le premier est consacré aux « Produits des régions de France, d'outre-mer, du monde ». Une fois goûtables les saveurs des treize régions de métropole (vins de Touraine, saucisson d'Auvergne...), direction l'outre-mer pour découvrir rhum, épices, parfums, plantes médicinales... Le tour du monde passe par des élevages de chameaux dont on déguste le lait. Dans l'espace « Élevage et ses filières », la ferme pédagogique et la salle de traite montrent la réalité de l'élevage (même de chiens et chats), grâce à l'interaction avec les professionnels et leurs bêtes. Le secteur « Services et métiers de l'agriculture » vise à rendre attractives une centaine d'activités et leurs formations, qu'il s'agisse de pratiques traditionnelles, de nouvelles technologies ou de bio. Enfin, au rayon « Cultures et filières végétales, jardin et potager », se trouvent des ateliers de fabrication du pain, de pressage de l'huile et une exposition d'objets tirés de résidus naturels (vaisselle en résine issue de coquilles d'huîtres...).

En chiffres

L'édition 2022 du Salon international de l'agriculture a accueilli 502 757 visiteurs.

Avec 703 407 entrées, le record de fréquentation a été battu en 2014.

« La plus grande ferme de France » s'étend sur 14 hectares au Parc des Expositions.

En 2022, 942 exposants étaient présents Porte de versailles.

Quelque 4 000 animaux sont présentés lors du Salon international de l'agriculture.

SUR...

«*Labourage et pâturage sont les deux mamelles de la France*» déclarait, en 1638, le duc de Sully. Alors que le 59^e Salon international de l'agriculture (SIA), du 25 février au 5 mars, a pour thème «*L'agriculture : le vivant au quotidien!*», la formule du ministre des Finances d'Henri IV va résonner plus que jamais dans les allées de «la plus grande ferme de France», Porte de Versailles.

Par Delphine Gaston-Sloan

3. La vache égérie suit un difficile parcours de sélection

Depuis le début des années 2000, elle figure sur les affiches et, plus largement, joue les mascottes du SIA. Une race est d'abord choisie : Aubrac, Salers, charolaise, limousine, normande, tarentaise... Il s'agit de respecter une alternance entre race laitière et race à viande, territoires, races locales à faibles effectifs et grandes races. Une fois la décision arrêtée par le jury (directrice, président, comité d'élevage du Salon, représentants d'Organismes de Sélection de race bovine), le président de l'Organisme de Sélection de la race retenue désigne la vache vedette. Son éleveur devra se rendre disponible pour la promotion, jusqu'à deux jours par semaine à partir de la divulgation, en décembre, de l'identité de l'heureuse élue. Cette année, c'est Ovalie, une Salers de 5 ans élevée dans le Puy-de-Dôme par le jeune couple Marine et Michel Van Simmertier... fans de rugby !

Le président de la République Jacques Chirac au SIA 2010.

4. Les présidents de la République en ont fait le concours de la plus longue visite

Tous se sont rendus au Salon, excepté François Mitterrand qui, en quatorze ans, n'y a pas mis un pied, laissant cela au ministre de l'Agriculture. Accueilli en héros, s'étant fait une spécialité de «tâter le cul des vaches», Jacques Chirac n'en a raté qu'un (suite à un accident de voiture). Même s'il ne détient pas le record de présence (5 heures 30 «seulement», en 1996), après lui, la barre était haute. François Hollande tient 12 heures en 2012, mais Emmanuel Macron le devance de 2 heures en 2019. Nicolas Sarkozy n'a jamais dépassé les 4 heures (2012), mais son «*Casse-toi, pauvre con!*», lancé à un quidam refusant sa main tendue en 2008, est resté célèbre.



5. Il a servi de décor au cinéma

Pour deux sorties en 2016! Dans *La Vache* (17 février), de Mohamed Hamidi, avec Fatsah Bouyahmed, Lambert Wilson et Jamel Debbouze, un paysan algérien entreprend, avec son bovin chéri Jacqueline, un voyage riche en péripéties, qui se termine fièrement au Salon. Dans *Saint-Amour* (2 mars), de Benoît Delépine et Gustave Kervern, un agriculteur (Benoît Poelvoorde) entend faire le tour des stands viticoles du SIA pour noyer sa peine. Son père éleveur (Gérard Depardieu) l'entraîne plutôt sur la route des vins à travers la France pour apaiser leur relation.



Dans cette comédie, un paysan algérien réalise enfin son rêve : emmener sa vache Porte de Versailles... après une traversée de la France.

© PPARCHE/T/SIA/2023 / Shutterstock: Pathé



Le Concours général agricole est ouvert à 8 espèces : asins (ânes et mulots), bovins, canins, caprins, équins, ovinos, porcins, félinis.

Pendant les 9 jours du Salon, environ 40 000 litres de lait de vache sont tirés.

16 000 vins et 5 000 autres produits, des confitures aux saucisses en passant par la vanille, sont en lice au Concours général agricole.

Un médaillé au Concours général agricole voit son chiffre d'affaires grimper de 18 à 40 %.

En 2023, le billet plein tarif coûte 16 € (9 € pour les 6-12 ans). L'entrée est gratuite pour les moins de 6 ans.

///dossier

TOUS SOUS INFLUENCE MUSICALE

La musique se retrouve dans toutes les sociétés humaines... et à toutes les époques ! Son écoute mobilise l'ensemble du cerveau, ce qui explique que nous n'y sommes pas insensibles, malgré nos goûts parfois très différents.

Par Benjamin Robert





Branché rap? Electro? Ou plutôt fan de morceaux classiques? En matière de musique, chacun a ses préférences. Celles-ci divergent d'ailleurs souvent des goûts de nos grands-parents, de nos parents ou même de nos enfants. «*Pourtant, dans toutes les cultures passées et actuelles, les humains ont construit des musiques en reproduisant des rythmes relativement similaires*», explique Hervé Platel, chercheur en neuro-psychologie de la musique à l'université de Caen. Ces rythmes reposent sur l'espacement entre les différents sons d'une chanson, ainsi que sur leur durée et leur accentuation. En effet, quelle que soit l'époque, les berceuses, comme *Au clair de la lune*, ou encore *Frère Jacques*, ont toutes une structure lente afin d'aider les bébés à s'endormir. À l'inverse, les chants guerriers ou révolutionnaires, comme *l'Internationale* ou *la Marseillaise*, sont souvent composés de sons graves, forts, et de tempos plus rapides. Des choix loin d'être anodins. «*Le rythme de la musique nous plonge dans un état d'esprit particulier, car nos rythmes cérébraux entrent en résonance avec le son écouté. Les pulsations musicales*

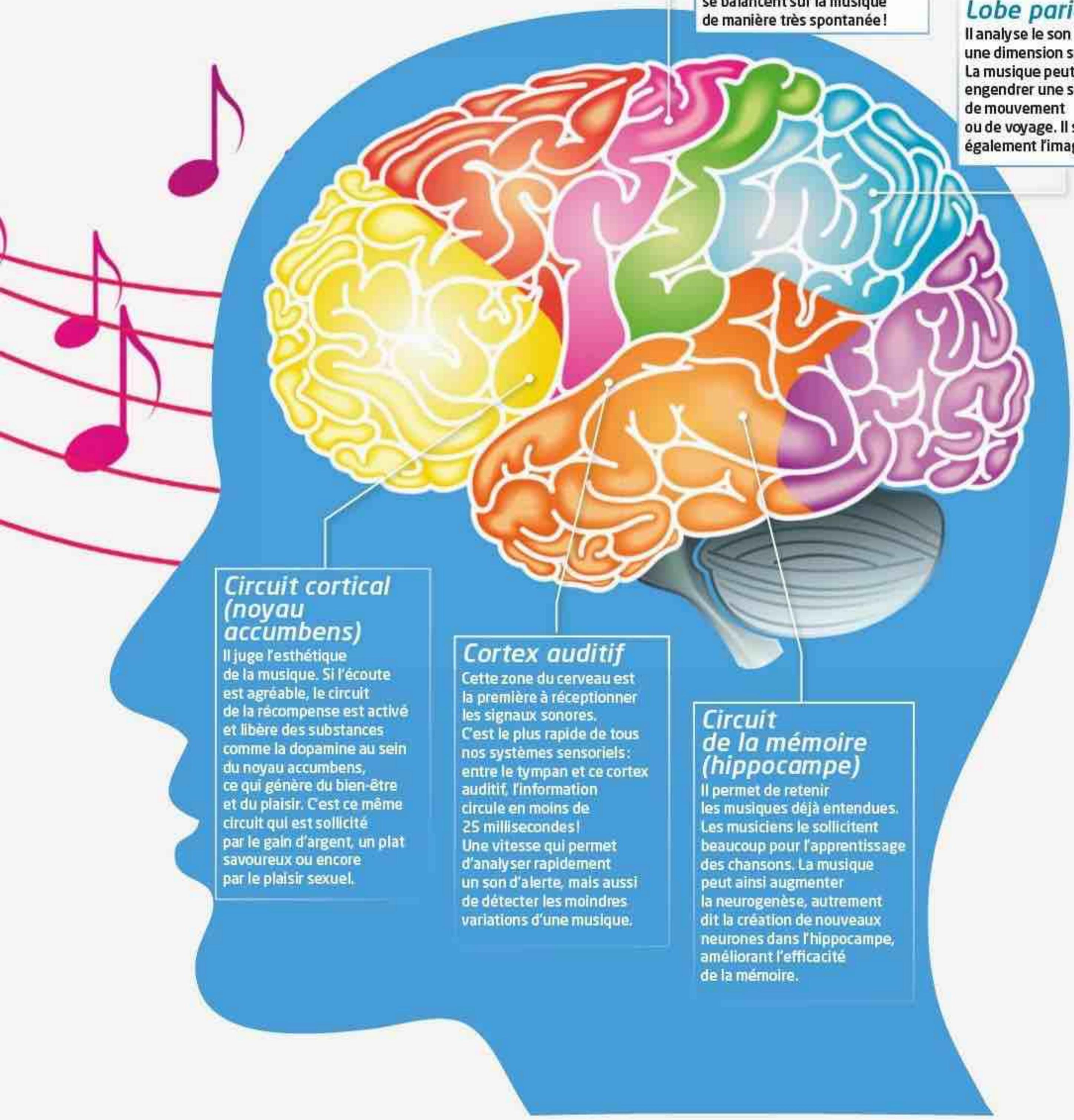
Lorsque l'on écoute de la musique, tout notre corps se met au diapason

influencent aussi notre système cardiovasculaire, notre système respiratoire et notre attention», déclare le scientifique. Ainsi, un son puissant et rapide va accélérer nos divers rythmes biologiques et nous galvaniser, alors qu'un son lent et doux aura pour effet de ralentir nos systèmes cérébral, cardiovasculaire et respiratoire, et, donc, de nous apaiser. Tout notre corps se met au diapason. «*Ces mécanismes sont automatiques et se réalisent à l'insu de notre plein gré*», poursuit Hervé Platel.

Coup de cœur musical

En France, nous écoutons de la musique quinze heures par semaine en moyenne, que ce soit durant un concert, chez soi au calme, ou lors d'une activité physique ou d'un déplacement. Et parfois, au détour d'une chanson, nous ressentons un véritable coup de cœur musical. Son écoute va libérer des hormones dans notre cerveau, plus précisément dans le noyau accumbens (*voir schéma ci-contre*), qui nous procure un plaisir instantané. «*Ces fortes émotions sont créées par notre mémoire... et donc par notre culture*», précise le chercheur. Notre coup de cœur aura tendance à ressembler à des mélodies que nous avons eu l'habitude d'entendre et auxquelles notre cerveau est habitué. ...

Les 5 régions cérébrales impliquées lorsque nous écoutons de la musique





Les fortes émotions musicales sont créées par notre mémoire et, donc, liées à notre culture

un effet de surprise positif. En revanche, dans certains cas, la musique ne s'avère pas agréable. Cela peut venir de chansons qui ne correspondent pas à nos habitudes. Pour nous occidentaux, il peut s'agir, par exemple, de musiques traditionnelles asiatiques, qui utilisent quelquefois des éléments musicaux auxquels nos oreilles ne sont simplement pas accoutumées. D'autres musiques peuvent aussi agacer, lorsque des refrains nous reviennent inlassablement en tête, parfois pendant plusieurs heures, et qu'il nous est impossible d'arrêter de chanter... «*Dans notre cerveau, l'aire de Broca inscrit nos souvenirs en effectuant des boucles de répétition. Lorsqu'on entend une chanson des dizaines de fois, ou qu'elle est diffusée partout, ce phénomène s'emballe, et nous n'arrivons plus à limiter ces boucles répétitives.*» La petite astuce du chercheur pour stopper ce phénomène, qui s'observe avec n'importe quel type de musique, est d'orienter son attention sur une autre chanson ou un autre bruit afin d'arrêter de focaliser notre cerveau sur la mélodie obsédante.

Pression acoustique

Lors d'une écoute, le volume est un paramètre qui a également son importance. D'ailleurs, nous ne ressentons pas les ondes musicales uniquement à travers nos tympans... «*Les vibrations du son produisent une pression acoustique. Plus le son est fort, plus cette pression est élevée. Elle traverse notre corps et se répercute sur l'ensemble de nos organes. Cette sensation, ressentie lors de concerts amplifiés ou de rave parties, peut être perçue*

comme un plaisir ou un désagrément en fonction des habitudes des individus», témoigne Hervé Platel. Du reste, ce ressenti peut être développé avec de l'entraînement... La musicienne écossaise Evelyn Glennie, sourde depuis l'âge de 11 ans, a appris la musique en collant sa main contre les murs ou en jouant pieds nus, afin de percevoir les notes à travers la propagation des vibrations. Aujourd'hui, elle est devenue l'une des meilleures percussionnistes au monde, et a notamment joué à l'occasion de la cérémonie d'ouverture des Jeux olympiques de Londres, en 2012. Il faut souligner qu'elle fait de la musique depuis toute petite, et que la pratique d'un instrument permet de développer sans commune mesure de nombreuses zones cérébrales (*voir schéma page précédente*), en particulier chez les enfants. Par exemple, jouer en groupe va apprendre aux plus jeunes à se synchroniser avec les autres, ce qui accroît leur sociabilité et leur empathie. «*Après une dizaine de mois à jouer d'un instrument, le corps calleux qui sépare les deux hémisphères s'épaissit, ce qui permet de faire transiter plus d'informations d'un côté à l'autre du cerveau, par exemple,*» témoigne le scientifique.

La musique peut ainsi améliorer nos capacités cognitives. Et même si l'enfance est lointaine, il n'est jamais trop tard pour s'y mettre. «*Les évolutions cérébrales se produisent aussi à 40 ou 50 ans après quelques mois de pratique!*» Alors, si la musique vous attire, que ce soit pour vous détendre, vous motiver ou augmenter vos capacités cognitives, il n'y a aucune raison pour ne pas vous lancer, et ce peu importe le style. «*Il existe un biais dans les études scientifiques. Pour mesurer seulement les effets de la musique, nous avons besoin d'éviter les paroles, donc nous utilisons peu de rap ou de variété et beaucoup de musiques classiques ou issues de films. Les études ne sont donc pas représentatives des préférences musicales de chacun.*» La science n'a donc pas encore son mot à dire sur votre refrain préféré, et vous avez raison d'écouter ou de jouer ce qui vous plaît le plus! ☺





Bridgeman Images

Quand la musique ne procure aucune émotion...

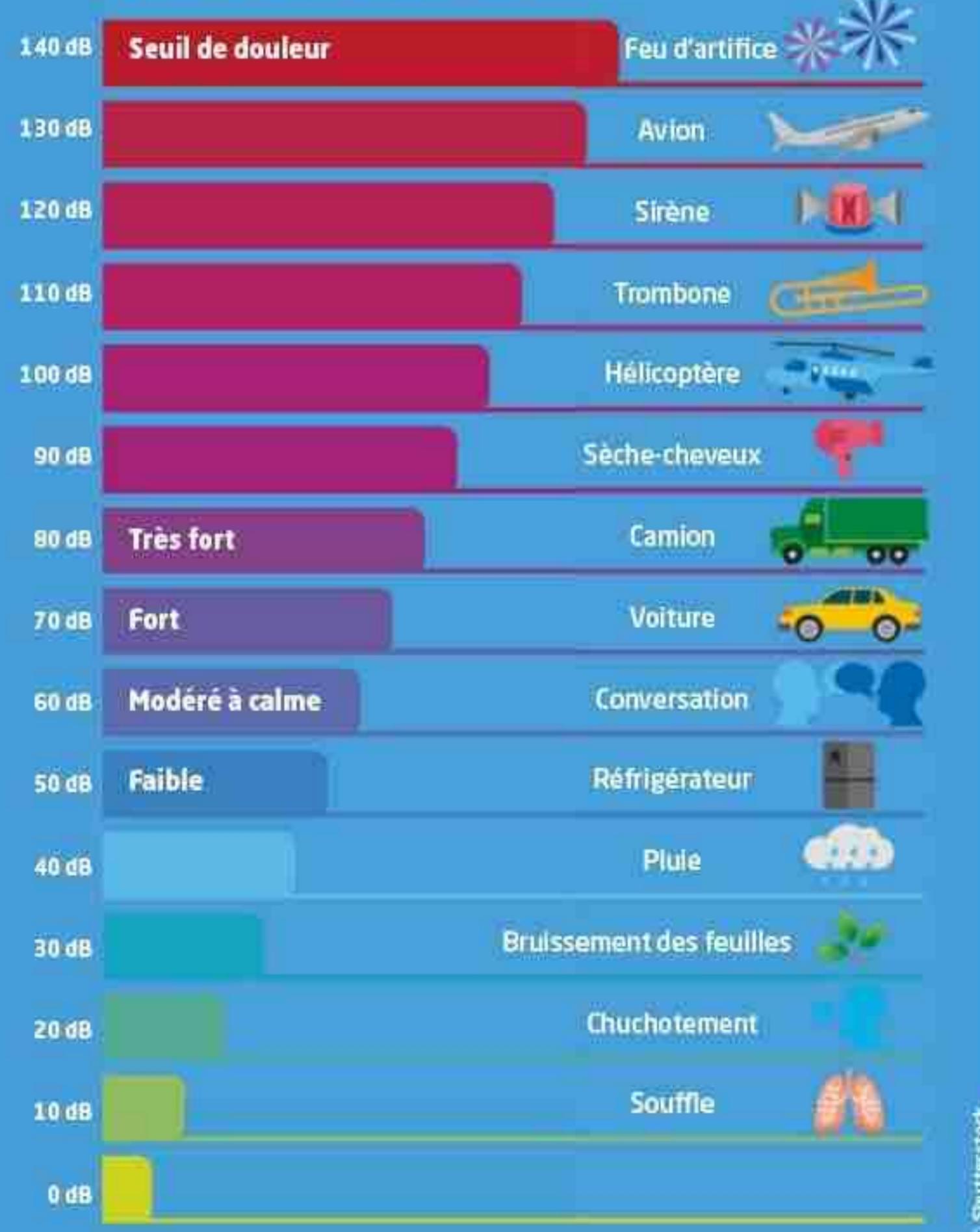
Certaines personnes sont insensibles à la musique. Qu'ils écoutent David Guetta, Mozart ou le dernier album de PNL, rien à faire : ils n'éprouvent aucune émotion. Ce manque de ressenti porte un nom : l'anhédonie musicale. Ce phénomène a d'abord été observé chez des patients victimes de lésions cérébrales, engendrant une déconnexion entre les circuits de la perception du son et celui de la récompense. Puis, des chercheurs ont découvert, il y a quelques années, qu'on le rencontrait également chez des personnes en parfaite santé. « *Lors d'une écoute musicale, ils vont comprendre la musique et sa signification, mais leur rythme cardiaque ne changera pas. Ce constat est comparable à certains enfants autistes, qui peuvent apprendre si quelqu'un est triste ou joyeux, mais sans éprouver d'empathie émotionnelle* », détaille Hervé Platel. Les personnes atteintes d'anhédonie musicale - environ 3 % de la population - ont aussi un déficit de connexion entre les régions cérébrales qui traitent les sons et celles responsables de notre bien-être. Heureusement, leur circuit de la récompense fonctionne tout de même, puisqu'elles ressentent du plaisir via d'autres stimuli, comme la nourriture, les jeux d'argent, le sport...

La percussionniste Evelyn Glennie, sourde depuis l'âge de 11 ans, compense en ressentant les notes à travers son corps.

Attention aux troubles auditifs !

Le phénomène est d'une ampleur hallucinante. Les dommages auditifs causés par la musique trop forte concerneraient près de la moitié des 12-34 ans dans le monde... soit un milliard de jeunes ! Des dégâts hélas irréversibles. Les télétravailleurs, qui utilisent souvent des casques ou des écouteurs pendant la journée, sont également très exposés. Pourtant, en prenant quelques précautions, on peut empêcher la survenue de tels troubles. Par exemple, il faut éviter les sons au-delà de 110 dB, correspondant au bruit d'une scie circulaire ou d'un marteau-piqueur. Le niveau sonore, alors trop élevé, entraîne un choc auditif brutal sur les cellules de l'oreille interne. Appelées cellules ciliées, elles vibrent de manière intense en cas de bruit important et se détériorent, voire finissent par être détruites. Or, lorsqu'elles meurent, les dégâts sont irréparables. Même si la douleur disparaît, l'oreille reste, elle, endommagée. Pour éviter ce phénomène qui peut survenir à n'importe quel âge, les discothèques et les salles de concert sont tenues de limiter le niveau sonore moyen à 105 dB dans leurs locaux. Mais des niveaux sonores plus faibles, entre 80 et 110 dB, peuvent aussi causer des dommages lors d'une écoute prolongée sur plusieurs heures. Le risque de séquelles s'accentue alors avec la durée d'exposition. C'est pour cette raison qu'il est déconseillé d'écouter longtemps de la musique avec des écouteurs. Ou pire, de s'endormir avec du son dans les oreilles !

Échelle des décibels





LA MUSIQUE POUR SOUTENIR LA SANTE



**En musicothérapie,
la notion de plaisir
reste centrale**



Une nouvelle approche de la maladie d'Alzheimer

Le constat peut paraître paradoxal, mais les patients atteints de la maladie d'Alzheimer, même à un stade très avancé, se souviennent bien de musiques écoutées dans leur enfance. « La mémoire musicale n'emprunte pas les mêmes circuits neurologiques que la mémoire "classique", et serait moins affectée par la maladie », explique Joël Belmin, chef du pôle de gériatrie de l'hôpital Charles-Foix, à Ivry-sur-Seine (94). La musique peut ainsi stimuler la mémoire, grâce au souvenir d'un contexte historique, culturel ou affectif lié à des refrains

service hématologie, en partenariat avec Music Care. Crée en 2008, cette société produit des séances musicales d'une vingtaine de minutes avec plusieurs styles, selon les envies du patient. « En 2021, nous avons mené une étude sur l'utilité de la musique lors des opérations de chirurgie de la cataracte. Sans intervention musicale, 53 % des patients ont eu des complications, comme une crise de tachycardie. Avec nos séances musicales, seulement 13 % d'entre eux étaient concernés », résume Stéphane Guétin, fondateur et président de Music Care. La musique peut aussi être utile au-delà du bloc opératoire. Ainsi, lors d'une IRM, un examen long où le patient est allongé à l'intérieur d'une machine bruyante, une musique relaxante peut diminuer l'anxiété. Même objectif dans les maisons de retraite. « Certaines personnes très dépendantes ont besoin d'une toilette au lit. Nous avons montré que ce moment se déroule mieux en musique, car les patients, moins anxieux, font preuve de moins de résistance. La toilette dure moins longtemps, ce qui libère du temps pour le personnel soignant souvent débordé », détaille Joël Belmin, gériatre à l'hôpital Charles-Foix d'Ivry-sur-Seine.

Un antidouleur naturel

Pour aider une personne à se sentir mieux, une séance musicale de Music Care suit un protocole spécifique (voir ci-contre). « On ne demande pas au patient de choisir ses musiques préférées, car une écoute à un tempo de 200 battements par minute, comme une chanson de rock d'AC/DC, ne provoquera aucune relaxation », explique Stéphane Guétin. De plus, il y a un risque qu'il associe ses morceaux favoris à sa douleur, ce qui

spécifiques qui ont marqué la personne. Mais les vertus de la musique face à la maladie d'Alzheimer ne se limitent pas à la mémoire. Son écoute mobilise des émotions souvent positives, même lorsque la chanson n'est pas familière. « Sur le plan psychologique, ces émotions leur rappellent des événements de leur vie, et les aident à garder une bonne image d'eux. » Des musiques relaxantes peuvent aussi diminuer l'anxiété souvent très forte chez ces patients, en activant la sécrétion d'hormones comme l'endorphine. « Les études

LES MALADES

le dégoûterait de les réécouter par la suite. Music Care produit donc ses propres musiques, en faisant appel à des musiciens très différents, comme le batteur nigérian Tony Allen, l'un des pionniers de l'afrobeat, le Jamaïcain Vin Gordon, tromboniste de Bob Marley, ou l'accordéoniste français Fixi, qui a joué avec Sinclair et -M-. «Le critère numéro 1 reste les envies du patient. La notion de plaisir est centrale. Elle stimule la dopamine et l'endorphine dans le cerveau, et agit tel un antidouleur naturel», remarque Stéphane Guétin. Nous entendons parfois parler à tort de l'effet Mozart, qui voudrait que ses symphonies (Sonate pour deux pianos en ré majeur, La Flûte enchantée ou Concerto pour piano n°23, NDLR) induisent un tas de propriétés agissant sur nos cerveaux. Si les études sont menées en Autriche, pays natal du compositeur, il y a des chances d'obtenir des effets visibles. Mais au Mali, l'écoute d'un joueur de kora, instrument à cordes que l'on trouve en Afrique de l'Ouest, sera ancrée dans les goûts de la population et aboutira à un résultat plus concluant.»

Au-delà du plaisir, Music Care se base sur un fonctionnement similaire à l'hypnose. «Les rythmes et volumes diminuent toutes les trois minutes, comme un hypnotiseur peut le faire avec sa voix, afin d'amener le patient dans une phase de détente. Après une vingtaine de minutes, nous accélérerons à nouveau pour reprendre peu à peu conscience», précise Stéphane Guétin. Quel que soit le style, rock, afro ou jazz, les séances sont toujours construites sur ce modèle. Après avoir multiplié les études sur différents types de douleurs chroniques, Music Care espère rendre la musicothérapie accessible à tous en obtenant un remboursement de ses séances par l'Assurance Maladie...

actuelles tendent à plaider en faveur des interventions musicales», remarque Joël Belmin. Des services hospitaliers y ont déjà recours. Cette approche non médicamenteuse peut aussi être utilisée au domicile des patients qui ont des proches pour les aider dans leur quotidien. «Dans tous les cas, il faut respecter au maximum l'autonomie du malade et ne pas imposer une séance musicale qui ne lui procurerait pas de plaisir.»

Les zones du cerveau activées pour mémoriser la musique diffèrent de celles en action pour de simples paroles. Elles seraient donc moins impactées par la maladie d'Alzheimer.

Le protocole de soin Music Care

Lors d'une intervention légère, d'un examen médical ou d'un soin, il permet de diminuer l'anxiété et de soulager les douleurs, notamment chroniques.



Étape 1

Le patient est confortablement installé.



Étape 2

Un questionnaire permet de déterminer ses préférences musicales.



Étape 3

La douleur ressentie est matérialisée sur une échelle de 1 à 10.



Étape 4

La séance musicale, d'une durée d'environ 20 min, débute.

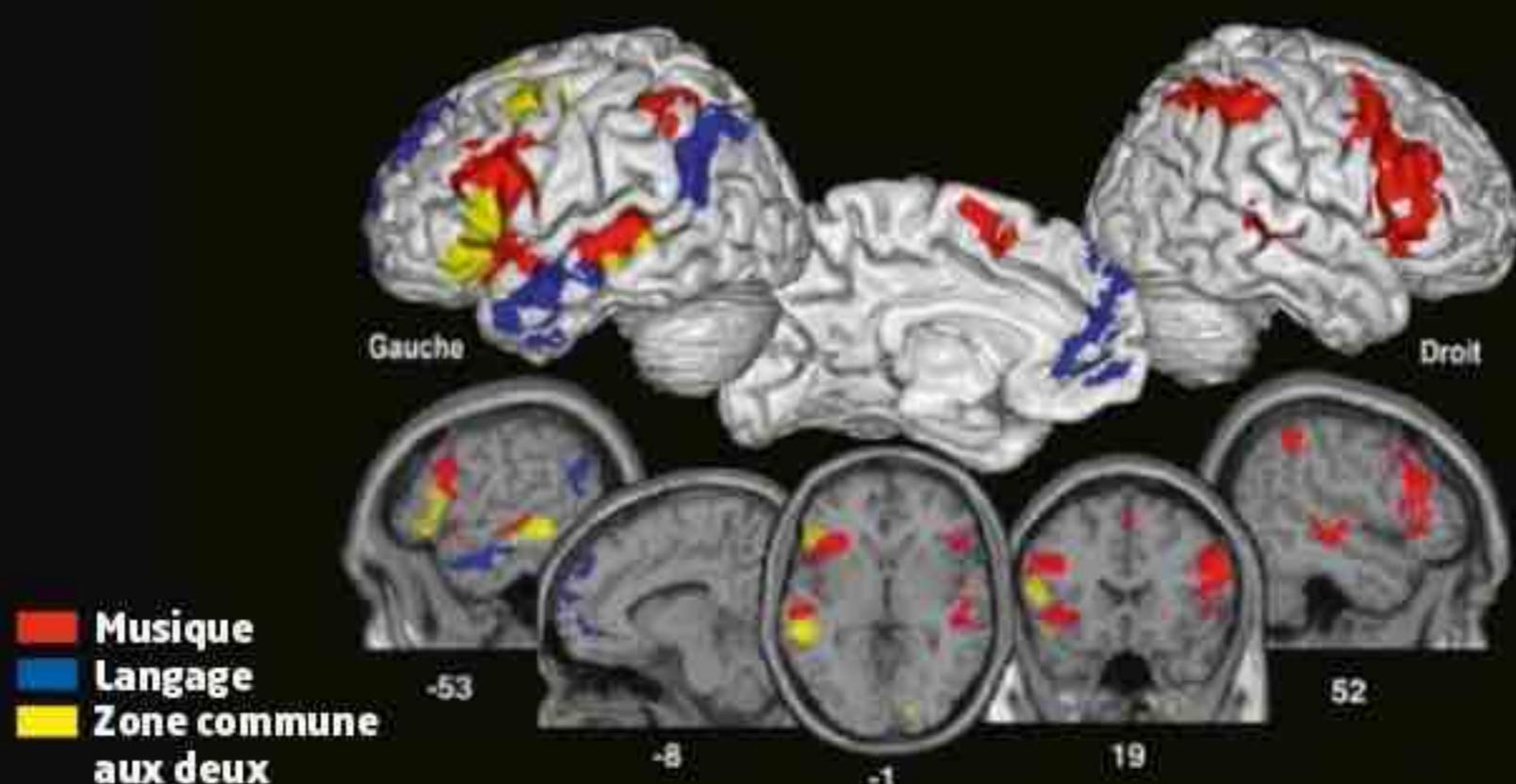


Étape 5

À la fin, le patient réévalue le niveau de sa douleur.

© Music Care

Mémoires du langage et de la musique



© Lang Muir Groussard



« Notre jeu musical est testé sous les mêmes standards qu'un médicament »

TROIS QUESTIONS À... FRANÇOIS VONTHRON

Avant tout passionné de musique, le fondateur et directeur de Mila a créé un jeu numérique sonore pour aider les enfants atteints de dyslexie à mieux lire et écrire.

Comment ça marche : Comment la musique peut-elle avoir une influence sur la dyslexie ?

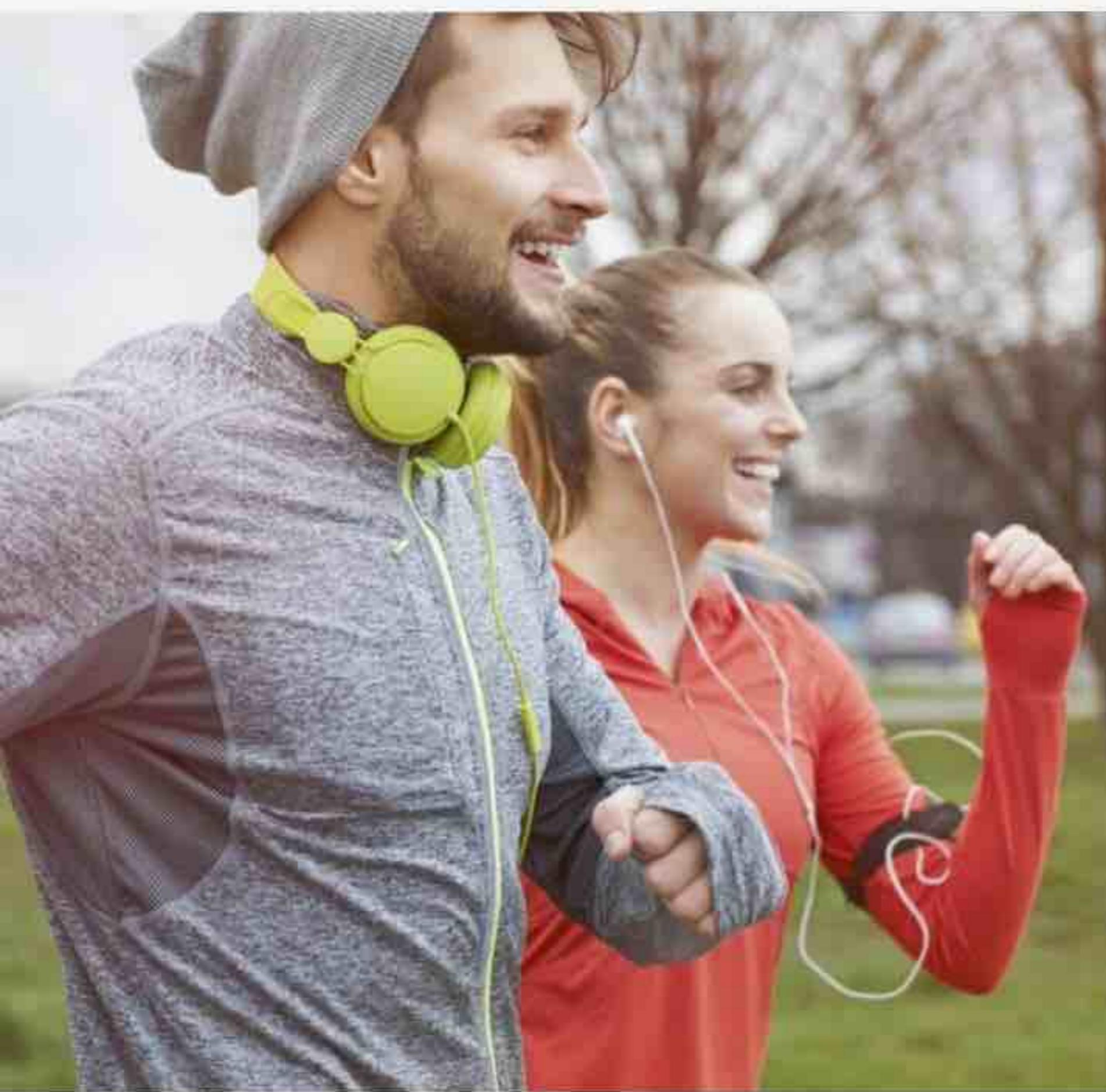
François Vonthron :

La dyslexie se perçoit dans deux zones du cerveau : l'aire de Broca, impliquée dans la parole, et l'aire de Wernicke, qui sert à la compréhension orale et écrite. Les scientifiques ont d'abord pensé que cette pathologie était liée à un dysfonctionnement dans ces zones. Il s'avère que c'est plus subtil : la connexion entre ces deux aires pose aussi problème. Le réseau de neurones assurant

ce lien est plus fin chez les enfants dyslexiques, et les informations circulent moins bien entre les deux aires. Avec Mila, l'objectif est d'utiliser la musique pour modifier les liaisons du cerveau. L'apprentissage des rythmes permettrait à ce réseau de neurones de se densifier, réduisant ainsi l'écart avec un cerveau non dyslexique.

CCM : Comment fonctionne le jeu Mila ?

F.V. : Une simple écoute passive de musique ne suffit pas. Il faut



Quelle musique pour courir

Vous avez une course à pied prévue bientôt et vous concevez difficilement de vous motiver sans votre playlist favorite. Rien de plus normal ! D'ailleurs, 68 % des Français qui courent le font en musique. Il faut dire que c'est un excellent moyen de distraction. La musique nous fait oublier la fatigue et nous pousse à continuer nos efforts plus longtemps. Mais il faut bien choisir les chansons, car leur rythme active également les zones cérébrales responsables des mouvements. Les musiques avec un rythme élevé solliciteraient ainsi davantage le cortex moteur, nous donnant davantage l'envie de bouger. Par ailleurs, un rythme soutenu va induire une augmentation de notre fréquence cardiaque, ce qui rend l'exercice physique plus bénéfique car plus intense. Tous ces effets font de la musique un véritable stimulant ! Ce n'est pas pour rien qu'elle est interdite en compétition (10 km, semi, marathon, trail...) par la Fédération française d'athlétisme. Mais pour vous entraîner, cela ne pose aucun problème, au contraire ! « Un tempo de 120 bpm (comme Bad Romance de Lady Gaga ou Les Démons de minuit du groupe Images, NDLR) est idéal lors d'une activité physique d'endurance »

y associer une action motrice. Dans notre jeu, les enfants à partir de 7 ans sont invités à taper dans leurs mains ou à attraper des objets sur une tablette, ce qui déclenche des sons en fonction de leur mouvement. Au fur et à mesure, nous nous sommes rendu compte que la mélodie choisie avait peu d'importance pour l'apprentissage. L'aspect principal est le rythme. Nous avons travaillé avec des majors de l'industrie musicale, pour obtenir des musiques qui plaisent aux enfants et d'une grande diversité: *Le Livre de la jungle*, Big Flo & Oli, Vegedream... Il faut que l'enfant le voie comme un jeu plus que comme un exercice à l'aspect scientifique. En parallèle, un compositeur nous a aidés à créer différents niveaux dans le protocole de rééducation.

CCM: Où en êtes-vous aujourd'hui?

F.V.: Une étude clinique est en cours avec 180 enfants dyslexiques. Chacun réalise des sessions de 25 minutes, cinq fois par semaine. Le jeu est testé comme un médicament: en double aveugle. Les enfants joueront soit au jeu Mila, soit à un autre jeu qui fera office de placebo. Ni le patient ni le médecin ne sauront quel jeu a l'enfant. Dans chaque cas, nous évaluerons après deux et quatre mois les progrès dans les capacités de lecture et d'écriture. Nous espérons que Mila sera disponible pour la rentrée 2024, avec un remboursement de la Sécurité sociale. Par ailleurs, nous travaillons sur d'autres pathologies, tels les troubles de l'attention, de la coordination (dyspraxie), ou le bégaiement.



ou réfléchir ?

effectuée à un rythme modéré, comme le footing, ou pour soulever des haltères», constate Ségolène Guérin, chercheuse en neuropsychologie à l'Université catholique de Louvain, en Belgique. Il est donc logique que, dans de nombreux cours de sport collectif, la musique soit souvent forte et rythmée pour inciter les pratiquants à se défouler. L'écoute de la musique est aussi fréquente pour travailler et se concentrer. Mais, ici, les tempos lents sont à privilégier. «En fonction de notre âge, de notre personnalité introvertie ou extravertie, ou encore de la tâche à effectuer, les critères de choix à prendre en compte varient, remarque Roxane Bartoletti, doctorante en psychologie cognitive à l'Université Côte d'Azur. Par exemple, pour un travail assez simple, la musique peut nous aider à être plus efficace. Mais si la tâche est plus difficile, nous risquons d'être surchargés d'informations et l'ajout de musique serait contreproductif.» Il n'existe donc pas de règle d'or en la matière. Dans le tableau ci-contre, les deux chercheuses nous livrent néanmoins des conseils pratiques, souvent efficaces pour profiter de tous les bienfaits de la musique.

Bouger (effort physique)	Réfléchir (effort cognitif)
Tempo moyen (120 bpm) ou plus élevé	Tempo faible
Volume modéré à fort (73 dB)	Volume modéré à faible (60 dB)
Avec paroles	Sans paroles
Évitez une musique trop agréable (qui constitue une distraction face à la tâche à effectuer)	Agréabilité forte
Familiarité forte	Pas d'influence de la familiarité

INTERVIEW

LUC JULIA

«On est les meilleurs au monde. L'IA, c'est purement français»

Cet homme, qui n'a pas l'habitude de mâcher ses mots, a passé près de trente ans à explorer le milieu de la tech californienne. Il en rend compte dans *Un Français dans la Silicon Valley*, livre tout aussi historique qu'autobiographique, analytique que prospectif.

Par Delphine Gaston-Sloan

Aussi loin que sa mémoire remonte, Luc Julia a inventé des systèmes : à 5 ans, l'alarme pour empêcher sa sœur de pénétrer dans sa chambre ; à 9 ans, un robot à faire le lit. Puis, au début des années 1980, le développement du Minitel, notre précurseur français du World Wide Web, l'a définitivement marié à l'informatique. Son cursus ne pouvait que coller à cette passion. Bac scientifique, maîtrise de mathématiques et informatique avec, dans le viseur, un rêve de gosse : le CNRS, eldorado (public) tricolore de la recherche

scientifique. Une fois entré, il en ressort aussi sec, dépité par la course aux financements incompatible avec un esprit de partage des recherches. Alors, il a dit «au revoir» à la France pour atterrir sur la terre promise de la tech, la Silicon Valley, en Californie. Souvent, les gros titres le cantonnent à celui de cocréateur de Siri, l'assistant vocal d'Apple. C'est oublier un CV rare, où voisinent initiatives entrepreneuriales florissantes dans l'intelligence artificielle et postes haut placés chez des géants, tels Hewlett-Packard, Apple, Samsung, Amazon et, maintenant, Renault. 



Comment ça marche :

À la naissance d'Internet, aviez-vous conscience de la révolution en marche ?

Luc Julia: Oui, immédiatement. Je disais que ça allait être la plus grande base de données du monde. Exactement ce que c'est devenu. C'était évident que ça toucherait tous les domaines et serait monstre. Cependant, je pensais qu'on n'y trouverait que de vraies informations, je n'imaginais pas toutes les fake news et autres cochonneries qui y traînent.

CCM : Comment vous est venue l'idée de Siri ?

L. J.: L'origine, c'est Internet.

En 1994-1995, avec Adam (Adam Cheyer, son collègue du SRI, en Californie, et futur meilleur ami, NDLR), on le voit arriver dans toute sa complexité et la richesse de son contenu, et on se dit qu'on va avoir besoin d'aide pour y naviguer. C'était avant le développement des moteurs de recherche. On n'a pas cette idée, mais celle de l'assistant de recherche à qui on dit par exemple : « Trouve-moi tous les hôtels avec piscine à San Francisco.» Son nom de départ était The Assistant.

CCM : Que signifie Siri ?

L. J.: Vous ne le saurez pas ! C'est un secret. Seules trois



« Il faut monter sur la table, et lancer haut et fort son projet. Et si on se prend une claque, on remonte et on recommence »

ou quatre personnes dans le monde sont au courant.

CCM : Vous êtes critique envers Apple. Regrettez-vous que « votre » Siri soit l'un de ses outils phares ?

L.J. : Oui, d'autant plus que je pense qu'il n'a pas été utilisé correctement. C'était bien de le vendre pour qu'il puisse être à la portée de millions d'utilisateurs. Car, avant son rachat par Apple, il n'en avait

que 170000 environ, ce qui est peu. On a atteint 300 millions la première année et 500 millions actuellement. Ça pourrait être beaucoup plus compte tenu du nombre de possesseurs d'iPhone (1,8 milliard de ces appareils serait en circulation dans le monde, NDLR). Avec ses sept ou huit domaines d'application, Siri est sous-employé par rapport à sa version originale qui en comportait trente-cinq.

Aujourd'hui, les 500 millions d'utilisateurs se bornent à dire : « Appelle maman », « Envoie un SMS », « Joue Beyoncé ». La plupart des gens l'utilisent même pour une seule chose. S'il y avait un choix plus large, du type chercher n'importe quoi sur Internet, un restaurant, un match de foot... il y aurait certainement beaucoup plus d'adeptes. Enfin, 500 millions, on ne va pas se plaindre non plus !

BIO EXPRESS

1966

Naissance à Toulouse (31).

1991

Son entrée à Télécom Paris pour un doctorat en informatique lui ouvrira les portes du CNRS, puis du MIT (Massachusetts Institute of Technology), à Boston.

1994

Il rejoint le Stanford Research Institute (SRI International) et son laboratoire d'intelligence artificielle, en Californie.

1998

Avec son ami Adam Cheyer (futur cocréateur de Siri), il partage la direction d'un laboratoire de recherche, le Computer Human Interaction Center (CHIC).

2001

Il fonde Soliloquy Learning, qui propose un assistant de lecture.

2004

Sa start-up Orb Networks permet, par exemple, de diffuser des programmes de télévision en direct sur un téléphone portable.

2010

Hewlett-Packard le charge de l'optimisation de ses imprimantes connectées.

2011

Après lui avoir racheté sa société Siri (de 2007), Apple l'embauche pour développer l'application.

2012

Il prend la tête d'une unité au sein du nouveau centre d'innovation de Samsung.

2021

Il rejoint le groupe Renault.



«Le meilleur réseau social est celui de la vie, où j'ai de vrais amis avec lesquels je peux interagir, qui sont ce qu'ils sont et que je ne juge pas»

... **CCM:** Vous étrillez Facebook. Quel serait, selon vous, le réseau social idéal?

L. J.: Je critique Facebook car j'estime que Mark Zuckerberg, son dirigeant, n'est gouverné que par l'appât du gain et que son idée d'origine, noter les filles de Harvard sur leur physique, n'était pas très glorieuse. Dans le réseau social idéal, je ne suis pas noté, il n'y a pas de course aux étoiles, aux pouces levés. Je ne dois pas m'inventer une plus belle vie que celle que j'ai vraiment, afin d'écraser les autres. Le meilleur réseau social est celui de la vie, où j'ai de vrais amis avec lesquels je peux interagir, des gens que je connais, qui partagent mes valeurs, qui sont ce qu'ils sont et que je ne juge pas. Que j'aime parce que je les aime et non parce qu'ils s'appellent Kardashian.

CCM: Vous êtes parti après votre mauvaise expérience au CNRS. Quel regard avez-vous aujourd'hui sur la recherche et l'innovation chez nous?

L. J.: La France a changé depuis dix ans, depuis que Fleur Pellerin (ministre chargée de l'Économie numérique nommée en 2012, NDLR) a poussé la French Tech. L'esprit a changé: plus besoin d'avoir recours à de grosses structures, on peut commencer petit, dans une start-up. On a l'opportunité de conduire des projets sur des cycles courts avec peu de personnes qui créent des choses très spécifiques.

CCM: Quel est notre fort?

L. J.: On est les meilleurs, nous Français! Quand on me dit «Regardez l'intelligence artificielle, c'est les Chinois, les Américains», ça me fait

rigoler! L'IA, c'est purement français. La plupart des dirigeants de l'IA dans la Valley sont français. Pourquoi? Car ce n'est que des maths et, contrairement à ce qu'on dit – tout ça parce qu'on aime se flageller –, on est les meilleurs au monde. Il suffit de compter les médailles Fields (prestigieuse récompense de mathématiques, NDLR)!

CCM: Que dites-vous à ceux tentés par la Silicon Valley?

L. J.: Je leur dis «Restez!». Plus besoin de partir comme je l'ai fait il y a trente ans, car les conditions ont été mises en place pour réussir. Grâce aux aides de Bpifrance (Banque publique d'investissement), il y a eu cette explosion de start-up qui a créé ce nouveau dynamisme. Aujourd'hui, c'est compliqué dans la Silicon Valley. C'est ce que je réponds aux nombreux jeunes qui m'écrivent pour des stages. En cause, des licenciements massifs, des problèmes de visas... La Valley est dans un creux, mais elle va rebondir comme d'habitude. Alors, je peux dire aux jeunes, «Allez-y comprendre comment ça marche, prendre l'esprit et, surtout, revenez en France pour qu'on continue à casser la baraque ici!»

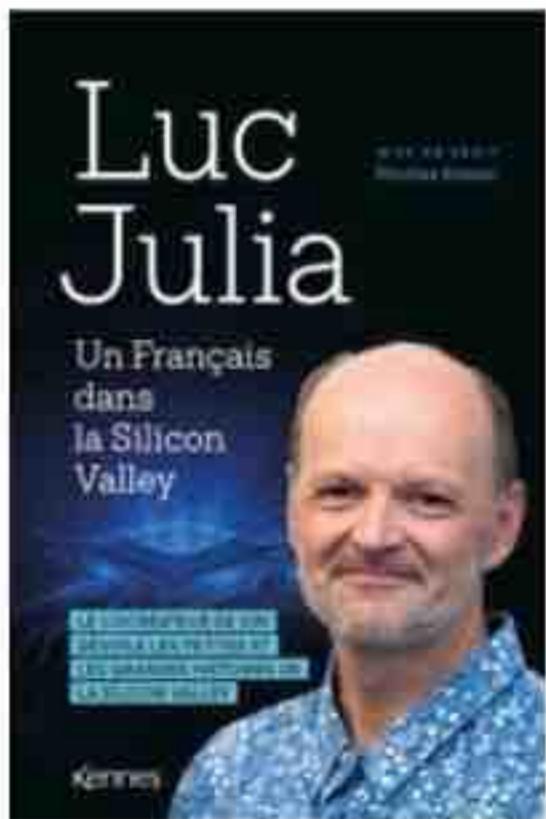
CCM: Chez Renault, que souhaitez-vous apporter au secteur automobile?

L. J.: D'abord, je voulais rendre à la France qui m'a tout donné! Mon éducation, la Légion

d'honneur... Chez Renault, j'apporte mon expérience en matière d'innovation et d'agilité. La capacité de réorientation est importante. Pas une des boîtes où j'étais dans les années 2000 n'a sorti le produit initial. Chaque fois, l'idée de départ a évolué, notamment pour s'adapter au marché. Pour réussir ça, il faut être agile. Je tiens aussi à valoriser l'échec. On n'a pas cette culture en France, alors que dans la Silicon Valley, avant de bâtir une entreprise qui réussit, deux ou trois se plantent. Et on n'est pas marqué au fer rouge pour autant. En France, on se rate une fois et on est discrédié à vie. Il faut monter sur la table, et lancer haut et fort son projet. Et si on se prend une claque, on remonte et on recommence.

CCM: Votre livre parle beaucoup d'environnement. Ne voudriez-vous pas mettre votre expertise technologique à son service?

L. J.: C'est un de mes objectifs. On n'en fait pas assez concernant les émissions de CO₂. Clairement, leur courbe matche avec celle de l'évolution des technologies. Je pense que, dans l'automobile, le passage à l'électrique est un progrès. Il faut maintenant sensibiliser les utilisateurs aux impacts, car il y en a forcément. Il s'agit de les réduire. Expliquer comment charger mieux sa voiture, par exemple. Eduquer simplement et correctement, être ludique, toujours, mais sans mentir.



Un Français dans la Silicon Valley, de Luc Julia, en collaboration avec Nicolas Keszei, Kennes, 156 pages, 19,90 €.

OFFRE SPÉCIALE D'ABONNEMENT

LE MAG QUI DÉCRYPTE LE MONDE



à partir de
54 €
par an

■ JE M'ABONNE

12 numéros - 1 an

54 €

64,00 € - 17%⁽¹⁾

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

 **CCM23**

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)

MES COORDONNÉES	NOM*, PRÉNOM*	
	COMPLÉMENT D'ADRESSE (RÉSIDENCE, BÂTIMENT, LIEU DIT...)	
	NUMÉRO DE VOIE*	VOIE* (AVENUE, RUE...)
	CODE POSTAL*	COMMUNE*
TÉLÉPHONE (pour vous communiquer des informations sur votre abonnement)		
E-MAIL (pour vous adresser votre confirmation de commande et correspondre avec vous)		

COORDONNÉES DE L'ENFANT À ABONNER	POUR :
	NOM*, PRÉNOM* DE L'ENFANT
	ADRESSE DE L'ENFANT (à remplir si différente de la vôtre)
	COMPLÉMENT D'ADRESSE (RÉSIDENCE, BÂTIMENT, LIEU DIT...)
NUMÉRO DE VOIE*	VOIE* (AVENUE, RUE...)
CODE POSTAL*	COMMUNE*
DATE DE NAISSANCE (pour lui souhaiter son anniversaire et lui envoyer des surprises)	

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

DATE

SIGNATURE OBLIGATOIRE

⁽¹⁾ La remise est calculée par rapport au prix de vente au numéro + frais d'expédition. Offre valable jusqu'au 30/06/2023 en France Métropolitaine. L'envoi de votre bulletin vaut prise de connaissance et acceptation de nos Conditions Générales de Vente, accessibles sur www.fleuruspresse.com. Vous disposez d'un droit de rétractation de 14 jours à réception du 1^{er} numéro. Pour le faire valoir, il suffit de contacter le service client à l'adresse relation.abo@fleuruspresse.com. Unique Heritage Presse (UHP) est responsable du traitement et de la collecte de vos données. Les champs marqués d'un astérisque sont indispensables pour le traitement de votre commande. Vos données pourront être transmises à d'autres organismes (presse, tourisme...). Si vous ne le souhaitez pas, il suffit de nous écrire. Vous pouvez exercer vos droits d'accès, de rectification, de limitation, de portabilité, d'opposition, d'effacement de vos données et délivrer vos directives post-mortem à relation.abo@fleuruspresse.com en y joignant une copie de votre carte d'identité. La société UHP dispose d'un délégué à la protection des données pouvant être contacté au 141, boulevard Ney 75018 Paris ou par e-mail : dpo@uniqueheritage.fr.





QU'EST-CE QUI FAIT SOUFFLER LE VENT?

Léger ou violent, doux ou glacial, du sud ou du nord, favorable ou contraire, il fait la pluie ou le beau temps. Et même lorsqu'il tombe, il ne s'essouffle pas vraiment, car il est alimenté en permanence par la pression atmosphérique.

Par Julia Negroni et Louna Esgueva



ue l'on parle d'une brise ou d'une tempête dévastatrice, il est toujours question de vent. Tantôt salvateur, tantôt destructeur, ce mouvement de l'air est essentiel à la vie. Outre les nombreux phénomènes météorologiques dont il est à l'origine, le vent participe notamment à l'oxygénation des océans en agitant leur surface, ainsi qu'à la dispersion des composants de l'air, des pollens et graines essentiels à la reproduction d'une multitude de végétaux, sculpte les paysages ou encore actionne nos éoliennes. Mais qu'est-ce que le vent exactement ?

Pour appréhender ce déplacement naturel d'une masse d'air, il faut savoir que l'air qui nous entoure n'est autre qu'un fluide gazeux composé de différentes molécules (vapeur d'eau, diazote, dioxygène, ozone, argon, gaz à effet de serre comme le dioxyde de carbone, le monoxyde de carbone, le méthane...) et de particules en suspension. Tous ces éléments constituent la troposphère, la couche de l'atmosphère qui commence au niveau de la surface terrestre et s'étire sur 7 à 18 km d'altitude. Et c'est là, dans cette couche, que naît le vent.

Le chaud et le froid

Ce brassage de l'air dépend notamment de la température et de la pression. Notre planète n'étant pas chauffée par le Soleil de manière homogène sur toute sa surface, dans certaines régions, l'air s'échauffe. Les molécules gazeuses qu'il contient absorbent la chaleur et s'écartent les unes des autres. L'air se dilate et devient plus léger que l'air froid. Résultat : il s'élève en altitude et crée une zone de basse pression (inférieure à la moyenne estimée à 1015 hectopascals). On parle de dépression. À l'inverse, dans les

zones du globe plus froides, l'air rafraîchi est plus lourd que l'air ambiant : il descend vers le sol et se comprime, formant une zone de haute pression (supérieure à 1015 hectopascals) ou anticyclone. La nature cherchant toujours l'équilibre, l'air froid prend la place laissée vacante par l'air chaud. Et c'est cette circulation de l'air d'une zone de haute pression vers une zone de basse pression qui est à la base des grands mouvements d'air.



Une carte météorologique indiquant les zones de haute (H) et de basse pression (L), ainsi que les fronts froids (en bleu) et chauds (en rouge).

De larges couloirs de vents, appelés vents dominants, agitent la troposphère. Leur direction est en partie déterminée par la force de Coriolis. Celle-ci résulte de la rotation de la Terre sur elle-même et agit sur les vents en les déportant. Dans l'hémisphère nord, elle les dévie vers la droite et, inversement, vers la gauche dans l'hémisphère sud. Comme cette force est nulle au niveau de l'équateur, alors qu'elle augmente à l'approche des pôles,

son impact sur ces mouvements de masse d'air dépend donc de la latitude : plus on est haut... ou bas, plus il est important. Ainsi, suivant la région où l'on se trouve, les vents dominants souffleront dans diverses directions. Dans les régions intertropicales (situées entre l'équateur, et 30° de latitude nord et sud),

les vents dominants, ou alizés, soufflent d'est en ouest. À proximité des pôles (au-dessus de 60° de latitude), les vents d'est – soufflant comme leur nom l'indique vers l'est – prévalent. Entre les deux, ce sont des vents d'ouest qui prédominent (*voir infographie pages suivantes*).

Les vents locaux soufflent, eux, à de moindres échelles, c'est-à-dire sur de petites étendues. Certains sont engendrés par les changements de saison, comme la mousson dans l'océan Indien et en Asie du sud, ou par les conditions météorologiques locales. C'est le cas du mistral qui résulte d'une différence de pression entre un anticyclone situé en Europe du Nord et une dépression au-dessus de la Méditerranée. D'autres encore sont causés par le relief, à l'instar du foehn dans les Alpes ou du chinook dans les montagnes Rocheuses américaines, qui peut faire grimper la température de -20 °C à +15 °C en quelques heures seulement. Sirocco, harmattan, grande bise, noroît, tramontane, chammal, diablo... il existe plusieurs centaines de vents régionaux dans le monde caractérisés, notamment, par leur direction et leur vitesse ou force.

La Terre est également soumise à deux principaux jet-streams : le subtropical et le polaire. Ces courants d'air permanents, très rapides et étroits, soufflent d'ouest en est et parcourent des milliers de kilomètres à haute altitude (entre 8 et 14 km d'altitude). Ils peuvent atteindre jusqu'à 400 km/h. Ce sont eux qui diminuent ou augmentent le temps de vol des avions suivant le sens de circulation de ces appareils.

L'air qui enveloppe notre planète se déplace ainsi perpétuellement. Suivant la direction de ces vents et la vitesse à laquelle ils soufflent, leurs conséquences peuvent être complètement différentes, notamment quand ils sont brefs et violents (en cas de rafales) ou quand ils persistent plus longtemps (lors des tempêtes, des ouragans ou des typhons). Autant de potentiels dangers qui nécessitent, pour s'en prémunir, une surveillance accrue. ♦

Brise de mer et brise de terre

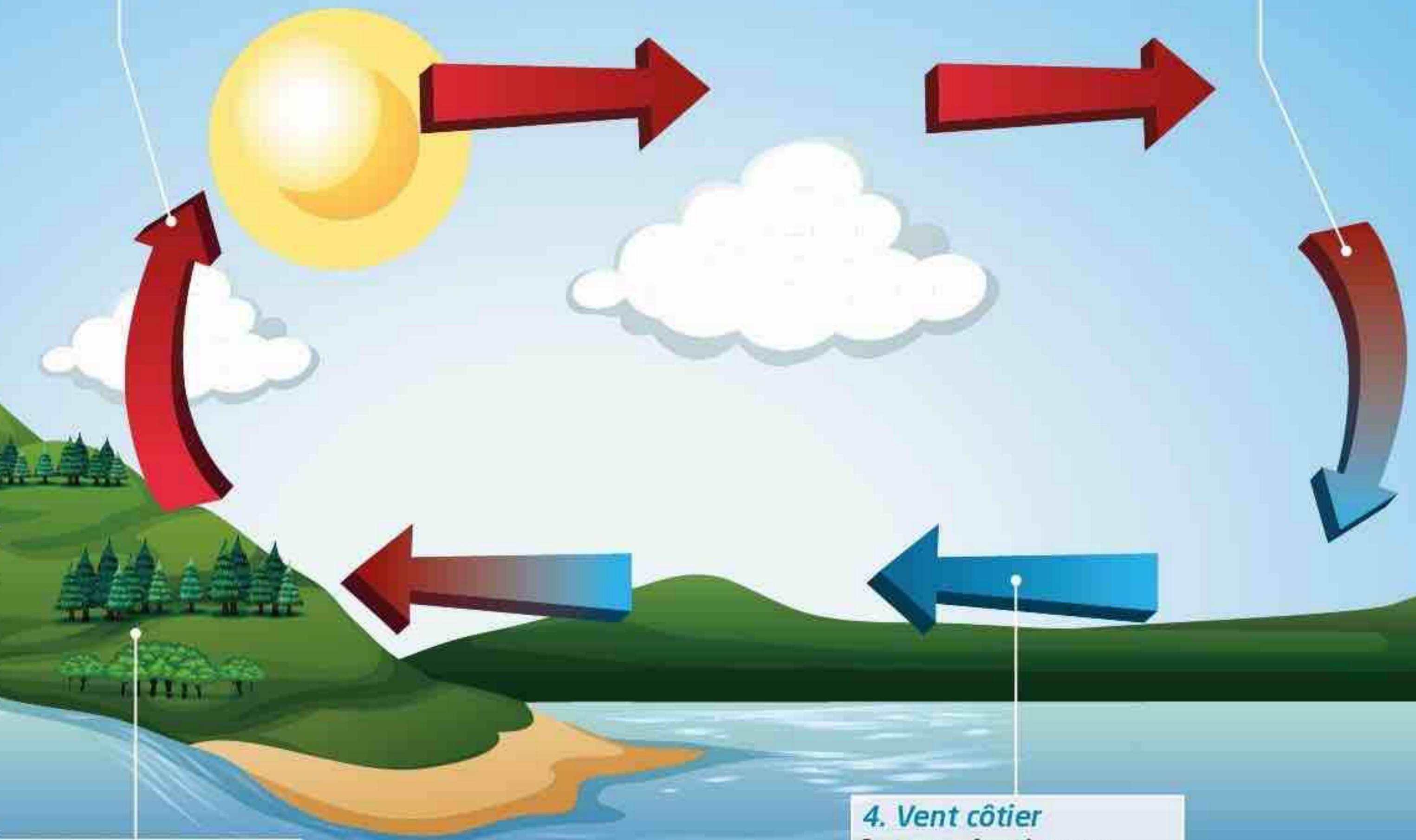
Ces deux vents côtiers naissent de la différence de température entre l'air au-dessus de la mer et celui au-dessus de la terre, en fonction du jour et de la nuit. Un phénomène réglé comme une horloge suisse.

2. L'air ascendant

Le sol restitue de la chaleur sous forme d'infrarouges qui chauffent l'air ambiant. Celui-ci s'élève en altitude.

3. L'air descendant

Au-dessus des océans, l'air est plus froid (donc plus lourd) et descend vers le sol.



1. Chaleur absorbée par la terre

Le soleil réchauffe les continents plus vite que les océans (le pouvoir réfléchissant des rayonnements solaires de l'eau est supérieur à celui de la terre).

4. Vent côtier

Sur terre, au fur et à mesure que l'air se réchauffe et s'élève, une zone de basse pression se crée. Au niveau de l'océan, l'air plus froid et plus dense (zone de haute pression) se déplace pour le remplacer. Cet air en mouvement constitue la brise de mer.

Alternance jour/nuit

La nuit, le sens des vents s'inverse. Lorsque le soleil se couche, l'air se refroidit plus vite au-dessus de la terre car l'eau conserve mieux sa chaleur. Cette différence thermique crée, cette fois, un courant d'air de la terre vers la mer : une brise de terre.

Les circulations atmosphériques dans le monde

Autour du globe terrestre, les masses d'air se déplacent en permanence mais différemment selon la latitude. En effet, le moteur de ce mouvement perpétuel n'est autre que le Soleil, dont l'énergie n'est pas absorbée ni renvoyée de façon uniforme par la Terre et l'atmosphère.

2. Front polaire

Cette ligne virtuelle qui entoure l'Antarctique est située entre 40° et 60° de latitude sud. Elle caractérise une zone de contact entre deux masses d'air, une froide d'origine polaire et une plus chaude en provenance des régions subantarctiques. La position de ce front polaire varie en latitude varie selon la saison. Le front polaire s'étend dans l'hémisphère sud en hiver et est rejeté vers l'hémisphère nord (Scandinavie) en été.

3. Vents d'ouest

Dominants, ils soufflent principalement d'ouest en est, entre 35° et 65° de latitude. Ils engendrent souvent des anticyclones.

4. Cellules de Hadley

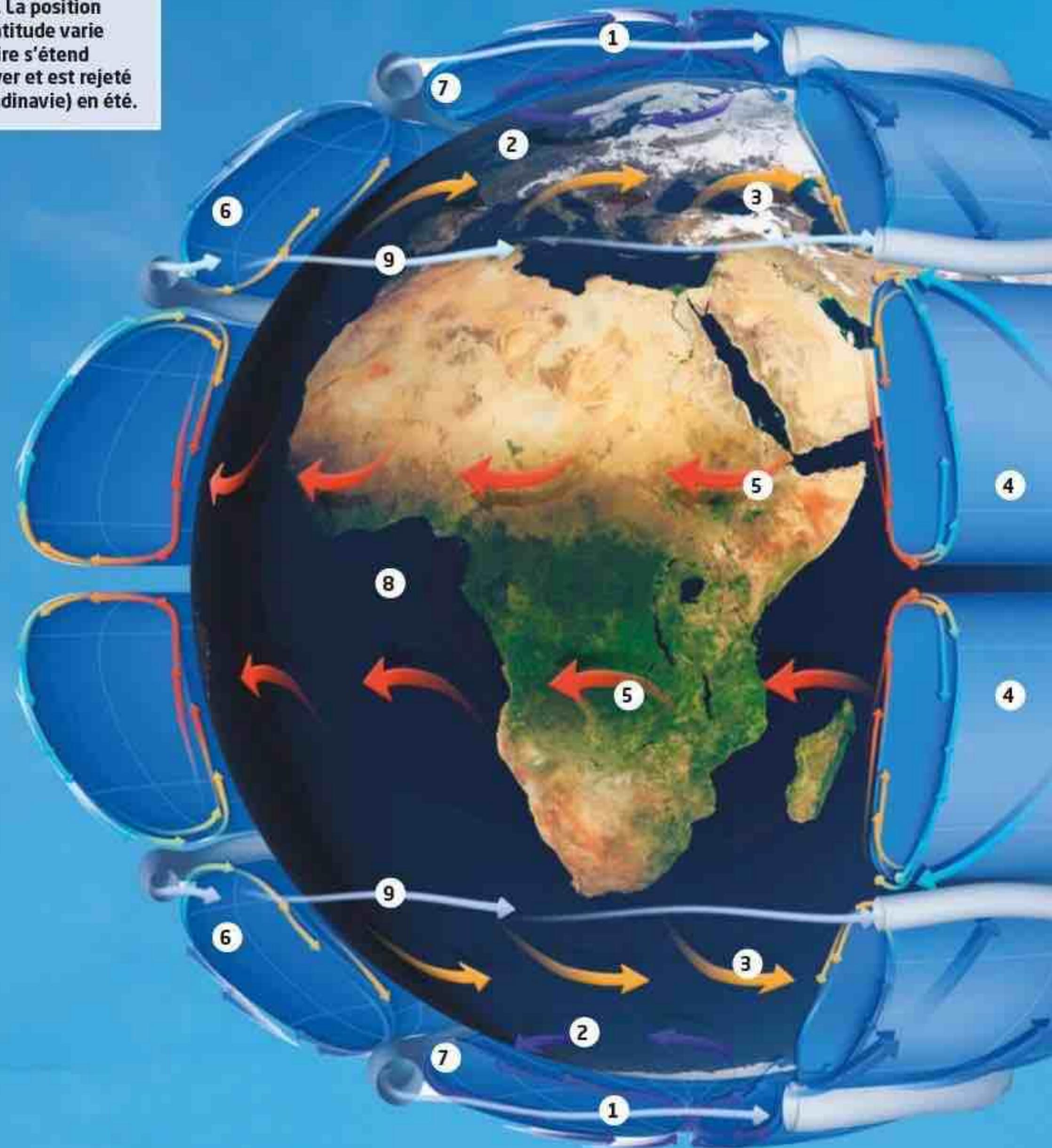
Ces circulations atmosphériques tropicales de grande échelle transportent des masses d'air chaud depuis l'équateur vers les pôles. Pendant son ascension, l'air se refroidit, puis redescend doucement jusqu'à la surface de la Terre, aux environs des 30° de latitude nord et 30° de latitude sud.

5. Alizés

Ces vents réguliers soufflent d'est en ouest autour de la Terre, près de l'équateur. Ils sont à l'origine de puissants courants océaniques, utilisés aussi bien par les voiliers de plaisance que par les navires marchands, pour des voyages plus rapides.

1. Vents d'est polaires

Provenant de l'est, ces courants aériens secs se déplacent depuis les zones froides de haute pression des pôles Nord et Sud vers les zones de basse pression.





6. Cellules de Ferrel

La circulation de l'air est inversée par rapport à celle à l'œuvre dans les cellules de Hadley et crée des dépressions. Près de la surface de la Terre, l'air chaud se déplace vers les pôles, tandis qu'à des altitudes plus élevées, l'air froid migre vers l'équateur.

7. Cellules polaires

Plus petites, elles sont pour le reste identiques aux cellules de Hadley. Situées, d'une part, entre 60° de latitude nord et le pôle Nord et, d'autre part, entre 60° de latitude sud et le pôle Sud, elles transportent de l'air sec et froid des pôles qui migre vers des latitudes moyennes.

8. Zone de convergence intertropicale

Aussi appelée front intertropical, cette région est située autour de l'équateur. Les alizés des deux hémisphères s'y rencontrent et forment des courants d'air ascendants, dans lesquels de grandes masses d'air chaud et humide convergent depuis le nord et le sud de la zone intertropicale. Les marins appellent ce front « le pot au noir », autrement dit une zone météorologique particulièrement instable.

9. Latitudes des chevaux

Ces régions anticycloniques d'air calme sont les points de rencontre entre vents d'ouest et alizés, dans les latitudes comprises entre 30° et 35°, au nord ou au sud de l'équateur.

Peut-on prévoir une tempête ?

Cet événement météorologique violent se caractérise par des vents forts, le plus souvent accompagnés de pluies intenses. En mer, on parle de tempête dès que les vents moyens (vitesse moyenne calculée dans un intervalle de temps de 10 mn) atteignent entre 48 et 55 nœuds (soit entre 88 et 101 km/h). Sur terre, définir une tempête est plus ardu, car le vent y est considéré comme dangereux lorsque sa vitesse atteint 80 km/h en vent moyen et 100 km/h en rafale (la vitesse instantanée la plus forte enregistrée). On considère qu'il y a tempête lorsqu'une perturbation atmosphérique ou dépression génère des vents dépassant 89 km/h, soit un degré 10 sur l'échelle de Beaufort (voir page 41). À ces vents violents s'ajoutent généralement de fortes précipitations, voire des orages, qui peuvent impacter les personnes, les infrastructures et l'environnement. Il est possible de prévoir à courte échéance (jusqu'à 72 heures à l'avance) la survenue de ces vents tempétueux dangereux grâce à une surveillance météorologique internationale, qui repose sur des réseaux de stations au sol, de mesures d'altitude, de radars et de satellites, de bouées... qui fournissent des données complémentaires. Ces dernières sont utilisées par les prévisionnistes, qui disposent de modèles numériques capables de prédire, à un instant t, comment se présentera l'atmosphère selon les mesures et observations recueillies. Grâce à cette surveillance, la tempête Diego qui a balayé la France début avril 2022 a pu être anticipée. Mais le système n'est pas infaillible, comme l'a hélas montré l'orage meurtrier qui a déferlé sur la Corse en août dernier.

Un anémomètre possède généralement trois ou quatre tasses qui, par leur vitesse de rotation, indiquent la force du vent.



4 phénomènes météorologiques

1. Ouragan et cyclone

En fait, tous deux relèvent de la même perturbation atmosphérique. Dans l'Atlantique et le Pacifique nord, les tempêtes sont appelées ouragans, tandis que dans l'océan Indien, on parle de cyclones tropicaux ou subtropicaux. Les uns comme les autres sont caractérisés par des vents opposés formant des tourbillons d'une grande violence. D'une vitesse supérieure à 118 km/h et correspondant à une valeur de 12 sur l'échelle de Beaufort (*voir page 41*), ils sont éventuellement accompagnés de précipitations, voire d'orages.

2. Tornade

Elle consiste en un mouvement tourbillonnaire de vents violents, qui se forment lorsque la température décroît rapidement avec l'altitude. Une tornade part de la base d'un nuage et se prolonge, ou pas, jusqu'au sol. Très localisés et souvent brefs, variant de quelques minutes à plus de deux heures, ces phénomènes suivent une trajectoire allant de quelques centaines de mètres à plus de 100 kilomètres et leur vitesse peut dépasser 100 km/h. Dans l'hémisphère nord, la rotation de l'air à l'intérieur des tornades est, en général, cyclonique (dans le sens contraire des aiguilles d'une montre).

3. Blizzard

Ce terme désigne une tempête d'hiver puissante caractérisée par des vents forts (jusqu'à 150 km/h) et transportant des volumes considérables de neige, durant laquelle les températures sont largement négatives (jusqu'à - 50 °C).

4. Typhon

Ce cyclone tropical, marqué par des vents très violents (jusqu'à 300 km/h) et des pluies torrentielles, se forme dans le nord-ouest de l'océan Pacifique et en mer de Chine. Le Japon, les Philippines et la Chine sont les pays les plus touchés par ce type de vent.

L'ouragan Henri approche des côtes du Nord-Est des États-Unis, en août 2021.



Une tornade frappe la ville de Wray, dans le Colorado (États-Unis), en mai 2016.



Fortes chutes de neige poussées par des vents violents, typiques du blizzard, rendent la circulation sur autoroute très délicate.



L'échelle de Beaufort

Imaginée par l'amiral britannique Beaufort au début du XIX^e siècle et utilisée dès 1874, elle estime la vitesse du vent selon ses effets sur la progression d'un voilier, l'état de la mer, le mouvement de la fumée des cheminées ou encore celui des arbres sur la terre ferme. L'échelle de Beaufort compte ainsi 13 degrés (ou forces) caractérisés par une vitesse de vent (en nœuds et km/h) et ses conséquences sur mer comme sur terre. Elle est toujours usuelle en météorologie marine, en particulier dans la rédaction des bulletins de prévisions.



0 = calme

Moins de 1 km/h. Mer d'huile, miroir. Sur terre, la fumée des cheminées monte verticalement.



1 = Très légère brise

1 à 5 km/h. Quelques ripples sur la mer. La fumée indique la direction du vent.



2 = Légère brise

6 à 11 km/h. Vaguelettes. On sent le vent au visage.



3 = Petite brise

12 à 19 km/h. De petites vagues se forment mais ne déferlent pas. Les drapeaux flottent, tandis que les feuilles des arbres s'agitent.



4 = Jolie brise

20 à 28 km/h. De petites vagues devenant plus longues et de nombreux moutons apparaissent. Sur la plage, le sable s'envole.



5 = Bonne brise

29 à 38 km/h. Les vagues sont présentes, accompagnées d'embruns. La cime des arbres ondule.



6 = Vent frais

39 à 49 km/h. Des lames et des crêtes d'écume recouvrent la mer. Les branches des arbres s'agitent et les parapluies peuvent s'envoler.



7 = Grand frais

50 à 61 km/h. Des lames déferlent. On peine à marcher face au vent.



8 = Coup de vent

62 à 74 km/h. Des tourbillons d'écume partent des crêtes des vagues. Marcher face au vent devient vraiment très difficile. Des branches fragiles peuvent se casser.



9 = Fort coup de vent

75 à 88 km/h. Les crêtes des vagues grossissent fortement et les embruns réduisent la visibilité. Des tuiles ou ardoises peuvent être arrachées.



10 = Tempête

89 à 102 km/h. La mer est couverte de très grosses vagues. Certains arbres peuvent être déracinés et certaines toitures s'envolent.



11 = Violente tempête

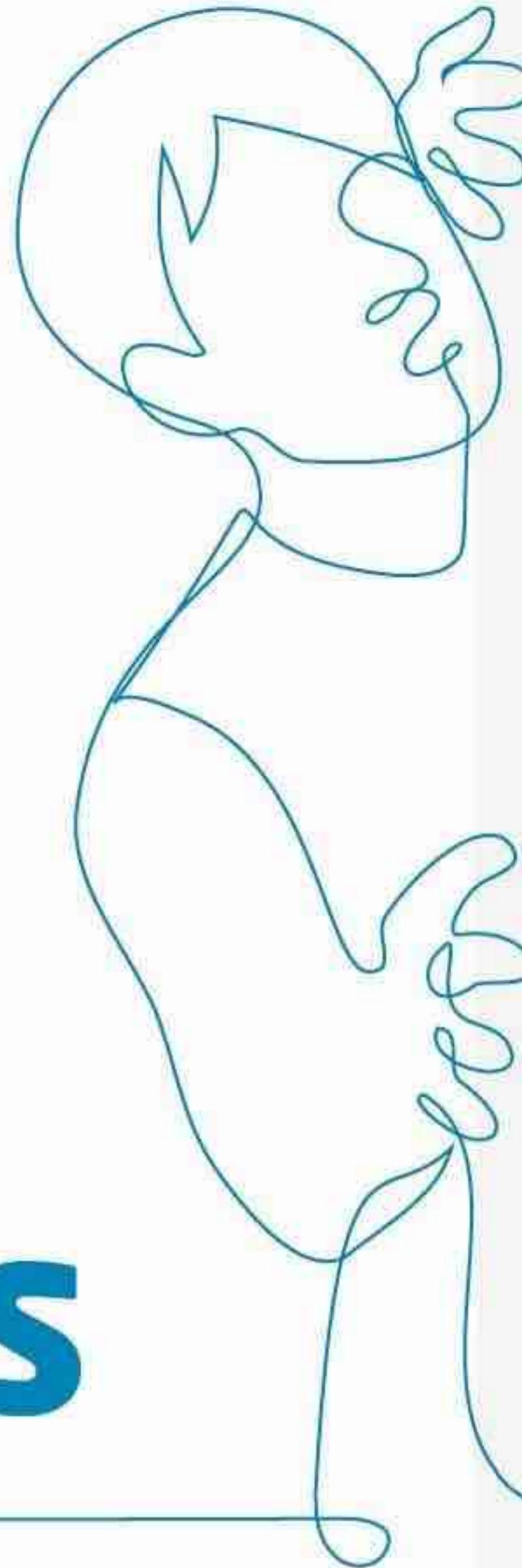
103 à 117 km/h. Les embruns obscurcissent fortement la visibilité en mer. Les dommages sont étendus et importants sur les bâtiments notamment et dans la végétation.



12 = Ouragan

Supérieur à 118 km/h. L'air est rempli d'écume et d'embruns. Sur terre, les dégâts sont très importants. L'état de catastrophe naturelle peut être déclenché.

QUAND LA RÉALITÉ VIRTUELLE AIDE À SOIGNER LES PHOBIES



Ici, on ne joue pas à se faire peur. Et enfiler un casque ne suffit pas pour être guéri. Mais en véritable outil thérapeutique, la réalité virtuelle permet de se confronter à ses angoisses et d'apprendre à les surmonter, sans se mettre en danger.

Par Clémentine Laurens



Peur maladive des araignées, des hauteurs, de l'avion... Il existerait des centaines, voire des milliers de phobies. Différente de la simple peur, qui est une émotion naturelle et utile car elle nous pousse à éviter les situations dangereuses, la phobie, au contraire, paralyse complètement celui ou celle qui en souffre. Y compris quand il n'y a pas de danger réel et même si la personne phobique en a bien conscience. Une situation qui peut devenir un réel handicap au quotidien.

Pour combattre ces troubles, la thérapie par exposition classique est une méthode qui a fait ses preuves. Le principe est comparable à celui d'une désensibilisation : on expose le patient à l'objet de sa phobie, mais de manière très progressive, en augmentant petit à petit les «doses». Par exemple, quelqu'un qui a très peur des chiens devra d'abord observer de loin un chiot tout pataud, puis un autre jour s'en approcher, plus tard encore poser sa main sur la tête de l'animal... Objectif : habituer progressivement le patient à contrôler son anxiété face à ce qui l'effraie car, comme beaucoup de réactions de notre corps, la peur s'éduque, s'apprivoise.

Faisable en toute sécurité

Cette méthode fonctionne bien, mais n'est pas toujours facile à mettre en œuvre. Il n'est, en effet, pas toujours possible de créer des scénarios d'exposition qui soient vraiment graduels et parfaitement maîtrisés. Pas simple pour un psychiatre d'emmener un patient en haut de la tour Eiffel pour qu'il apprenne à contrôler sa peur des hauteurs! Et comment être sûr qu'un chien ne se précipitera pas

par erreur sur le patient pendant une séance où il est juste censé l'observer de loin? Heureusement, une autre méthode aux allures futuristes donne d'excellents résultats. Son nom : la thérapie par exposition en réalité virtuelle (TERV). Grâce à cette technologie, on peut plonger virtuellement les patients dans des situations extrêmement variées et entièrement contrôlées. Le principe

est exactement le même – mettre l'individu face à l'objet de sa phobie dans des scénarios de plus en plus intenses – mais, cette fois-ci, l'exposition se fait à travers un casque de réalité virtuelle (RV). Fini, alors, les problèmes d'accès et de maîtrise du scénario : avec la RV, on peut, sans souci, emmener virtuellement un patient au bord du Grand Canyon ou lui faire vivre un vol en avion de 10 minutes par temps calme et ensoleillé. Et aucun risque qu'un chien virtuel ne se précipite par erreur sur un patient.

Autre atout des TERV : elles permettent de limiter la pression sociale durant les séances de thérapie. Au cours de l'été 2022, Mélanie, 45 ans, a suivi une TERV pour traiter sa phobie de l'avion. Elle témoigne : «On m'a prêté un casque de RV pour que je puisse suivre le protocole chez moi, à mon rythme. Le fait de ne pas être pressée, ça soulage l'angoisse. Quand on a peur de

Pouvoir caresser en toute sécurité une araignée qu'elle perçoit, via son casque, comme réelle constitue une victoire pour cette patiente terrorisée par cet animal.



La réalité virtuelle permet d'immerger une personne souffrant d'agoraphobie dans la vision d'une foule en mouvement.

quelque chose, ce n'est jamais très agréable d'être entourée de plein de gens!» Un avantage considérable, car les médecins constatent que beaucoup de personnes souffrant d'une phobie grave ne sollicitent pas d'aide à cause du sentiment de stigmatisation qu'elles ressentent. Et n'oublions pas l'aspect ludique de la RV: le casque à la mode Robocop peut faciliter l'adhésion d'un patient à la thérapie, voire constituer un déclencheur pour s'adresser à un thérapeute. C'est notamment le cas chez des individus qui ont entendu parler des TERV, et y voient un traitement plus plaisant et moins stigmatisant que les thérapies classiques.

Pour couronner le tout, les études scientifiques s'accordent à dire que les TERV fonctionnent au moins aussi bien que les thérapies d'exposition classiques. «J'ai été assez surprise par le réalisme de la RV, abonde Mélanie. On ressent vraiment la peur, la vraie! Et ça marche: au bout d'un mois de traitement à raison d'une séance tous les deux ou trois jours, j'ai pu faire un

aller-retour en avion plutôt sereinement. Bon, ça n'a pas été une partie de plaisir, mais c'était tout de même un bel exploit pour moi!»

Mais attention, la RV n'a rien d'une baguette magique. Elle n'est qu'un facilitateur, un outil au service de la thérapie par exposition: elle ne l'accélère pas et ne la rend pas plus facile à vivre pour le patient. Par ailleurs, certaines personnes ont



L'efficacité thérapeutique de la réalité virtuelle est aussi avérée dans le traitement des addictions comme le tabac.

La réalité virtuelle n'est pas une baguette magique, juste un facilitateur

tendance à être malades lorsqu'elles utilisent la RV; on parle de cybersickness. Et une exposition excessive aux écrans contenus dans les casques peut, elle aussi, s'avérer problématique, surtout pour les patients les plus jeunes. La pédopsychiatre Violaine Gubler évite ainsi d'utiliser la RV avec les enfants de moins de 11 ou 12 ans. Et, pour les adolescents, elle préconise une seule séance par semaine, voire une tous les quinze jours.

Les TERV ne doivent donc pas être utilisées n'importe comment, ni par n'importe qui, et un encadrement par des professionnels de santé reste aujourd'hui nécessaire. En effet, la clé de la réussite de ce genre de thérapie repose sur le sentiment de présence du patient dans l'environnement de réalité virtuelle. Il faut que son cerveau croie à un vrai danger, même si l'objet de la phobie n'est que virtuellement présent. Que la peur, elle, soit bien réelle. Pour autant, il ne faut pas causer un choc trop violent, qui pourrait bloquer la progression future. Pour ces raisons, les scénarios et les environnements virtuels utilisés en TERV sont très soigneusement conçus par des équipes mixtes, mêlant personnel soignant et techniciens de la RV.

Apparues il y a une trentaine d'années, les TERV sont aujourd'hui à maturité et ont trouvé leur place dans les hôpitaux: on en propose à la Pitié-Salpêtrière, à Paris, dans les hôpitaux universitaires de Marseille... Et de nombreuses start-up proposent, de leur côté, des programmes de ce type. Notons d'ailleurs que les usages thérapeutiques de la RV ne sont pas limités au traitement des phobies: on y recourt aussi avec succès pour combattre les douleurs chroniques, les addictions (tabac, alcool...), les troubles du comportement alimentaire... La RV, un nouvel outil puissant dans la trousse de soin des psychiatres. ☑



TROIS QUESTIONS À...

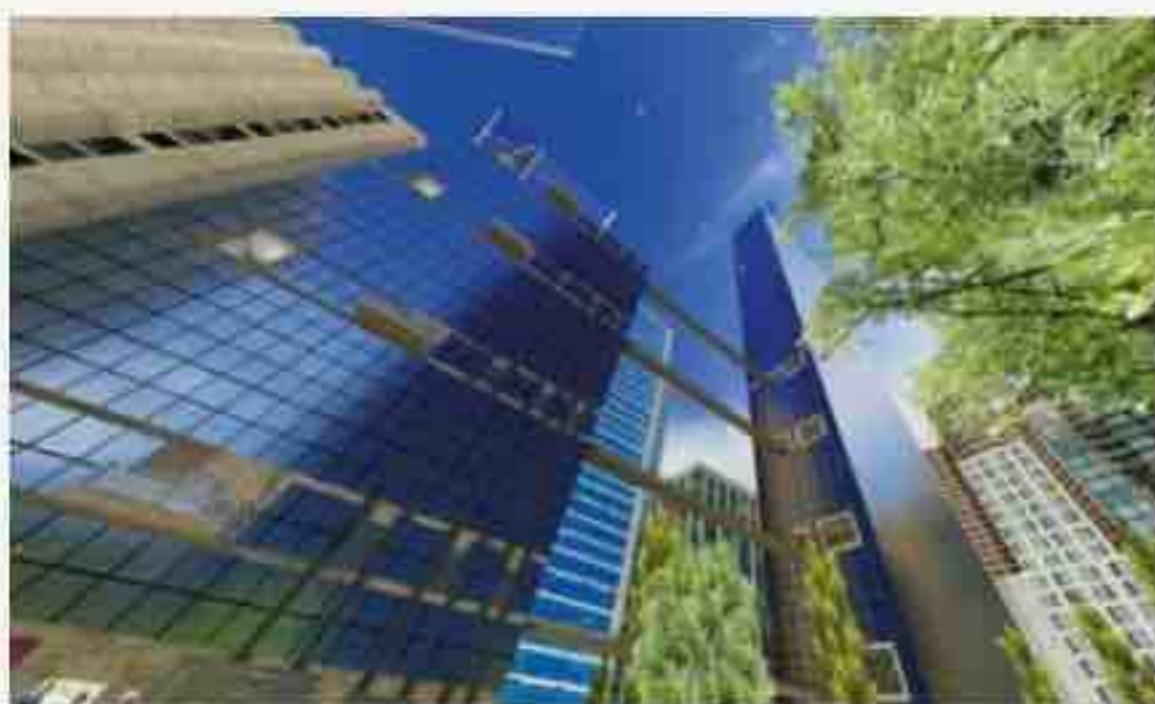
FANNY LEVY

Psychiatre à l'hôpital parisien Pitié-Salpêtrière, elle utilise les thérapies par exposition en réalité virtuelle pour le traitement des phobies depuis plus de dix ans. Elle est aussi la présidente de la start-up MyReVe, qui propose des programmes de réalité virtuelle destinés à vaincre nos peurs.



Comment ça marche: Quels sont les mécanismes à l'œuvre dans le cerveau avec ce type de traitement?

Fanny Levy: L'objectif des thérapies par exposition est de venir éteindre la réaction de peur face à l'objet de la phobie. Quand on a peur, cela active l'amygdale, la zone du cerveau qui gère les émotions fortes. Mais plus on s'expose à l'objet de sa phobie, moins l'amygdale

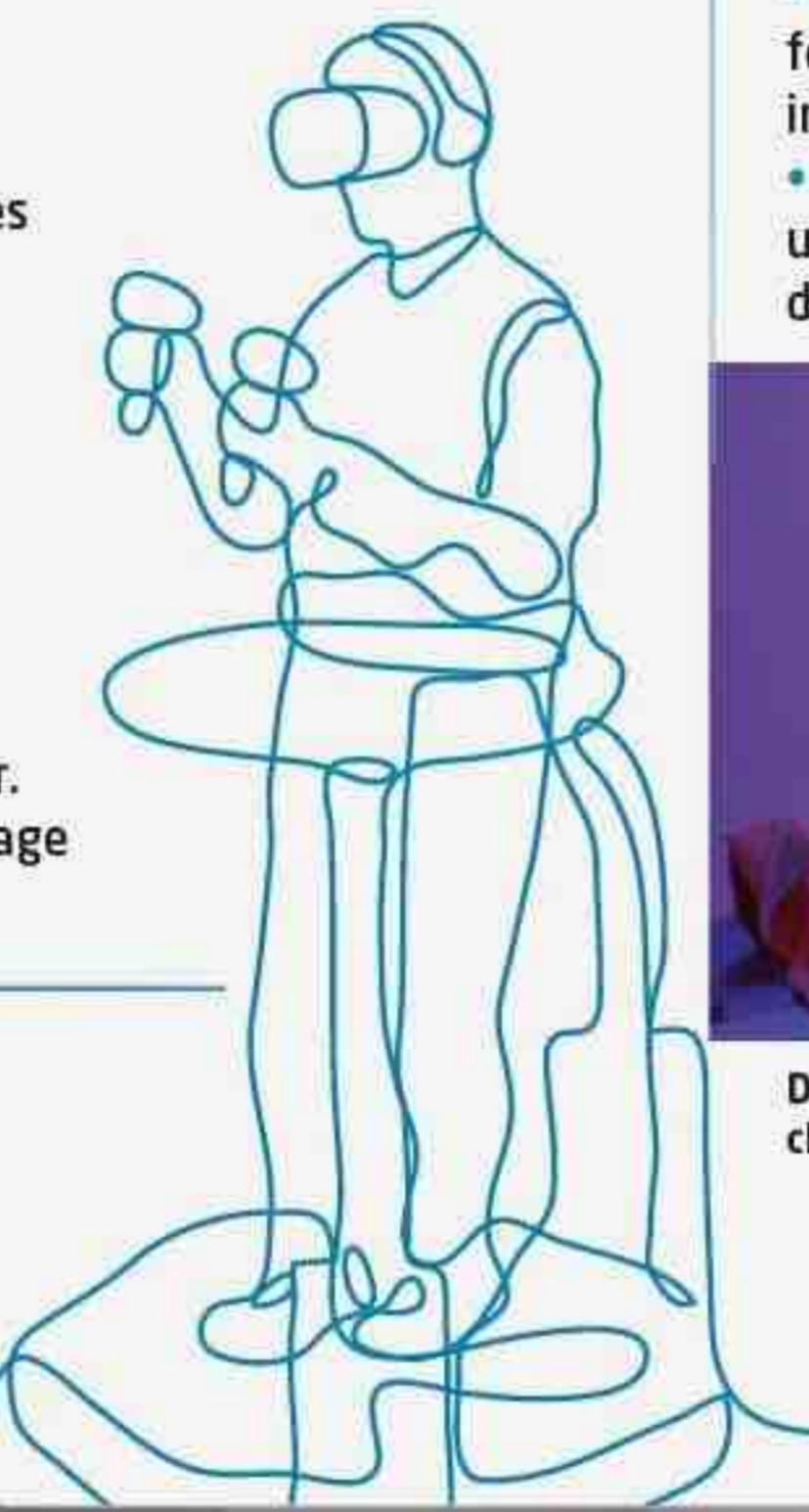


Emmener un patient souffrant d'acrophobie en haut d'une tour est virtuellement possible.

Exemple de protocole de TERV pour traiter la peur du vide

À chaque étape, le praticien qui accompagne le patient l'aide à mettre en place des stratégies pour réduire son anxiété. Quand celle-ci est suffisamment maîtrisée, le patient passe à l'étape suivante.

- Étape 1 : S'approcher d'une tour et observer sa hauteur en restant sur le parvis.
- Étape 2 : Pénétrer dans le bâtiment, prendre l'ascenseur pour accéder au premier étage.
- Étape 3 : S'approcher des fenêtres du premier étage, se pencher pour appréhender la hauteur.
- Étapes 4, 5, 6... : Monter à chaque fois d'un étage supplémentaire. Puis répéter le protocole.



Les principales phobies traitées en TERV

- L'aérophobie (peur de l'avion). Environ 3 % des individus seraient atteints aux États-Unis.
- L'acrophobie (peur des hauteurs ou du vide). Quelque 5 % de la population en souffrirait aux États-Unis.
- Les phobies des animaux : arachnophobie (peur des araignées), cynophobie (peur des chiens)... Aux États-Unis, elles concerneraient environ 5 % des individus.
- Les phobies sociales : agoraphobie (peur des foules), phobie scolaire... En Europe, 2 à 5 % des individus seraient atteints d'une phobie sociale.
- Claustrophobie (peur de se trouver dans un espace clos). Elle toucherait entre 3 et 5 % de la population mondiale.



Devoir passer une IRM peut engendrer une grande anxiété chez une personne atteinte de claustrophobie.



est activée à chaque fois. En fait, c'est un nouvel apprentissage pour le cerveau, comme quand on apprend une poésie que l'on connaît de mieux en mieux à force de répétitions.

CCM : La RV donne-t-elle véritablement l'illusion d'être face à l'objet de sa phobie ?
F.L. : Lorsque je demande à mes patients leur niveau d'anxiété sur une échelle de 1

à 10, dans une situation donnée en RV, j'ai souvent des réponses comme : « Là, je suis à 2 ou 3, mais si c'était dans la réalité, je serais à 6. » Mais même si la sensation de peur est atténuée, ce n'est pas grave : tant qu'il y a de l'anxiété, il peut y avoir de l'habituation, donc la thérapie peut fonctionner.

CCM : Un accompagnement particulier est-il nécessaire

pour qu'une TERV fonctionne ?

F.L. : Oui, c'est très important ! La réalité virtuelle n'est qu'un outil et, aussi bon soit-il, si vous le mettez entre les mains de quelqu'un qui ne sait pas bien l'utiliser, ça ne fonctionnera pas. Pour traiter une phobie, il faut définir un contenu adapté pour les séances de RV. Cela demande une compétence spécifique, et c'est le travail d'un psychologue ou d'un psychiatre.

Séquence d'exposition à la peur de l'avion avec le programme D-Stress Aéro de la start-up MyReVe.



LA MENACE

Une gigantesque boule rocheuse fonçant droit sur la Terre et s'embrasant à mesure qu'elle pénètre dans l'atmosphère... Un scénario de superproduction hollywoodienne? Pas seulement.

Par Cécile Guichon



Les astéroïdes peuvent pénétrer dans l'atmosphère, comme ici le météore de Tcheliabinsk observé dans le ciel de l'Oural, en février 2013.

Oui, des roches qui vagabondent dans l'espace, ça existe. Leur nom: astéroïdes. Et certains d'entre eux ont des trajectoires qui pourraient même croiser celle de notre planète... Pour preuve, c'est ce genre de bolide spatial, mesurant au moins 10 kilomètres de large, qui, voilà 65 millions d'années, a mis un terme à 180 millions d'années de règne des dinosaures, en s'écrasant sur la péninsule du Yucatan (dans l'actuel Mexique). Le choc a formé un cratère de 140 kilomètres, qui a soulevé tellement de roches et de poussières que le climat de toute notre planète en a été bouleversé, avec la conséquence que l'on sait. Et, a priori, il n'y a aucune raison que cela ne se reproduise pas un jour. Même si l'astéroïde est alors de taille beaucoup plus modeste – de l'ordre de 140 mètres –, il créerait tout de même un cratère de plusieurs kilomètres de large, et serait plus destructeur que n'importe quelle autre catastrophe naturelle survenue depuis que l'Humain peuple la Terre.

Heureusement, la plupart de ces objets célestes ne s'avèrent pas dangereux. En effet, dans leur très grande majorité, ils sont concentrés dans une région de l'espace nommée «ceinture d'astéroïdes». Une sorte de gigantesque réservoir de millions de

corps rocheux, qui orbitent entre la trajectoire de Mars et celle de Jupiter, soit à plusieurs centaines de millions de kilomètres de la Terre. Les plus petits d'entre eux ont la taille de poussières, tandis que les plus gros atteignent plusieurs centaines de kilomètres. Lorsqu'ils restent dans la ceinture d'astéroïdes, ils ne posent pas de problèmes. Mais il arrive que certains changent brusquement de trajectoire, par exemple sous l'effet d'une collision avec l'un de leurs semblables. Ils se retrouvent alors propulsés à l'intérieur du Système solaire. Ceux dont la trajectoire peut ensuite accidentellement passer près de celle de la Terre sont appelés «objets géocroiseurs». Dès que les astronomes, à l'aide de leurs télescopes, en repèrent un susceptible de s'approcher à moins de 7,5 millions de kilomètres de notre planète (environ 20 fois la distance Terre-Lune) et dont le diamètre dépasse les 140 mètres, ils se mettent à le suivre avec attention, pour affiner le calcul de sa trajectoire et évaluer plus précisément le danger. À l'heure actuelle, ils surveillent environ 2 300 astéroïdes potentiellement dangereux, dont 150 mesurent plus d'un kilomètre de diamètre. Mais aucun ne présente aujourd'hui un risque d'entrer en collision avec la Terre au cours des 100 prochaines années. Il n'empêche, autant être prêts le jour où la menace s'avérera sérieuse. C'est pourquoi les chercheurs ont imaginé une mission spatiale, baptisée Dart (*voir pages suivantes*), chargée de tester leurs capacités à dévier un astéroïde de sa trajectoire, de manière qu'il évite notre planète. Mission accomplie le 26 septembre 2022! Pour la première fois dans l'histoire de l'humanité, on a réussi à pousser un astéroïde en plein vol. Voilà les scientifiques rassurés. Et nous avec. ☺

ASTÉROÏDE



MISSION DART LA PREMIÈRE DÉVIATION

Delle est partie le 24 novembre 2021 de la base de lancement de Vandenberg, en Californie. La sonde américaine *Dart*, acronyme de Double Asteroid Redirection Test et qui signifie aussi « fléchette » en anglais, a mis neuf mois pour atteindre son objectif: Dimorphos, un astéroïde de 160 mètres de large tournant autour d'un plus gros, Didymos (800 mètres). Tous deux se trouvent à environ 11 millions de kilomètres de la Terre et ne la menacent pas. Mais cette configuration idéale (un petit astéroïde orbitant autour d'un plus volumineux) a séduit les scientifiques : il leur suffisait d'impacter Dimorphos, puis de surveiller un éventuel changement dans sa rotation autour de Didymos pour estimer l'effet engendré.

Le 27 septembre 2022, les ingénieurs de la Nasa ont purement et simplement précipité les 550 kilogrammes de la sonde *Dart* contre les

5 millions de tonnes de Dimorphos, à la vitesse de 23 700 km/h. David contre Goliath ! Mais le géant a été touché. Les débris éjectés par le crash ont été photographiés, notamment par le petit satellite d'observation italien *LiciaCube* que Dart avait largué dix jours plus tôt. Surtout, les télescopes terrestres ont bien mesuré une réduction de la durée de l'orbite de Dimorphos autour de Didymos : 32 minutes de moins exactement sur les 11 heures et 55 minutes nécessaires avant le choc. Dimorphos tourne plus vite et, du coup, s'est probablement rapproché de Didymos, même si cela ne peut être vu directement depuis la Terre, les deux corps étant trop petits. Quoi qu'il en soit, la trajectoire de Dimorphos a bel et bien été modifiée !

Prochain épisode en 2024 : la mission européenne Hera, dont le responsable est un astronome français de l'observatoire de la Côte d'Azur, Patrick Michel, décollera de Kourou, en Guyane, pour se placer en orbite autour de Didymos, orbite qu'elle atteindra en 2026. Les scientifiques pourront alors mieux étudier les conséquences du crash sur la trajectoire de Dimorphos et aussi observer de près le cratère que la sonde *Dart* a vraisemblablement creusé à la surface de l'astéroïde. De quoi bien se préparer à l'éventualité de devoir, un jour, réellement dévier un astéroïde fonçant vers la Terre.



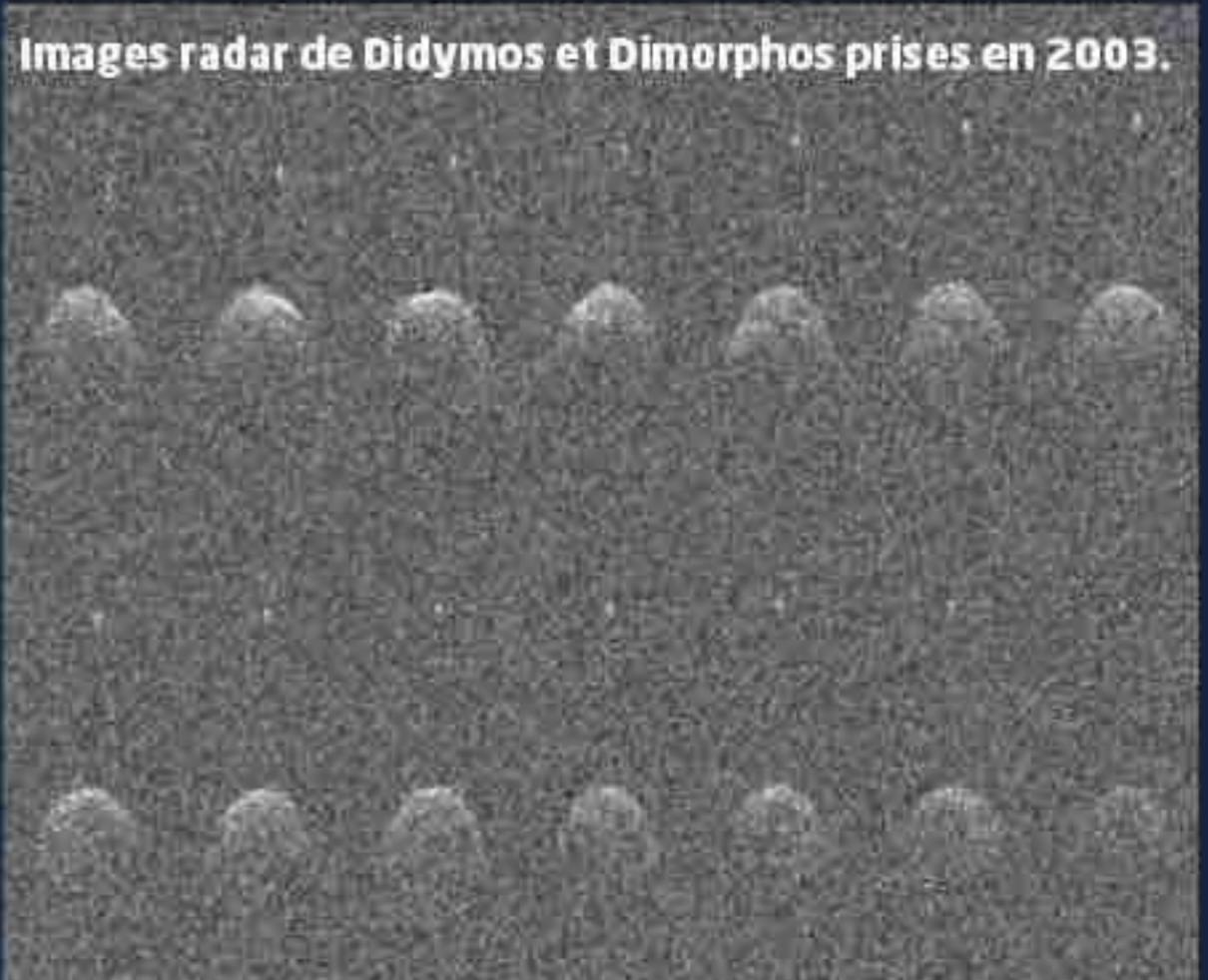
© NASA/David C. Bowman

L'équipe de Dart a fêté le succès de la mission depuis son centre de contrôle dans le Maryland (États-Unis).

Qui sont Didymos et Dimorphos ?

Lorsqu'il a été découvert en 1996 depuis l'observatoire de Kitt Peak, dans l'Arizona, Didymos a d'abord été baptisé 1996 GT. Ce n'est qu'en 2003, quand il est passé à moins de 20 fois la distance Terre-Lune de notre planète (sans pour autant constituer une menace pour elle), que les astronomes s'aperçurent qu'un autre astéroïde, plus petit, lui tournait autour. Ils baptisèrent alors le plus gros Didymos (« jumeau » en grec) et le plus petit Dimorphos (« qui a deux formes »). Ensemble, ils constituent ce que les astronomes appellent un astéroïde binaire. C'est d'ailleurs pour cette particularité que les scientifiques de la mission Dart les ont choisis : il est, en effet, beaucoup plus simple de mesurer l'effet d'un crash sur l'orbite d'un astéroïde tournant autour d'un autre que sur un astéroïde naviguant tout seul dans l'espace.

Images radar de Didymos et Dimorphos prises en 2003.

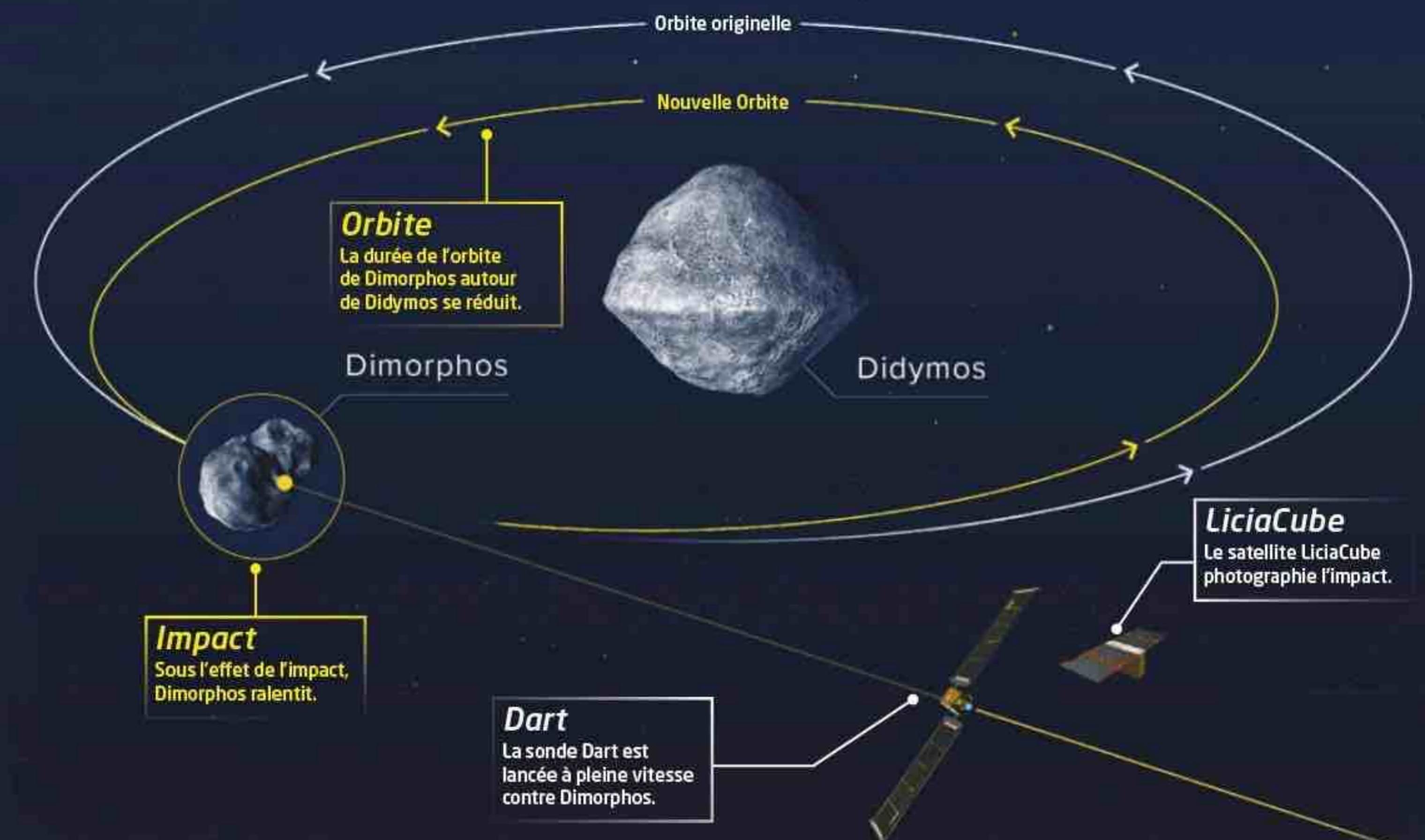


© NASA

D'ASTÉROÏDE A RÉUSSI!

Une manœuvre bien orchestrée

Le 27 septembre 2022, la sonde Dart est lancée sur le petit astéroïde Dimorphos. L'impact ralentit celui-ci dans sa course et réduit son orbite autour du gros astéroïde Didymos.



Sur ces dernières images prises par la caméra de Dart, on voit le petit astéroïde Dimorphos (au centre) grossir progressivement à mesure que la sonde s'approche de lui. Juste avant la collision, on peut même apercevoir distinctement sa surface (dernière photo tout à droite).



Quelques minutes après, le satellite LiciaCube photographie la poussière soulevée par l'impact.

LES GÉOCROISEURS, UN RISQUE POUR

Les astronomes surveillent de près ces gros astéroïdes dont régulièrement de celle de la Terre. Même si l'éventualité d'une

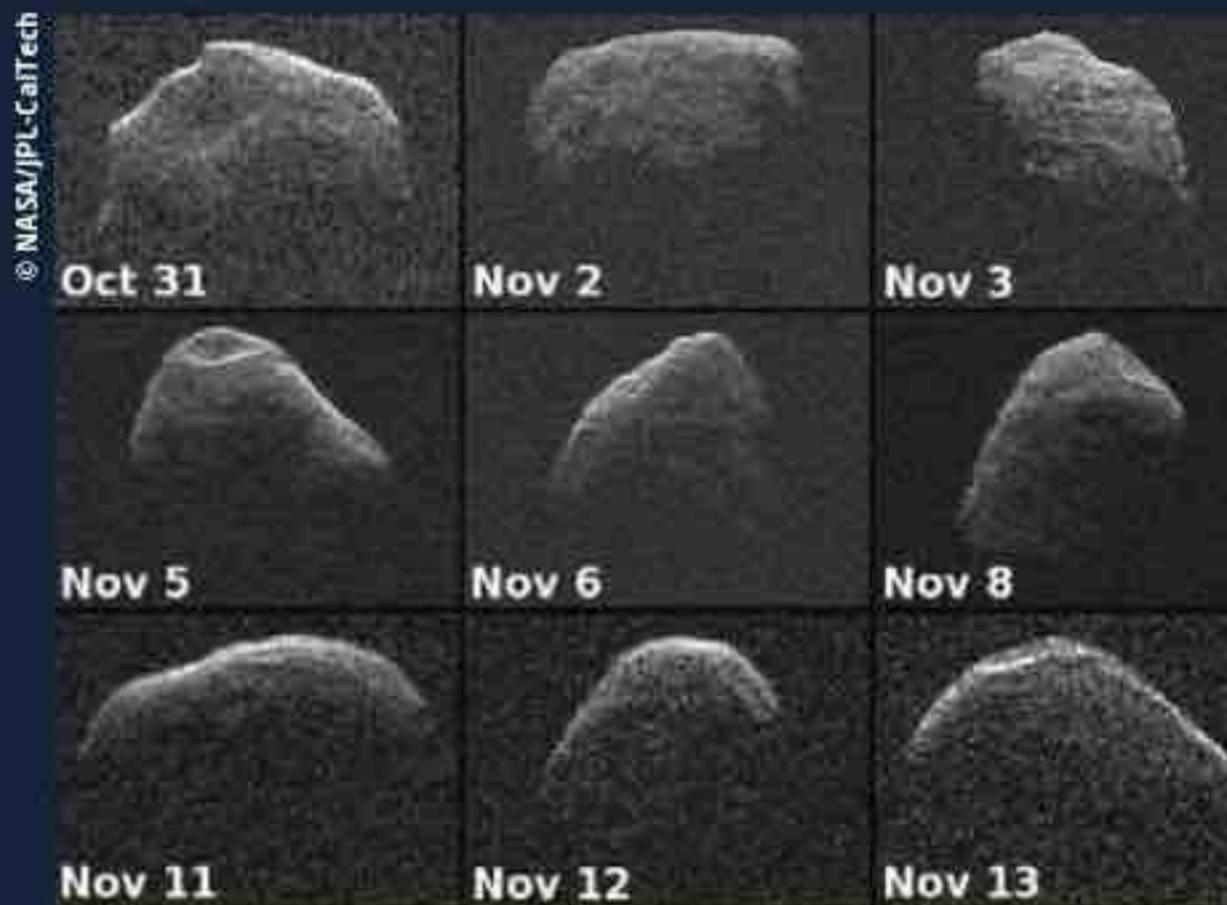
Bénou immortalisé par la sonde *Osiris-Rex* en 2018.



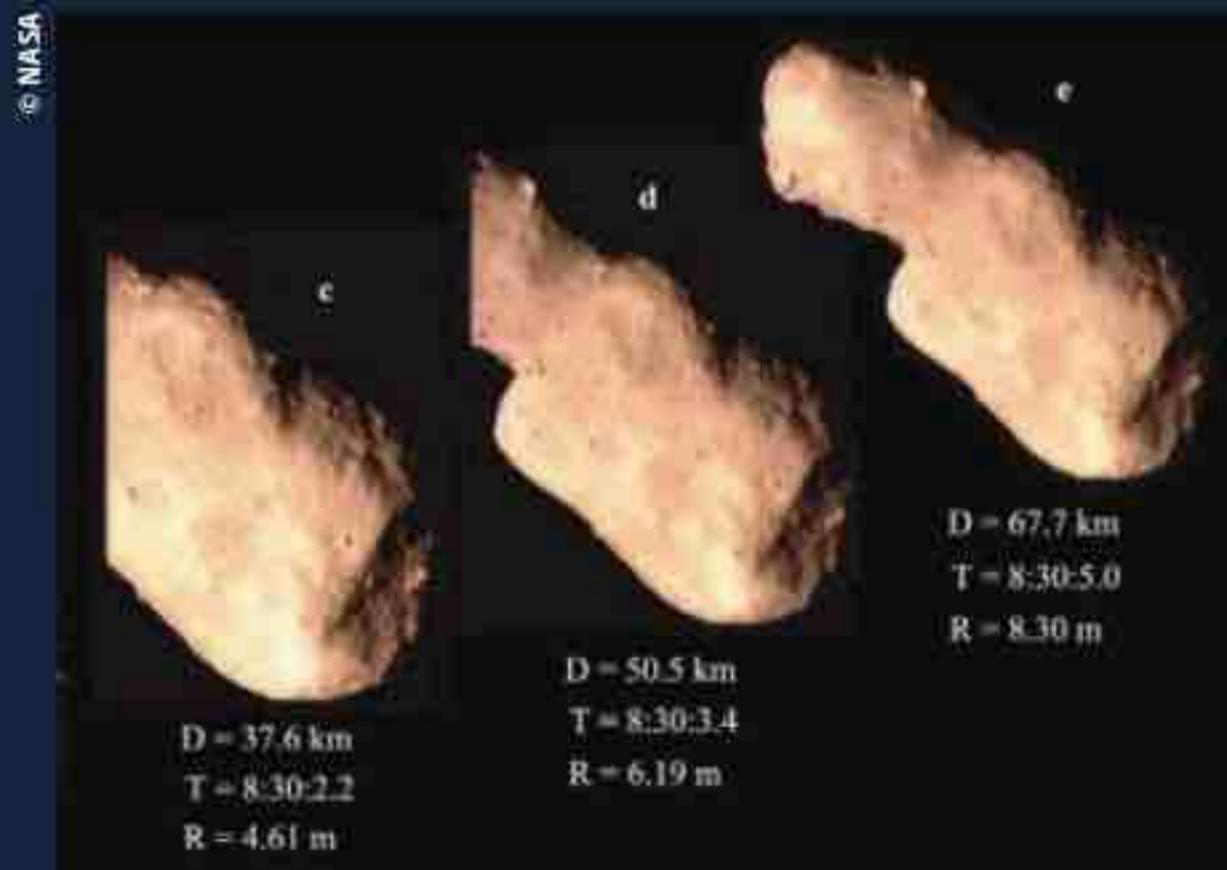
© NASA/Goddard/Université d'Arizona

Bénou [Ø 490 mètres]

En voici un qui passe régulièrement très près de la Terre. Les astronomes ont calculé qu'en 2035, Bénou devrait s'approcher à seulement la moitié de la distance Terre-Lune. Mais il n'y a pas de risque d'impact. Découvert en 1999, il a été visité par la sonde *Osiris-Rex* de la Nasa, qui s'est placée en orbite autour de lui en 2018. Ce qui explique pourquoi on en possède de si beaux clichés. La sonde *Osiris-Rex* a même fait mieux : en 2020, elle a récolté des échantillons de l'astéroïde, un exploit ! Elle se dirige en ce moment même vers la Terre, au-dessus de laquelle elle larguera une capsule contenant lesdits échantillons en septembre prochain. Ils pourront alors être analysés en laboratoire. Et juste après, la sonde repartira cette fois vers l'astéroïde Apophis, autour duquel elle se placera en orbite pour faire les mêmes observations que pour Bénou. Elle devrait même descendre à sa surface.



Images radar d'Apophis prises depuis la Terre, fin 2012.



Toutatis photographié par la sonde *Chang'e 2* lors de son survol en 2012.

L'un des télescopes du Catalina Sky Survey, dans l'Arizona (États-Unis).



© The University of Arizona

LA TERRE

la trajectoire s'approche
collision reste très faible.

Apophis [Ø 325 mètres]

Au moment de sa découverte en 2004, les astronomes ont d'abord estimé que l'astéroïde Apophis avait une probabilité non négligeable d'entrer en collision avec la Terre en 2029. Apophis fut même classé au niveau 4 sur l'échelle de Turin, qui sert à catégoriser les risques d'impacts d'astéroïdes géocroiseurs entre 0 et 10. Un cas unique dans l'histoire de cette échelle, établie en 1999. Les scientifiques ont d'ailleurs commencé à réfléchir à des moyens de dévier de sa trajectoire. Heureusement, d'autres calculs menés en 2006, puis en 2009 et, enfin, en 2013, après un passage d'Apophis assez près (38 fois la distance Terre-Lune) de notre planète, ont permis d'écartier tout risque de collision pour les 100 prochaines années. Le 13 avril 2029, Apophis devrait finalement passer à 32 000 km de la Terre, équivalant à environ un dixième de la distance Terre-Lune, soit un peu plus bas que l'orbite des satellites géostationnaires. Il est désormais classé au niveau 0 de l'échelle de Turin.

Toutatis [Ø 4 500 mètres]

Toutatis voyage sur une orbite très excentrique, qui va au plus loin jusqu'à la ceinture d'astéroïdes (entre Mars et Jupiter) et, au plus près, juste à l'intérieur de l'orbite terrestre. Tous les quatre ans depuis sa découverte en 1989, Toutatis s'approche de la Terre. Par chance, même au cours de ses passages les plus rapprochés, comme en 2004 et en 2012, il est resté à des distances minimales respectives de 4 et 18 fois la distance Terre-Lune. Lors de son passage de 2012, les astronomes ont pu prendre les premières images dévoilant sa forme. D'une part, par imagerie radar, avec les antennes du Deep Space Network à Goldstone, en Californie. Et, d'autre part, par imagerie optique, avec la sonde chinoise *Chang'e 2* qui, de retour de la Lune, avait été spécialement déviée pour survoler l'astéroïde. Le prochain passage en «rasse-mottes» de Toutatis aura lieu en 2069 : il devrait alors s'approcher à 7 fois la distance Terre-Lune.

10 000 bolides rocheux suivis en permanence

Surveiller la trajectoire des astéroïdes qui s'approchent régulièrement de la Terre et calculer leur risque d'impact avec notre planète au cours des 100 prochaines années est la mission du CNEOS (Center for Near Earth Object Studies), le centre d'études des objets géocroiseurs de la Nasa, en Californie. Ses experts se reposent sur un réseau d'observatoires tant terrestres que spatiaux, qui fournissent régulièrement des données radar, infrarouge et visibles de ces bolides rocheux une fois détectés dans le ciel. Parmi les principaux, on trouve le Pan-STARRS au sommet du Mauna Kea, à Hawaï, et le Catalina Sky Survey près de Tucson, dans l'Arizona. À l'heure actuelle, 10 000 astéroïdes de plus de 140 mètres dont l'orbite croise celle de la Terre ont été identifiés et sont suivis. Mais les astronomes estiment qu'il en existerait environ 5 000 qui n'ont pas encore été repérés. Pour y remédier, la Nasa doit, en 2026, envoyer dans l'espace un télescope baptisé *NEO Surveyor* (Near Earth Object Surveyor). Il observera dans l'infrarouge et sera donc capable de voir des objets très sombres, invisibles depuis la Terre. Sa mission : faire l'inventaire de 90 % des objets célestes potentiellement menaçants.



Ici sont représentées les orbites de 1 400 géocroiseurs (au centre, le soleil).

ELT, LE TÉLESCOPE DE L'EXTRÊME

Grâce à ses optiques à haute résolution spatiale, le plus grand télescope terrestre jamais conçu pourrait remonter le temps jusqu'aux tout débuts de l'Univers. Et nous en offrir des images avec force détails.

Par Louna Esgueva

Depuis mai 2017, au sommet du Cerro Armazones, à 3 000 m d'altitude dans le désert d'Atacama, au nord du Chili, le tout dernier « jouet » des astronomes sort peu à peu de terre. Dans cet endroit du globe, propice à l'observation du ciel grâce à son air sec et froid, et à son ciel totalement dégagé presque toute l'année, les plus puissants instruments d'observation, comme le Very Large Telescope (VLT), sont déjà en service. Mais le monstre en cours de construction ne joue pas dans la même cour que ces derniers. Lui est un géant qui promet de jeter un nouveau regard sur le ciel, voire de révolutionner l'astronomie. Son nom : ELT (Extremely Large Telescope).

Ce télescope optique, conçu par l'Observatoire européen austral (ESO), devrait capturer une première lumière et, donc, commencer ses observations début 2027. Les

astronomes en trépignent par avance d'impatience, car, avec son miroir primaire (ou réflecteur) de 39 mètres de diamètre (les plus grands instruments optiques actuels ont des miroirs d'une dizaine de mètres de diamètre), l'ELT collectera, à lui seul, plus de lumière que tous les autres grands télescopes terrestres réunis. En effet, plus la surface d'un miroir est importante, plus il collecte de la lumière et plus il voit des objets faiblement lumineux. Pour exemple, les astronomes pourront,

avec l'ELT, repérer des objets vingt-cinq fois moins lumineux (c'est-à-dire un objet situé cinq fois plus loin) que ceux détectés par le VLT. Protégé par un dôme de 84 mètres de diamètre et installé à 74 mètres au-dessus du sol, l'ELT sera doté de cinq miroirs aux formes, tailles et rôles différents, mais qui fonctionneront ensemble. Le miroir primaire (M1), de 150 tonnes, sera, en réalité, constitué de 798 petits miroirs hexagonaux, qui offriront une surface de collecte totale de près de 1 000 m². Ce miroir primaire renverra sa lumière vers les miroirs secondaire (M2) et tertiaire (M3). Grâce à ces miroirs incurvés, le télescope fournira une meilleure qualité d'image sur un champ de vision plus large. Puis, la lumière sera envoyée vers le M4. Ce dernier est le plus grand miroir déformable et adaptatif (grâce à des milliers de petits vérins électromécaniques) jamais fabriqué. Il permettra de corriger, en temps réel, les distorsions subies par la lumière des astres sous l'effet des turbulences atmosphériques et des vibrations du télescope, afin de délivrer des images nettes. Enfin, le M5, un grand miroir d'inclinaison, stabilisera les images avant qu'elles n'atteignent les instruments de l'ELT.

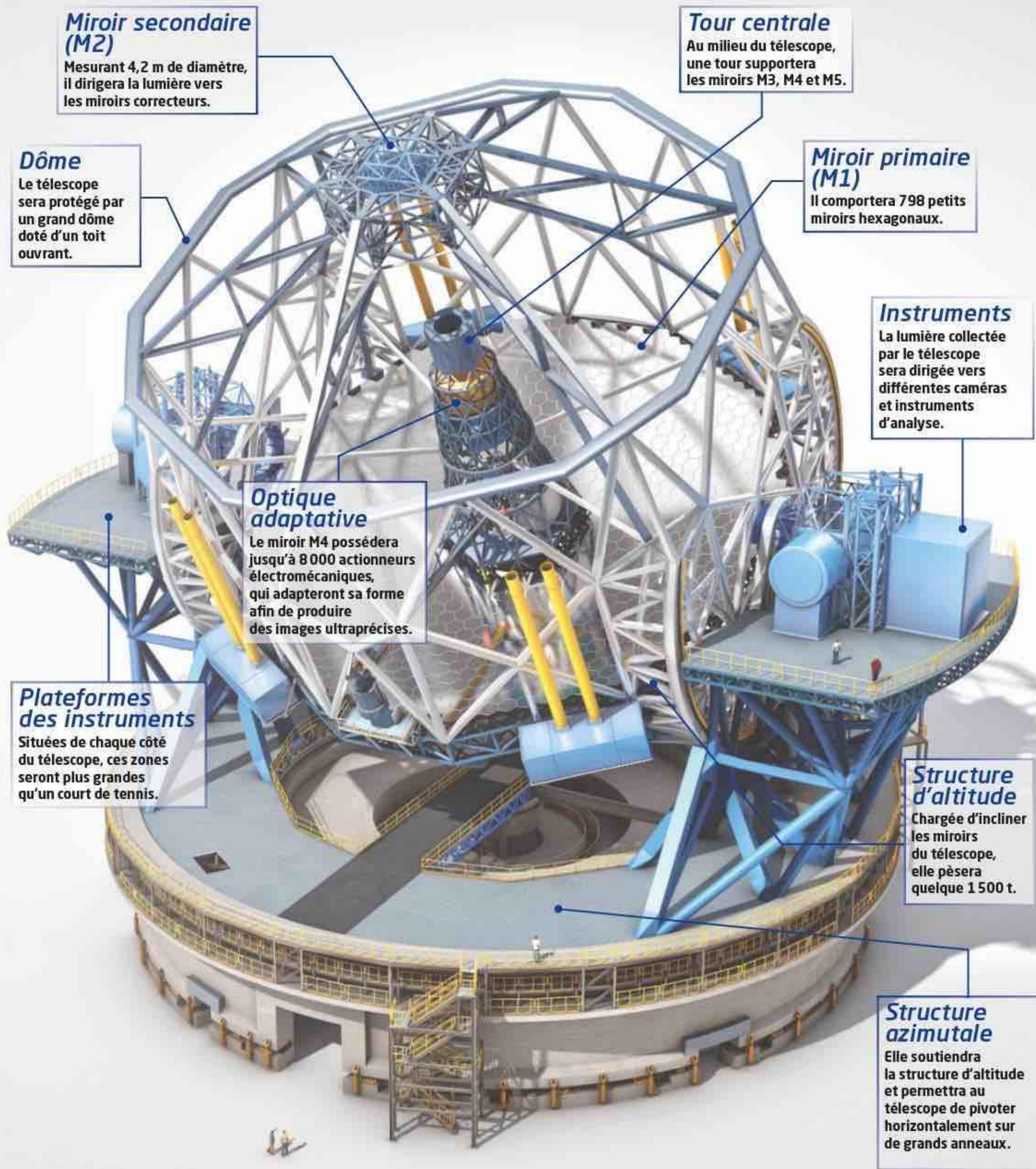
Une fois le télescope et les équipements opérationnels, les observations du ciel nocturne pourront débuter et ouvrir, selon les souhaits des astronomes, une nouvelle ère en accélérant notamment la découverte d'exoplanètes rocheuses (c'est-à-dire semblables à la Terre) dans un rayon de plus de vingt-cinq années-lumière (une année-lumière est égale à 9 500 milliards de kilomètres). L'ELT devrait également permettre de sonder l'enfance de l'Univers et, donc, de voir les toutes premières étoiles et galaxies telles qu'elles existaient il y a 13 milliards d'années. Tout un programme... ☺



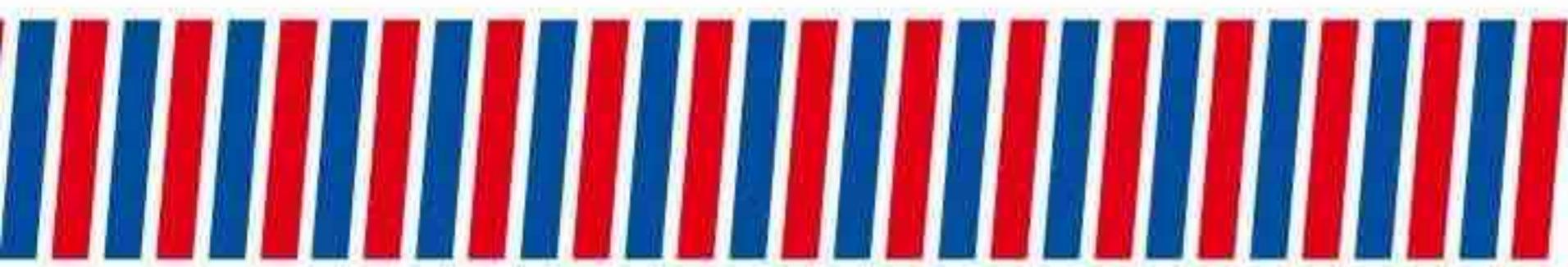
Dans le désert d'Atacama, la structure primaire en béton de l'ELT (ici, en octobre 2022) entourera une enceinte tournante de 6 100 t, qui permettra une rotation à 360° du dôme en acier de 84 m de haut.

Une ingénierie révolutionnaire

L'Extremely Large Telescope aura 15 fois la capacité des plus grands télescopes optiques actuels.







LE DISTRIBUTEUR AUTOMATIQUE DE BILLETS

Disposer instantanément d'espèces est moins impérieux avec les paiements par carte, Internet ou smartphone. Mais, à l'époque, cette invention inspirée des automates distribuant du... chocolat a révolutionné nos habitudes.

Par Louna Esgueva

Retirer de l'argent liquide n'importe où en moins d'une minute, sans avoir à faire la queue au guichet d'une banque, ni à se soucier des horaires d'ouverture de celle-ci : cette scène paraît on ne peut plus banale aujourd'hui. Pourtant, les distributeurs automatiques de billets (DAB) n'existent que depuis un peu plus de cinquante ans. Inventé par l'Écossais John Shepherd-Barron, le tout premier guichet automatique a été installé, en juin 1967, à l'extérieur d'une agence de la banque

Barclays, à Enfield, dans la banlieue de Londres. Le procédé était alors rudimentaire : il fallait insérer un bon en papier (à usage unique) associé à un code à quatre chiffres (déjà !) pour se voir délivrer un billet de 10 livres sterling. Une solution de dépannage en attendant l'ouverture de l'établissement bancaire.

Depuis, les DAB se sont généralisés (en France, le premier a été inauguré dès 1968) et font partie de notre quotidien. Comment fonctionnent-ils ? Lorsque vous insérez votre carte bancaire, la bande magnétique qui se trouve au dos est lue par la machine : bien qu'elle nous apparaisse sous la forme d'une bande noire compacte, elle est en fait composée de millions de minuscules aimants, chacun magnétisé soit au nord, soit au sud. Deux lecteurs magnétiques vont déchiffrer ces données comme un code binaire. Le premier confirme que la carte est bien réelle, le second lit le numéro de compte ainsi que le code PIN et compare ces informations avec le code tapé sur le clavier. Lorsque ce dernier est confirmé, la machine se connecte automatiquement au réseau de la banque concernée. Celle-ci émet en retour un signal vers le coffre du distributeur, lui donnant un ensemble d'instructions spécifiques afin d'effectuer la transaction. Ne reste plus qu'à récupérer vos billets !



En novembre dernier, le distributeur automatique de billets de Villers-sur-Mer (Calvados), conçu comme une maison à colombages, a décroché le prix du plus beau DAB de l'Hexagone, décerné par l'Association des maires de France.

En chiffres

2 communes françaises sur 10 sont équipées d'un distributeur automatique de billets (juillet 2022).

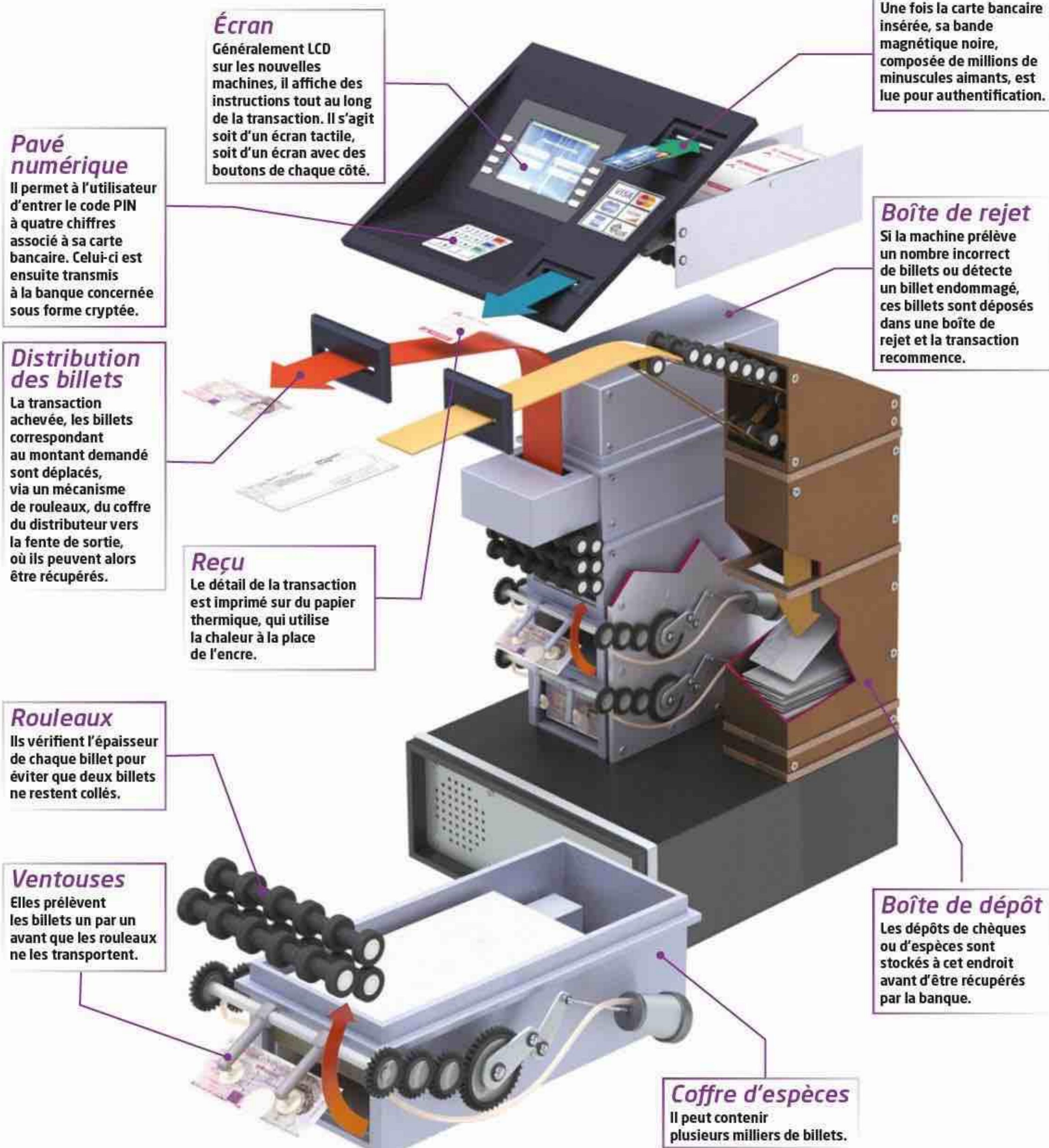
47 853 DAB étaient implantés en métropole en décembre 2021, soit 2 % de moins qu'en 2020.

1,6 fois par mois, c'est la fréquence moyenne des retraits effectués à un DAB, en France.

1 milliard d'opérations de retraits au DAB sont réalisées chaque année dans l'Hexagone.

Depuis janvier 2023, **20 pays** (le dernier adhérent est la Croatie) ont l'euro comme monnaie unique.

Fonctionnement d'un distributeur automatique de billets avec une carte



DES CHIENS-ROBOTS SUR LE CHAMP DE BATAILLE

Avec la robotique à quatre pattes, le plus vieux compagnon de l'homme devient le meilleur ami du soldat. Une nouvelle race dont nous vous dévoilons le pedigree.

Par Louna Esgueva

Depuis qu'il a « inventé » la guerre, l'homme n'a eu de cesse d'enrôler dans ses troupes toutes sortes d'animaux, plus particulièrement ceux domestiqués, dont les chiens. Il est vrai que sur un champ de bataille, la capacité de suivre des instructions à la lettre prime sur l'agressivité. Si le meilleur ami de l'homme supplée toujours l'armée dans certaines de ses opérations (surveillance, sécurité, déminage...), sur les lieux de combat, il est peu à peu remplacé par des chiens-robots, à l'image de celui créé par l'entreprise américaine Ghost Robotics : le Vision 60 (V60). Dans sa forme la plus basique, le V60 se compose d'une plate-forme et de deux paires de pattes articulées, pour un poids total de 51 kg. Il peut être utilisé comme « mule » pour transporter diverses charges utiles (jusqu'à 10 kg) sur le champ de bataille, ou servir d'éclaireur s'il est doté de caméras de surveillance (thermique et infrarouge), voire de démineur quand on lui « greffe » un bras robotisé pour le déminage et la manipulation de substances nocives. Il a même été équipé pour être parachuté. En 2022, l'armée française a ainsi déployé quatre de ces chiens-robots au Mali, dans leur version « mule ».

Il faut dire que ces soldats quadrupèdes se meuvent aisément sur tous types de terrains et sont aussi capables de monter des escaliers. Agiles, rapides (10,8 km/h), téléopérés et dotés d'une belle

autonomie (3 h 30 pour le V60), ils peuvent avoir de nombreuses applications : militaires donc, sécuritaires, de reconnaissance... Aux États-Unis, des soldats à quatre pattes assurent, en binôme, des patrouilles à la frontière avec le Mexique. En 2021, l'armée américaine est allée plus loin en armant son modèle Spur d'un fusil d'assaut pour, dit-on, apporter une sécurité à distance aux militaires.

Minimiser les risques humains

Outre les zones de conflits, de tels robots pourraient fournir une aide précieuse tant aux militaires qu'aux civils, par exemple en cas de catastrophe naturelle. Avec ses quatre pattes, le V60 est en mesure d'accéder à des zones accidentées, interdites aux robots à roues ou à chenilles. Mieux, il est conçu pour traverser des terrains particuliers (il résiste à l'eau et la poussière). Et, grâce à un système de détection et télémétrie par ondes lumineuses (Lidar), il peut cartographier la zone dans laquelle il évolue afin d'obtenir une carte 3D de son environnement et de mettre en évidence tout risque ou danger potentiel. Autant d'avantages inutilisables cependant sans assistance humaine car, contrairement aux autres robots et drones militaires, le V60 n'est pas autonome : il est contrôlé à distance par un opérateur humain. Mais l'objectif final de ces nouveaux soldats-robots reste de minimiser les risques pour les humains.

Spot, le chien-robot de Boston Dynamics, ne sera jamais armé.



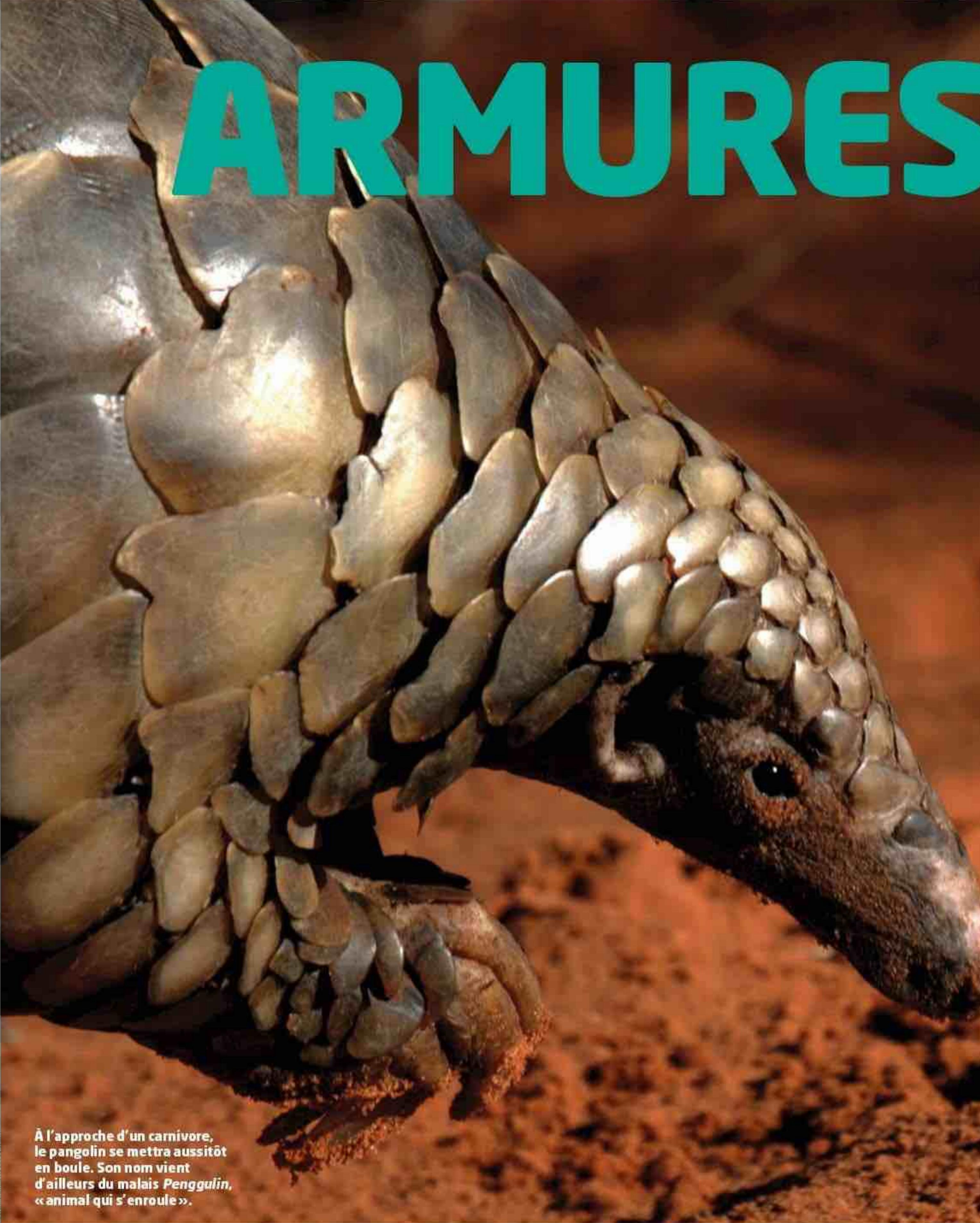
Spot le chien

Le V60 n'est pas l'unique canidé-robot dans les rangs des militaires. Spot, petit chien-robot à « poil » jaune, a aussi rejoint les forces armées de nombreux pays, dont les États-Unis et la France. Tous deux sont quadrupèdes, mais seul Spot est autonome. Il s'appuie sur des itinéraires planifiés et utilise des capteurs embarqués, tel que le Lidar, pour franchir

les obstacles et crapahuter sur les terrains difficiles. Au sein de l'armée, il ne jouera jamais qu'un rôle de soutien, son fabricant, Boston Dynamics, interdisant toute arme sur le robot. Il y a peu, il a été déployé par les Américains en Ukraine pour approcher les mines non explosées et retirer les obus de mortier à l'aide de son bras robotique.



ARMURES

A close-up photograph of a pangolin's body. The pangolin is curled up, showing its characteristic scales. Its head is visible on the right side, facing towards the bottom right. The background is a warm, reddish-brown color.

À l'approche d'un carnivore,
le pangolin se mettra aussitôt
en boule. Son nom vient
d'ailleurs du malais *Penggulin*,
«animal qui s'enroule».

ANIMALES

Pour sauver leur peau, ils l'ont endurcie avec leurs armes respectives. Du coléoptère au crocodile en passant par le pangolin, rencontre avec ces fins tacticiens à l'arsenal dissuasif.

Par Aliénor Barenny

Face aux agressions de leurs prédateurs, les animaux ont conçu des stratégies d'une folle diversité. Certains ont misé sur la rapidité pour filer entre les pattes de l'agresseur, d'autres émettent des substances toxiques qui les rendent immangeables, à l'image des amphibiens dotés de glandes à venin ou de verrues. Mais la plus grande partie des créatures terrestres et maritimes a opté pour une cuirasse extérieure. «*Une carapace réduit la mobilité, mais offre une solide protection*», explique Michel Milinkovith, biologiste évolutionniste au laboratoire d'évolution naturelle et artificielle de l'université de Genève. À chacun sa méthode : coquille, écailles ou plaques osseuses, qui se forment soit à partir du durcissement de tissus corporels, comme la kératine par exemple, soit à partir de dépôts de minéraux durcis, d'os ou encore de chitine, une matière fibreuse.

Exosquelette haute protection

Apparus il y a 500 millions d'années, les mollusques à coquille sont parmi les plus anciens à avoir développé un bouclier corporel. Ces espèces à corps mou (caractéristique qui a donné son nom à cet embranchement du vivant) fabriquent leur coquille à partir d'un organe, appelé manteau, qui sécrète de la calcite, une sorte de calcaire. Véritable bijou de technologie, la céramique des bigorneaux, des moules ou des huîtres peut même se régénérer si les dégâts subis ne sont pas trop importants. Celle de l'escargot de fer, un gastéropode marin de l'océan Indien, menacé par les puissantes pinces du crabe Brachyura, recèle même, dans sa couche externe, des granules de sulfure de fer! Dans la grande famille des invertébrés, les mollusques ne sont pas les seuls à avoir misé sur le blindage pour se mettre à l'abri. En effet, tous les arthropodes, du crabe à la sauterelle, en passant par les araignées, ont fait le choix d'un exosquelette, qui leur sert

de protection. Et quelle protection! «*L'armure des arthropodes est incroyable, poursuit le chercheur. Contrairement aux vertébrés, qui ont un squelette interne, la carapace des arthropodes constitue leur squelette, sur lequel sont fixés leurs muscles.*» Pour la plupart, cette couche extérieure est composée de chitine, à la fois résistante et souple. Les insectes sont ainsi les êtres vivants qui supportent le mieux les chocs. Si une fourmi résiste à une chute équivalente à 100 fois sa hauteur sans dommages, le coléoptère *Phloeodes diabolicus* survit, lui, à une pression 39 000 fois supérieure à son poids, et même au passage d'une voiture! Seul prix à payer pour cette armure hors du commun : en changer régulièrement. En effet, pour grandir, tous les arthropodes doivent muer. Ainsi, une araignée qui semble morte sur une toile n'est peut-être que l'ancienne enveloppe, appelée exuvie, d'un arachnide beaucoup plus gros... et toujours en cavale!

Ce changement de peau est un moment à haut risque, car le processus peut prendre plusieurs heures, pendant lesquelles, incapables de fuir, ces animaux se retrouvent à la merci des prédateurs. Et même une fois extirpés de leur ancienne peau, les arthropodes restent vulnérables durant encore plusieurs heures, avant que leur nouvelle enveloppe durcisse. Certaines espèces ont toutefois des astuces pour assurer leur sécurité pendant cette période délicate. Le homard américain femelle, par exemple, se réfugie dans le terrier d'un mâle, qui garantit sa sécurité, après la copulation, pendant plusieurs jours, le temps que sa nouvelle cuticule soit suffisamment solide.



Comme l'ensemble des arthropodes, le crabe est protégé par sa carapace, qui est, en fait, un exosquelette.



Grâce à son exosquelette façon blindage militaire, le *Phloeodes diabolicus* ou cuirassé diabolique peut résister même aux roues d'une voiture.

La mue des serpents s'effectue en un seul morceau. Une étape obligatoire pour adapter la taille de cette cuirasse d'écaillles à la croissance de l'animal.



De nombreux reptiles, comme les lézards, les serpents ou les crocodiles, muent eux aussi, ce qui leur permet de croître, mais aussi de se débarrasser des parasites qui vivent sur leur peau. Si le crocodile le fait progressivement, les serpents et les lézards changent entièrement de peau en une fois. Cette

famille de vertébrés a opté pour une cuirasse en écaillles. Ces petites plaques rigides sont constituées de kératine, comme les cheveux, les poils ou les plumes. Plusieurs couches de cette protéine fibreuse forment une corne épaisse, imperméable et résistante. «*Grâce à un agencement d'écaillles hexagonales,*

qui glissent les unes sur les autres, le serpent parvient à rester extrêmement mobile malgré cette peau épaisse», souligne Michel Milinkovitch. Chez les poissons, on parle également d'écaillles, bien que de nature différente. Produites directement par la peau de l'animal, elles peuvent être composées de diverses substances, comme la kératine, le collagène ou la vitrodentine, un tissu proche de celui qui se trouve à l'intérieur de nos dents, sous l'email. En plus de les protéger contre les parasites et les contusions, ce revêtement écaillieux, astucieusement disposé, favorise l'écoulement de l'eau et l'hydrodynamisme.

Si la présence d'écaillles ne surprend personne sur un poisson ou un reptile, elle détonne sur un mammifère, d'autant qu'un seul en arbore : le pangolin. Ce fourmilier d'Afrique et d'Asie du Sud-Est est recouvert d'une carapace d'écaillles emboîtées qui le met à l'abri des plus dangereux carnivores, tel le lion. En effet, une fois roulé en boule, l'animal pesant à peine 4,5 kg n'offre plus aucune prise aux crocs, même les plus acérés. Molles à la naissance du pangolin, les écaillles se solidifient au fil de sa croissance. «*Cette apparence cutanée est vraiment très étrange pour un mammifère*, confirme le scientifique. Le terme 'écaillles' pour ce mammifère est sans doute un abus de langage car, dans leur structure, elles n'ont rien à voir avec celles des reptiles. Mais les pangolins étant extrêmement difficiles à élever en captivité, on n'a jamais pu étudier leur formation.»

Si les autres mammifères sont loin d'être aussi caparaçonnés, il leur reste une arme : la kératine, protéine présente aussi bien dans

nos ongles que dans le cuir épais d'un éléphant ou le piquant d'un hérisson. «*La molécule, rigide tout en étant résistante à la traction, est la même dans un poil ou une épine, mais diffère par la façon dont la morphogenèse s'est réalisée*», détaille Michel Milinkovitch. Lorsque la construction est fine, le résultat est aussi flexible qu'un cheveu ; quand il y en a une grande concentration, plusieurs couches, la kératine devient un matériau très rigide.» Ainsi, la peau d'un éléphant, de 2 cm d'épaisseur, le protège efficacement contre les rayons du soleil, tandis que les piquants du porc-épic, si rigides et pointus, lui assurent tranquillité pendant qu'il dévore plantes et fruits.

Blindage osseux

Encore plus méfiants, d'autres animaux ont carrément choisi une carapace osseuse. Il y a 350 millions d'années, le poisson dunkleosteus était entièrement cuirassé de plaques d'os. Si cette espèce a disparu depuis longtemps, la technique, elle, perdure. Le petit épinoche a développé des excroissances osseuses sur sa nageoire dorsale, qui le rendent difficile à avaler par un poisson même vorace. L'un des rares mammifères à avoir ce type de protection est le tatou, cousin du pangolin. Ce mangeur d'insectes d'Amérique est, de la tête à la queue, habillé de plaques osseuses, appelées ostéodermes, revêtues de corne. Mais la star du blindage osseux demeure la tortue. «*Contrairement aux autres animaux à armure, chez lesquels celle-ci se forme à partir d'écaillles présentes dans la peau, la carapace des tortues dérive directement de leur squelette*, poursuit le biologiste. Ce sont des couches d'os recouverts d'écaillles kératinisées. Comme si on empilait des couches de pavé. C'est particulièrement solide.» Si la tortue perd en mobilité – sa carapace peut représenter deux tiers de son poids –, elle reste hors de portée de nombreux adversaires. Des vidéos sur Internet prouvent que certaines d'entre elles ont même réussi à échapper aux crocs des crocodiles, dotés pourtant de la mâchoire la plus puissante du règne animal. Des vautours, comme le gypaète barbu, attrapent les tortues et les lâchent de très haut pour venir à bout de la résistance de leur cuirasse.

Qu'elles soient à base d'écaillles, d'os ou de kératine, les armures animales ne sont hélas pas parvenues à les mettre à l'abri de l'avidité humaine. Les écaillles des poissons servent à produire du collagène, le cuir des requins et des crocodiles est exploité pour confectionner sacs à main et bracelets de montre. Pire, certaines espèces sont en péril en raison de leur enveloppe protectrice. C'est le cas du pangolin dont un kilo d'écaillles aux présumées vertus médicinales se vend plus de 3000 euros au marché noir en Asie du Sud-Est. Animal le plus braconné au monde, le placide fourmilier est aujourd'hui menacé d'extinction. ☑



Pour faire fuir l'importun, le porc-épic dresse ses piquants et lui présente son postérieur pour tenter de le piquer au museau. La fourrure d'un porc-épic d'Amérique peut contenir jusqu'à 30 000 piquants.

Efficace contre les prédateurs naturels, une armure d'écaillles, d'os ou de kératine ne protège pas, hélas, de la convoitise des humains

Épais, résistant et imperméable, l'épiderme du crocodile est aussi appelé cuir, l'un des plus beaux et des plus chers au monde.



Des piquants détachables

Contrairement aux idées reçues, le porc-épic ne peut pas projeter ses épines. Mais dès qu'une pression s'exerce sur ses piquants, ceux-ci se détachent à la racine et restent fichés dans la peau du prédateur. La pointe d'un piquant est si fine qu'elle peut transpercer la peau des reptiles. Son extrémité est dotée de 700 à 800 ardoises, un peu comme des écailles qui se fichent dans la chair et rendent l'extraction du piquant très difficile. En revanche, pour pénétrer dans l'épiderme du prédateur, elle nécessite deux fois moins de force qu'une aiguille hypodermique.

Matériaux

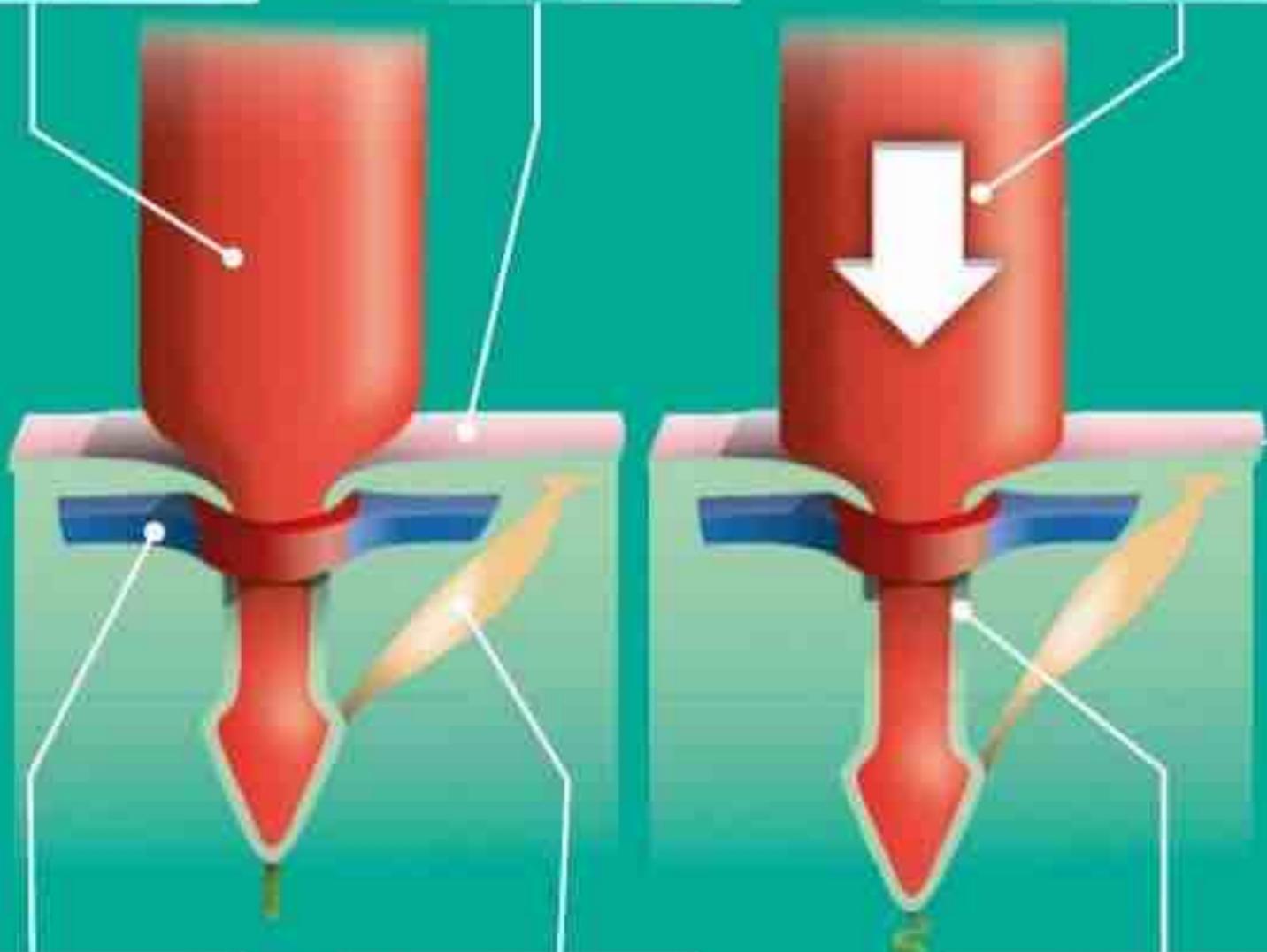
Les piquants du porc-épic sont constitués d'épaisses couches de kératine, ce qui les rend rigides et acérés.

Épiderme

Il forme la peau et couvre l'ensemble du corps du porc-épic.

Mouvement

Lorsqu'un piquant pénètre dans la peau d'un animal, il est en même temps repoussé dans le corps du porc-épic.



CORPS DU PORC-ÉPIC

Tissu conjonctif

Il maintient le piquant en place, même lorsque celui s'est brisé dans la peau d'un prédateur.

Muscle arrecteur

Ce petit muscle est responsable du redressement et de l'abaissement des piquants.

Tissu déchiré

Quand le piquant est repoussé dans le corps du porc-épic, une partie de l'épiderme entourant les racines de l'épine se déchire, la libérant de la peau.

Comment l'escargot fabrique sa coquille

L'escargot n'habite pas dans sa coquille, contrairement au bernard-l'hermite par exemple. Sa coquille est en fait son squelette externe – il n'en change jamais ! –, chargé de le protéger des prédateurs et, surtout, du dessèchement. À sa naissance, le gastéropode dispose d'une coquille molle et fine qui, au fil du temps, va durcir et s'allonger en spirale autour de celle d'origine, appelée apex, que l'on décèle tout au sommet. La coquille est composée de trois couches : la cuticule (composée de conchyoline), située à l'extérieur et servant de vernis protecteur; en dessous, de la calcite (une sorte de calcaire) et, à l'intérieur, une pellicule de nacre. L'escargot fabrique la calcite à partir du manteau, un organe mou qui recouvre la paroi interne. Tout au long de sa vie (de 5 à 10 ans), il agrandit sa coquille en ajoutant de la matière à la sortie de celle-ci, formant ainsi un nouvel anneau.



Sous la cuirasse du pangolin géant

Placide et discret, ce drôle de mammifère vivant en Afrique équatoriale et pouvant dépasser les 30 kg, dispose de caractéristiques insolites.



Une tête étroite

Son crâne est constitué d'os épais et denses. Ne disposant d'aucune dentition, ni de la capacité de mâcher, il avale les insectes tout crus.

Des oreilles protégées

Des valves hermétiques protègent les oreilles et le nez de l'animal de l'intrusion des fourmis.

Une longue langue

Complètement déployée, la langue du pangolin géant mesure 70 cm de long, dont 30 hors de la bouche. Collante, elle lui permet d'attraper chaque jour des milliers de fourmis et termites, ses mets préférés.

Comment le tatou à trois bandes se met en boule

**1**

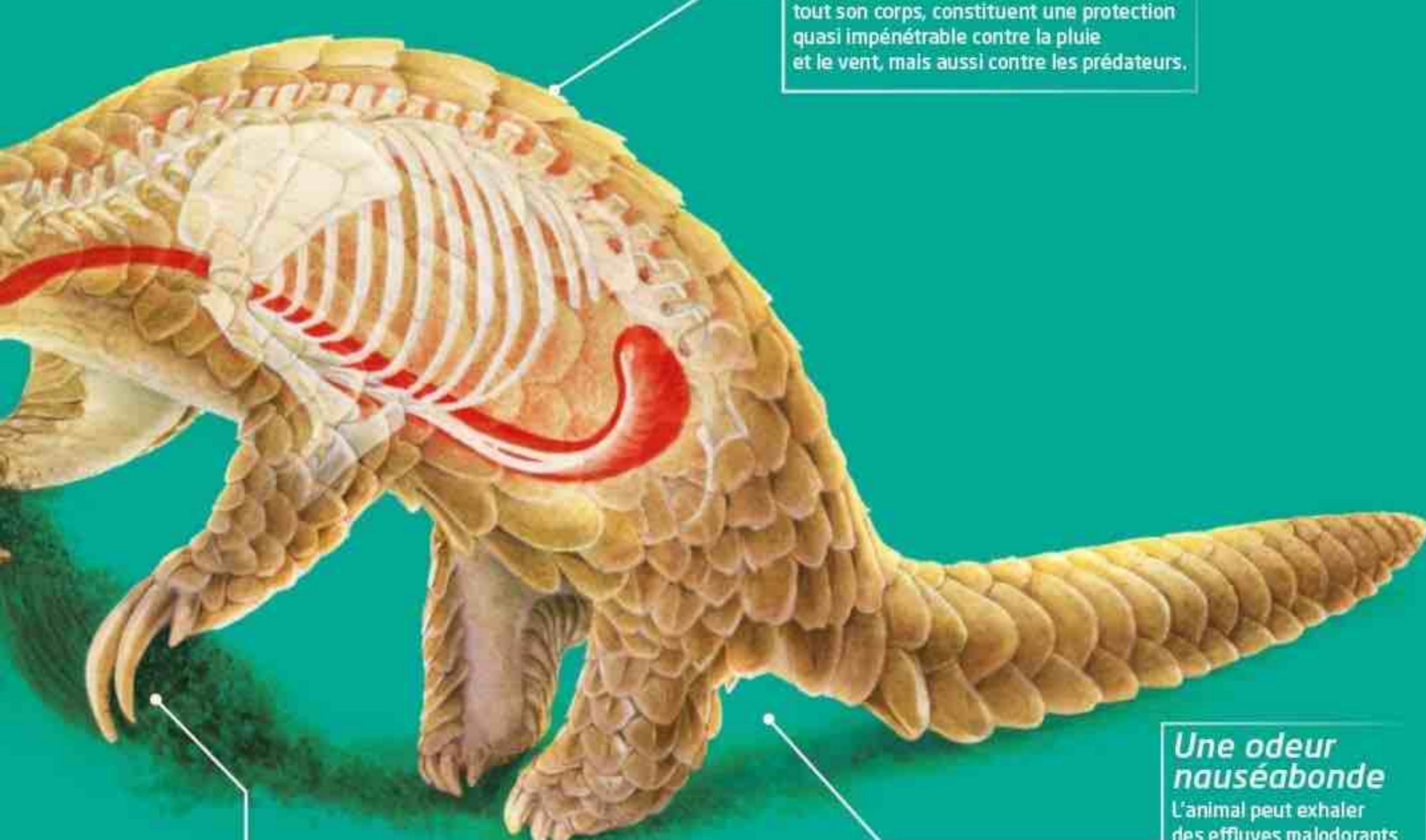
En cas de menace, ce tatou d'Amérique du Sud s'enroule sur lui-même pour protéger les parties vulnérables de son corps. C'est la seule espèce de tatou capable de le faire entièrement.

**2**

Sa carapace est constituée de deux plaques osseuses, recouvertes de corne. Elles sont jointes par trois bandes osseuses, plus étroites et mobiles, articulées par de la peau flexible.

**3**

Tête et queue scellent la boule. Une défense infranchissable par les prédateurs mais qui, hélas, rend le tatou vulnérable aux braconniers. L'espèce est, d'ailleurs, menacée d'extinction.



Une armure de plaques

Ses écailles (plus de 450 au total), juxtaposées telles des tuiles sur presque tout son corps, constituent une protection quasi impénétrable contre la pluie et le vent, mais aussi contre les prédateurs.

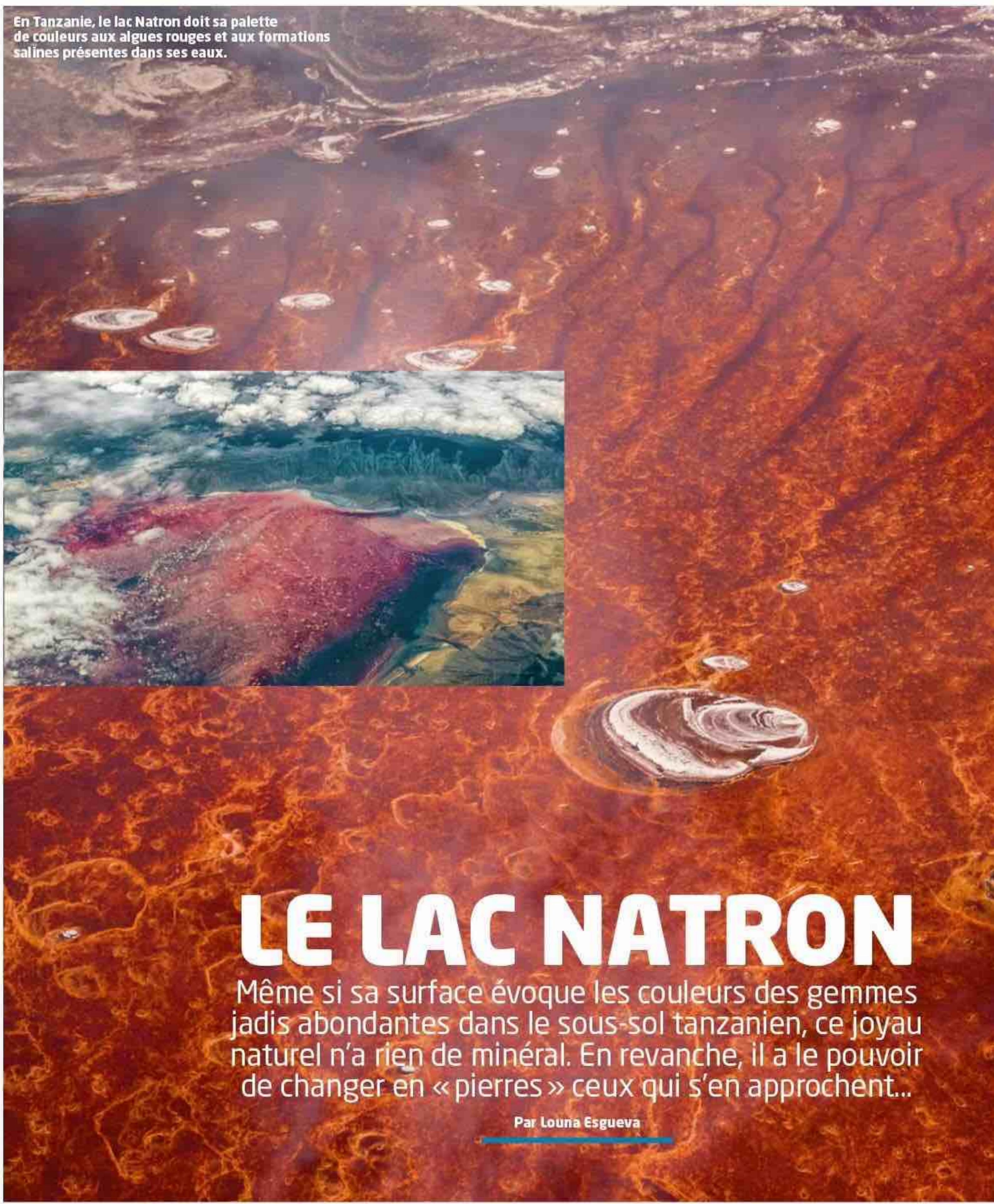
De longues griffes

Grâce à ses pattes griffues, le pangolin gratte le sol, et éventre fourmilières et termitières.

Une odeur nauséabonde

L'animal peut exhaler des effluves malodorants grâce à des glandes situées près de son anus.

En Tanzanie, le lac Natron doit sa palette de couleurs aux algues rouges et aux formations salines présentes dans ses eaux.



LE LAC NATRON

Même si sa surface évoque les couleurs des gemmes jadis abondantes dans le sous-sol tanzanien, ce joyau naturel n'a rien de minéral. En revanche, il a le pouvoir de changer en « pierres » ceux qui s'en approchent...

Par Louna Esgueva



Il est d'un genre un peu particulier. Tout d'abord, il est rose. Ensuite, contrairement à la plupart des autres lacs, il est fortement salé. Par ailleurs, il est très alcalin, ce qui signifie que son pH (la mesure de l'acidité ou de la basicité d'une solution, un milieu dit neutre ayant un pH de 7) est élevé : il varie entre 9 et 10,5. Cette spécificité est due aux grandes quantités de natron, un mélange de soude et de bicarbonate de sodium, qu'il contient. Enfin, il est extrêmement mortifère... Le moindre contact avec ses eaux peut s'avérer fatal. Les animaux qui ont la mauvaise idée de s'y aventurer se retrouvent ainsi pétrifiés. En effet, le natron,

utilisé dans l'Egypte antique pour le rituel de momification, transforme littéralement les corps en statues de sel... Dans ce lac où la température peut atteindre par endroits 60 °C, seules survivent quelques espèces de poissons, ainsi que des micro-organismes aquatiques. D'ailleurs, ce sont ces derniers qui lui confèrent sa couleur rose. Digne d'un film de science-fiction, ce décor bien réel se situe au nord de la Tanzanie, en Afrique orientale, dans la vallée du Grand Rift. Selon les scientifiques, sa forte alcalinité pourrait s'expliquer par la proximité d'un volcan, l'Ol Doinyo Lengai, dont la lave contient de fortes concentrations de carbonate de sodium. ↗

L'ÂGE D'OR DU CINÉMA À HOLLYWOOD

Le 12 mars, le monde du septième art a rendez-vous pour la 95^e cérémonie des Oscars, à Los Angeles bien sûr. Une grand-messe qui voit le jour au début du XX^e siècle, alors que Hollywood s'impose comme la capitale mondiale du cinéma. Prenez place, la première cérémonie va commencer!

Par Louna Esgueva

Nous sommes le 16 mai 1929. À Hollywood, l'hôtel *Roosevelt* accueille la première cérémonie des Academy Awards (l'appellation officielle des Oscars du cinéma américain). Ni tapis rouge ni millions de téléspectateurs (l'événement ne sera diffusé à la télévision qu'à partir de 1953), juste quelques privilégiés (250 tout de même), conviés à un dîner privé. La cérémonie dure quinze minutes à peine et ne passionne guère les invités, qui connaissent déjà le nom des lauréats : les résultats ont été annoncés des mois plus tôt. À mille lieues du tapage médiatique d'aujourd'hui, les récompenses décernées il y a quatre-vingt-dix ans n'ont alors qu'un but : célébrer une industrie en plein âge d'or.

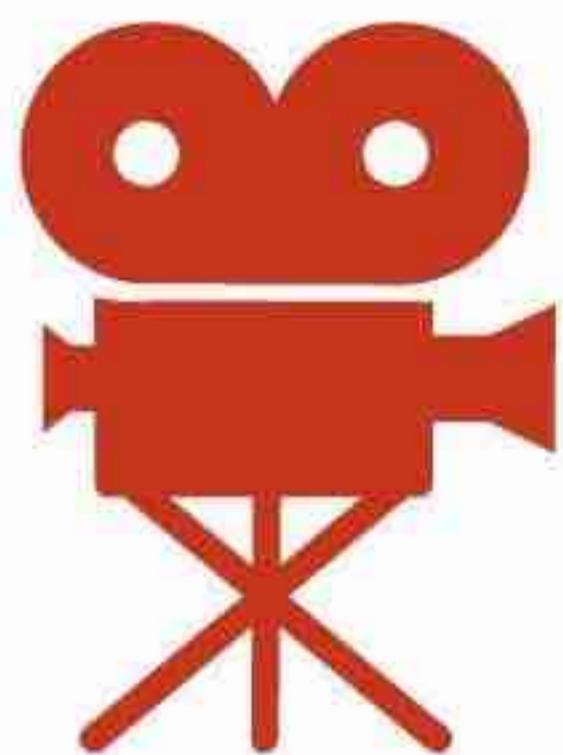
Celle-ci s'est installée depuis une décennie dans un quartier de Los Angeles (Californie), qui va devenir la capitale mondiale du cinéma. Le premier grand studio de production, Universal City Studios, y a ouvert ses portes quelques années auparavant, en mars 1915. Le site s'étend alors sur près de 1 km² au nord d'une petite localité de la banlieue de Los Angeles, fondée en 1886 : Hollywood («bois de houx»). Avec ses longues journées ensoleillées, ses terrains aux prix peu élevés, ses paysages variés, son océan (le Pacifique) tout proche et sa main-d'œuvre bon marché, Hollywood ne manque pas d'atouts pour attirer l'industrie du cinéma, jusqu'alors basée dans la région de New York.

Dès 1915, 60 % des films américains sont produits à Hollywood, dont l'ascension ne sera guère

**Selon la légende,
la statuette ressemblerait
à l'oncle, prénommé Oscar,
d'un membre des Academy
Awards, l'appellation
officielle de la cérémonie**



ROOSEVELT HOTEL



Le cinéma parlant est loin de faire l'unanimité. Charlie Chaplin restera « muet » jusqu'en 1940

entre tout juste dans une nouvelle ère. Les technologies permettent à présent de synchroniser le son (et plus précisément la parole) avec l'image. Pourtant, Hollywood hésite à adopter cette innovation. Cette conversion du cinéma muet au parlant est, en effet, coûteuse et pourrait nuire à l'exportation des

... freinée par les deux guerres mondiales et la crise économique de 1929. En 1930, Hollywood emploie plus de 28 000 personnes, dont 170 réalisateurs et 350 scénaristes, qui écrivent entre 500 et 700 scénarios par an. Ce succès, l'industrie du cinéma le doit non seulement au glamour et aux paillettes, les acteurs et actrices étant élevés au rang d'idoles, mais aussi aux progrès technologiques, qui font considérablement évoluer le secteur.

Lors de la première cérémonie des Oscars, celui que l'on surnomme depuis 1923 (sous l'impulsion du critique franco-italien Ricciotto Canudo) « septième art »

films à l'étranger, en créant des barrières linguistiques. Le producteur Samuel Louis Warner réussit néanmoins à convaincre ses condisciples d'utiliser le son, une nouveauté qui pourrait, selon lui, dynamiser leur activité.

En avril 1923, il fonde avec ses frères la Warner Bros. (pour « Warner Brothers ») et se lance dans le parlant. Pari gagné. Le 6 août 1926, *Don Juan* sort sur les écrans. Pour la première fois, un film utilise le Vitaphone, un procédé de restitution sonore avec synchronisation par disque. Le principe : le disque est joué sur une platine, reliée au projecteur par un moteur qui contrôle la vitesse de déroulement. Bien que sans paroles, le film est un succès commercial. L'année suivante, le studio produit *Le Chanteur de jazz*. Pour la première fois, le silence des salles obscures est brisé lorsque l'acteur Al Jolson, s'adressant à l'orchestre, déclame : « *Attendez une minute, attendez une minute. Vous n'avez encore rien entendu !* » Si ces films parlants font du bruit, ils sont encore loin de faire l'unanimité. L'actrice légendaire Mary Pickford (surnommée « la petite fiancée de l'Amérique » et oscarisée

Les dates clés

1912

Paramount Pictures est fondée le 8 mai et produit, deux ans plus tard, le premier long-métrage tourné à Hollywood, *Le Mari de l'Indienne*, un western muet.



1920

Paramount devient la première société de distribution de films à l'échelle nationale, contrôlant la production, la distribution et la projection.

1922

The Power of Love (« Le Pouvoir de l'amour ») est le premier film nécessitant des lunettes anaglyphes (à filtres rouge et vert), pour un effet 3D.



1923

Warner Bros. est créée le 4 avril par les frères Albert, Sam, Harry et Jack Warner.

1924

L'homme d'affaires américain et exploitant de salles obscures Marcus Loew fonde, le 17 avril, la société Metro-Goldwyn-Mayer (MGM), issue de la fusion de trois sociétés.



en 1930) déclare qu'ajouter le son aux images revient à « mettre du rouge à lèvres à la Vénus de Milo ». Pour elle comme pour bien d'autres, les vedettes de cinéma doivent être « projetées, pas entendues ». Et pour cause : le parlant ruine les carrières de nombreuses stars du muet. L'image de l'actrice Vilma Bánky, chérie des Américains, est ainsi sérieusement écornée lorsque le public découvre son accent hongrois ! Charlie Chaplin, la star hollywoodienne qui, dès 1917, signe un contrat mirobolant – un million de dollars – pour huit films avec la First National Pictures (association de propriétaires de salles de cinéma), fait de la résistance et reste fidèle au muet, n'apparaissant dans un rôle parlant qu'en 1940, avec *Le Dictateur*.

Le règne du Studio System

La révolution du parlant ne se fait donc pas sans mal, et pas seulement pour les acteurs. Les techniciens doivent, eux aussi, s'adapter et relever de nombreux défis techniques. Ainsi, les premiers microphones ont une portée si limitée que ...



1927

Le Chanteur de jazz, produit par Warner Bros., est considéré comme le premier long-métrage parlant avec musique, chants et dialogues synchronisés.

1928

RKO (Radio-Keith-Orpheum) Pictures naît en octobre. Elle produit, entre autres, les légendaires *King Kong* (1933) et *Citizen Kane* (1941).

1929

La première cérémonie des Academy Awards se déroule le 16 mai, à Los Angeles. L'appellation « Oscars du cinéma » sera adoptée par l'académie en 1939, même si elle apparaît dès 1934. La légende raconte que la statuette ressemblait à l'onde, prénomé Oscar, d'un membre de l'académie.



1930

Le Code de l'industrie cinématographique introduit la censure aux États-Unis. Le code Hays prétend ainsi définir la morale au cinéma.



Neuf lettres mythiques

HOLLYWOOD. Ces neuf lettres monumentales érigées sur le versant sud du mont Lee, l'une des collines qui surplombent la ville de Los Angeles, sont aujourd'hui synonymes de cinéma et de gloire. Pourtant, à l'origine, il s'agissait d'un écriteau publicitaire pour... un ensemble immobilier !

C'est Harry Chandler, éditeur du *Los Angeles Times*, qui en est l'instigateur. En 1923, souhaitant investir dans l'immobilier, l'homme de presse dépense 21 000 \$ pour implanter l'enseigne « Hollywoodland », destinée à promouvoir un nouveau programme immobilier. Les treize lettres en bois et en fer mesurent chacune près de 14 m de hauteur et environ 9 m de largeur, et sont assemblées à l'aide d'un échafaudage et de poteaux téléphoniques. Impossible de les manquer avec leurs milliers d'ampoules qui clignotent dans la nuit ! À la fin des années 1940, l'enseigne, laissée à l'abandon pendant des décennies, est en très mauvais état. Elle fait l'objet de réparations sommaires, et la « cité des anges » décide alors de retirer les quatre dernières lettres, ainsi que les ampoules. Mais dans les années 1970, une reconstruction complète s'impose. Cette fois, ce sont des célébrités qui la sauvent, dont le rocker Alice Cooper et le fondateur du magazine *Playboy*, Hugh Hefner ; ils organisent une levée de fonds et financent eux-mêmes chacun une lettre ! L'enseigne est désormais

en acier, plus résistant. De nouveau menacée en 2010, par un programme immobilier, elle doit sa survie à l'État de Californie et à des donateurs privés qui rachètent le terrain pour la bagatelle de 12,5 millions de dollars.



Mary Pickford et Douglas Fairbanks, le couple mythique du cinéma muet hollywoodien.

Sur le tournage de *L'Introuvable* (1934), produit par la Metro-Goldwyn-Mayer.

Le Magicien d'Oz (1939), tourné en Technicolor, avec Judy Garland en Dorothy.



... les acteurs doivent directement parler dedans, ce qui entrave évidemment leur jeu. De plus, étant omnidirectionnels, les micros captent les sons indésirables du matériel d'enregistrement. Quant aux caméras, elles sont confinées dans des cabines en verre, ce qui limite l'inclinaison de leur objectif à 30 degrés. Ces freins, combinés à l'impossibilité des acteurs de marcher tout en parlant, rendent les premiers films sonores très statiques. Toutefois, au fil des années, les techniques s'améliorent : des caissons insonorisés, appelés *blimps*, permettent aux opérateurs de déplacer la caméra sur des chariots à roues (*dollies*), pour suivre l'action ; de nouveaux microphones, tendus au bout de perches placées au-dessus des acteurs, font également leur apparition.

Finalement, le son va sauver le cinéma américain. La fréquentation hebdomadaire des salles passe de 60 millions de spectateurs en 1927 à

Clap de fin pour l'âge d'or du cinéma hollywoodien ! Le grand écran est délaissé pour le petit

90 millions en 1930, finançant ainsi les fusions et acquisitions à venir. À côté de la Warner Bros. prospèrent d'autres grands studios : Paramount Pictures (fondé en 1912), Metro-Goldwyn-Mayer (1924), RKO Pictures (1928) et 20th Century Fox (1935). On les surnomme les « Big Five ». Un autre modèle se dessine : le Studio System, dans lequel

ces grosses sociétés cinématographiques, les majors, contrôlent tous les aspects de l'industrie cinématographique, de la production à la projection en salles, en passant par la distribution. Même les acteurs doivent signer des contrats à long terme qui les lient aux studios.

La révolution Technicolor

À la même époque, les progrès technologiques permettent de passer du noir et blanc à la couleur. Jusque-là, les cinéastes peignaient leurs images à la main, un processus coûteux et fastidieux, tandis que d'autres utilisaient des teintures pour colorer leurs films. Il existait également le Kinémacolor, procédé inventé en Angleterre en 1906, qui utilisait alternativement des filtres de gélatine verte et rouge (sur l'obturateur de la caméra et du projecteur) pour donner l'illusion de la couleur. Une méthode imparfaite avec, notamment, un manque de bleu très apparent...

En 1928, l'introduction de la caméra Technicolor trichrome révolutionne la couleur. Reprenant le principe de la photographie couleur (mis au point en 1861), cette caméra capture les images grâce à trois négatifs sensibles l'un au vert, l'autre au rouge et le dernier au bleu. Les films sont ensuite combinés pour créer une image couleur. En 1939, *Le Magicien d'Oz*, tourné en Technicolor, fait sensation. Dans la séquence d'ouverture, Dorothy,



1935

La Fox Film Corporation, créée en 1915 par William Fox, fusionne avec Twentieth Century Pictures, fondée en 1933 par Darryl F. Zanuck, pour former la 20th Century Fox.

1937

Le premier long-métrage d'animation en couleur, *Blanche-Neige et les Sept Nains*, des studios Disney (créés en 1923), sort le 21 décembre. Lors de la cérémonie des Oscars 1939, Walt Disney reçoit un Oscar d'honneur constitué d'une grande statuette et de sept autres plus petites.

1939

Autant en emporte le vent bat les records du box-office américain, avec plus de 200 millions de spectateurs. C'est le premier film en couleur à remporter l'Oscar du meilleur film plus huit autres trophées.

1947

La peur du communisme conduit le Congrès à enquêter sur Hollywood. Une liste noire recense les personnes qui ont interdiction de travailler pour les studios de

Chantons sous la pluie (1952) illustre le passage réussi du cinéma muet au parlant.



interprétée par Judy Garland, quitte son Kansas natal pour le pays d'Oz : le spectateur passe subitement d'un univers sépia à un monde en couleur, qui révèle le rouge éclatant des célèbres souliers de rubis de l'héroïne. Pour la société américaine Technicolor Motion Picture Corporation, c'est le jackpot. En 1947, 88 % des productions hollywoodiennes étaient réalisées en noir et blanc. Moins de dix ans plus tard, plus de la moitié est désormais en couleur.

En 1948, le succès de l'industrie cinématographique est soudainement entravé par une décision de la Cour suprême, qui interdit aux studios de distribuer également des films et de posséder des salles de cinéma. Pour le ministère de la Justice, il s'agit de réduire le monopole financier des majors. Des sociétés comme la Paramount sont alors forcées de vendre leurs salles, tandis que RKO Pictures cède ses droits sur les films à des chaînes de télévision pour combler les pertes financières engendrées. Un revers de médaille dont profite la jeune industrie télévisuelle. Peu à peu, celle-ci éloigne les spectateurs du grand écran au profit du petit qui, dès le milieu des années 1950, propose des séries et comédies de situation baptisées sitcoms. Pour tenter de résister à cette concurrence, Hollywood innove avec des écrans encore plus grands, la technologie 3D, des films destinés à un public adulte... Rien n'y fait, les années 1960 marquent la fin de l'âge d'or du cinéma hollywoodien. ☑

cinéma sous prétexte des sympathies avec le parti communiste. Charlie Chaplin figure parmi ces 352 acteurs, scénaristes et réalisateurs.

1948

La Cour suprême des États-Unis décide que les grandes sociétés cinématographiques ne peuvent plus distribuer de films ni posséder de salles de cinéma sans l'approbation du tribunal.

1950

Le gouvernement américain met fin au monopole de Technicolor sur la procédure trichromatique.

1953

Comment épouser un millionnaire, une comédie romantique avec Marilyn Monroe et Lauren Bacall, est filmé en CinemaScope, un procédé révolutionnaire qui offre une image panoramique.

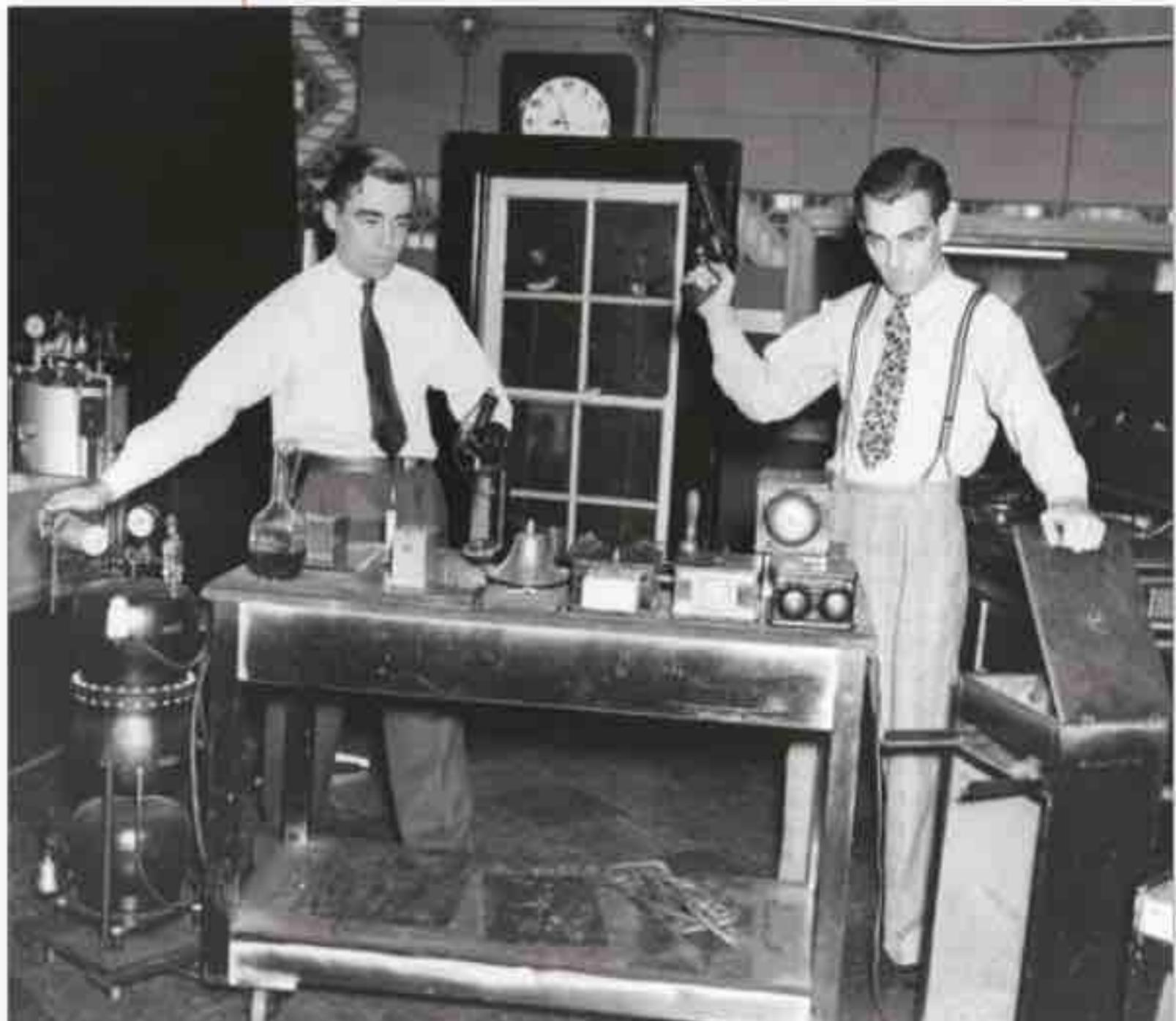
1961

Le tapis rouge, devenu depuis emblématique, est déroulé pour la première fois lors de la remise des Oscars.

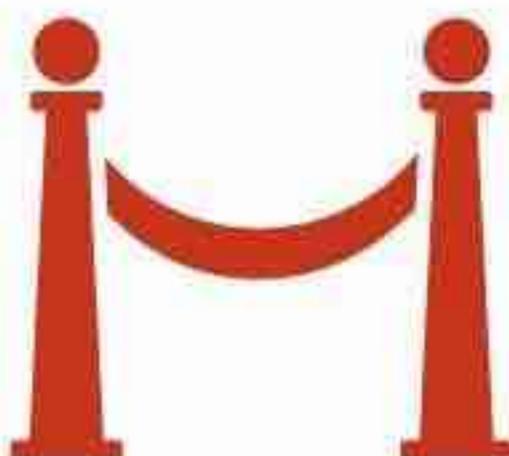


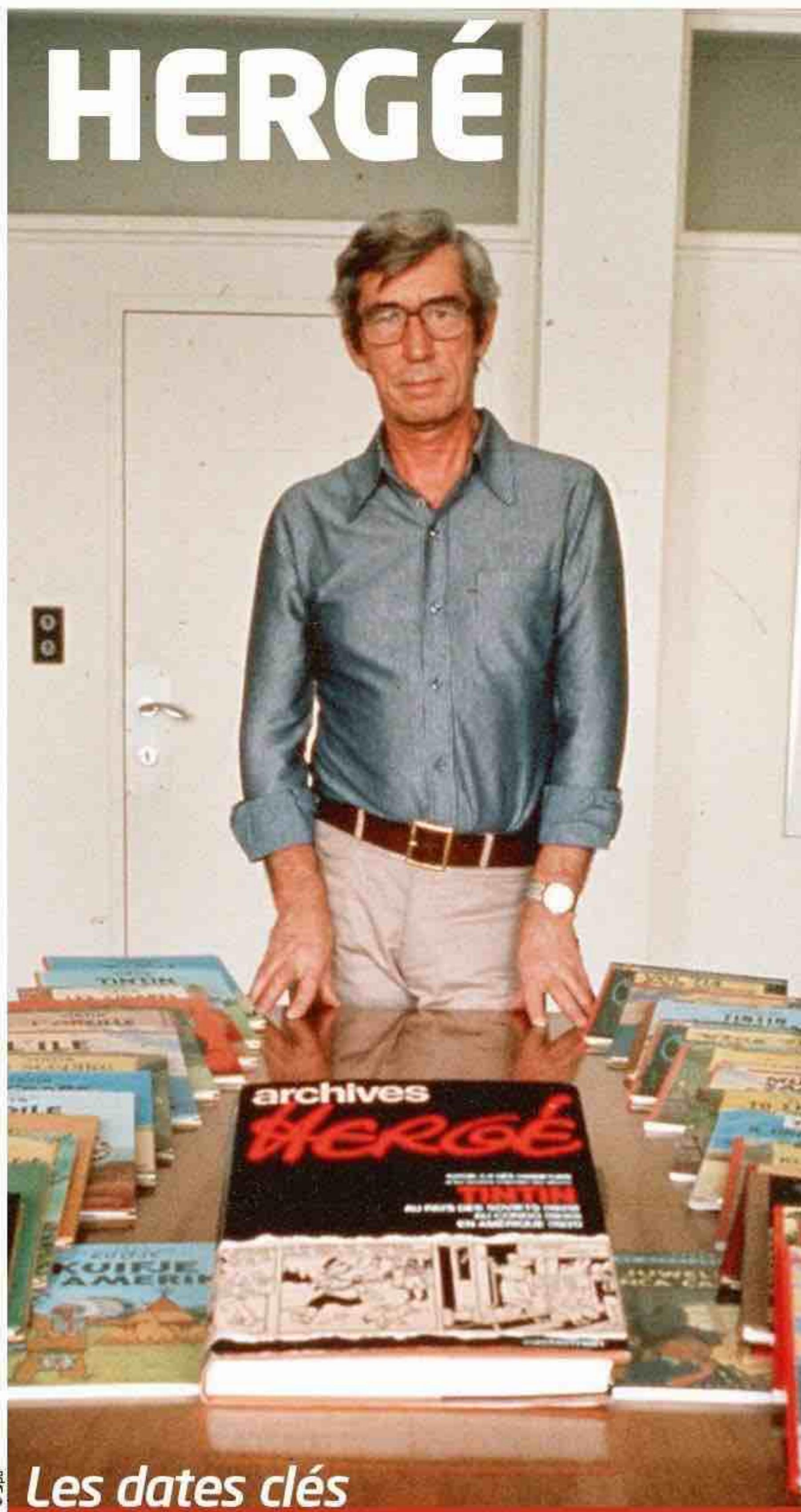
Faites du bruit !

Des portes qui grincent, des vitres qui se fracassent, des papiers qui se froissent... Tous ces effets sonores présents dans les films sont ajoutés en post-production. Ce sont les «effets Foley» (ou bruitage), du nom de l'Américain qui développa le métier de bruiteur dans les années 1950. Jack Foley fut monteur son chez Universal Studios de 1927 à 1960. Il enregistrait le bruit des pas et autres bruits de fond que les microphones ne pouvaient capter. Le film était ensuite projeté sur écran et Foley créait les effets sonores au fur et à mesure de l'action. Par exemple, pour recréer le son de trois hommes qui se promenaient, il marchait avec une canne; pour le défilé de toute une armée romaine (*Spartacus*, 1960), il faisait cliqueter des clés.



En 1945, deux bruiteurs enregistrent des sons pour des scènes de film.





Les dates clés

1907

Georges Remi naît à Etterbeek (Belgique), le 22 mai.

1920

Admis au collège religieux Saint-Boniface (près de Bruxelles), il obtient de bons résultats.

1928

Dans l'hebdomadaire satirique *Le Sifflet*, un enfant et son chien blanc annoncent Tintin et Milou.

1929

Tintin au pays des Soviets paraît dans *Le Petit Vingtième*. Son directeur, très marqué à droite, lui a commandé une charge contre le communisme.

1934

Les Cigares du pharaon est le premier album de Tintin paru chez Casterman, éditeur auquel Hergé restera toujours fidèle.

La tintinophilie exprime la passion pour son héros, à propos duquel le général de Gaulle a dit : « *Mon seul rival international, c'est Tintin !* » Alors qu'Hergé a tiré sa révérence il y a quarante ans, retracons d'une ligne claire sa vie au service du plus célèbre des reporters.

Par Delphine Gaston-Sloan

En 1924, Hergé (« R » et « G »), alias Georges Remi, a inversé ses initiales pour se forger un pseudonyme, insatisfait de sa signature habituelle, G. R. Né en 1907, il est issu de la classe moyenne des faubourgs de Bruxelles. Son dévot de père est employé dans la confection pour enfants. Sa mélancolique de mère s'occupe de la maison. À la fois hyperactif et sujet à l'ennui, Georges dessine. En grandissant, le scoutisme, croisant débrouillardise et contact avec la nature, lui offre une autre évasion. Dans *Jamais assez*, feuille de la troupe scout de son collège Saint-Boniface, il fait ses débuts de dessinateur imprimé en 1921. Deux ans plus tard, il poursuit avec le mensuel officiel des scouts de Belgique, *Le Boy-Scout belge*. À partir de 1926, il y croque les *Extraordinaires Aventures de Totor C. P. des Hannetons* (C. P. pour chef de patrouille), où un chef scout surmonte des péripéties sur le sol américain. Les prémisses de Tintin.

En 1927, Hergé est propulsé reporter-photographe et dessinateur par l'abbé Norbert Wallez, directeur du groupe qui édite *Le Vingtième Siècle*, journal catholique où il est employé de bureau depuis deux ans. L'année suivante, Wallez lui

confie la tête du *Petit Vingtième*, supplément hebdomadaire destiné aux jeunes lecteurs, lançant la parution de *Tintin au pays des Soviets* le 10 janvier 1929. Le style graphique réaliste est épuré, baptisé *a posteriori* «ligne claire» (expression apparue en 1977 que l'on doit au dessinateur néerlandais Joost Swarte). Friand de diminutifs, après Totor, Hergé baptise son protagoniste Tintin, clin d'œil aux prénoms alors à la mode Martin, Justin... Son chien Milou porte, lui, le surnom d'un amour de jeunesse, Marie-Louise Van Cutsem, sans vexer Germaine Kieckens qu'il fréquente alors, et épousera en 1932. Tintin est reporter, profession sonnant comme une promesse d'aventures. La première est couronnée de succès. Dès 1930, retour sur le terrain pour Tintin, destination le Congo (possession africaine belge entre 1908 et 1960). L'abbé Wallez souhaite promouvoir le colonialisme. *Tintin au Congo* fait aujourd'hui polémique. En 2007, Bienvenu Mbutu Mondondo, Congolais résidant en Belgique, demandait à la justice le retrait de la vente pour propos racistes, plainte finalement rejetée.

Le journal des jeunes de 7 à 77 ans

Si, entre ces deux BD, Hergé a donné naissance à d'autres personnages, les deux gamins espiègles Quick et Flupke, la série *Tintin* va accaparer son temps, son œuvre. En son sein, il crée des seconds rôles, iconiques à leur tour: Dupond et Dupont, les policiers bétas; la Castafiore, la diva; le capitaine Haddock, aux colères légendaires; le professeur Tournesol, génie distrait.

Parce qu'il a collaboré au *Soir*, journal chapeauté par l'occupant pendant la Seconde Guerre mondiale, Hergé est arrêté en 1944. Bien que blanchi, il vit mal ces accusations, mais rebondit quand le résistant Raymond Leblanc, fondateur des éditions du Lombard, offre au reporter à la houppette *Le Journal de Tintin*. Le 26 septembre 1946, *Le Temple du Soleil* ouvre le bal. Neuf autres aventures se succéderont, jusqu'à ce qu'une leucémie emporte Hergé en 1983, alors qu'il travaille sur le vingt-quatrième épisode resté inachevé, *Tintin et l'Alph-Art* (publié à titre posthume en 1986). L'occasion d'exposer sa passion pour l'art moderne. L'homme aux quelque 250 millions d'albums vendus (pour le seul Tintin) est, lui, l'un des maîtres du 9^e art. ☺

Signe d'une œuvre très personnelle, Hergé n'a pas voulu que Tintin lui survive sous d'autres mains



4 albums majeurs



Le Lotus bleu (1936)

Débarqué à Shanghai (Chine), Tintin vient à bout d'un trafic d'opium, aidé des Fils du Dragon, une société secrète. Ce cinquième opus marque un tournant dans la carrière d'Hergé. Sa rencontre avec Tchang Tchong-Jen, jeune étudiant chinois aux Beaux-Arts de Bruxelles, lui ouvre les yeux sur le rôle essentiel de la documentation dans la création.



Le Secret de La Licorne (1943)

La découverte d'un parchemin dans la maquette de *La Licorne*, navire de l'ancêtre du capitaine Haddock, mène à une chasse au trésor endiablée dans l'épave engloutie. *Les Aventures de Tintin: Le Secret de La Licorne*, adaptation de Steven Spielberg (2011), est un scénario original intégrant deux autres albums : *Le Trésor de Rackham le Rouge* et *Le Crabe aux pinces d'or*.

On a marché sur la Lune (1954)

C'est le second volet du diptyque formé avec *Objectif Lune* (1953). Envoyé dans l'espace, Tintin dit : « Pour la première fois sans doute dans l'histoire de l'humanité, on a marché sur la Lune ! » On frôle la science-fiction, quinze ans avant la mission Apollo 11 et les mots de Neil Armstrong, le 21 juillet 1969 : « Un petit pas pour l'homme, un bond de géant pour l'humanité. »

Tintin au Tibet (1960)

L'avion de Tchang s'étant écrasé dans les neiges de l'Himalaya, Tintin part à la recherche de son ami, persuadé qu'il a survécu. Ode à l'amitié mêlant fiction et autobiographie, cet album est le plus personnel d'Hergé. Le personnage s'inspire bien évidemment de Tchang Tchong-Jen, ce jeune Chinois qui lui avait fait découvrir « un monde nouveau » lors de l'écriture du *Lotus bleu*.

NDLR: les dates de publication retenues sont celles des albums et non de la parution presse.

1936

Le magazine français *Cœurs Vaillants* commence la publication d'une nouvelle série, *Jo, Zette et Jocko* (cinq albums verront le jour).

1942

L'*Étoile mystérieuse* est le premier tome à sortir directement en couleurs et au format fixé à 62 pages. Les précédents seront colorisés et remaniés par la suite.

1950

Il fonde les Studios Hergé, société réunissant l'équipe avec laquelle il collabore pour réaliser bandes dessinées, dessins et séries animées.

1956

Il s'éprend de Fanny Vlamynck, une coloriste avec laquelle il travaille (et qu'il épousera en 1977), et assume mal l'infidélité à son épouse Germaine.

1983

Il décède, le 3 mars, aux Cliniques universitaires Saint-Luc à Woluwe-Saint-Lambert (près de Bruxelles).

Sorties & Expos

PAR SWALI
GUILLEMANT

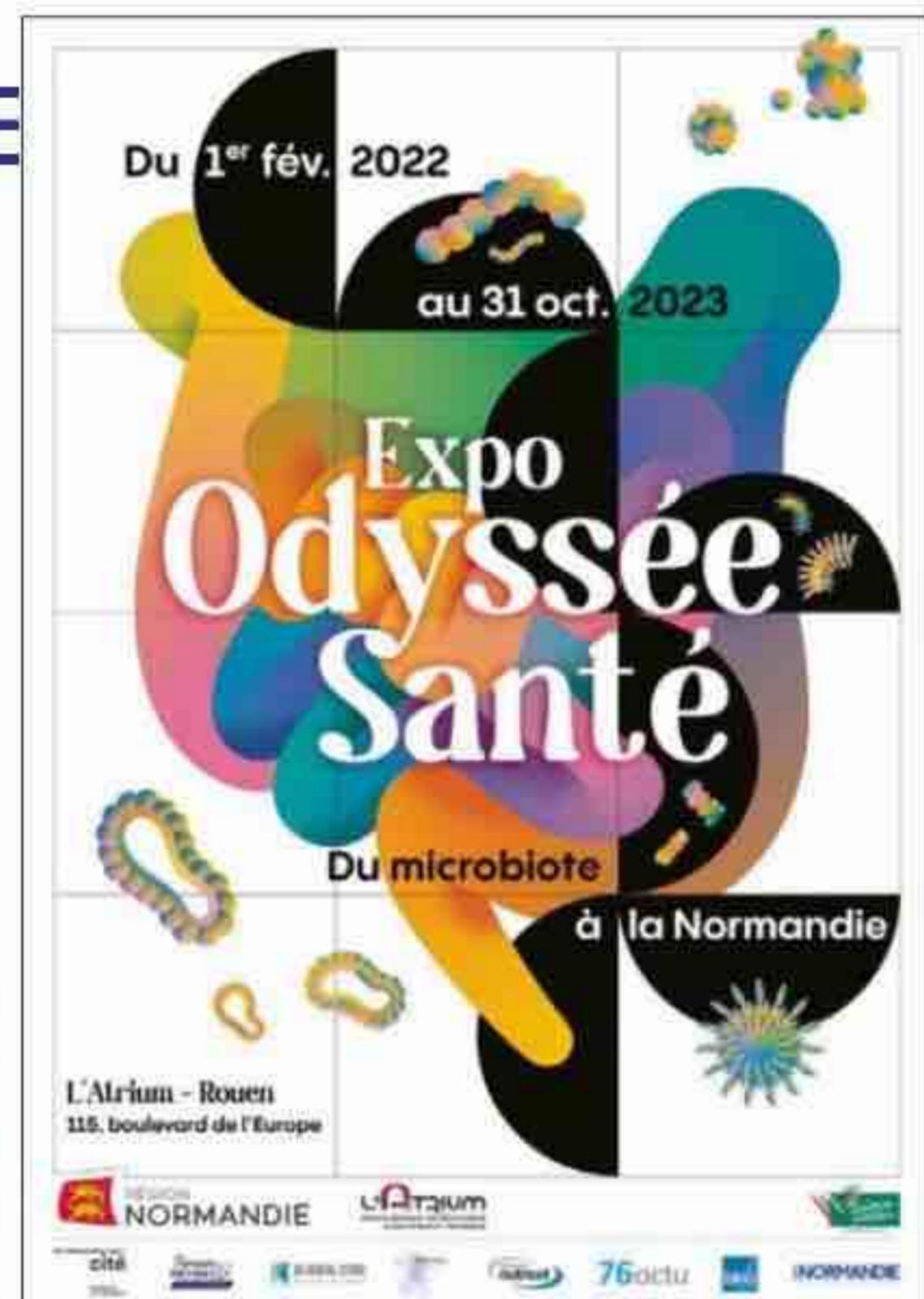
ROUEN

DU MICROBIOTE À LA NORMANDIE Le miracle de la digestion

Combien mesure un intestin ? Pour le découvrir, rendez-vous à l'Atrium de Rouen pour l'une des trois expositions sur le thème de la santé. « Microbiote, d'après *Le Charme discret de l'intestin* », est inspirée du livre éponyme de Giulia et Jill Enders, et s'ouvre sur une bouche géante. Le point d'embarquement idéal pour un voyage à l'intérieur de notre système digestif afin de comprendre les mécanismes à l'œuvre. Le parcours nous dévoile ainsi la composition et le rôle du microbiote intestinal, c'est-à-dire l'ensemble des micro-organismes

(bactéries et champignons) qui évoluent dans notre tube digestif. Au programme, images réelles, vidéos, organes à manipuler et installations interactives, telle une table d'autopsie virtuelle. On peut même nourrir le microbiote avec diverses bactéries ! Sans oublier des conseils pour améliorer sa digestion, de la composition de ses repas à la meilleure position pour aller aux toilettes !

« Du Microbiote à la Normandie », à l'Atrium (Rouen), jusqu'au 31 octobre 2023.
Tarifs : de 8 € (- 18 ans) à 13 €. Plus d'infos sur : <https://www.atriumnormandie.fr>



Via des vidéos ou des écrans tactiles, les visiteurs découvrent le surprenant microbiote intestinal, et son rôle crucial pour notre système immunitaire.

© Science Action Normandie

MOULINS

LA FABULEUSE AVENTURE ARCHÉOLOGIQUE DU DOCTEUR BAILLEAU À la recherche des fossiles

Les amateurs d'archéologie sont conviés à partir à la rencontre du docteur Guillaume-Joseph Bailleau (1830-1909). Médecin de campagne dans le département de l'Allier et pionnier de la vulgarisation archéologique, il se passionnait pour les modes de vie des hommes préhistoriques et les espèces animales éteintes, tel l'ours des cavernes. On visite son bureau rempli de documents et d'artefacts issus de sa collection personnelle, dont une défense de mammouth. On consulte la correspondance fournie qu'il entretenait avec des chercheurs. Et on apprend que c'est grâce à lui qu'ont débuté les fouilles sur le site de la grotte des Fées, à Châtelperron, foisonnant de silex taillés. Une découverte qui lui valut le surnom de « Docteur Silex » !



© Musée Anne de Beaujeu

« La fabuleuse aventure archéologique du docteur Bailleau », au musée Anne de Beaujeu (Moulins), jusqu'au 17 septembre 2023. Tarifs : de 3 € (- 18 ans et étudiants) à 5 €. Plus d'infos sur : <https://musees.allier.fr/>

Ce découvreur de la grotte des Fées avait notamment constitué une importante collection d'outils en silex.

Cinéma

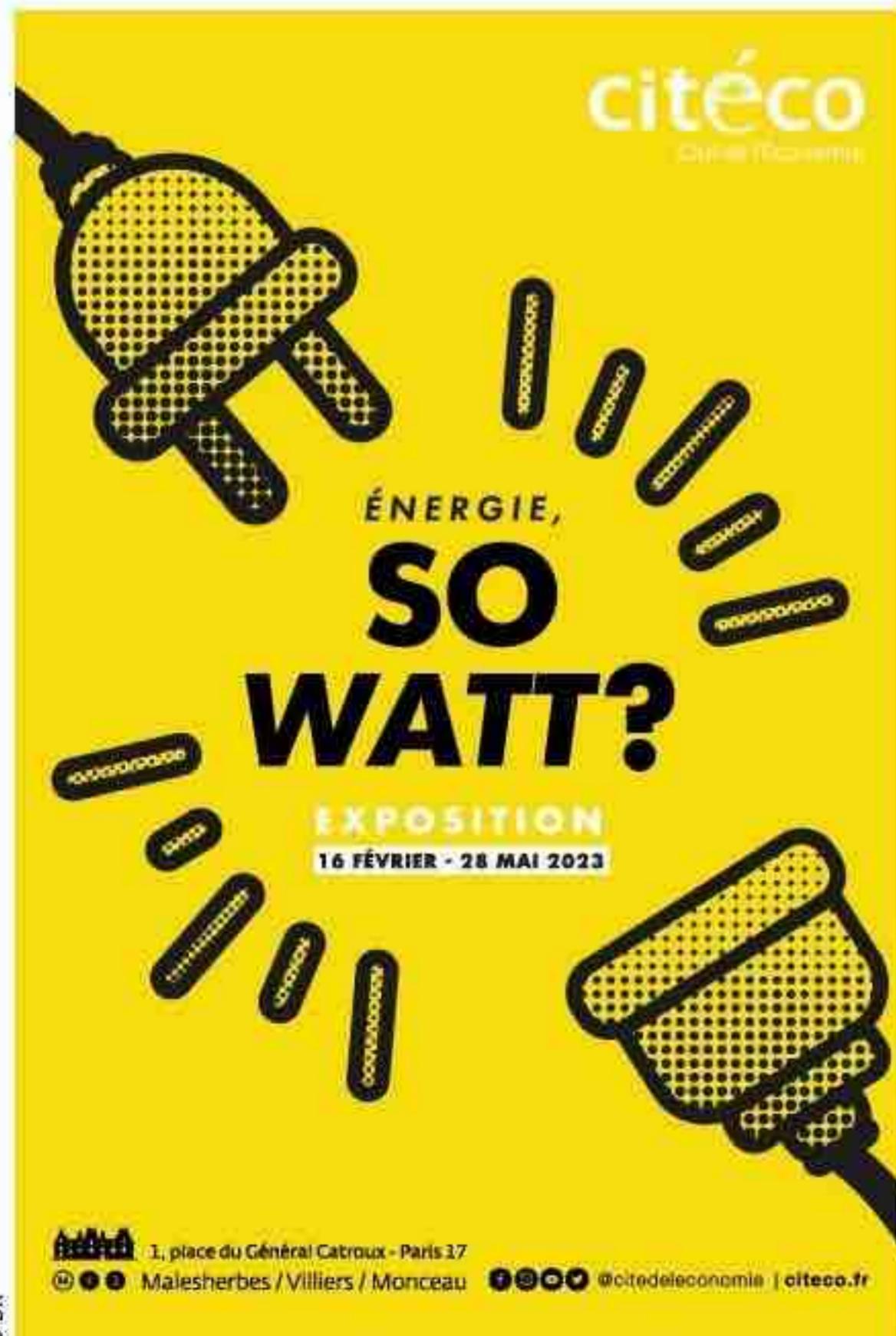
PAR ANTOINE
TRINH

PARIS

ÉNERGIE, SO WATT? Quelle est ta transition écologique ?

Conçue comme un jeu de rôle immersif, cette exposition offre l'opportunité de se glisser dans la peau d'un responsable politique, qui doit réaliser une transition énergétique réussie afin de lutter contre le dérèglement climatique. L'aventure débute dans la salle de briefing où, dans une vidéo, Jamy, l'animateur de l'émission de télévision *C'est pas sorcier*, expose la situation et les défis à relever comme, par exemple, atteindre la neutralité carbone en 2050. Pour remplir la mission qui lui est confiée, le visiteur écoute les témoignages des scientifiques, industriels, agriculteurs et consommateurs avant de répondre à des questions, et de prendre position sur des thèmes comme le nucléaire ou la sobriété énergétique. Après chacun de ses choix, il découvre les avis de ses concitoyens et, à l'issue du jeu, est invité à comparer son résultat avec ceux des autres participants. Alors, à vous de jouer !

« Énergie, so watt ? », à la Cité de l'économie (Paris), jusqu'au 28 mai 2023. Tarifs : de 5 € (-18 ans et étudiants) à 8 €. Plus d'infos sur : www.citeco.fr



Baleines à bosse



Bien Sur Productions - Le Collantif 54 - WLP - Wild Bunch International -
Echo Studio - Michel Merkt - 2022

FILM

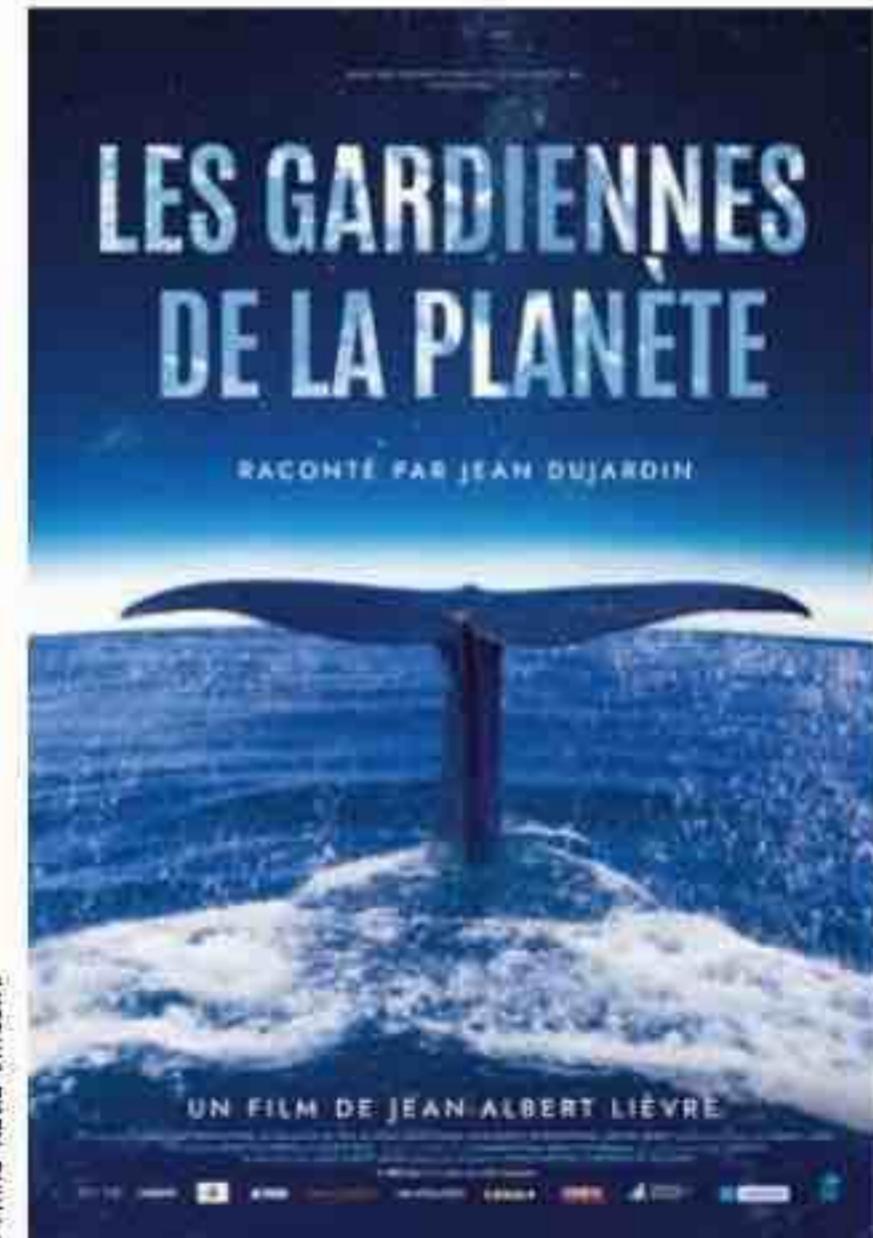
LES GARDIENNES DE LA PLANÈTE Plongée dans le monde des baleines

de Jean-Albert Lièvre, raconté par Jean Dujardin. Au cinéma.

Alors que des hommes se relaient pour remettre à l'eau une baleine échouée sur une plage de Normandie, une voix off nous raconte la vie de sa grande famille : les cétoques. Cette voix, c'est celle de l'acteur Jean Dujardin qui, durant 82 minutes, accompagne des prises de vue spectaculaires en immersion au plus près de ces mammifères marins : une femelle cachalot en train d'allaiter son petit, filmée au large de l'île Maurice, un accouplement entre deux baleines à

bosse ou encore des baleines boréales dans les eaux du Groenland. Pendant deux années de tournage aux quatre coins du monde, le réalisateur s'est appuyé sur des équipes locales de plongeurs afin de rassembler des images de plusieurs espèces à différents stades de leurs migrations. En plus des drones et des caméras, un système de perche a permis de filmer jusqu'à 8 m sous l'eau depuis un bateau, pour ne pas relâcher de bulles d'air qui auraient effrayé les baleines. Du grand spectacle.

Jean-Albert Lièvre, le réalisateur.



© Anna-Katia Vincent

BD & Livres

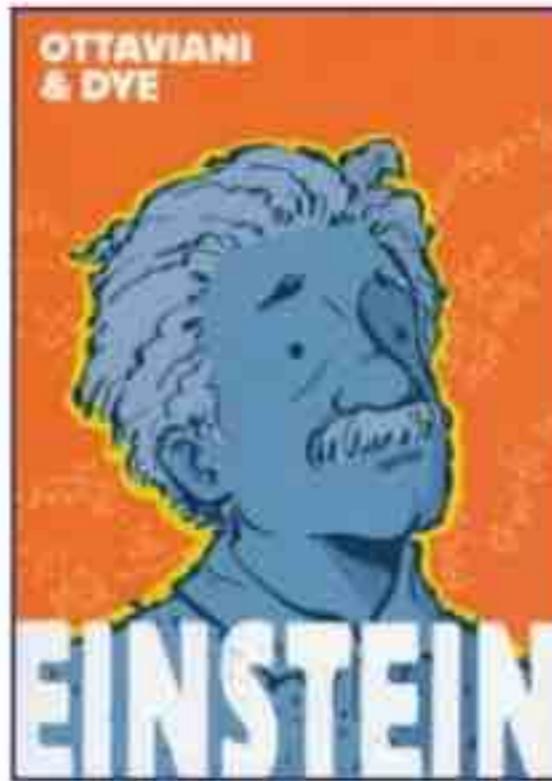
PAR PATRICK GAUMER (BD)
ET DELPHINE GASTON-SLOAN (LIVRES)

BIOGRAPHIE

EINSTEIN

de Jim Ottaviani (scénario), Jerel Dye (dessin) et Alison Acton (couleurs).
Traduit de l'anglais (États-Unis) par Clara Tomasini

Le savant le plus connu du monde !



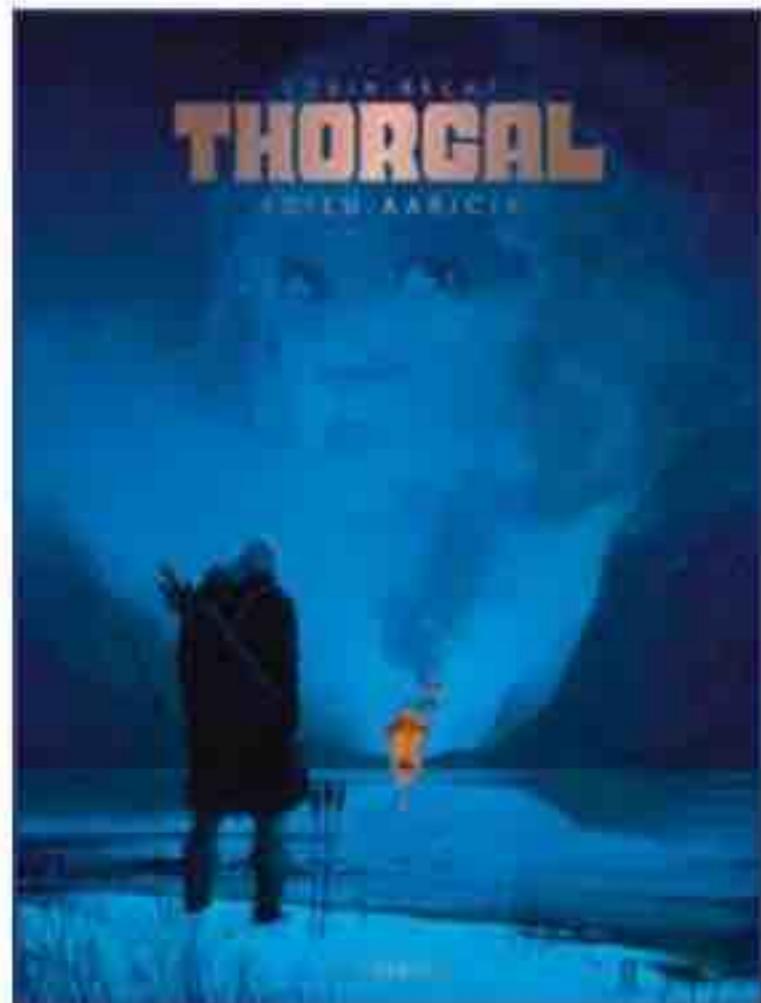
Vuibert,
304 pages, 24,90 €

On le qualifie, à juste titre, de génie. Le plus grand de tous les temps, diront certains. Une chose est sûre, il y a un avant et un après-Einstein, comme il y eut un avant et un après-Newton. Mais qui se cache derrière cette icône ? Un gosse rétif à toute autorité, colérique et effronté ? Un mari volage ? Un père plutôt absent ? Un pacifiste dont les travaux utilisés par d'autres aboutirent à la mise sur pied de la bombe atomique ? Ce portrait intime et scientifique s'attarde sur celles et ceux qui croisèrent sa route, le secondeurent ou, parfois, l'affrontèrent, sur ses doutes et intuitions qui le conduisirent progressivement à formuler l'équation $E=mc^2$, sa fameuse théorie de la relativité, qui changea notre perception du temps et de l'espace.

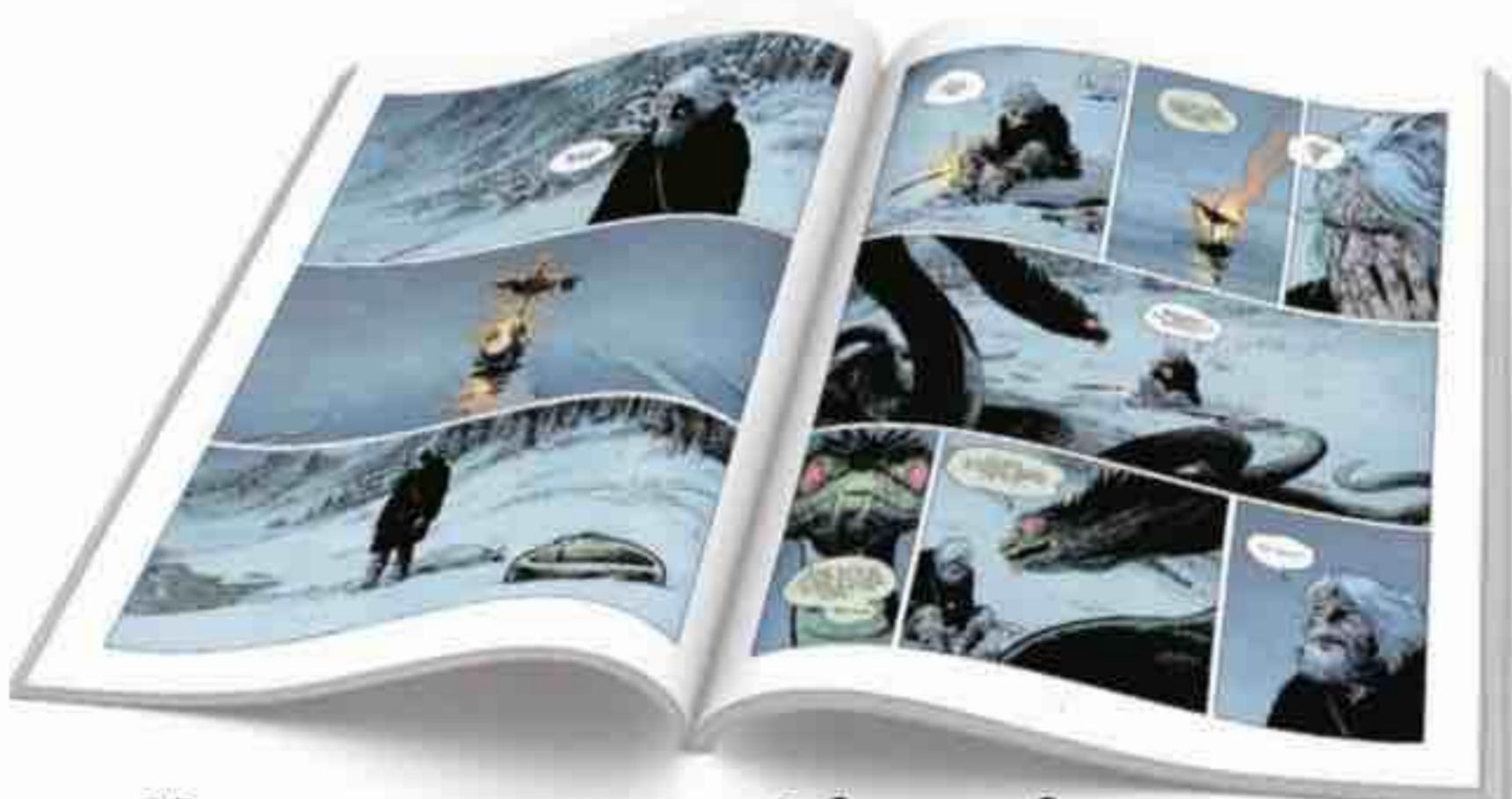
FANTASY

THORGAL, ADIEU AARICIA

de Robin Recht (scénario et dessin)
et Gaëtan Georges (couleurs),
d'après l'œuvre de Jean Van Hamme
et Grzegorz Rosinski



Le Lombard,
112 pages, 23,50 €



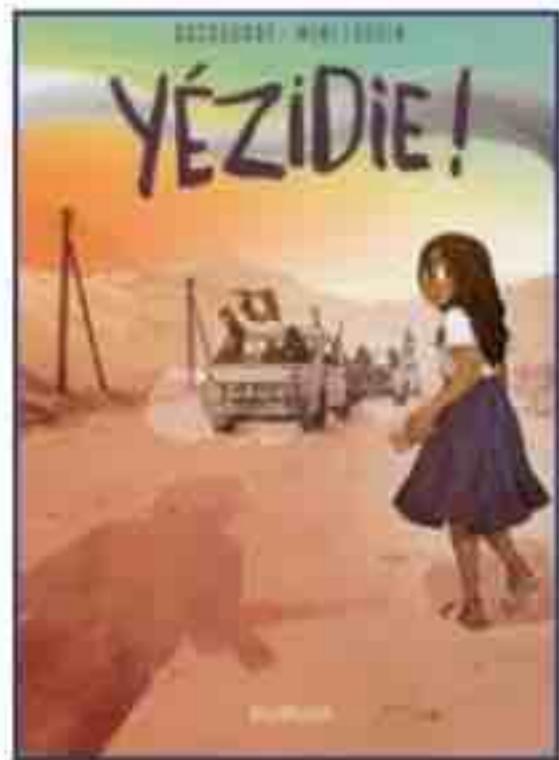
Les mythes ne meurent jamais

Son épouse Aaricia vient de mourir de vieillesse. Dévasté par la perte de la seule femme qu'il ait vraiment aimée, Thorgal se renferme sur lui-même. Et s'il possédait le pouvoir de revenir en arrière et de replonger dans ses tendres années, que ferait-il ? Le serpent Niddhog, incarnation du mal absolu dans la mythologie scandinave, lui propose ce marché de dupes. Le vieux Viking

cédera-t-il à la tentation ? Imaginant un beau et grand récit d'une centaine de pages, Robin Recht inaugure ici la toute nouvelle collection Thorgal Saga. L'auteur, que les amateurs de fantasy ont pu naguère croiser au détour d'un Conan ou d'un Elric, nous prévient : «J'avais envie de secouer cette série Thorgal qui m'avait tant plu et de provoquer un petit court-circuit.» Pari tenu.

HISTOIRE CONTEMPORAINE**YÉZIDIE !**

d'Aurélien Ducoudray (scénario)
et Mini Ludwin (dessin)

Libre comme le vent

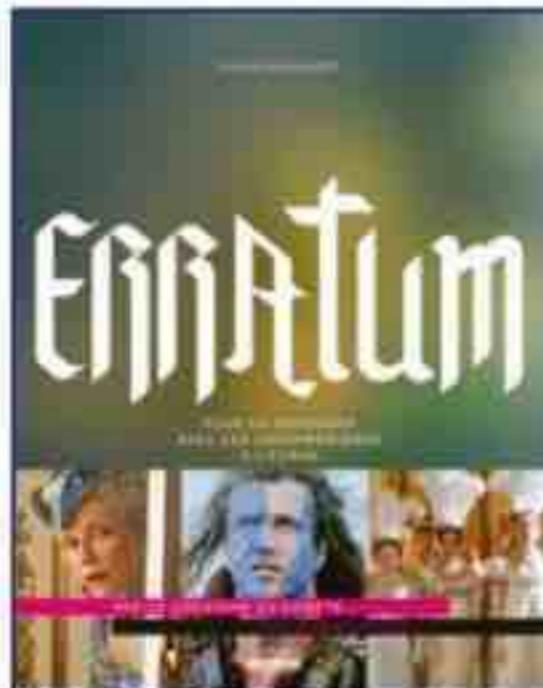
Dupuis, 144 pages, 14,95 €

Persécutée depuis des millénaires, la communauté kurdophone des Yézidis est devenue, au seuil des années 2010, l'une des cibles de Daech. Installée avec sa famille dans le nord de l'Irak, la jeune Zéré est enlevée et vendue comme esclave. Son seul espoir réside en une simple carte Sim conservée à l'insu de ses geôliers. Une autre captive lui pro

digue quelques conseils de survie. Ailleurs, l'oncle Ahmad s'active pour faire libérer les siens. Servi par le trait d'inspiration manga de Mini Ludwin, une autrice passée par l'animation et l'illustration jeunesse, Aurélien Ducoudray signe un récit tout en tension, alternant chronique adolescente et thriller implacable.

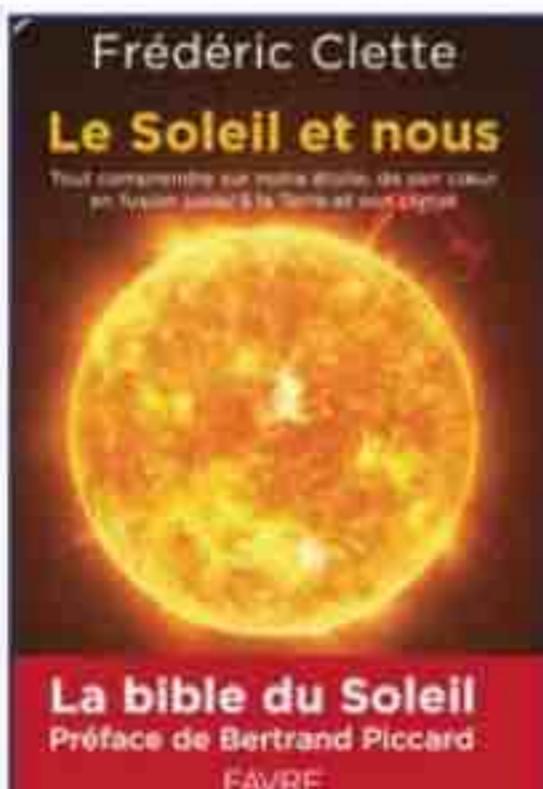
**BEAU LIVRE****ERRATUM**

de Julien Magalhães

Travail de sape

Éditions Gallimard,
collection Hoëbeke,
192 pages, 27 €

Pour qui aime le cinéma, les séries TV, l'histoire, la mode et l'humour. Le style de l'auteur est cocasse, on rit beaucoup. Il est à la hauteur de toute la cocasserie que ce spécialiste en histoire du costume décèle dans la fiction audiovisuelle et qui n'effleure pas le spectateur bêtard. Avez-vous été choqué de voir Dracula (dans le film de Coppola, 1992) avec un kimono de soie rouge brodé de dragons dorés ? Avez-vous remarqué dans la série *Reign* (l'adolescence de Marie Stuart au XVI^e siècle), l'usage généralisé des fermetures Éclair (invention de la fin du XIX^e siècle) ? Savez-vous pourquoi les Peaky Blinders arborent la coupe de cheveux *undercut* ? Nombre de titres y passent : *Spartacus*, *Les Visiteurs*, *La Reine Margot*, *La Chronique des Bridgerton*... Chaque fois, les absurdités sont pointées et les pendules remises à l'heure (avec des gravures, peintures d'époque), ce qui nous sort de l'ignorance sur des siècles de tendances vestimentaires. On en redemande, attendant une suite avec *Vikings*, *Outlander*, *Le Dernier Duel*...



Éditions Favre,
496 pages, 26 €

DOCUMENT**LE SOLEIL ET NOUS**

de Frédéric Clette

Le roi Soleil

Pas facile de s'attaquer à un sujet aussi vaste que le Soleil. Défi plus qu'honorables relevé par cet ouvrage qui balaye les champs de la vie et la mort de l'astre, son rôle de source d'énergie, toute la mythologie qu'il a inspirée, les dangers qu'il représente en même temps que ses bienfaits... On peine à trouver une question le concernant à laquelle il n'y aurait pas de réponse exhaustive. Si bien que les encadrés de synthèse, à la fin de chaque développement, permettent de fixer les informations. Le Soleil, merveille de notre quotidien, au point de ne plus y prêter attention, regagne ici en majesté à mesure que l'on fait plus ample connaissance.



BEAU LIVRE

LA GRANDE ENCYCLOPÉDIE DE L'HERBORISTERIE

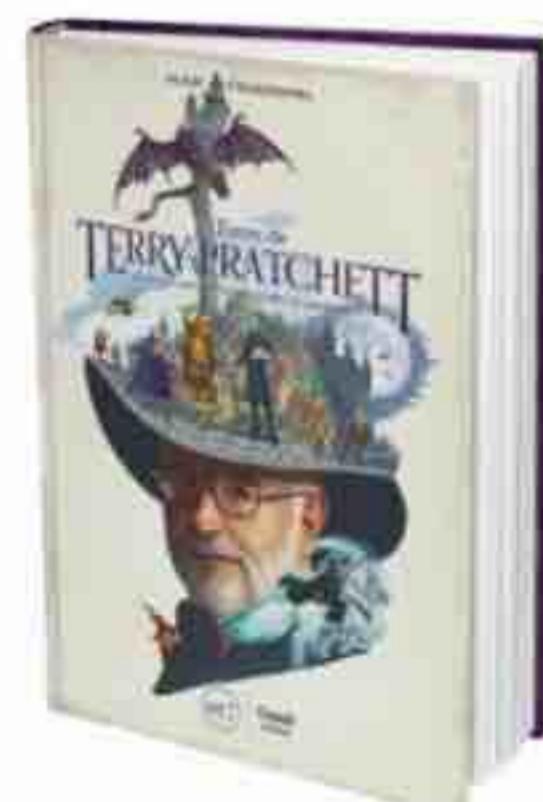
de Michel Pierre

Éditions EPA,
672 pages, 45 €

Se mettre au vert

L'envie de retour à la nature s'exprime aussi dans des pratiques médicinales ancestrales : la guérison (et la prévention) par les plantes. Pour les initiés ou les néophytes, ce genre de Vidal (ouvrage de référence en matière de médicaments) de la phytothérapie se découpe en deux parties, après avoir tracé un bref historique de son usage, dressé le panorama des substances actives des plantes, donné des conseils pour la récolte et la préparation. Dans un premier temps, un catalogue alphabétique des plantes nous les présente avec, entre autres,

leurs description, propriétés, utilisation et, pour la bonne idée, l'indication de leur empreinte écologique. De belles illustrations naturalistes d'aspect suranné égayent la lecture. Une tisane de feuilles d'artichaut pour réguler le cholestérol, une décoction de feuilles de framboisier pour faire passer la douleur des règles, l'application d'une lotion de rose trémière contre les piqûres d'insectes... Dans un second temps, des maux sont répertoriés (angoisse, conjonctivite, verrue...) et les solutions végétales pour y remédier sont indiquées.

Third Éditions,
320 pages, 29,90 €

DOCUMENT

L'ŒUVRE DE TERRY PRATCHETT

d'Aude Federspiel

Le monde d'après Pratchett

La fantasy est un genre littéraire (ou plus largement artistique, puisqu'il trouve aussi son expression au cinéma et dans l'illustration) dont l'imaginaire se nourrit de surnaturel, où les créatures féeriques évoluent dans un univers légendaire. La trilogie de Tolkien, *Le Seigneur des anneaux*, en est l'exemple canonique, mais elle est talonnée de près par *Les Années du Disque-monde* (41 tomes) de Terry Pratchett (1948-2015). Avis aux fans de l'auteur, cet ouvrage décrit et analyse en profondeur sa vie et son œuvre. Avis à ceux qui aspirent à la découvrir, ils pourront se familiariser tout en commençant, en parallèle, à la lire.

Comment ça marche

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

Relations collecteurs/libraires/écoles:

tél : 01 87 64 05 34, relation.partenaire@fleuruspresse.com

Tarif France 1 an : 58,80 €.

RETRouvez l'ensemble de nos publications
sur WWW.FLEURUSPRESSE.COM

Comment ça marche

est édité par

Unique Heritage Presse SAS

au capital de 500 000 €.

SIREN 338 412 463 RCS Paris

Adresse : 141, boulevard Ney -

75018 Paris.

Président et directeur de la

publication: Emmanuel Mounier.

Directrice générale médias:

Fleurus Presse: Juliette Salin.

Rédaction:

Karine Jacquet

(Rédactrice en chef),

Isabelle Duberset

(Rédactrice graphiste),

Béatrice Bon (Iconographe).

Ont collaboré à ce numéro:

Alienor Barency, Louna Esgueva,

Gisèle Foucher, Delphine

Gaston-Sloan, Patrick Gaumer,

Laurence Gay, Swali Guillemant,

Valérie Greffoz, Clémentine

Laurens, Julia Negroni, Benjamin

Robert, Antoine Trinh, Muriel

Valin, Jacqueline Voyant.

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).

Opérations spéciales:

Yann Grolleau (Directeur),

Contacts:

prenom.nom@uniqueheritage.fr

Fabrication:

Créatoprint, tél: 06 71 72 43 16

Impression:

Arti Grafiche Boccia S.p.A.

84131 Salerno (Italie)

Papier: origine Finlande,

taux de fibres recyclées: 0%,
certification: PEFC 100%,eutrophisation: Ptot 0,005 kg/
tonne.

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 parFuture Publishing Limited.
www.futureplc.comComment ça marche
est une marque déposée de
Unique Heritage Media.

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

STARSHIP TROOPERS

Engagez-vous, qu'il disait

Un roman controversé, jugé va-t-en-guerre. S'il suit l'initiation d'un jeune homme dans l'armée et ses premières expériences sur un théâtre d'opérations, il doit aussi être lu comme une réflexion universelle sur le sens de l'engagement et les devoirs du citoyen.

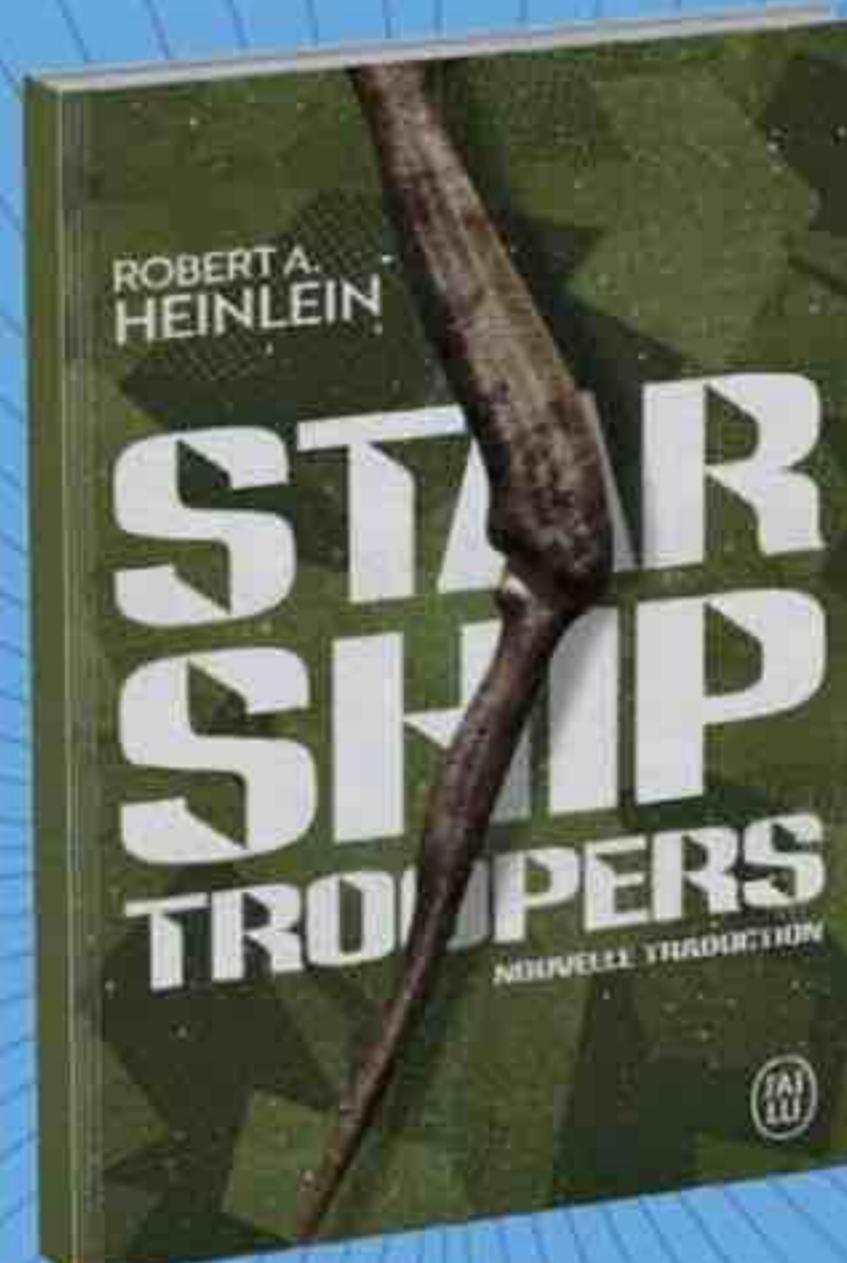
Par Delphine Gaston-Sloan

L'histoire

Depuis que les régimes se sont effondrés à la fin du XX^e siècle, la Terre est gouvernée par une Fédération, lancée dans la colonisation d'autres planètes. Sitôt sorti du lycée, plus par rébellion contre son père que par réel patriotisme, Johnnie Rico s'engage dans l'Infanterie mobile, unité la plus dangereuse, pour effectuer son service militaire. Au cours de ses classes, la situation politique dégénère et il est envoyé combattre la redoutable armée arachnide.

Le contexte

Lorsque Heinlein l'écrit en 1958, les États-Unis sont en guerre froide contre l'URSS et, farouchement opposé au communisme, il voit d'un mauvais œil l'éventualité que son pays cesse ses essais nucléaires. Ses prises de position publiques sont critiquées et il réplique avec *Starship Troopers*, où il peut longuement développer ses convictions politiques et militaires, par la voix de son héros Rico, qui s'exprime à la première personne.



de Robert A. Heinlein,
roman américain publié en 1959,
d'abord intitulé en France
Étoiles, garde à vous! (1974)

Les adaptations

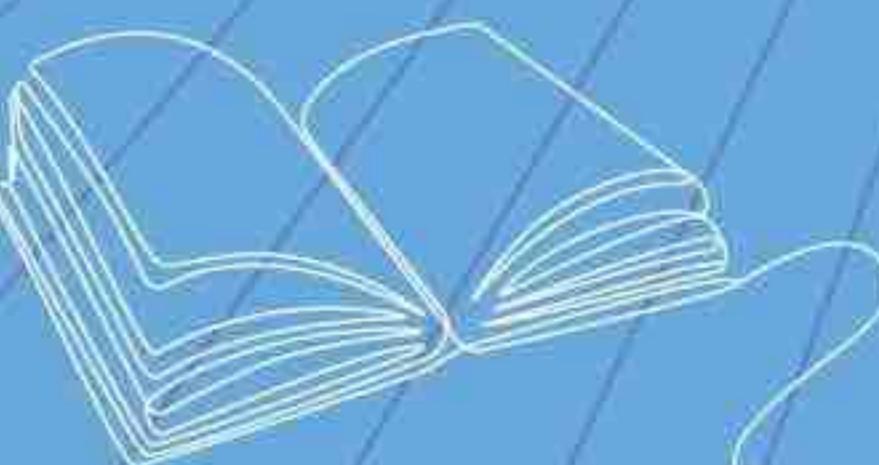
Paul Verhoeven (*Total Recall*, *Basic Instinct*) ne cache pas son désamour pour le roman. Pourtant, il s'en sert de base narrative pour réaliser un film satirique (1997), pourfendeur de l'impérialisme américain et même du militarisme propagandiste de Hollywood. Incompris à l'époque, jusqu'à être jugé néonazi par certains, son *Starship Troopers* fait un flop. Il a, depuis lors, été réhabilité, reconnu pour ce qu'il est: une parodie, à prendre au second degré.

L'auteur

Né en 1907, il se destine à la Marine, mais la quitte au bout de cinq ans pour raisons de santé. Après avoir repris des études de physique et tenté la voie politique, il entre en 1939 dans la carrière d'écrivain. Sa nouvelle publiée dans le magazine incontournable *Astounding Science-Fiction* ouvre le cycle de prospective scientifique, *Histoire du futur* (1939-1950). *Sixième Colonne* (1941) et *Starship Troopers* (1959) lui collent une étiquette militariste. À ce paradoxe près qu'*En terre étrangère* (1961) est devenu le livre culte des hippies, en prônant l'amour libre! *Starship Troopers* et *En terre étrangère* sont lauréats du prestigieux prix Hugo, après *Double Étoile* (1956) et avant *Révolte sur la Lune* (1966). Heinlein a aussi écrit pour la jeunesse (*La Planète rouge*, 1949). Il meurt en 1988.

Ses prémonitions

Au combat, Rico et ses frères d'armes sont équipés de combinaisons augmentées, permettant de bondir par-dessus des maisons et décuplant leurs sens, force, endurance, connaissance du terrain. Elles ont nourri l'imaginaire de tous les créateurs de super-armures qui ont succédé à Heinlein dans la SF (*Iron Man*, 1963), mais aussi, dans la réalité, la recherche en matière d'exosquelettes motorisés. En 1965, l'ingénieur américain Ralph Mosher commençait à travailler sur un prototype, Hardiman, combinaison mécanique composée de bras et de jambes, ambitionnant de multiplier la force par 25. Ce fut un échec.



DÉCOUVREZ AUSSI...

**3€
50**

Les Cahiers de **RÉPONSE À TOUT**

Hors-série n°3

JEUX!

Spécial cuisine

100 % MOTS FLÉCHÉS

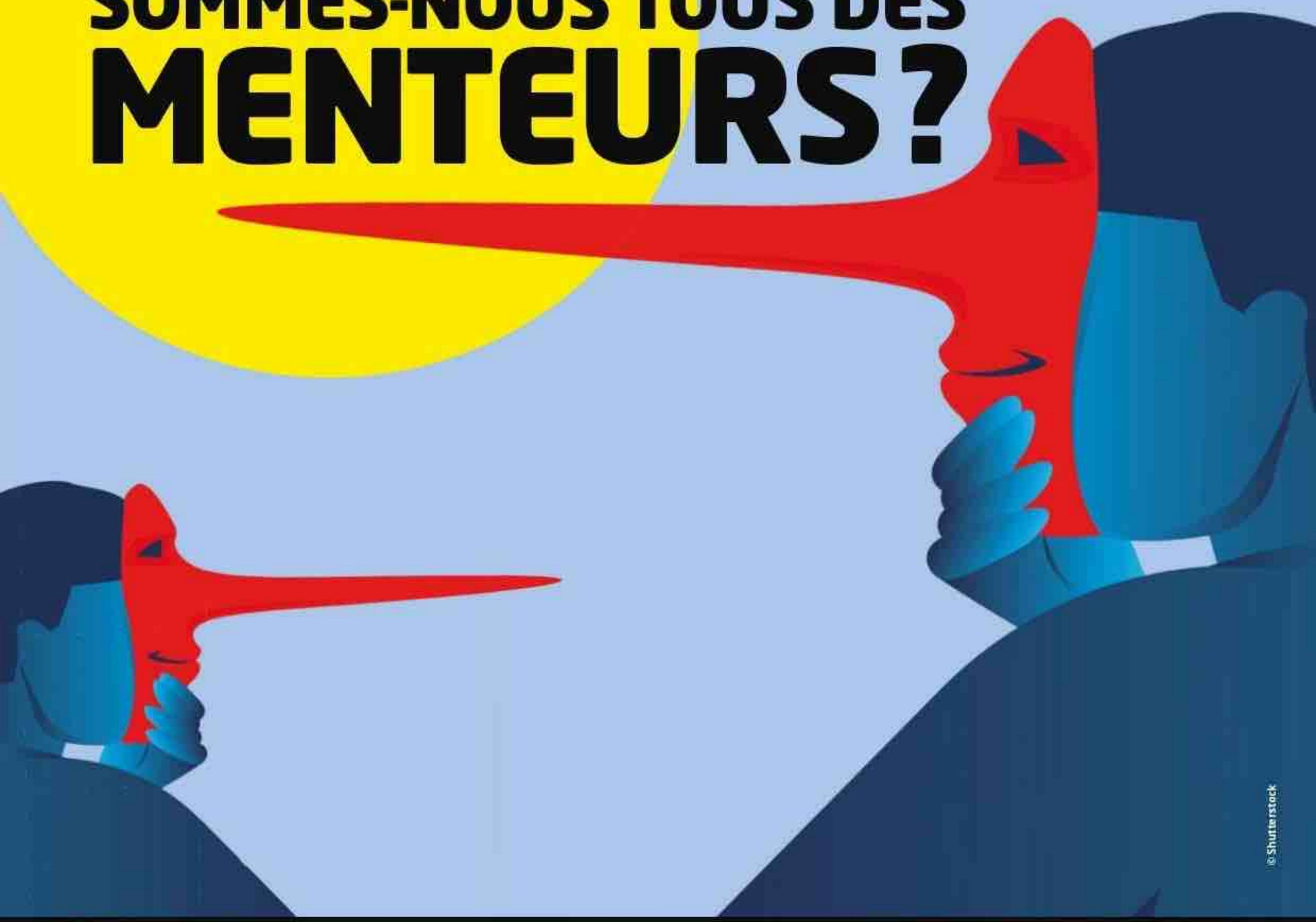
**100 %
MOTS FLÉCHÉS**

FORCES 1 2 3 4

UNIQUE
HERITAGE
MEDIA

EN VENTE CHEZ VOTRE MARCHAND DE JOURNAUX

SOMMES-NOUS TOUS DES MENTEURS?



© Shutterstock

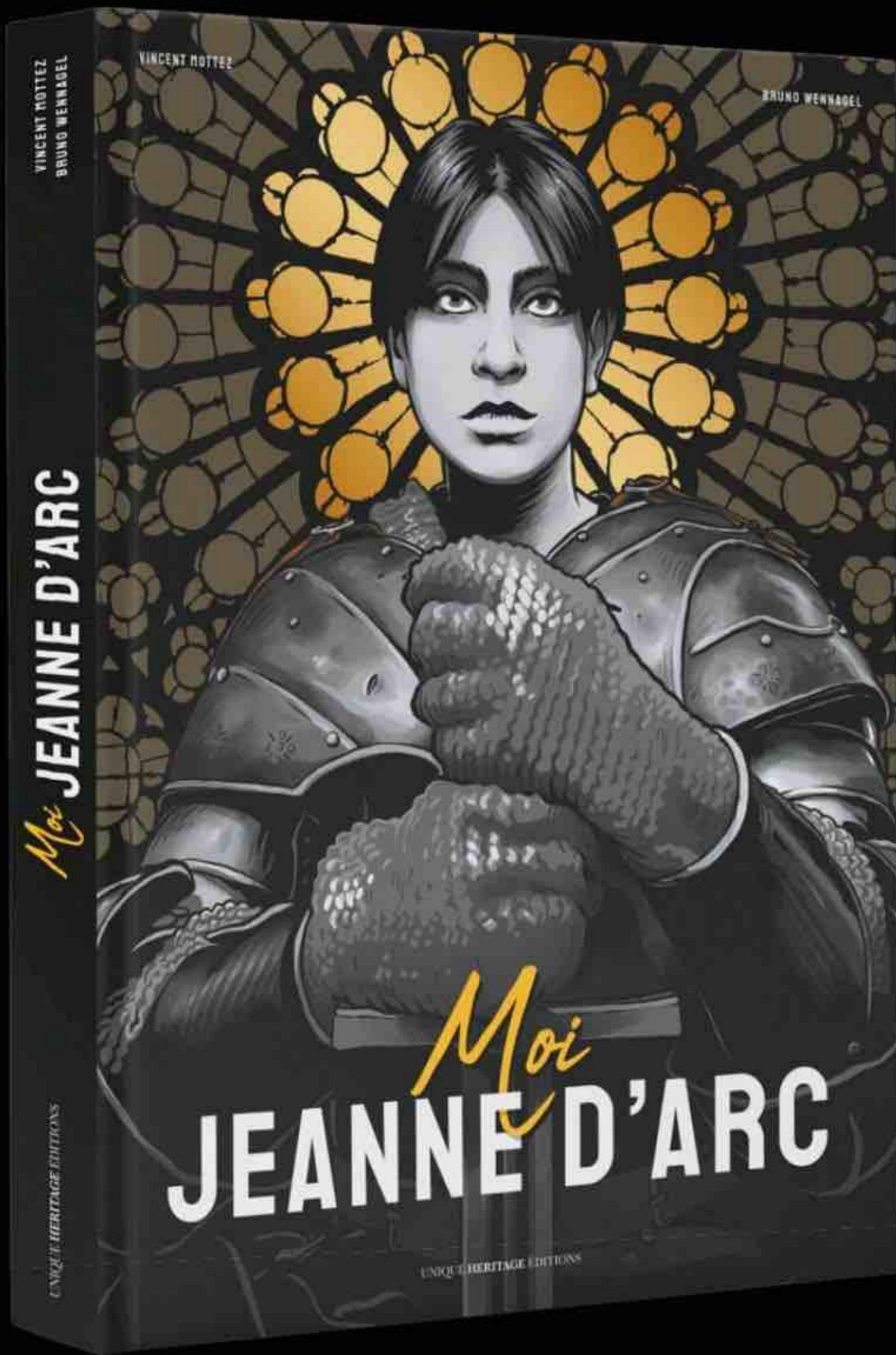


- DÉCRYPTER: LES SECRETS DE LA CHAUSSURE DE RUNNING
- OBSERVER: LA NATURE À L'ÈRE DU CARBONIFÈRE

- EXPLORER: COMMENT RESPIRER DANS L'ESPACE?
- INNOVER: *McBOATFACE*, LE SOUS-MARIN DES EAUX POLAIRES

- RACONTER: LA FABULEUSE HISTOIRE DU JEU D'ÉCHECS
- AGENDA: CINÉ, JEUX VIDÉO, BD, LIVRES, EXPOS...

DISPONIBLE EN LIBRAIRIE



LE PREMIER ROMAN GRAPHIQUE
CONSACRÉ À LA PLUS CÉLÈBRE HÉROÏNE DE
l'Histoire de France