

# JUNIOR

LA SCIENCE  
EST UN JEU VIDÉO

**NOUVEAUX  
RENDEZ-VOUS**

BD DU FUTUR  
LES CHERCHEURS  
RÉPONDENT À VOS  
QUESTIONS...



MISSION JUICE  
Traquer la vie  
sur les lunes de Jupiter



TIKTOK  
Bientôt interdit ?

> LOUP, BALEINE, LOUTRE, TAPIR...

COMMENT  
ILS SAUVENT  
LA NATURE!

BEL.: 5,50€ - ESP.: 5,70€ - GR.: 5,70€ - DOM.S.: 5,70€ - DOM.A.: 6,40€  
ITA.: 5,70€ - LUX.: 5,50€ - PORT.CONT.: 5,70€ - CAN.: 8,95\$CAN  
MAR.: 6,00\$ - TOM.S.: 8,80\$CP - TOM.A.: 16,00\$CP - CH.: 8,50\$S - JUM.: 10DTU

L 15505 - 406 S - F: 5,70 € - RD

REWORLD MEDIA



# MISSION POLAIRE

• L'EXPOSITION  
INTERACTIVE



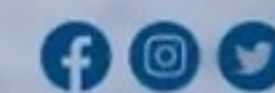
## OCEANO MONACO

MUSÉE OCÉANOGRAPHIQUE

**Embarque pour une Mission Polaire** au Musée océanographique de Monaco ! Glisse-toi dans la peau d'un reporter à la découverte du pôle Nord et du pôle Sud. Tu seras ébloui par la richesse des mondes polaires, comprendras pourquoi ils sont en danger et comment les protéger. Sois prêt à vivre le grand frisson dans la salle « Immersion » et ses projections grandioses. L'exploration peut commencer !

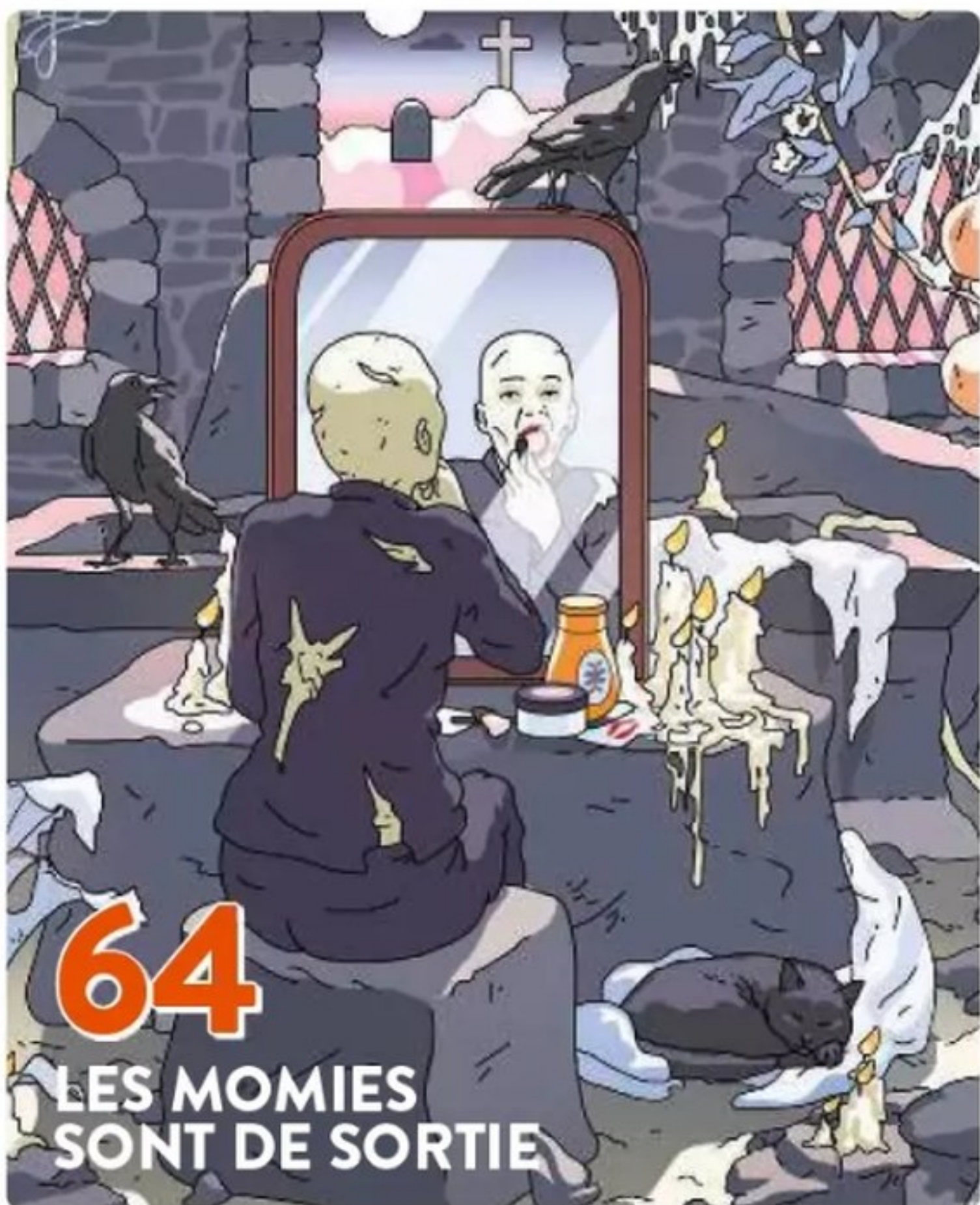


Je m'informe



@oceanomonaco  
oceano.org





**64**  
LES MOMIES  
SONT DE SORTIE

ANDREAS TEICHMANN/LAIF-REA



PLEIN  
LES  
YEUX  
**06**  
DES  
VÉLOS  
EN ROUE  
LIBRE

## - QUOI DE NEUF?

- 14** En bref
- 24** La science des ricochets
- 26** Des nouvelles du futur
- 32** TikTok, ennemi public n° 1?
- 36** Instantanés
- 42** Comment Juice va décrocher les lunes

## - JOURNAL DE L'ÉTRANGE

- 59** L'histoire du mois, Sur le vif, etc.

## - QUESTIONS & RÉPONSES

- 69** Questions & Réponses
- 74** C'est quoi, cette bestiole?
- 76** Pop Science

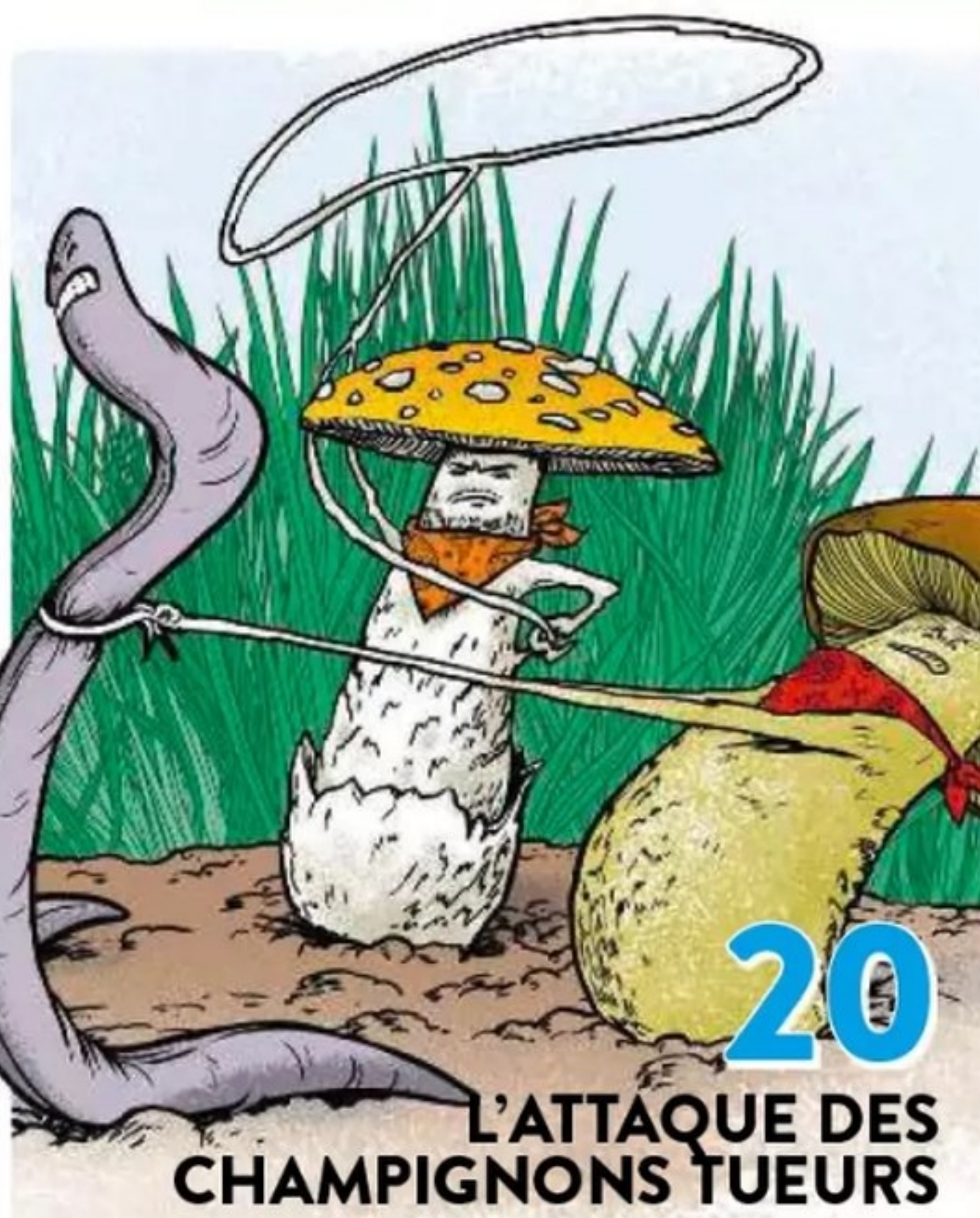
## - À VOUS DE JOUER!

- 79** Vous allez aimer
- 84** 10 pépites de science sur YouTube
- 88** La science est un jeu vidéo
- 90** Innovez
- 94** Courrier
- 96** On a oublié de vous dire...
- 98** Mois prochain



DOSSIER  
**46**  
LES SAUVEURS  
DE LA NATURE

OLIVIER LAUDE POUR SVJ



**20**  
L'ATTAQUE DES  
CHAMPIGNONS TUEURS

CLAUDE VANNI



**72**  
VOS  
QUESTIONS À  
JUSTIN  
SARGENTI

Merci pour l'accueil enthousiaste que vous avez réservé à nos nouvelles rubriques : « Des nouvelles du futur », « La science est un jeu vidéo » et « Vos questions à... ». Vous les retrouverez tous les deux mois dans SVJ !

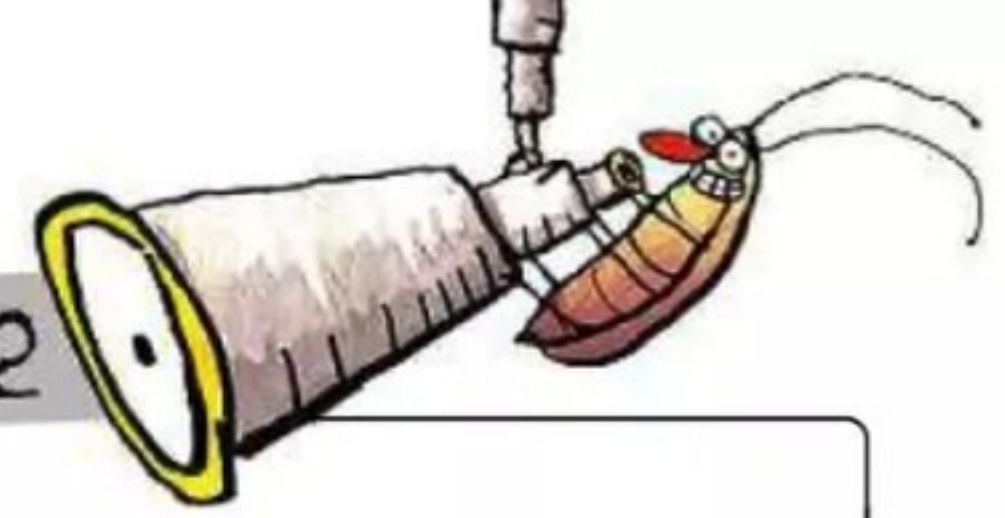
## - BD

- 4** Cucaracha
- 68** Silicium Vallée
- 77** Trou de mémoire
- 99** Zéropédia



Encart abonnement jeté sur les exemplaires de la vente au numéro. Diffusion : France métropolitaine, Suisse et Belgique.  
Recevez *Science & Vie Junior* chez vous. Offres d'abonnement p. 23 et 93. Vous pouvez aussi vous abonner par téléphone au 01 46 48 47 85. Prix de l'abonnement : 62,40 € les 12 numéros.  
Couverture : Illustrations Marc Da Cunha Lopes pour SVJ, Michel Saemann pour SVJ. Photomontage : B&B pour SVJ.





CES DERNIERS TEMPS, LES ZOMS PRENNENT CERTAINES EXPRESSIONS UN PEU TROP AU PIED DE LA LETTRE.



ET NOUS, DANS TOUT ÇA?

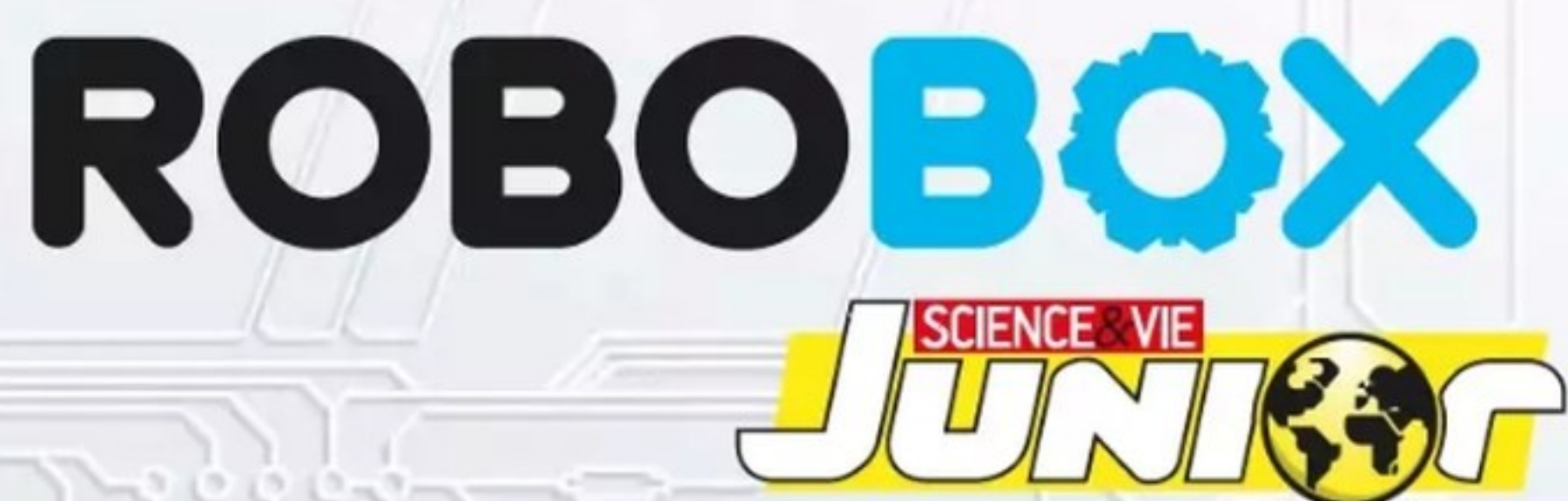
PEUT-ÊTRE POURRIONS-NOUS DEVANCER LEURS DÉSIRS POUR ATTIRER LEUR SYMPATHIE!



RATÉ ILS CROIENT QU'ON SE FICHE DE LEUR POIRE!







# LA MÉTHODE D'APPRENTISSAGE de la robotique à domicile !

**CODAGE  
ROBOTIQUE  
PROGRAMMATION**

n'auront plus de  
secret pour vous !



**Abonnement de  
3, 6 ou 12 mois**

TOUTES NOS OFFRES SUR [ROBOBOX.FR](http://ROBOBOX.FR)





# DES VÉLOS EN ROUÉ LIBRE!



Deux roues, un guidon, un pédalier...  
et en route pour l'aventure, avec ces cyclistes  
déjantés et leurs engins hors du commun!

Léon Geoni





### **PASSAGE EN TROMBE**

Attention, engin roulant non identifié ! Sur cette piste d'atterrissage du Yorkshire, en Grande-Bretagne, Neil Campbell s'entraîne pour un défi complètement dingue : devenir l'homme le plus rapide sur un vélo. Il a lui-même construit cet engin, d'une valeur de 17 000 euros, et a mis au point une stratégie imparable. Dans un premier temps,

il se fait tracter par une Porsche à l'aide d'un câble. Puis, Campbell se détache de la voiture et profite de son effet d'aspiration pour atteindre une vitesse de pointe astronomique. Il déploie ensuite un parachute pour ralentir. Et il a réussi son pari : en août 2019, il a été chronométré à 280,5 km/h. Le record... pour un homme ! Car la plus rapide au monde sur un vélo, c'est l'Américaine Denise Mueller-Korenek, flashée à 296 km/h en 2018 !





### IL RAYONNE DANS LES BUTS

Le cycle-balle, c'est du foot à vélo. Les joueurs, par équipe de deux, se font des passes et tirent à l'aide de leur roue avant. L'un d'eux est « goal volant » (enfin, plutôt roulant) et peut effectuer des arrêts à la main. Bien entendu, il est interdit de poser le pied au sol. Ce sport a été créé en 1893, aux États-Unis : on a du mal à imaginer à quoi ressemblait les matchs sur les vélos lourds et raides de l'époque. Aujourd'hui, les joueurs utilisent un « fixie », léger, sans frein ni vitesses. Son guidon en fourche permet de le « cabrer » aisément afin d'effectuer des frappes et dribbles insensés !



COMME SUR  
DES  
ROULETTES!





### UN TOUR DE GRANDE ROUE

Bienvenue dans l'univers sens dessus-dessous de la compagnie de théâtre Ziganime. À partir de vieux vélos, de bouts de ferraille et d'une bonne dose d'inventivité, elle met au point des engins loufoques, avant de les offrir en spectacle : double vélo, vélo en accordéon, etc. Celui de la photo s'appelle le Salto et permet d'avancer même avec la tête en bas. Renversant... mais seulement pour des acrobates entraînés, sinon gare à la chute !

JEAN-JACQUES BAUSWEIN

### VRAIMENT TOUT TERRAIN

Le poisson-bicyclette est un étrange animal marin. À l'aide de ses deux roues, il se déplace très lentement au fond de l'eau, guettant sa proie... Blague à part, ce drôle de plongeur est l'Italien Vittorio Innocente. Il détient le record du monde du trajet à vélo le plus profond sous l'eau, établi à 66,5 mètres en 2008. Certes, les grincheux feront remarquer que son VTT était lesté avec du plomb... mais faites mieux que lui, pour voir !



ANDREAS TEICHMANN/LAIF-REA





### EN AVANT, JOUTE!

Qui se douterait que cette scène se déroule à New York? Comme dans un tournoi de chevaliers du Moyen Âge, le but ici est de faire tomber son adversaire de sa « monture » (constituée de deux cadres de vélos superposés). L'extrémité des perches est rembourrée pour éviter les chocs trop violents, même si, vu la hauteur de la selle, les chutes peuvent occasionner quelques blessures. Ce tournoi constitue la principale attraction d'un événement complètement timbré : le Bike Kill.

Il est organisé une fois par an, dans une ambiance chaotique mais amicale, par le Black Label Bike Club, un club de vélo créé en 1992 dans l'État du Minnesota. Ses membres promeuvent une culture alternative et se distinguent par leurs vélos déjantés et leur mode de vie *underground*, anticonformiste. Un peu à la manière des motards, le club comporte différentes branches, appelées chapitres, en Californie, au Texas, en Suède. Il y a même un chapitre Nowhere (« nulle part »), destiné à accueillir ceux qui ne se sentent appartenir à aucun lieu.





# PNEUS CHEVALIERS ET JANTES DAMES



TOD SEELIE



# IL EN BAVE DES ROUES DE CHAPEAU!



## TRÈS GRAND BRAQUET

Ici, l'effort est à la hauteur du vélo ! Ce drôle d'engin est un « grand bi ». Inventé par un artisan français, il se distingue par son énorme roue avant et sa minuscule roue arrière. Il était très populaire à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, car il permettait d'atteindre une vitesse de pointe élevée... au prix d'une débauche d'énergie car il faut appuyer très fort sur les pédales pour le faire avancer. Le grand bi est de nouveau mis à l'honneur à Londres depuis 2007, un jour par an, lors d'une course organisée autour du Smithfield Market. Ce participant à l'édition 2013 a eu beau donner le maximum, il n'a malheureusement pas remporté l'épreuve...





### ON A OUBLIÉ L'ANTIVOL!

Le moyen de transport du futur? Pas sûr! Conçu par des ingénieurs tchèques, ce «vélo volant» doté de six hélices a été testé pour la première fois en public en 2013. Mais il y a des hics... D'abord, il n'est pas piloté par son conducteur (ici, un mannequin) mais à distance, comme un vulgaire drone. Les pédales ne servent pas à faire avancer l'engin en l'air, juste à le déplacer au sol. De plus, il n'a que cinq minutes d'autonomie. Enfin, personne n'a de nouvelles du projet depuis 2013. Dommage!

SIPA

### ÉCHAPPÉE BELLE

Moins rapide que le jet-ski... mais bien plus écologique! Ces promeneurs du lac Majeur, entre la Suisse et l'Italie, semblent en tout cas apprécier la balade. Leurs destriers? Des vélos classiques fixés sur des flotteurs gonflables. L'inventeur de ce système est l'Italien Roberto Siviero. Son Shuttle Bike Kit comprend tout d'abord un socle en fer, sur lequel est positionné le vélo. La roue arrière est reliée à une dynamo, qui alimente une hélice fixée au niveau de la roue avant. Sur les côtés, deux bouées assurent la flottaison de l'ensemble. Commercialisé dans 60 pays et facile à transporter, le kit est accessible à tous... à condition de déboursier 1400 euros. Ça vous tente? \*



SIPA



LE MAIRE DE LA VILLE DE PORTOFINO, EN ITALIE, QUI VEUT ÉVITER LES RISQUES LIÉS AUX GRANDS RASSEMBLEMENTS DE FOULE.



PARIS

# LE CIMETIÈRE OUBLIÉ

À l'occasion du percement d'une sortie pour la station de RER Port-Royal, à Paris, des spécialistes de l'Inrap (Institut national de recherches archéologiques préventives) ont creusé le sol en janvier dans l'espoir de trouver des vestiges. Coup de chance ! Ils ont déterré un crâne avec, dans la bouche, une pièce datant de l'an 125. À l'époque, Paris s'appelait Lutèce et faisait partie de l'Empire romain. Cette découverte

révèle une partie inconnue du plus grand cimetière de Lutèce - situé alors à l'extérieur de la ville car on n'enterrait pas les morts dans la cité des vivants -, qui est plus étendu qu'on ne l'imaginait. Les archéologues ont mis au jour 50 sépultures gallo-romaines, contenant parfois des chaussures en offrandes... l'une d'elles en comptait cinq paires ! Autre surprise, les tombes n'étaient pas disposées parallèlement mais dans tous les sens. Certaines étaient même

superposées, se recoupant les unes les autres. Les fouilles terminées, tous les ossements ont été envoyés en labo pour les dater, identifier leurs origines voire leurs maladies. De quoi en apprendre davantage sur les conditions de vie des Lutéciens de l'époque. Seul regret : les archéologues pensent que ce cimetière s'étend bien plus loin sous le trottoir et les immeubles du quartier. Mais pas question de casser la chaussée pour étendre les fouilles ! E.D.





MATTHEW MODOONO/NORTHEASTERN UNIVERSITY

## PERROQUETS

# PROS DE LA VISIO

Les perroquets peuvent-ils communiquer en visio ? Pour le savoir, des chercheuses américaines et anglaises ont mené une expérience sur 18 d'entre eux. Dans un premier temps, les propriétaires des oiseaux leur apprenaient à sonner une cloche, récompense à la clé. Ils étaient ensuite encouragés à taper ou à montrer la photo d'un oiseau sur une tablette avec leur bec pour lancer un appel vidéo avec lui (photo

à gauche). Dans cette deuxième phase, il n'y avait plus de récompense. Dès que les perroquets sonnaient la cloche, leur maître amenait la tablette, et ils pouvaient choisir entre deux ou trois oiseaux à appeler. L'expérience fut un succès ! Sur les 147 appels menés, les volatiles ont interagi avec leur interlocuteur - en dansant, chantant ensemble, en allant chercher leurs jouets... - et ont souvent profité de l'échange jusqu'à sa durée maximale (cinq minutes). Certains ont même tissé des liens privilégiés. Comme « P10 », un mâle de l'espèce toui, qui s'envolait au loin dès qu'un appel commençait, mais revenait devant l'écran quand il s'apercevait que l'appel venait de « P9 », un jeune mâle de l'espèce calopsitte. Trop adorable ! H.G.

## INNOVATION

# VENDRE LA PEAU DE L'OURS

La scientifique Trisha Andrew et ses collègues de l'université du Massachusetts (États-Unis) ont fabriqué des moufles adaptées au froid extrême en s'inspirant de la peau des ours blancs. Ces derniers ont en réalité une peau noire pour retenir la chaleur. Par-dessus, leurs poils, translucides et creux, agissent comme des fibres optiques : la lumière blanche se propage à l'intérieur en se réfléchissant sur les parois, lui permettant d'atteindre rapidement la peau. Les poils les plus courts forment un duvet isolant, conservant la chaleur

du corps. L'équipe a reproduit ces caractéristiques via de nouveaux matériaux : leur tissu bio-inspiré serait 30 % plus léger que du coton tout en étant 10 °C plus chaud. Trisha voudrait maintenant concevoir des matériaux imitant « des peaux rafraîchissantes ». Une solution au poil pour un futur où le climat se réchauffe ! Louise Sudour



LOUISE SUDOUR POUR SVJ

## TONNERRE DE BREF!

**/// Feinte mortelle ///** Sur l'île Kangourou (Australie), en explorant les nids d'opossums et de chauves-souris, des chercheurs ont découvert une colonie de *Polyrhachis femorata*. Toutes les fourmis

semblaient mortes, jusqu'à ce que l'une d'entre elles s'anime. Feindre la mort est une stratégie de défense connue, mais rare chez les fourmis, et jamais observée à l'échelle de toute une colonie !



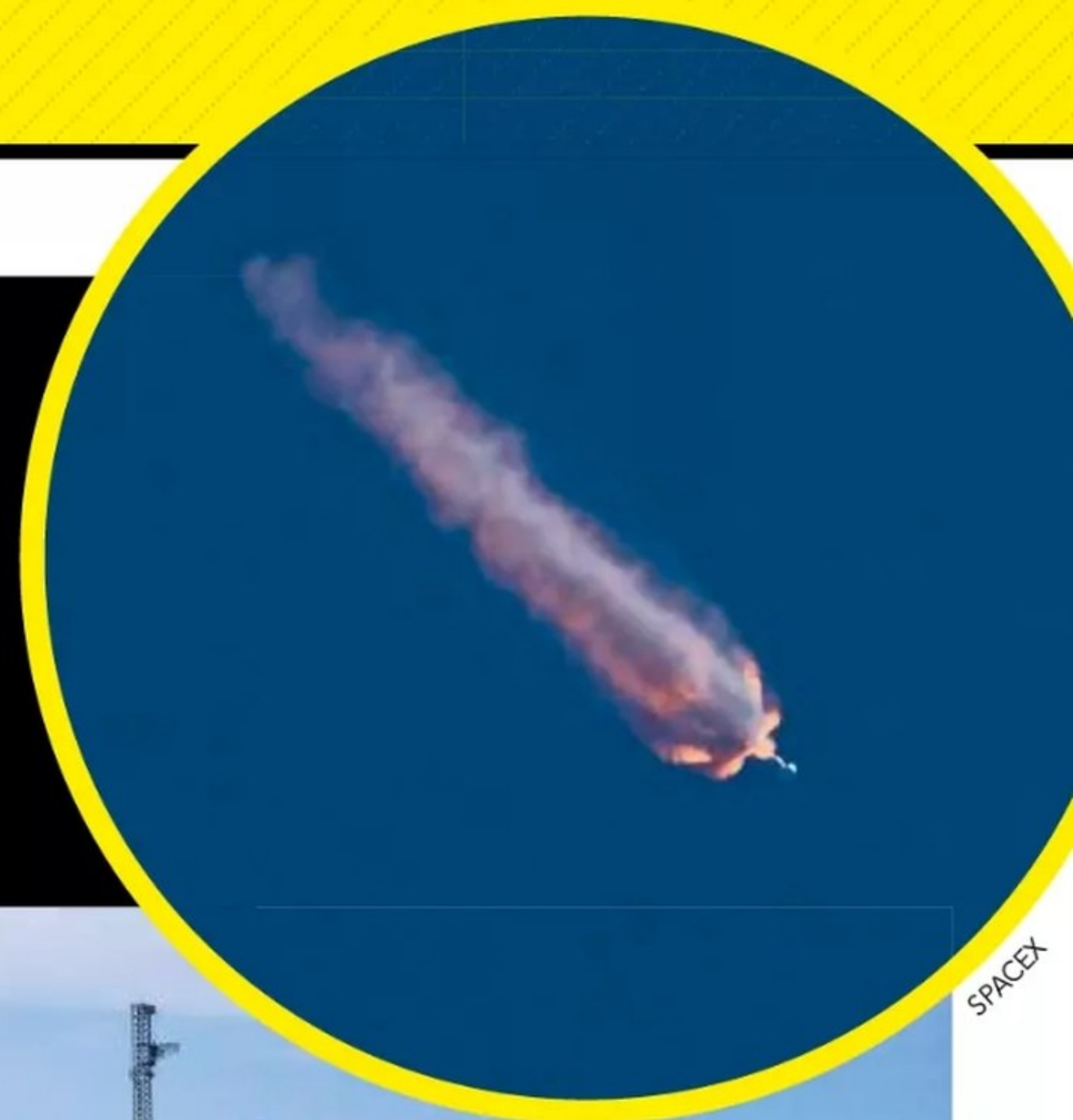
**SPACE X**

# EXPLOSION

## DE MAUVAISE FOI

À en croire SpaceX, le premier vol test de sa fusée géante Starship fut un succès. Certes, le 20 avril, l'engin de 120 m de haut a réussi (avec difficulté) à s'arracher au sol. Mais les équipes en ont perdu le contrôle et ont dû déclencher son explosion quatre minutes après le décollage (photo en haut à droite). Un risque courant dans l'exploration spatiale, mais le vrai problème est ailleurs : le lanceur a détruit une partie de son pas de tir, projetant des poussières, des débris de béton et de métal à 10 km alentour

(photo ci-dessous). Or, la région de Boca Chica (Texas), où a eu lieu le test, regorge d'espaces protégés et d'espèces animales vulnérables. Considérant que l'estimation des risques pour l'environnement a été sous-évaluée, plusieurs associations ont porté plainte contre la FAA, l'agence américaine qui a autorisé le lancement. Tous ces déboires pourraient retarder les prochaines missions lunaires de la Nasa : Starship est en effet censée déposer astronautes et matériels à la surface. **M.L.**



SPACE X



WILDLIFE SURVEY - COASTAL BEND BAYS & ESTUARIES PROGRAM

GETTY IMAGES



## ÉVOLUTION

### À VUE DE NEZ

Si vous avez un long nez, ne vous en prenez pas à vos parents, mais plutôt à votre ancêtre... Néandertal.

En comparant les photos de quelque 6000 personnes avec leur ADN, les scientifiques ont identifié une région dans leurs gènes qui donne à ceux qui la possèdent un nez haut

et long. Or, cette région particulière est aussi présente chez tous les Néandertals ! Elle aurait été transmise à notre espèce, *Homo sapiens*, quand certains de nos ancêtres se sont croisés avec les hommes de Néandertal. Cela aurait fourni à leurs descendants un avantage sur les autres, car un grand nez serait plus adapté au climat froid qui régnait à l'époque préhistorique. Ils se seraient alors davantage reproduits, ce qui aurait permis au « long nez » de se répandre abondamment dans la population humaine. **A.L.**



**/// En sursis ///** Les perruches à ventre orange nées en captivité ont des ailes moins pointues et plus courtes : 1 mm à peine de différence,

mais ce n'est pas sans conséquence. Réintroduits dans la nature, ces oiseaux menacés d'extinction ont un taux de survie 2,7 fois plus faible que leurs congénères sauvages.



**LA DATA DU MOIS**



**Le coût de l'I.A.** Qui ne s'est pas encore amusé avec ChatGPT, l'I.A. générative de texte ? Elle répond aux questions (*pas toujours bien, voir p. 97*) en calculant statistiquement le mot le plus probable pour continuer sa phrase. Pour y parvenir, ChatGPT (et toutes les I.A. génératives) est d'abord entraînée afin que la fonction qui donne la réponse soit la plus correcte possible.

Mais ça ne se fait pas tout seul ! Le magazine américain *IEEE Spectrum*, spécialisé dans les technologies, a comparé les émissions de CO<sub>2</sub> estimées pour l'entraînement de GPT-3, l'I.A. générative à l'origine de ChatGPT, avec celles d'une voiture américaine tout au long de son cycle de vie. Nous y avons ajouté celles d'une personne en France et d'une dans le monde sur une année,

et celles d'un trajet aller-retour entre Paris et New York pour un passager en avion. C'est sans appel : entraîner une I.A. émet autant de CO<sub>2</sub> que 109 habitants de la planète sur une année ou huit voitures. Heureusement, cet entraînement ne se fait qu'une fois dans la vie d'une I.A., mais vu l'explosion de leur nombre en quelques années, ce n'est pas très écoresponsable... R.R.

STÉPHANE JUNGERS POUR SVJ

**TECHNO**  
**RAMPEUR**  
SPATIAL

Voici le prototype du robot EELS («anguilles» en anglais), ainsi nommé à cause de sa forme allongée qui lui donne une vague ressemblance avec le poisson. Il a été imaginé afin de chercher des traces de vie dans l'océan souterrain d'Encelade, un satellite de Saturne. Conçu par le Jet

Propulsion Laboratory de la Nasa, il pèse environ 100 kg et est doté de dix segments articulés. Comme Encelade est recouvert d'une énorme couche de glace de plusieurs centaines de mètres, pour atteindre l'océan, EELS devra s'introduire et descendre dans les cavités de longs geysers. Afin d'y parvenir, les

ingénieurs ont imaginé ces filetages de vis (*en blanc*) enroulés autour des segments du robot (*en noir*). Lorsqu'ils tournent, ils accrochent sur le sol, et le robot peut alors avancer le long de parois verticales. Ces derniers mois, EELS a été testé sur la glace d'une piste de patinoire et sur des pentes neigeuses, mais aussi sur du sable, sans faillir. Au vu de ses succès, ses missions pourraient s'élargir à des visites sur Mars ou sur la Lune avec d'autres types d'instruments scientifiques. Sauf, bien sûr, s'il y a anguille sous roche. R.R.



NASA

**/// Cœur de Mars ///** Le sismomètre Seis, qui a passé 4 ans à étudier les «tremblements» de Mars, fournit encore des données montrant que le noyau de notre

voisine serait totalement liquide. À la différence de celui de la Terre, fait d'une graine solide enveloppée d'une partie en fusion.



Océans

D'UN BLEU PROFOND

Si l'Univers a ses trous noirs, l'océan a ses trous bleus : des gouffres sous-marins à la forme circulaire (photo à droite).

Découvert en 2021, dans la baie de Chetumal au Mexique, le Taam Ja', avec ses 270 m de fond environ, est le deuxième plus profond au monde, derrière le trou du Dragon en Chine (389 m). À l'origine, ces gouffres étaient des grottes situées sur la terre ferme, formées suite à l'érosion de la roche calcaire sous l'action de l'eau de pluie. Leur plafond s'est peu à peu écroulé. Puis, il y a 11 000 ans, lorsque le niveau des océans a monté après la fonte des glaces, elles ont été submergées. L'exploration récente du Taam Ja' a révélé

que ses profondeurs sont inhospitalières : obscures, dépourvues d'oxygène, très salées... Pourtant, des colonies de bactéries ont élu domicile sur ses parois. Leur étude pourrait renseigner sur l'adaptation des organismes aux conditions extrêmes. Ça vaut le coup de s'aventurer en eaux troubles! Cléa Maidou

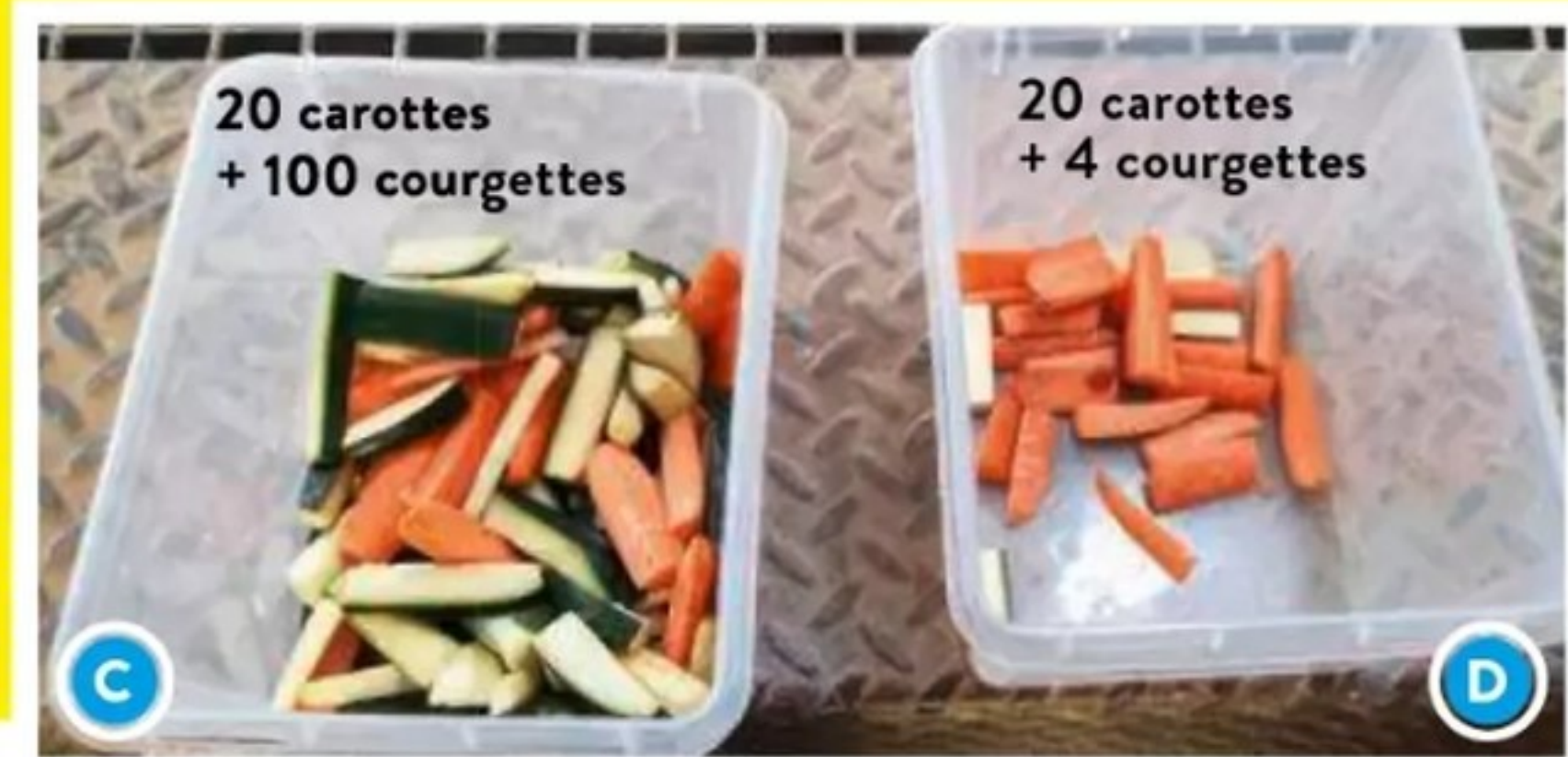


SHUTTERSTOCK

GIRAFES

DE VRAIES BÊTES DES MATHS

Les girafes sont capables de faire des calculs de probabilités. Quand on leur présente deux bacs contenant des mélanges de carottes et de courgettes,



A. L. CAICOYA ET COL

puis qu'un légume est pioché au hasard par un chercheur, elles sont capables de désigner le bac le plus avantageux, celui où elles ont le plus de chances d'obtenir leur friandise favorite : une carotte. Par exemple, le bac (A) plutôt que le bac (B). Ou encore, le bac (D) plutôt que le bac (C). Elles ne se basent pas sur le nombre total de carottes - elles auraient alors indifféremment choisi (C) ou (D) - et ne sont pas influencées par la quantité totale de légumes - elles auraient préféré (C) à (D) -, mais choisissent le bac où les chances d'obtenir une carotte sont les plus élevées : 5 chances sur 6 dans le bac (D), contre 1 chance sur 6 dans le bac (C). Cette capacité à estimer à l'œil les proportions ne se développe chez l'humain qu'à partir de 5 ans. Jusqu'ici, elle n'avait été démontrée que chez quelques primates et une seule espèce de perroquets. C.P.

**/// Œil de la mer ///** BathyBot, un robot bardé de caméras et d'instruments de mesure, vient d'être envoyé en mission à plus de 2400 m de fond en Méditerranée. Il étudiera

ce milieu peu connu, sa biodiversité, ses caractéristiques (température, salinité, courants...) en temps réel. Et suivra aussi la colonisation d'un récif de corail artificiel descendu avec lui.

**/// Soleil glouton ///** En mai 2020, un étonnant flash stellaire a été capté par un télescope californien. Sans crier gare, une







ALAMY/HÉMIS

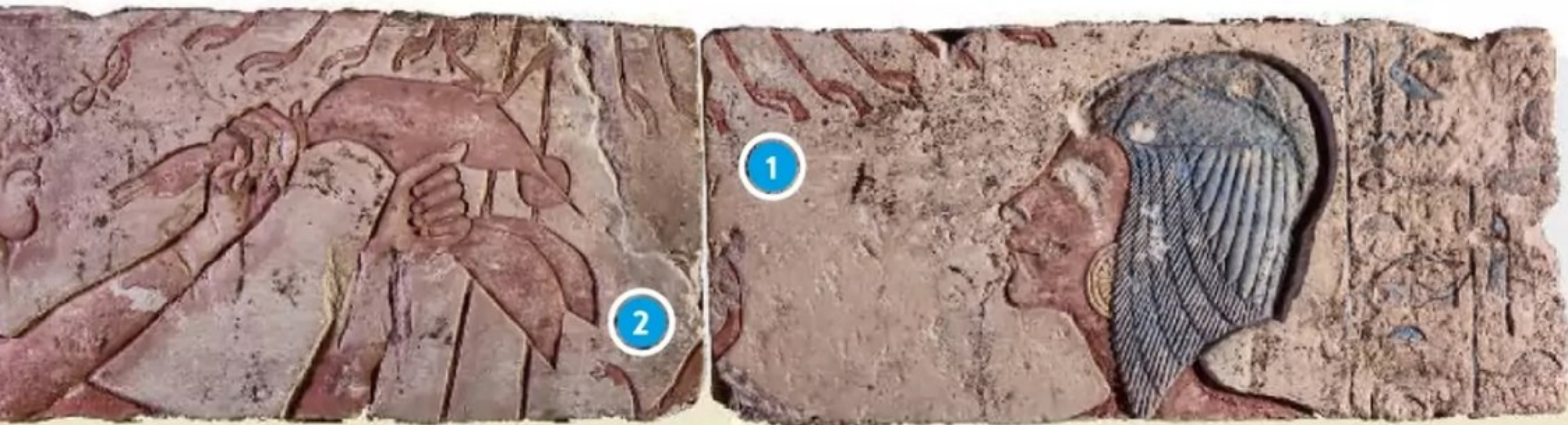
## ÉGYPTE

# PUZZLE

AMOUREUX

Plus de 3 200 ans : c'est la durée interminable pendant laquelle ces deux pièces d'un même bas-relief (*ci-dessous*) ont été séparées. Sur le bloc de gauche est sculpté le pharaon Akhenaton, qui régna sur l'Égypte il y a plus de 3 300 ans. Il sacrifie un canard en offrande à Aton, dieu égyptien du soleil. Face à lui, sur le bloc de droite, est figurée Kia, sa seconde

épouse. Après la mort de ce roi, le palais d'Amarna où se trouvaient ces reliefs fut abandonné. Au siècle suivant, ces blocs furent utilisés pour de nouvelles constructions, entraînant la séparation du couple... Mais récemment, en observant des photos de ces reliefs parmi une multitude d'autres, un égyptologue a remarqué des points de contact entre les deux : des rayons de soleil (1), la patte d'un autre canard (2). Le couple a enfin été réuni « en vrai » le temps d'une exposition à Copenhague (Danemark). Mais au moment où vous lisez ces lignes, ils sont retournés dans leurs musées respectifs... E.D.



THOMAS WIEDERSTEIN/NY CARLSBERG GLYPTOTEK

étoile située à 12 000 années-lumière a vu son éclat augmenté d'un facteur 100

pendant une semaine ! L'origine de cette bouffée stellaire vient d'être découverte : migrant

trop près de son astre, une planète géante a été engloutie par son étoile ! C.P.

## AVIS AUX LECTEURS



La prochaine invitée de notre rubrique « Vos questions à » (voir p. 72) sera Audrey Dussutour. Spécialiste du comportement animal, elle travaille depuis quinze ans sur le blob. Vous le connaissez sûrement, on en parle souvent dans SVJ. Ni animal, ni végétal, ni champignon, ce drôle d'organisme qui ressemble à une omelette est capable de prouesses stupéfiantes : il se déplace, a la capacité d'apprendre et a même fait des virées dans l'espace ! Pas mal pour une créature composée d'une seule cellule. Il est l'objet d'expériences étonnantes menées par Audrey, mais aussi d'autres chercheurs dans le monde. Si vous voulez qu'elle vous raconte son parcours et qu'elle vous livre tous les secrets du blob, envoyez vos questions avant le 23 juin à [courrier.svj@reworldmedia.com](mailto:courrier.svj@reworldmedia.com) (objet : « Questions pour Audrey »). Réponses dans le SVJ n° 408.



DAVID VILLA / SCIENCEIMAGE, CBI / CRCA / CNRS IMAGES



# L'ATTAQUE DES CHAMPIGNONS TUEURS

Dans la série *The Last of Us*, l'humanité est décimée par des champignons parasites. Une fiction ? Pas pour les nématodes, de minuscules vers victimes de terrifiants champis carnivores. Voici le récit d'un survivant, mis en scène à partir de faits réels.

Camille Van Belle

Je me planque derrière une motte de terre, la peur au ventre... Je ne dois pas me faire repérer. « Ils » peuvent sentir notre présence. Une seule pensée : m'échapper. Je m'appelle Pedro, et depuis la première attaque, le monde que je connaissais a disparu. Ma vie de nématode, ver de terre microscopique, ne sera plus jamais la même. Il y a quelques semaines, je ne savais encore rien des champignons carnivores et de leurs pièges ingénieux. Et puis, ma famille est tombée sur l'un d'entre eux, un

« bombeur » (voir fiche ci-dessous). Ces horreurs émettent un gaz **neurotoxique** quand on les approche. En quelques minutes, j'ai vu les membres de ma famille ralentir puis s'immobiliser, paralysés. Je ne pouvais pas m'approcher sans risquer de subir le même sort. Je n'ai pu que regarder, impuissant, les filaments du



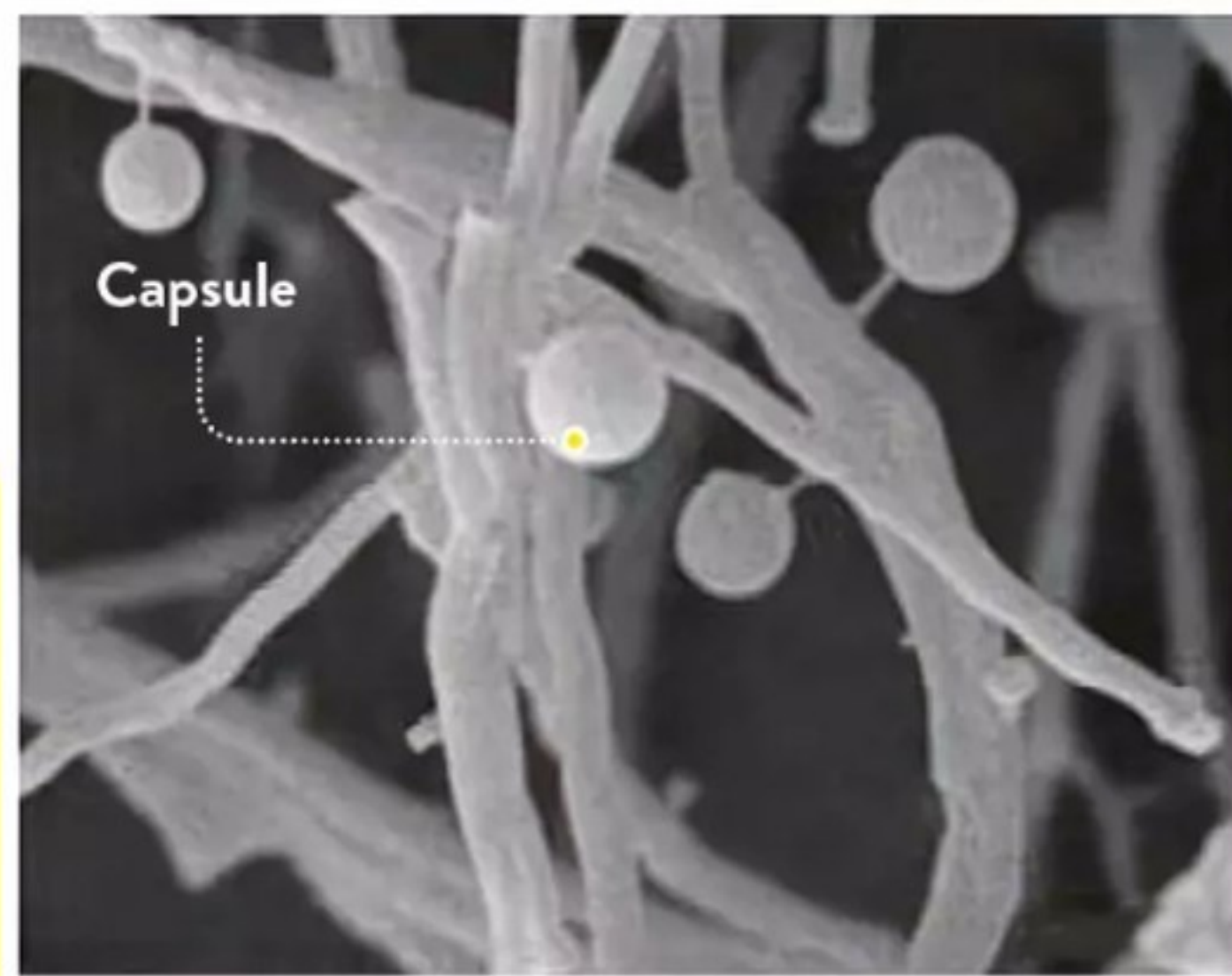
## LE BOMBEUR

**Espèce** Pleurote huître (*Pleurotus ostreatus*).

**Arme** Gaz neurotoxique.

**Mécanisme** Le champignon

déploie des filaments recouverts de minuscules capsules (vues ci-dessus au microscope électronique) contenant du 3-octanone, une substance gazeuse toxique. Quand un nématode les touche, elles se brisent telles des bombes chimiques et libèrent la toxine. Les molécules de 3-octanone pénètrent dans le corps du ver, altérant la membrane qui entoure les cellules.



Capsule

Cela provoque un afflux d'**ions** calcium dans les cellules nerveuses et musculaires. Ces ions ne sont pas nocifs en soi et sont même

nécessaires au bon fonctionnement cellulaire, mais lorsqu'il y en a trop, les cellules meurent, entraînant une paralysie rapide. En quelques minutes, les vers cessent de bouger. Des liquides internes s'échappent de leur corps, attirant d'autres filaments du champignon. En 24 heures, le nématode est colonisé et son contenu digéré.







## ANATOMIE D'UN CHAMPI

Les champignons ne sont pas que les petites choses avec des chapeaux que l'on voit en forêt. Ça, c'est seulement leur appareil reproducteur, qui est plus ou moins développé selon les espèces. Le corps du champignon est constitué d'un vaste réseau de filaments ramifiés, appelé « mycélium ». Selon le mode d'alimentation de l'espèce, il se développe dans le sol, sur des souches, des troncs d'arbres morts ou des vers. Il existe plus de 200 espèces de champignons carnivores répertoriées !

### Appareil reproducteur



Si jamais il effleure les bords... « Bob, attention ! » Trop tard, le champignon l'a senti. En un dixième de seconde, les trois cellules composant l'anneau se gonflent, emprisonnant Bob, l'étranglant comme un nœud coulant !

Il se débat de toutes ses forces, mais nous savons déjà ce qui l'attend. La lutte est vaine. Il se tourne vers moi, suppliant. « Achève-moi... » Je n'arrive pas à soutenir son regard (en même temps, c'est pas facile vu que nous autres, nématodes, n'avons pas d'yeux). « Laisse-le, tu ne peux plus rien pour lui », dit Sylvie avec rudesse. Je me détourne à regret et reprend la route. Encore un compagnon perdu.

champignon pousser vers eux, rentrer dans leur bouche et les coloniser, les tuant à petit feu. C'est le destin qui nous attend tous si nous sommes capturés...

### Aucun répit

« Sors de ta cachette Pedro, la voie est libre ! » C'est la voix de Sylvie, devant moi. Elle reprend la route avec détermination.

À ma droite, Bob rampe avec prudence. D'autres survivants, comme moi. Nous ne sommes plus que trois, trois nématodes en terrain ennemi. Soudain, un mouvement m'alerte. Oh non ! Sans s'en rendre compte, Bob est passé à l'intérieur de l'anneau d'un « étrangleur » (voir fiche p. 22).

## ATTENTION, TERRAIN MINÉ !

### #Zoom

Une substance **neurotoxique** s'attaque au système nerveux, par exemple en bloquant les signaux envoyés aux muscles via les nerfs.

Les **ions** sont des atomes porteurs d'une charge électrique car ils ont gagné (ou perdu) un ou plusieurs électrons.

Les champignons ne sont ni des animaux ni des végétaux : ils appartiennent au règne des **mycètes** (du grec *mykes*, « champignon »).



## #Zoom

Les **enzymes** sont des molécules fabriquées par les êtres vivants pour faciliter les réactions chimiques dans les cellules.

Les **phéromones** sont des signaux chimiques émis par certains êtres vivants (souvent sous forme d'odeurs) pour modifier le comportement de leurs congénères.

Un **hermaphrodite** est un animal (ou une plante) qui possède des organes reproducteurs à la fois masculins et féminins.

\*\*\* Pourquoi ces maudits champignons font-ils ça ? Habituellement, comme beaucoup de leurs congénères, ils mangent du bois sans faire de mal à personne. C'est là qu'ils trouvent de l'azote, un élément essentiel à leur croissance. Mais certains milieux sont assez pauvres en azote. Alors, pour en récupérer, plusieurs espèces de **#mycètes#** (voir zoom p. 21) ont développé une méthode similaire à celle des plantes carnivores : elles vont le chercher chez les animaux... et il a fallu que ça tombe sur nous. Ces champis se mettent à produire des filaments modifiés, équipés de pièges pour capturer et tuer leur proie. Les longs fils vont lentement envahir leur victime, produisant des **#enzymes#** qui découpent la matière organique en molécules simples, faciles à absorber. On qualifie ce type de champignons

de « carnivores » ou « prédateurs ». Sylvie tourne la tête, interrompant mes réflexions. « Tu sens cette odeur ? » Elle semble troublée. « Ça vient de là-bas... je sens un mâle en pleine santé ! » Elle se précipite vers l'est. Je rampe derrière elle, aussi vite que possible. Qu'est-ce qui lui prend ? Elle est trop loin devant, je peux juste l'entendre crier « Harry Styles, attends-moi, j'arrive ! » Je l'ai perdue de vue. Je continue, en l'appelant...

### Tombés comme des mouches

Brusquement, je tombe sur un filet immense, qui me barre le passage. Dessus sont collés des nématodes, comme des moucheron dans une toile d'araignée. Ces malheureux se sont laissés avoir par l'odeur enchanteresse émanant des filaments. Encore un piège tendu par les champis, qui émettent des parfums de nourriture ou des **#phéromones#** sexuelles, attirant irrésistiblement les vers femelles et **#hermaphrodites#**. La pauvre Sylvie est désormais immobilisée, incapable de se libérer.

### LE FILET

**Espèce** *Arthrobotrys oligospora*.

**Arme** Phéromones attractives, filet collant.

**Mécanisme** Stimulé par la présence de nématodes, le champignon fabrique des filaments en forme de boucles, ressemblant à un « filet », recouverts de molécules collantes appelées « lectines ». Pour attirer ses victimes, il produit des composés qui imitent des odeurs de nourriture (certains sentent la truffe !) ou des phéromones sexuelles. Appâtés par ces effluves irrésistibles, les vers se retrouvent collés au filet et sont dévorés par le prédateur. Il existe trois autres types de pièges collants, utilisés par les champignons carnivores du genre *Dactylellina* et *Arthrobotrys* : l'anneau adhésif, qui ne se referme pas, contrairement à celui de l'étrangleur (voir fiche ci-dessous) ; le « bouton adhésif », une structure en forme de sucette collante ; et la colonne adhésive, formée de petites cellules gonflées et allongées. Ces trois derniers pièges n'émettent pas de phéromones pour attirer les nématodes.



Le spectacle du filet constellé de cadavres en cours de digestion est insupportable. Je me cacherais bien les yeux, si j'en avais... et si j'avais des bras à mettre devant. Je m'éloigne. Il ne reste plus que moi, mais je suis vivant. Je vois les esprits de Bob, Sylvie, ma famille. Ils sont fiers de moi, le dernier de notre tribu. ■

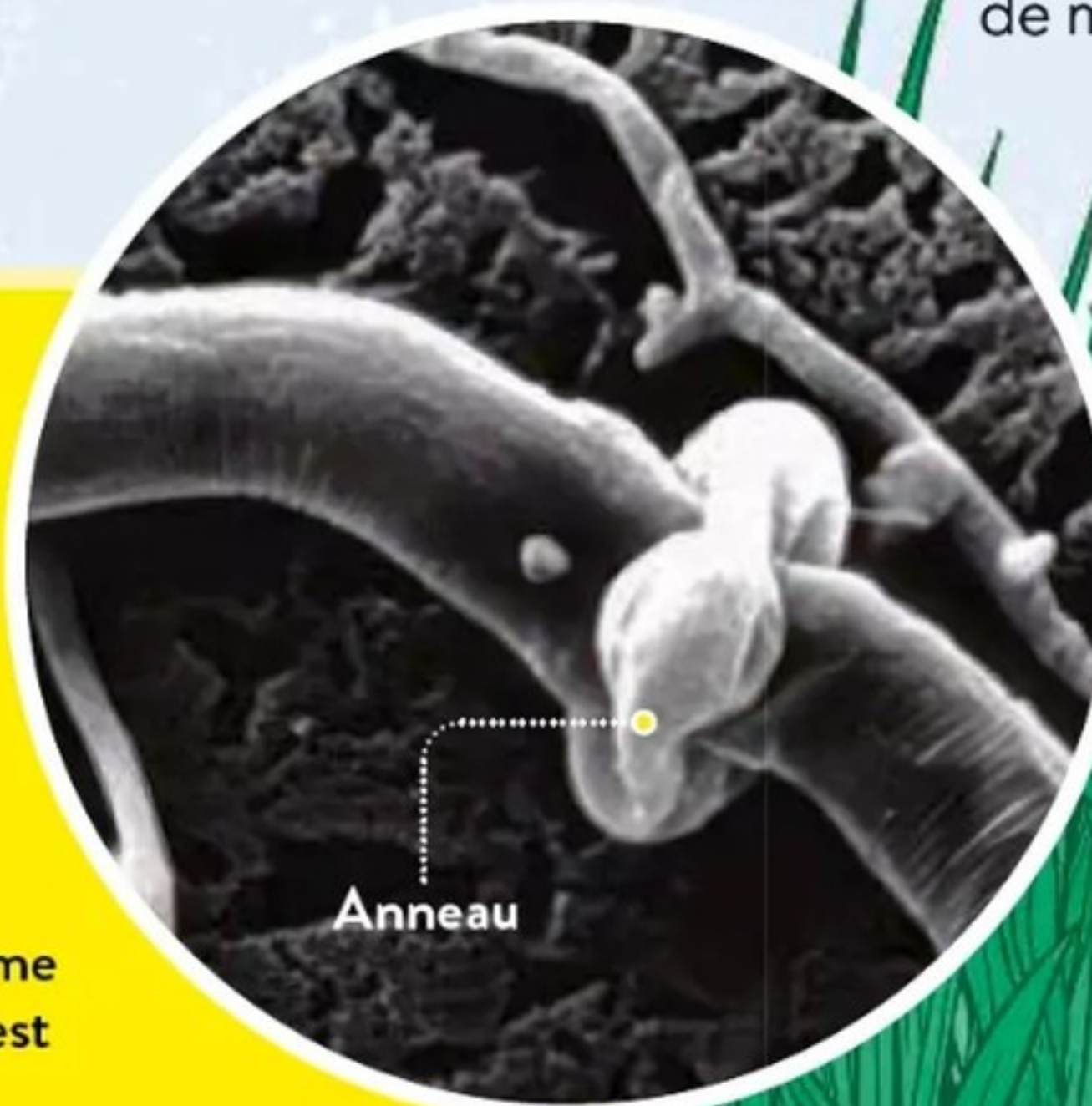


### L'ÉTRANGLEUR

**Espèce** *Arthrobotrys dactyloides*.

**Arme** Un piège en forme d'anneau, qui se referme sur sa proie.

**Mécanisme** De minuscules anneaux, composés de trois cellules incurvées, sont disposés le long des filaments du champignon. Lorsqu'un nématode passe à travers et touche l'un des bords, les cellules se remplissent d'eau. Elle gonflent en un dixième de seconde jusqu'à tripler de volume ! L'anneau se referme alors impitoyablement sur le ver prisonnier. Il meurt et est envahi par les filaments qui le digèrent.





# ABONNEZ-VOUS PENDANT 1 AN !



12 NUMÉROS  
PAR AN



6 HORS-SÉRIES  
PAR AN



LES CONTENUS  
DU SITE EN ILLIMITÉ

## 85€

au lieu de 130,67€\*

soit 34% de réduction

BULLETIN D'ABONNEMENT à compléter et à retourner sous enveloppe affranchie à : Service abonnements Science & Vie Junior - 59898 Lille Cedex 9

### 1 Je choisis la formule d'abonnement :

**Formule annuelle intégrale\*** :  
12 numéros Science & Vie Junior  
+ 6 hors-séries + l'accès illimité au site pour **85€**  
au lieu de 130,67€\*

-34%

(1)

Renouvellement simplifié : mon abonnement annuel se renouvellera automatiquement à date anniversaire sauf résiliation de ma part.

**Formule annuelle basique\*** :  
12 numéros Science & Vie Junior + l'accès illimité au site pour **69€** au lieu de 93,02€\*.

-25%

(2)

Renouvellement simplifié : mon abonnement annuel se renouvellera automatiquement à date anniversaire sauf résiliation de ma part.

### 2 Je choisis le mode de paiement :

# M035 # D1533256

#### ➔ Par prélèvement automatique :

je complète l'iban ci-dessous à l'aide de **mon Relevé d'Identité Bancaire (R.I.B) à joindre.**

IBAN :

Vous autorisez Reworld Media Magazines à envoyer des instructions à votre banque pour débiter votre compte, et votre banque à débiter votre compte conformément aux instructions de Reworld Media Magazines. Créancier : Reworld Media Magazines  
40 avenue Aristide Briand - 92220 Bagneux - France - Identifiant du créancier : FR 05 ZZZ 489479

Date et signature des parents obligatoires

Date :

#### ➔ Par carte bancaire :

je me rends sur [KiosqueMag.com](http://KiosqueMag.com) : [bit.ly/page-406](http://bit.ly/page-406)

La boutique officielle de Science & Vie Junior

**Plus simple, plus rapide, 100% sécurisé !**

➔ **Par chèque :** je renvoie le coupon accompagné de mon chèque libellé au nom de Science & Vie Junior (sans agrafe, ni scotch) à :  
Science & Vie Junior Service abonnement - 59898 Lille Cedex 9



### 3 Je complète les coordonnées du bénéficiaire de l'abonnement :

Nom\*\* :  Prénom\*\* :

Adresse\*\* :

CP\*\* :  Ville\*\* :

Date de naissance de votre enfant :  (pour lui fêter son anniversaire) Tél. (portable de préférence) :  (envoi d'un SMS en cas de problème de livraison)

Email :

(Pour gérer votre abonnement, accéder à vos services numériques et recevoir nos offres promotionnelles. Votre adresse e-mail ne sera pas communiquée à des partenaires extérieurs)

\* La formule annuelle : abonnement annuel automatiquement reconduit à date d'anniversaire. Le règlement s'effectue en 1 seule fois. Vous serez informé par écrit dans un délai de 3 mois avant le renouvellement de votre abonnement. Vous aurez la possibilité de l'annuler 30 jours avant la date de reconduction auprès du service client. A défaut l'abonnement sera reconduit pour une durée identique à votre abonnement initial. Le prix de référence à l'année se compose du prix kiosque (62,40 € sans HS et 97,80€ avec HS), des frais de port (6,62€ sans HS et 8,87€ avec HS) et du site (24€) Offre réservée en France Métropolitaine valable jusqu'au 31/07/2023. DOM-TOM et autres pays nous consulter. \*\* À remplir obligatoirement. Vous disposez, conformément à l'article L. 221-18 du code de la consommation, d'un droit de rétractation de 14 jours à compter de la réception du magazine en notifiant clairement votre décision à notre service abonnement. Le coût du renvoi de(s) produit(s) est à votre charge. Responsable de traitement des données personnelles : Reworld Media Magazines SAS. Finalités du traitement : gestion de la relation client, opérations promotionnelles et de fidélisation. Données postales et téléphoniques susceptibles d'être transmises à nos partenaires. Conformément à la Loi informatique et Libertés du 6-01-78 modifiée, vous pouvez exercer vos droits d'opposition, accès, rectification, effacement, portabilité, limitation à l'utilisation de vos données ou donner vos directives sur le sort de vos données après décès en écrivant à Reworld Media-DPD, c/o service juridique, 40 avenue Aristide Briand - 92220 Bagneux, ou par mail à [dpo@reworldmedia.com](mailto:dpo@reworldmedia.com). Vous pouvez introduire une réclamation auprès de la CNIL - [www.cnil.fr](http://www.cnil.fr). Pour toute autre information, vous pouvez consulter nos CGV sur [kiosquemag.com](http://kiosquemag.com)



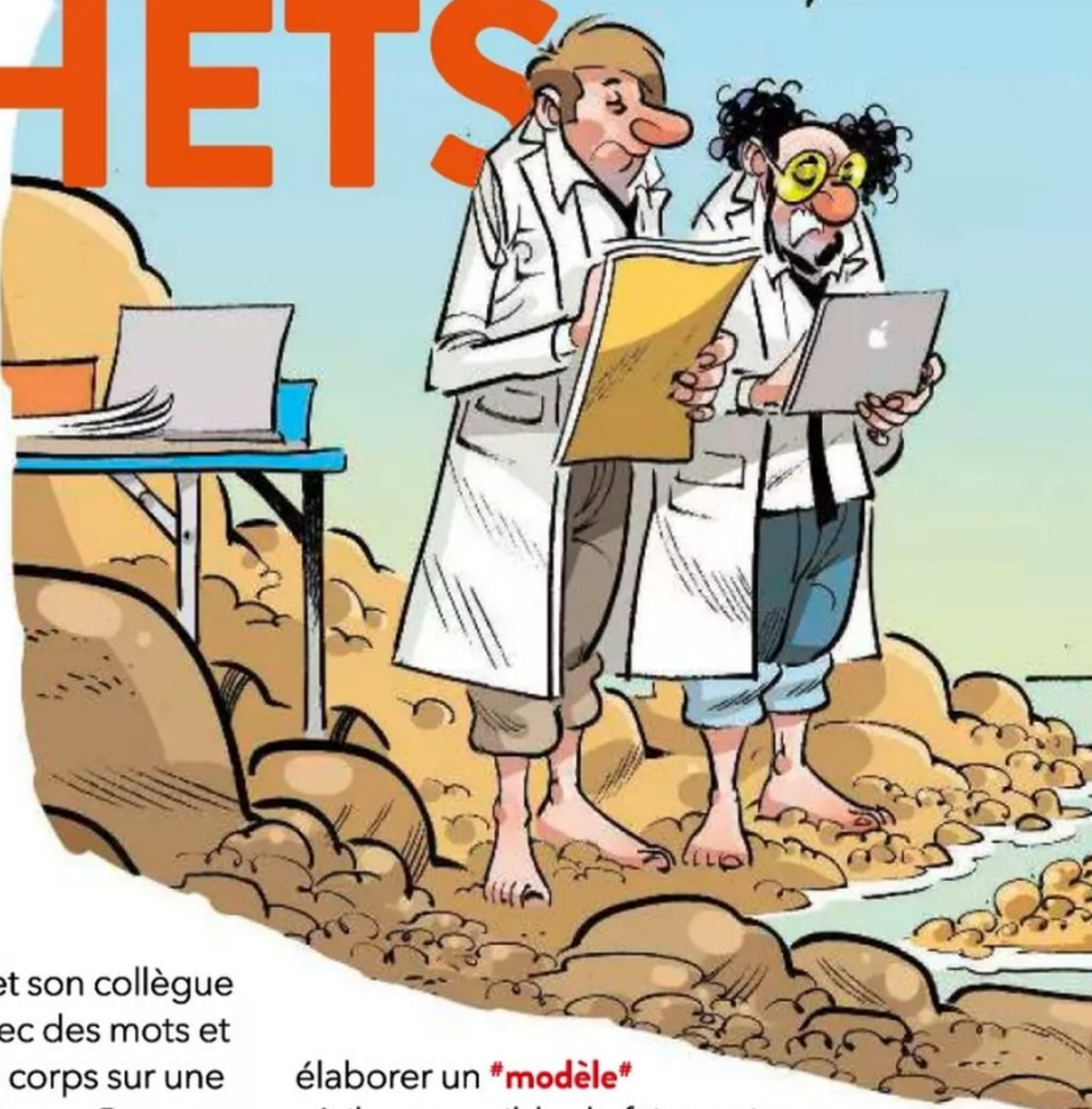


# LA SCIENCE DES **RICOCHETS**

ALORS, JE RELIS LE RÉSUMÉ DU RÉSULTAT DE NOS RECHERCHES.

La bonne formule pour faire rebondir des cailloux sur l'eau n'est pas magique, mais mathématique. Et d'après une récente étude, elle marche parfois mieux avec des galets ronds qu'avec des plats !

Alexane Roupioz



Chaque année, la petite île d'Easdale, en Écosse, accueille le championnat du monde de ricochets. Les règles imposent d'utiliser des cailloux trouvés sur place dont le diamètre ne dépasse pas 8 cm. Ça tombe bien, car l'île regorge de morceaux d'ardoise plats. La seule forme adaptée aux bons ricochets, n'est-ce pas ? Eh bien, pas forcément, si l'on en croit les résultats d'une étude publiée en janvier par deux mathématiciens anglais.

«Au bord de l'eau, j'aime lancer différentes pierres pour voir ce qu'il se passe, raconte Ryan Palmer, l'un des auteurs. C'est un défi amusant d'essayer d'obtenir le plus grand nombre de ricochets ou le plus haut rebond !»

Pourtant, ce n'est pas au bord d'un lac, mais bien devant leurs ordinateurs que les chercheurs se sont installés pour tenter de déterminer dans quelles conditions un objet peut rebondir sur l'eau. «Dans le jeu du ricochet, l'objectif est de faire une série

de sauts, ici nous n'avons étudié qu'un seul rebond», précise Ryan Palmer.

Dans un premier temps, lui et son collègue mathématicien ont décrit avec des mots et des schémas le rebond d'un corps sur une

étendue d'eau. «Pour qu'un objet rebondisse, explique-t-il, il faut qu'il soit lancé quasiment à plat avec une vitesse assez importante, de façon à ce que le contact avec l'eau se fasse en un

point situé à l'arrière, et avec une très faible inclinaison par rapport à la surface. L'objet s'enfonce légèrement dans l'eau et, en réaction, le liquide exerce à son tour une pression sur le dessous de l'objet. Si cette pression est suffisante, elle peut le repousser hors de l'eau» (voir schéma page de droite).

Ensuite, les chercheurs ont traduit cela en équations mathématiques pour

élaborer un **#modèle#** où il est possible de faire varier deux paramètres : la masse de l'objet et sa forme, plus précisément la courbure de sa face en contact avec l'eau. Cela permet de décrire le comportement de différents projectiles : la profondeur à laquelle ils s'enfoncent dans l'eau, la vitesse et l'angle auxquels ils en ressortent, la hauteur atteinte, etc.

Le modèle a d'abord été testé sur des «cailloux virtuels» complètement plats.

## LES CHERCHEURS ONT SU REBONDIR !

### #Zoom

Un **modèle** traduit une observation en langage mathématique, pour mieux l'étudier et en tirer des prédictions dans la réalité.

➤ Les championnats du monde de ricochet ont lieu en septembre, à Easdale (Écosse).

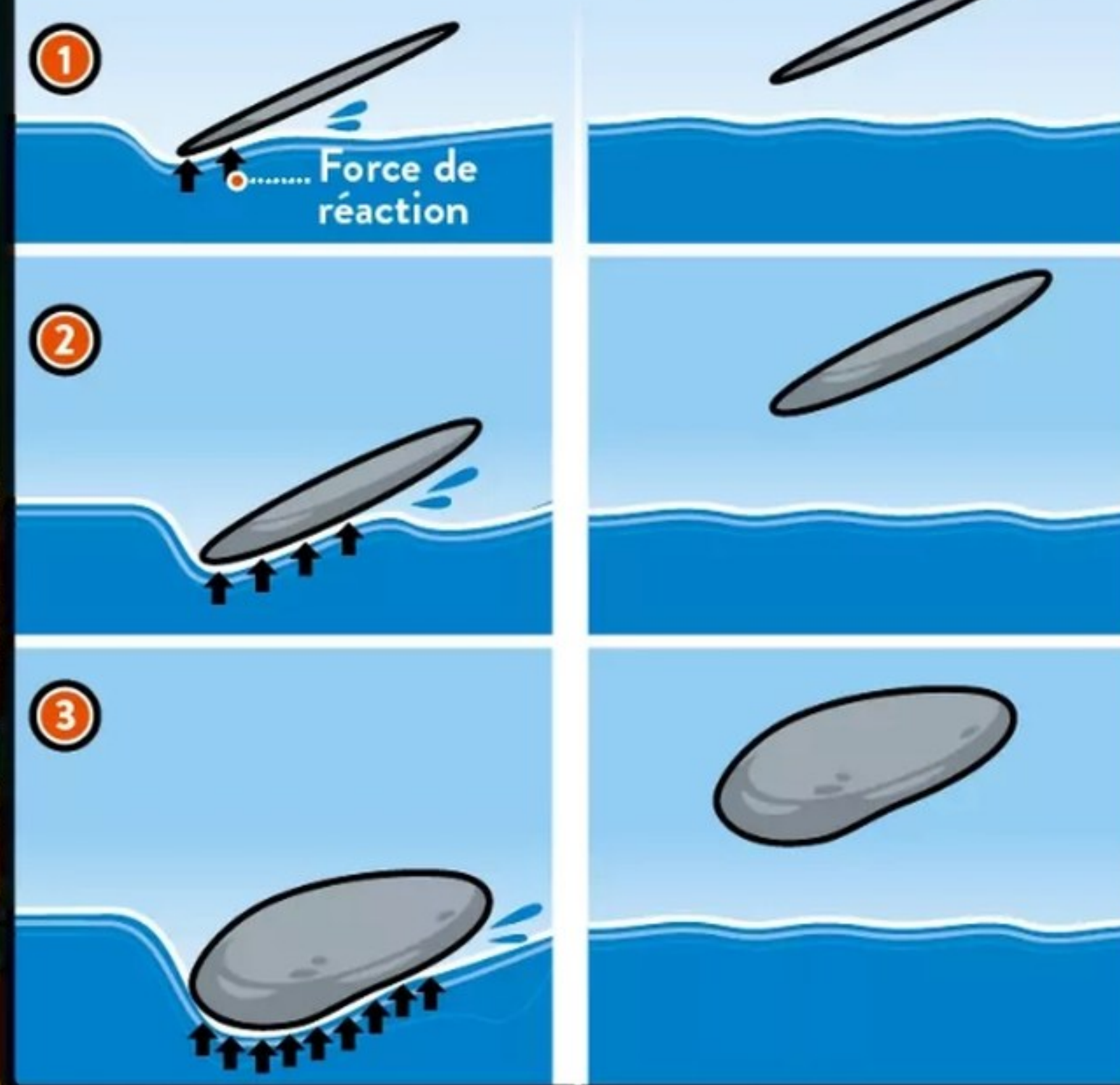


JEFF MITCHELL / GETTY IMAGES/AFP



## LES RONDS BONDISSENT MIEUX!

Quand un caillou touche l'eau avec une vitesse assez importante et une faible inclinaison par rapport à la surface, trois situations sont possibles. Si sa masse est relativement faible (1), le galet s'enfonce dans l'eau qui exerce, en retour, une force suffisante (flèches noires) sur sa face inférieure pour le faire ricocher. Lorsque sa masse augmente jusqu'à une certaine valeur critique (2), l'objet s'enfonce tellement qu'il subit une force de pression surpuissante : il ressort de l'eau plus haut et plus vite qu'à son entrée. Au-delà de cette masse critique, un caillou plat coule, mais un galet arrondi de même masse peut rebondir ! Car son épaisseur et sa forme font qu'il subit davantage de pression de l'eau (3).



ANTOINE LEVESQUE POUR SVJ

NOUS AVONS JETÉ 568 635 PIERRES DE DIFFÉRENTES MASSES ET DE DIFFÉRENTES COURBURES ET SOMMES ARRIVÉS À LA CONCLUSION SUIVANTE :

IL EST TEMPS DE CHANGER DE POINT D'EAU.

Sans surprise, les plus légers rebondissent à chaque fois. Mais à partir d'une certaine masse, c'est le naufrage assuré ! « La force exercée par l'eau n'est plus suffisante pour repousser le caillou, il continue à s'enfoncer et coule », explique Ryan Palmer.

Les chercheurs ont cependant fait une découverte surprenante. Juste avant d'atteindre la masse critique, autrement dit quand l'objet plat est « presque trop lourd pour rebondir », il s'enfonce tellement dans l'eau que la grande quantité de liquide déplacée exerce, en retour, une force capable de le propulser en un saut surpuissant : il ressort plus haut et plus vite qu'il est entré.

Dans leur modèle, ils ont ensuite testé des galets plus ou moins arrondis.

Surprise : ils ricochent aussi, parfois mieux

que les plats. Comme on l'a vu, au-delà d'une masse critique un objet plat coule. Eh bien, pour une même masse, un caillou arrondi peut ricocher, et même accomplir un saut surpuissant !

### Avions sur l'eau

En effet, à masse égale, une pierre arrondie pénètre dans l'eau plus profondément, à cause précisément de sa courbure : la surface de contact avec le liquide étant plus importante, la quantité d'eau déplacée est plus grande. La pression exercée en réaction est donc plus importante, et éjecte l'objet très haut et très vite.

Les résultats de ces travaux théoriques montrent que lorsqu'on lance un caillou à la surface de l'eau toujours de la même

façon, la manière dont il va rebondir ou non dépend de sa masse et de sa forme. « En jouant sur ces deux paramètres, il est possible de faire ricocher plus d'objets que prévu, résume Ryan Palmer. Cela vaut le coup d'essayer de lancer des pierres lourdes et arrondies pour voir comment elles réagissent. »

Aucun doute que ces résultats titilleront les amateurs de ricochets. Et pas que ! « Notre modèle s'applique à tout corps solide glissant sur une surface liquide, rappelle Ryan Palmer. Il pourrait ainsi être utile pour mieux comprendre ce qui se passe lors de l'amerrissage d'un avion. Ou encore les phénomènes complexes qui entraînent parfois l'accumulation de glace sur la carlingue des avions, perturbant leur #aérodynamisme# au risque de causer des accidents. »

## #Zoom

L'aérodynamique est la science qui décrit les phénomènes complexes liés

au déplacement d'un objet mobile dans l'air. L'**aérodynamisme** désigne le caractère « aérodynamique »

d'un véhicule, par exemple un avion, conçu pour offrir le moins de résistance possible à l'air.

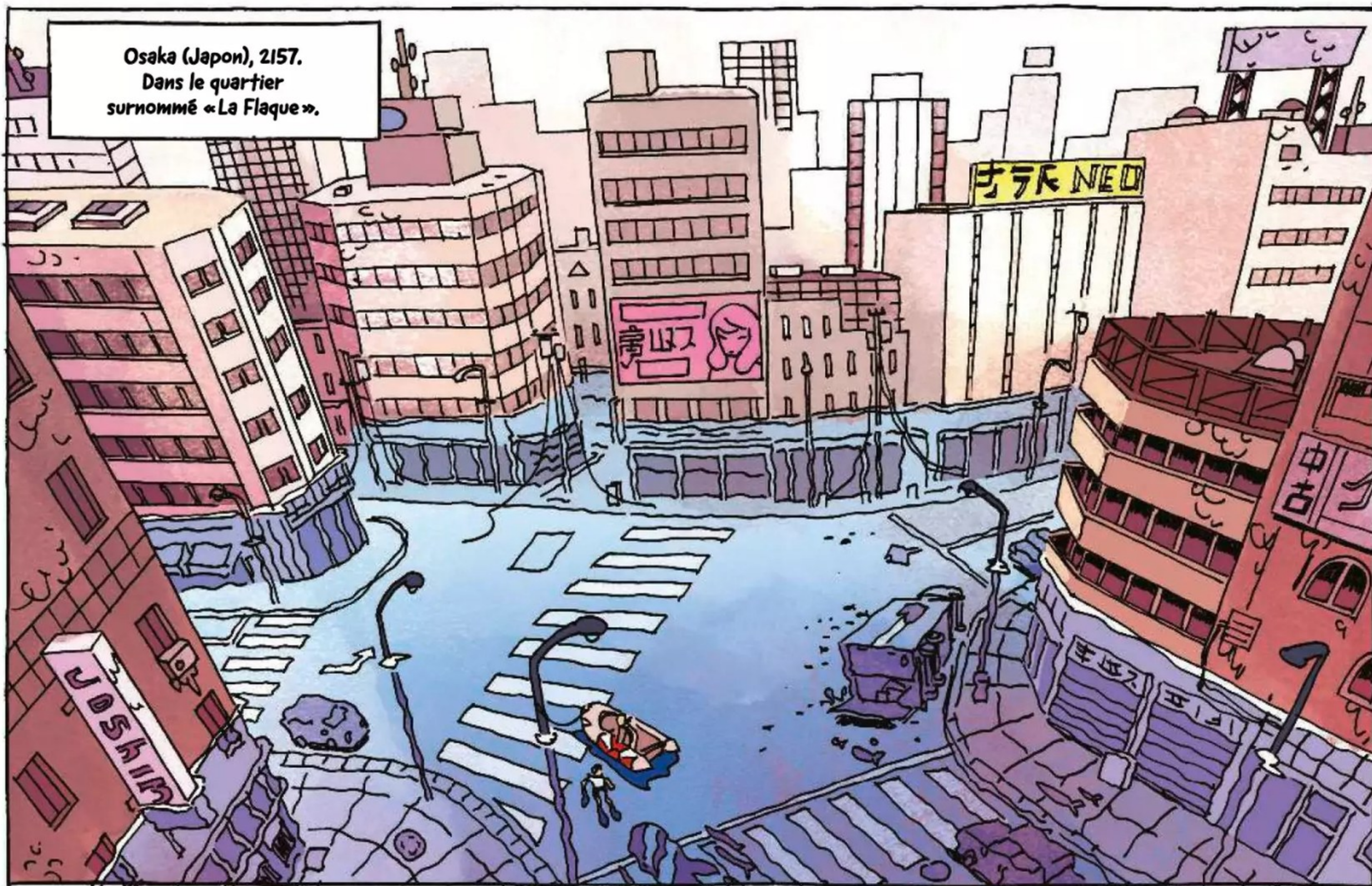


# DES NOUVELLES DU FUTUR

## 2157 Le monde englouti

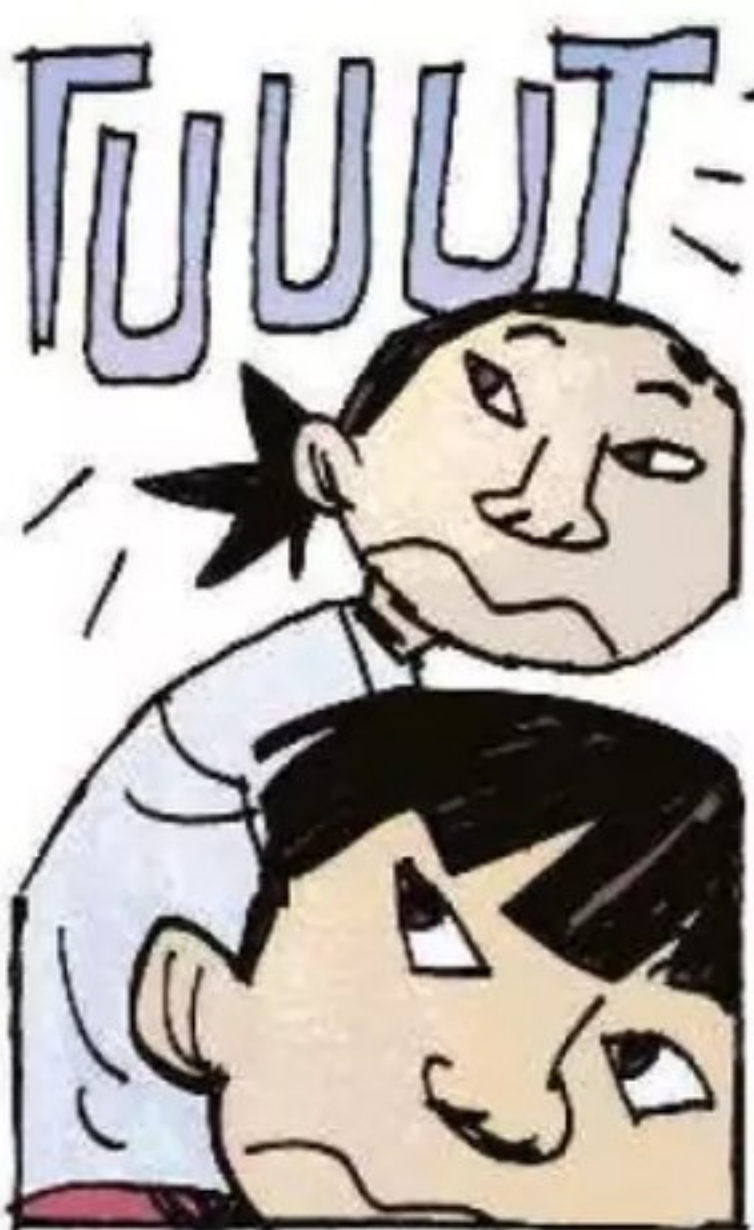
Face à la montée des eaux, les populations ont fui les villes côtières. Les citadins sont devenus des «flottants», et certains traquent les trésors du passé malgré la menace des pirates.

Textes : Jérôme Blanchart. Dessins : Seb Piquet pour SVJ.



Osaka (Japon), 2157.  
Dans le quartier  
surnommé «La Flaque».











Quelques péripéties plus tard...



On va jamais leur échapper à ces gros pleins de... pétrole!



Tais-toi et rame! J'ai un plan.



Ils ne nous trouveront jamais ici.



Ton plan est dégueu.

Dégueu, mais efficace...

Ils s'en vont.



Trop hâte d'être à la maison!

Il est enfin à nous, notre Précieux!

Notre quoi?

Oh, tu sais. Encore une expression d'avant...



La collection complète de One Piece!



Y compris le tome final, juste avant la Grande Immersion.



Ouah! Tu savais qu'en fait, Luffy était...

**SPOILER ALERT!**

FIN



# Après la fiction, l'explication

L'histoire que vous venez de lire décrit un monde dans lequel le niveau des océans aurait augmenté de 13 m en cent cinquante ans. Selon les experts du Giec, **la mer monte : elle a pris 20 cm en cent ans** et continuera à s'élever au cours des siècles. Pas aussi vite que dans notre BD, heureusement : de 50 cm à 1 m d'ici 2100, selon leurs estimations. Le coupable ? Le **réchauffement climatique**, via trois phénomènes conjugués.

## 3 MÉCANISMES PRINCIPAUX



1. La **dilatation des océans**. Lorsque sa température augmente, l'eau occupe plus de place.



2. La **fonte des glaciers** de montagne, comme les Alpes ou l'Himalaya. Quand l'eau piégée « au sec » sous forme de glace se met à fondre, elle finit dans l'océan.



3. La **fonte des calottes glaciaires du Groenland et de l'Antarctique** (un continent 1,5 fois grand comme l'Europe, enfoui sous plusieurs kilomètres de glace). Si elles fondaient en totalité, le niveau marin grimperait de 70 m (dont 7 m pour le seul Groenland).

## DES EXEMPLES ?



Ensuite, nous devons dès maintenant nous préparer à une mer plus haute, car les **différentes stratégies d'adaptation** prendront du temps.



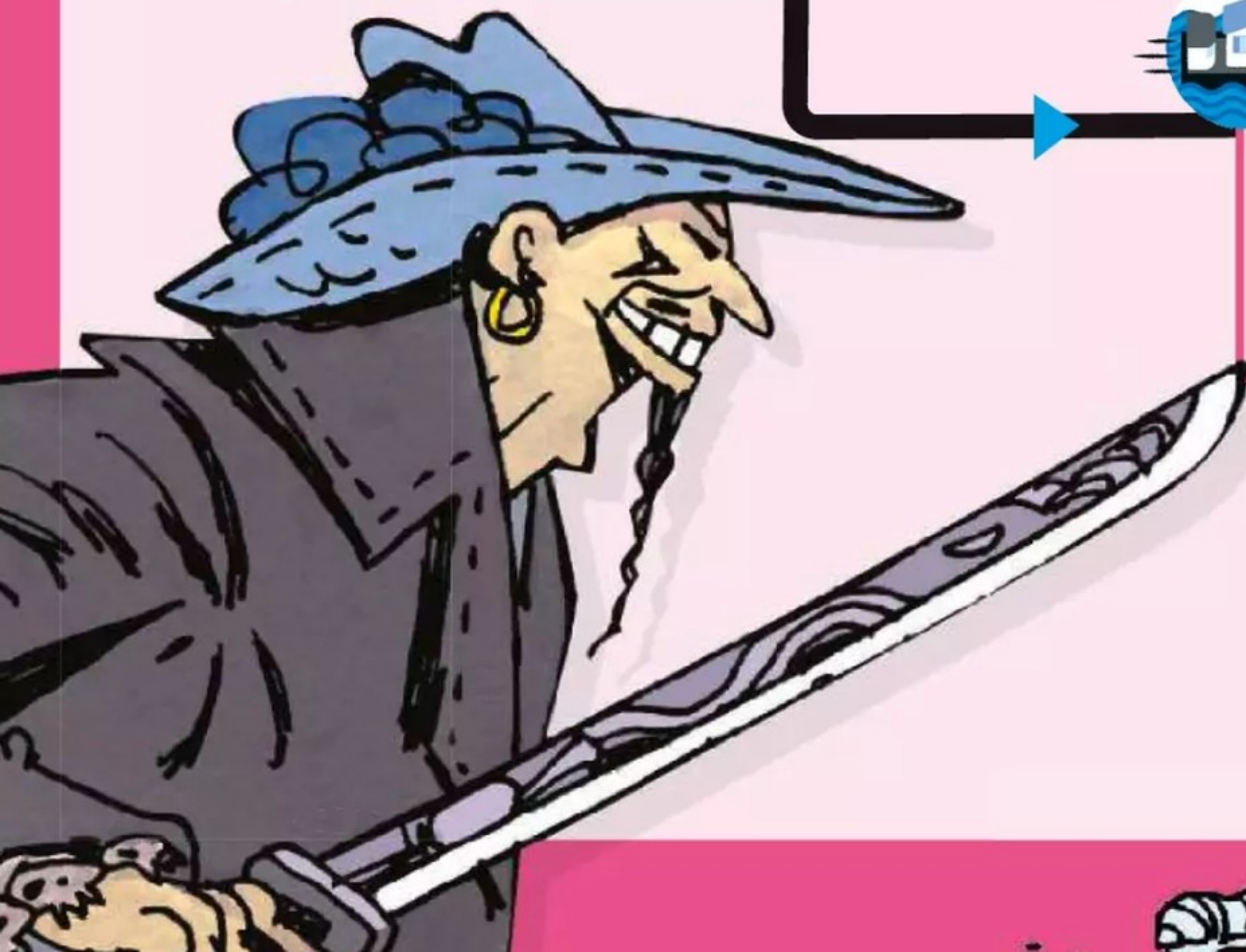
Prenez la **stratégie du déménagement**. Le village français de Miquelon, au large du Canada, a été fondé il y a des siècles par des pêcheurs, au plus près de l'eau.

Régulièrement submergé, il va être déplacé en hauteur. Mais il aura fallu deux tempêtes, et des années d'hésitation, avant de lancer le processus... qui concerne seulement 600 habitants.



En Indonésie, c'est la capitale, Jakarta (10 millions d'habitants), qui va être déplacée de l'île de Java à celle de Bornéo. Un **déménagement géant** qui prendra des décennies.

## ET SI DÉMÉNAGER EST IMPOSSIBLE ?







Aujourd'hui, l'Antarctique et le Groenland **contribuent pour un quart à la montée des eaux** (contre la moitié pour la dilatation), mais cela pourrait changer. Jusqu'alors, la masse de leurs calottes restait à peu près constante : elles gagnent de la glace grâce aux chutes de neige, et en perdent en glissant doucement vers la mer, formant des plateformes de glace flottante que l'eau océanique fait fondre lentement.



Le réchauffement climatique fait franchir un **seuil** : l'eau des océans, à l'instar des plateformes, ne peut plus s'écouler vers le pôle. Elles perdent alors leur stabilité et ne gagnent plus.



Certains glaciers de l'Antarctique ouest sont particulièrement vulnérables. S'ils perdaient leurs **bouchons de glace** constitués par les plateformes, le niveau des océans pourrait monter de 1,7 m en 2100, de 4 m en 2150... et de 15 m en 2300 ! Un scénario jugé peu probable, mais aux conséquences si graves qu'il doit être envisagé.



Les scientifiques insistent sur deux points : d'abord, vite **réduire nos émissions de gaz à effet de serre**. Non seulement cela ralentira la montée des eaux, mais cela rendra moins probable le franchissement d'un « point de bascule » en Antarctique ou au Groenland.

### COMMENT ÉVITER LES CATASTROPHES ?



Comme on le voit ici, même une montée des eaux de 50 cm va peser de sacrées **menaces sur les habitants des zones côtières basses** (1 milliard de personnes aujourd'hui) : multiplication des inondations, submersion de territoires, etc.



Du côté de Londres, des Pays-Bas ou du Japon, on a plutôt opté pour **la protection** : d'énormes digues et barrages amovibles sont édifiés pour préserver la terre ferme d'inondations catastrophiques, assortis de pompes géantes pour rejeter les eaux envahissantes. Une stratégie coûteuse qui, entre autres défauts, prend aussi énormément de temps !



## MAIS ALORS, ÇA VA VRAIMENT ARRIVER ?

Oui, dans le futur, la mer montera. Reste à savoir à quelle vitesse et jusqu'à quelle hauteur... Cela dépendra beaucoup de nous. Si l'humanité réduit ses émissions de gaz à effet de serre, cette élévation sera plus lente, et nous laissera plus de temps pour nous adapter : en déménageant, en protégeant certaines villes... ou même en apprenant à vivre sur des villages flottants, comme dans notre BD.

### #Zoom

Un **glacier** naît sur terre par l'accumulation de neige qui, en se tassant, forme des blocs compacts. À ne pas confondre avec la banquise, couche de glace formée sur l'océan et constituée d'eau de mer.



# TIKTOK, ENNEMI PUBLIC NUMÉRO 1 ?

Le réseau social préféré des ados est dans la tourmente. Depuis quelques mois, de plus en plus d'États en limitent l'utilisation sur leur territoire. Paranoïa ou craintes légitimes ?

Ophélie Colas des Francs

## 1 QUEL EST LE PROBLÈME AVEC TIKTOK ?

De plus en plus de gouvernements jugent ce réseau social dangereux pour la sécurité nationale de leur pays. Ils accusent TikTok d'exploiter les données personnelles des utilisateurs à leur insu. Par conséquent, plusieurs États ont demandé à leurs fonctionnaires de supprimer l'application de leur téléphone professionnel. Mais pourquoi TikTok plutôt qu'Instagram, Snapchat, Facebook ou encore Twitter ? Parce que cette plateforme de partage de contenus est chinoise, contrairement aux autres, qui sont américaines. En effet, TikTok a été créé en 2016 par la multinationale ByteDance. Celle-ci est

soumise à l'autorité du gouvernement communiste de Pékin, qui a tout pouvoir quand la sécurité du pays lui semble compromise (voir question 2). Autrement dit, l'État chinois peut obliger ByteDance à transmettre les données personnelles des internautes aux services de renseignement ou à la police. Les Occidentaux sont d'autant plus préoccupés

que le réseau social a une audience considérable avec 1,2 milliard d'utilisateurs actifs mensuels. Certes, c'est moins que ses concurrents américains, comme Facebook qui atteint les 3 milliards. Mais depuis deux ans, TikTok progresse à toute vitesse : il est en tête des applications les plus téléchargées dans le monde. Aujourd'hui, c'est l'application favorite des jeunes : 63% de ses usagers ont moins de 24 ans... Mais le réseau compte aussi beaucoup d'adultes. Ils travaillent dans les administrations, les entreprises, les médias. Et ce sont leurs données personnelles qui sont considérées comme sensibles par les États.

► Le 23 mars dernier, le P.D.-G. de TikTok a essayé de rassurer le Congrès américain sur l'indépendance de l'application par rapport au gouvernement chinois.





ne demandait pas aux entreprises chinoises de lui fournir des données collectées à l'étranger. Sauf qu'une loi datant de 2017 l'autorise à le faire s'il estime que sa sécurité nationale est en danger... Par ailleurs, certains chercheurs ainsi que des experts de la NSA, l'Agence de sécurité nationale américaine, estiment que l'application serait un **#cheval de Troie#** : elle serait capable de s'infiltrer dans les autres applications. Elle pourrait alors déclencher les caméras, les micros ou lire les messages. Le parfait attirail pour surveiller les gouvernements ou dérober les secrets industriels des entreprises.

Pour prouver sa bonne foi, ByteDance a annoncé le lancement du projet «Texas». Son objectif est de stocker les données des Américains sur des ordinateurs situés aux États-Unis, et non en Chine. La société américaine Oracle pourra y contrôler l'accès aux données et approuver les mises à jour de l'**#algorithme#**. La société chinoise a aussi donné des gages à l'Union européenne avec un projet identique, «Clover». Une partie des données des 150 millions d'utilisateurs européens est déjà stockée en Irlande.



ZHANG YIXI / AFP

▲ La surveillance se vit au quotidien en Chine : des millions de caméras à reconnaissance faciale sont là pour dénoncer les auteurs d'infractions mineures.

Deux nouveaux centres de données seront ouverts, en Irlande et en Norvège, afin de récupérer l'ensemble des informations concernant les citoyens européens.

## 2 LA CHINE ESPIONNE-T-ELLE VRAIMENT TOUT LE MONDE?

On n'en a pas la preuve formelle aujourd'hui. Mais plusieurs indices accréditent cette accusation. D'abord, ByteDance, la maison-mère de TikTok, a admis en novembre dernier que ses employés en Chine ont accès aux données des Européens. Pire encore,

elle a reconnu qu'une de ses équipes avait surveillé des journalistes américains qui enquêtaient sur elle ! Elle affirme cependant qu'aucune information n'a jamais été transmise au gouvernement de Pékin. L'État communiste a lui-même confirmé qu'il

qui, une fois installé sur un ordinateur, va exécuter des tâches malveillantes (surveillance, vol ou destruction de données...).

L'**algorithme** de TikTok est un programme informatique qui «décide» quelles vidéos sont affichées sur le fil de l'utilisateur.

**#Zoom**  
En informatique, un **cheval de Troie** est un programme d'apparence inoffensive mais



# 3 POURQUOI LES ÉTATS S'ATTAQUENT-ILS À TIKTOK?

**LE RÉSEAU EST LA VICTIME COLLATÉRALE DE LA GUERRE DIPLOMATIQUE, TECHNOLOGIQUE ET**

**ÉCONOMIQUE** que se livrent depuis quelques années les États-Unis et la Chine. En conquérant des millions d'internautes sur le sol américain, l'application fait en effet de la concurrence aux Gafam (Google, Apple, Facebook, Amazon et Microsoft) sur leur propre territoire. Ainsi, dès 2019, le président américain Donald Trump s'en est violemment pris à TikTok dans ses discours. Ces attaques verbales se sont transformées, cette année, en interdiction de l'application sur les téléphones professionnels des agents fédéraux. Aujourd'hui, Washington

menace de bannir purement et simplement l'application des États-Unis si elle reste entre les mains du groupe chinois. Un projet de loi en discussion, appelé Restrict Act, pourrait donner ce pouvoir au gouvernement. En l'espace de quelques mois, plusieurs pays occidentaux ont aussi restreint l'accès à TikTok pour leurs fonctionnaires, notamment en France. Au niveau de l'Union européenne, la Commission (l'organe exécutif de l'UE, équivalent du gouvernement d'un État) et le Parlement, l'organe législatif (qui vote les lois européennes) ont fait de même. Et dans le reste du monde, plusieurs États, comme l'Inde ou Taïwan, l'ont purement et simplement interdit sur leur territoire.



■ Interdiction totale (temporaire ou permanente)
   Menace d'interdiction totale
 ■ Accès restreint pour les agents publics
 ■ Utilisation déconseillée pour les agents publics

STÉPHANE JUNGERS POUR SVJ

# 4 TIKTOK MANIPULE-T-IL LES ESPRITS?

**Impossible de l'affirmer catégoriquement.**

Mais le fonctionnement de l'application consiste à happer l'attention de l'utilisateur et à ne plus la lâcher. Les vidéos occupent tout l'écran et tournent en boucle. Elles démarrent automatiquement, sans, avoir besoin de cliquer. Il suffit d'un simple « scroll » pour passer à la suivante, et ce, à l'infini. Un processus simple et addictif qui inquiète pour plusieurs raisons. Certains pays, tels les États-Unis ou la France, suspectent la Chine d'utiliser ce canal pour influencer les esprits. L'algorithme sélectionnerait discrètement des vidéos

contestant les valeurs de la démocratie. Le Sénat français vient d'ailleurs de créer une « *commission d'enquête sur l'utilisation du réseau social TikTok, son exploitation des données, sa stratégie d'influence* ». Le réseau social est soupçonné d'aider la Chine à gagner la « guerre des cerveaux » de demain. En effet, TikTok est la version internationale de Douyin, une appli réservée aux Chinois. Celle-ci favoriserait des contenus pédagogiques tandis que son équivalent international proposerait majoritairement des vidéos abrutissantes. En clair, les futures générations chinoises seraient formées et intelligentes alors que les autres seraient noyées sous un flot d'idioties. Pour redorer son blason, TikTok a lancé le hashtag #booktok qui rassemble des communautés de lecteurs, leur permettant de recommander des livres. Mais certains soulignent que même la mise en avant des conseils d'usagers se fait de façon opaque. L'algorithme est-il programmé pour recommander des lectures conformes aux intérêts de la Chine? Nul ne le sait...



« Des vidéos qui défilent au hasard... ou pas ! »

## #Zoom

La **cybersécurité** regroupe les outils et techniques visant à protéger les réseaux et les appareils informatiques

RAHAT DAR / EPA / MAXPPP



# 5

## EST-IL PIRE QUE LES AUTRES RÉSEAUX SOCIAUX?



**Pas vraiment, en fait.** On reproche à TikTok son caractère addictif. Les mineurs passent 1 h 47 par jour sur l'application d'après une étude mondiale de Qustodio, société spécialisée dans le contrôle parental. Pour faire taire les critiques, l'application va imposer une limite d'une heure par jour pour les moins de 18 ans. Et les moins de 13 ans n'ont pas le droit d'ouvrir un compte.

Mais c'est aussi le contenu qui inquiète. Des chercheurs américains ont montré que les utilisateurs étaient exposés à des vidéos poussant à la perte de poids, à l'automutilation et même au suicide. Sans compter les « challenges », des défis filmés que les abonnés sont invités à reproduire, parfois au péril de leur santé. Tel le « black-out challenge », qui consiste à retenir son souffle ou à s'étrangler jusqu'à l'évanouissement. En revanche, la commercialisation

« Au Pakistan, des manifestations contre l'appli ont eu lieu avant son interdiction totale. »



des données personnelles des internautes est la règle sur toutes les plateformes. TikTok, Instagram, Snapchat ou Facebook gagnent de l'argent en vendant ces informations à des sociétés qui les analysent pour déterminer le profil des utilisateurs (âge, taille, centres d'intérêt, etc.). Elles peuvent ainsi afficher des publicités qui correspondent aux goûts personnels de ces derniers. De plus, la **#cybersécurité** est insuffisante sur toutes ces plateformes : des données privées fuient régulièrement.

En janvier, les adresses électroniques de 235 millions d'utilisateurs de Twitter ont ainsi été mises en vente sur un forum de **#hackers**!

Autre point noir, la désinformation. Sur tous les réseaux, de fausses nouvelles circulent sans modération, ou presque.

Mais TikTok est le champion toute catégorie : d'après la société Newsguard qui a analysé, l'automne dernier, des vidéos postées sur le réseau à propos de sujets comme l'Ukraine et la Covid, 20% d'entre elles contenaient des informations fausses ou trompeuses. \*

OLIVIER DOULIERY / AFP



« Pour Trump, l'ex-président américain, à bas TikTok... mais vive Twitter! »

des piratages et attaques numériques. Les **hackers** sont des spécialistes de la programmation, capables de détourner les systèmes de sécurité informatiques pour

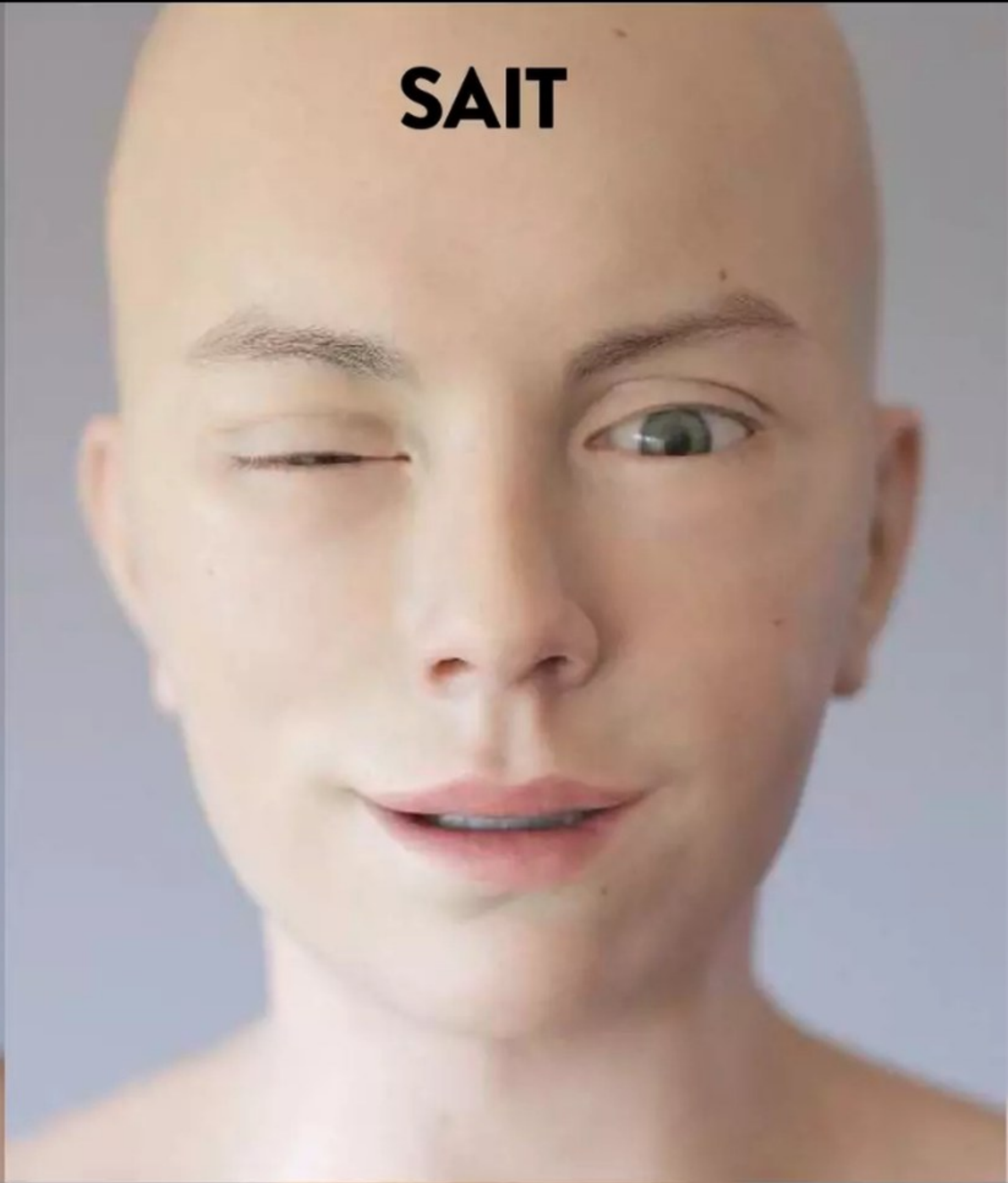
pirater des données, bloquer des sites ou parfois révéler les failles des systèmes afin d'améliorer la cybersécurité.



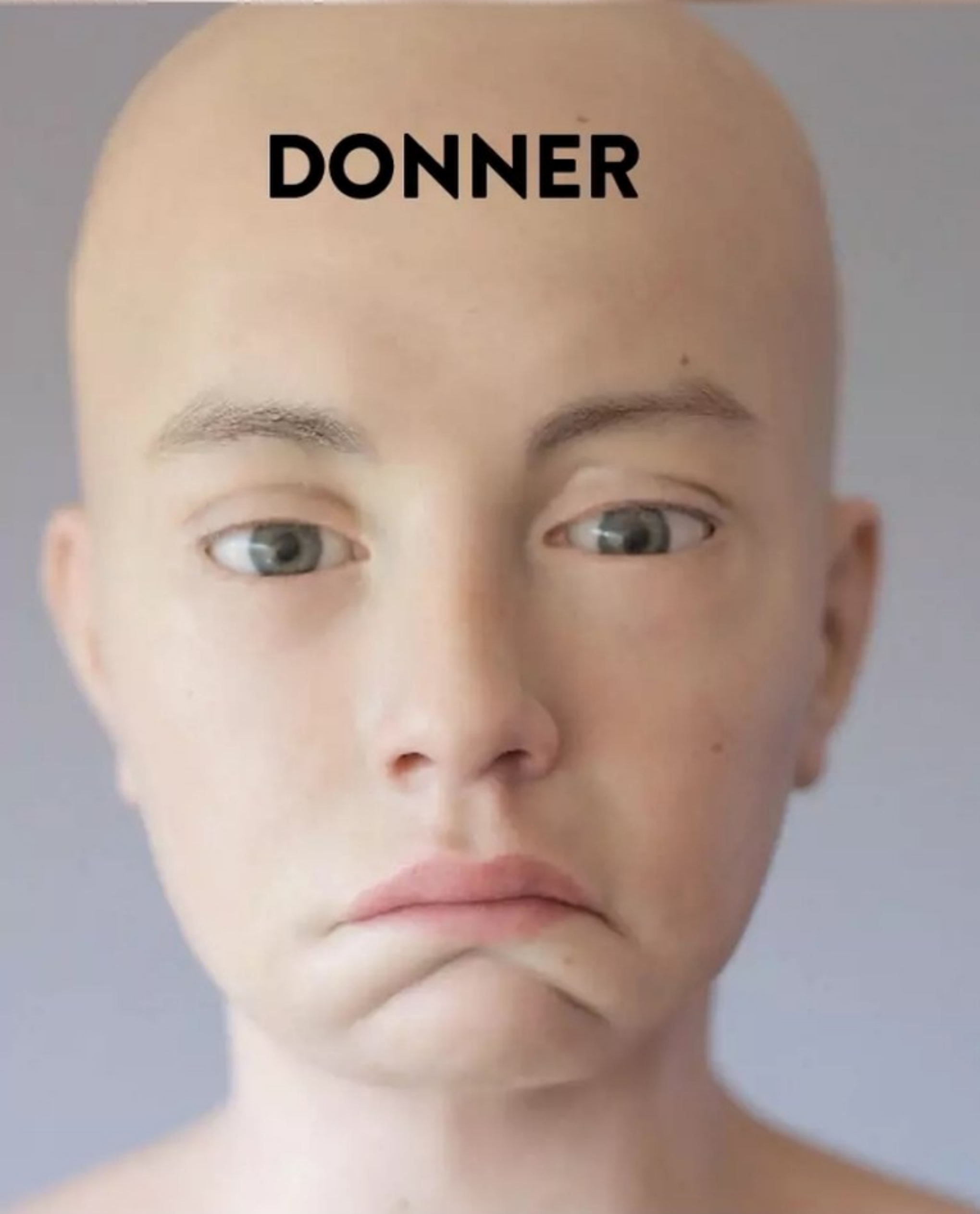
**ON NE**



**SAIT**



**DONNER**



**DE LA**







PLUS



OÙ



TÊTE!

#### FIGURES DE STYLE

Voici Abel. Il a le visage très expressif d'un ado de 12 ans, et si vous lui trouvez un drôle d'air, ce n'est pas seulement à cause de son absence de cheveux. C'est peut-être aussi parce qu'il n'existe pas. Enfin, il est bien réel (ce n'est pas une image fabriquée par une I.A.), mais il n'est pas humain : Abel est un robot. Fruit des efforts des bio-ingénieurs de l'université de Pise (Italie) et des artistes du studio Biomimic de Londres (Royaume-Uni), spécialisés dans l'animation de créatures artificielles pour le cinéma (*Jurassic Park*, *Star Wars*), Abel est le plus performant des « robots sociaux ». Ces machines sont conçues pour reconnaître et imiter les émotions humaines, afin de développer une forme d'« intelligence affective ». Le but est d'aider des personnes atteintes de troubles autistiques ou de démence à déchiffrer et exprimer des émotions, pour qu'elles puissent mieux communiquer.

Sous la peau artificielle se cachent des trésors d'ingénierie. La tête d'Abel renferme 21 servomoteurs (des moteurs couplés à un système électronique) : 4 pour les sourcils, 8 pour les yeux, 8 pour l'ensemble bouche-lèvres-joues et 1 pour la mâchoire. Abel est aussi capable de bouger le cou et possède deux bras articulés. Largement de quoi reproduire la plupart des expressions humaines, que ce soit un sourire, une bouche béante de surprise, une moue boudeuse... voire un clin d'œil. Tout cela est piloté par une intelligence artificielle qui a appris à étudier les visages humains pour reconnaître les émotions, et y réagir, grâce à un tas de capteurs : caméras, micros sensibles aux fréquences vocales, détecteurs de chaleur (pour déceler les infimes variations de température de la peau), de battements de cœur, et même d'ondes cérébrales ! Tout ça n'est pas discret car, pour l'instant, beaucoup de ces capteurs sont fixés sur les personnes étudiées, via des électrodes. Prochaine étape : les intégrer à l'intérieur d'Abel, sans qu'il chope la grosse tête ! **C.B.**

VITTORIO ZUNINO CELOTTO / AFP



### RENCONTRE AU SOMMET

Que l'ISS semble minuscule à côté de la Lune ! Car oui, cette silhouette noire est bien la Station spatiale internationale, aisément reconnaissable à ses longs panneaux solaires formant un H avec la partie centrale. Capturer les deux sur un même cliché n'est pas le fruit du hasard. Située à 400 km d'altitude, la demeure des astronautes file à 28 000 km/h. Quant à la Lune, mille fois plus éloignée, elle paraît immobile en comparaison. Ainsi, le rendez-vous de l'ISS avec notre satellite naturel dure moins d'une seconde !

L'astrophotographe Andrew McCarthy a donc dû préparer son coup. Première étape : déterminer le moment où l'ISS transitera devant la Lune. Des sites internet donnent les trajectoires et les heures de passage de la station, mais ces informations ne sont pas toujours fiables. Alors Andrew s'assure toujours une marge de sécurité. Il photographie quelques secondes avant et après l'instant T et ne cadre pas trop serré, de peur que sa cible passe à côté. Pour le reste, il déclenche son appareil en mode rafale et... il ne reste plus qu'à espérer qu'il aura immortalisé la rencontre ! Ensuite, Andrew retravaille le cliché sur ordinateur, notamment en renforçant la saturation des couleurs. Selon leur composition chimique, les régions de la surface lunaire ne reflètent pas la lumière solaire de la même façon et leurs couleurs varient légèrement. Une différence invisible à l'œil nu mais révélée ici. C'est ainsi que se dévoilent des zones basaltiques abondantes en titane (*en bleu*) et des régions riches en fer (*en orange*). **M.L.**

ANDREW MCCARTHY/RMG/ASTRONOMY PHOTOGRAPHER OF THE YEAR



# AU CLAIR DE LA LUNE





# L'HYGIÈNE BUCCO-DENTAIRE, C'EST SON DADA!







## REMÈDE DE CHEVAL

Les humains ne sont pas les seuls à devoir ramener leur fraise chez le dentiste. Les chevaux aussi ont besoin de soins dentaires réguliers. Comme Skywalker, 22 ans, qui se fait ici ratiboiser les ratices par le vétérinaire James Marshall, à la clinique équine d'Hambleton, dans le Yorkshire (Royaume-Uni). Ces soins sont importants car une mauvaise santé dentaire peut causer de fortes douleurs, une perte de poids et des infections. Il faut savoir que les dents des équidés poussent en permanence. Herbivores, ils ont une dentition adaptée à leur régime alimentaire : les incisives servent à couper l'herbe et les molaires à broyer les fibres végétales. Dans la nature, l'usure des dents due à la mastication compense leur pousse. Mais pour les chevaux vivant en écurie, l'abrasion ne se fait pas

de façon uniforme. Parfois, des aspérités pointues apparaissent sur les prémolaires et molaires, ou bien leurs rebords intérieurs ou extérieurs deviennent coupants. Ces reliefs acérés peuvent endommager les gencives et la langue, et gênent l'animal lorsqu'il porte un mors (la pièce métallique transversale du harnais que l'on place dans sa bouche pour le diriger). Il faut donc les limer à l'aide d'une fraise (comme sur la photo) ou d'une râpe. Pour leur malheur, les chevaux souffrent aussi des mêmes maux que nous : caries, tartre, inflammation des gencives, etc. Et ils ont souvent des dents surnuméraires (c'est-à-dire en plus des quarante qui constituent leur dentition normale), aussi encombrantes que nos dents de sagesse. Heureusement, ils peuvent compter sur les « dentistes équins », une spécialité qui se développe depuis vingt ans. Quand il s'agit de bichonner sa plus belle conquête, l'homme ne fait pas la fine bouche ! **A.L.**



# COMMENT JUICE VA DÉCROCHER LES LUNES

Europe, Callisto et Ganymède : c'est le tiercé que doit toucher, dans l'ordre, la sonde spatiale *Juice*. Lancée en avril, elle devrait, d'ici 2034, faire le tour de ces trois satellites de Jupiter. Et nous aider à en savoir plus sur ces astres glacés qui abritent peut-être des océans porteurs de vie...

Pierre Henriquet



«**À** tous, de #DDO#, attention pour le décompte final. 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, top!» C'est sur ces mots que la sonde spatiale européenne *Juice*, précieusement encapsulée sous la coiffe de la fusée Ariane 5, s'est élancée vers le ciel le 14 avril dernier, pour son long voyage vers Jupiter. Sa mission : explorer en détail trois satellites naturels de la planète géante

(Europe, Ganymède et Callisto) et rassembler le plus d'informations possible sur leurs mystérieux océans souterrains, où il est possible que la vie ait pu se développer ! Le voyage de *Juice* (*JU*piter *I*cy *M*oons *E*xplorer, «exploratrice des lunes glacées de Jupiter») est presque aussi passionnant que

## #Zoom

Le directeur des opérations (DDO) est le chef d'orchestre de tous les services (météo, télémétrie, sécurité...) qui

s'assurent des bonnes conditions de décollage des fusées. C'est lui qui a le pouvoir d'arrêter le lancement si un problème survient.

La **gravité** est la force d'attraction qu'exerce un astre, du fait de sa masse, sur tous les corps qui sont à sa surface ou à proximité.

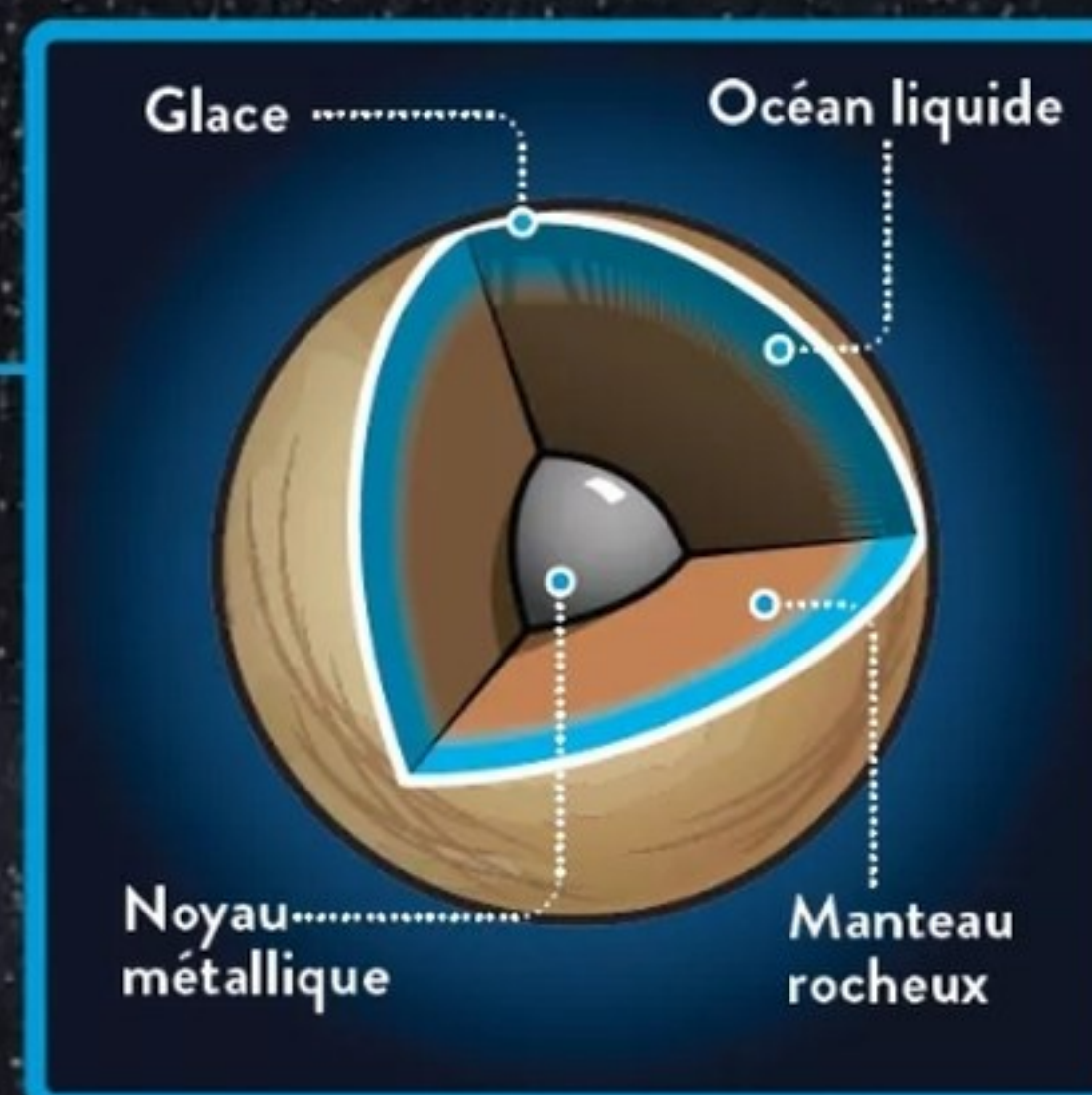


# 1 EUROPE

DIAMÈTRE :  
3100 KM

DISTANCE ORBITALE :  
671100 KM

PÉRIODE ORBITALE :  
3 JOURS ET 13 HEURES



Europe est la lune sur laquelle la présence d'un océan liquide, sous sa surface glacée, est la plus certaine. On le sait grâce à des mesures indirectes faites par les anciennes sondes *Voyager* et *Galileo*. Et parce que le télescope spatial Hubble a mis en évidence, plus récemment, des panaches d'eau qui s'en échappent sous forme d'immenses geysers. Cet océan tiède et salé doit se trouver assez proche de la surface (moins de 30 km) et s'étend probablement assez profondément, jusqu'à environ 100 km, là où il touche le sol rocheux et chaud d'Europe. La chaleur provient des énormes **«forces de marées»** causées par Jupiter, qui tordent et malaxent les roches de la petite lune, les chauffant par frottement. C'est aussi dans l'océan souterrain d'Europe que l'on pense avoir le plus de chances de trouver des formes de vie extraterrestre (si elles existent).

Problème : elle est située dans les **«ceintures de radiations»** (zoom p. 44) de Jupiter, parcourues de particules énergétiques capables d'endommager l'électronique de *Juice*. Voilà pourquoi la sonde ne fera que deux survols (ce qui entamera déjà 50 % de son blindage antiradiations).

## UNE PLATEFORME SCIENTIFIQUE DE PLUS DE CINQ TONNES

la mission qui l'attend une fois arrivée à destination. L'année prochaine, en août 2024, la sonde passera à nouveau à proximité de la Terre et utilisera la **«gravité»** de notre planète pour gagner de la vitesse.

### Frôlements planétaires

Cette technique, appelée « assistance gravitationnelle », est couramment utilisée pour propulser les engins

spatiaux vers d'autres planètes (voir encadré p. 44).

Elle est longue (il faut souvent plusieurs passages) et nécessite d'être extraordinairement précis. Mais elle présente l'avantage d'économiser du précieux carburant : c'est la seule gravité de la planète qui fournit l'accélération voulue.

Défi supplémentaire pour *Juice*, la manœuvre qu'elle va tenter en 2024 est unique en son genre : c'est la première fois qu'une sonde utilisera à la fois la gravité de la Terre et celle de la Lune. S'ensuivront d'autres « frôlements planétaires », de Vénus en 2025, puis encore de la Terre, en 2026 et 2029, avant finalement d'arriver près de Jupiter, si tout va bien, en juillet 2031.

### Travail de pointe

Et c'est là que débutera le véritable travail de la sonde. *Juice* est une

énorme plateforme scientifique de plus de 5 tonnes, bardée d'instruments qui vont s'intéresser à trois des quatre plus grosses lunes de Jupiter, appelées « lunes galiléennes » car elles ont été observées pour

la première fois par Galilée en 1610. Après deux rapides survols d'Europe (voir ci-dessus), la trajectoire de *Juice* sera déviée pour effectuer, cette fois-ci, 21 survols de Callisto, jusqu'en novembre 2034 (voir page suivante).xxx

## #Zoom

Les **forces de marée** déforment la matière d'un astre sous l'effet de l'attraction gravitationnelle d'un autre astre massif

proche. Ainsi, l'attraction exercée par la Lune déforme la surface des océans terrestres pour créer les marées.



## #Zoom

Le **champ magnétique** d'une planète s'étend autour d'elle. Il modifie la trajectoire des particules chargées, repoussant notamment celles du vent solaire (électrons, protons, noyaux d'atomes légers).

### Ceintures de radiations :

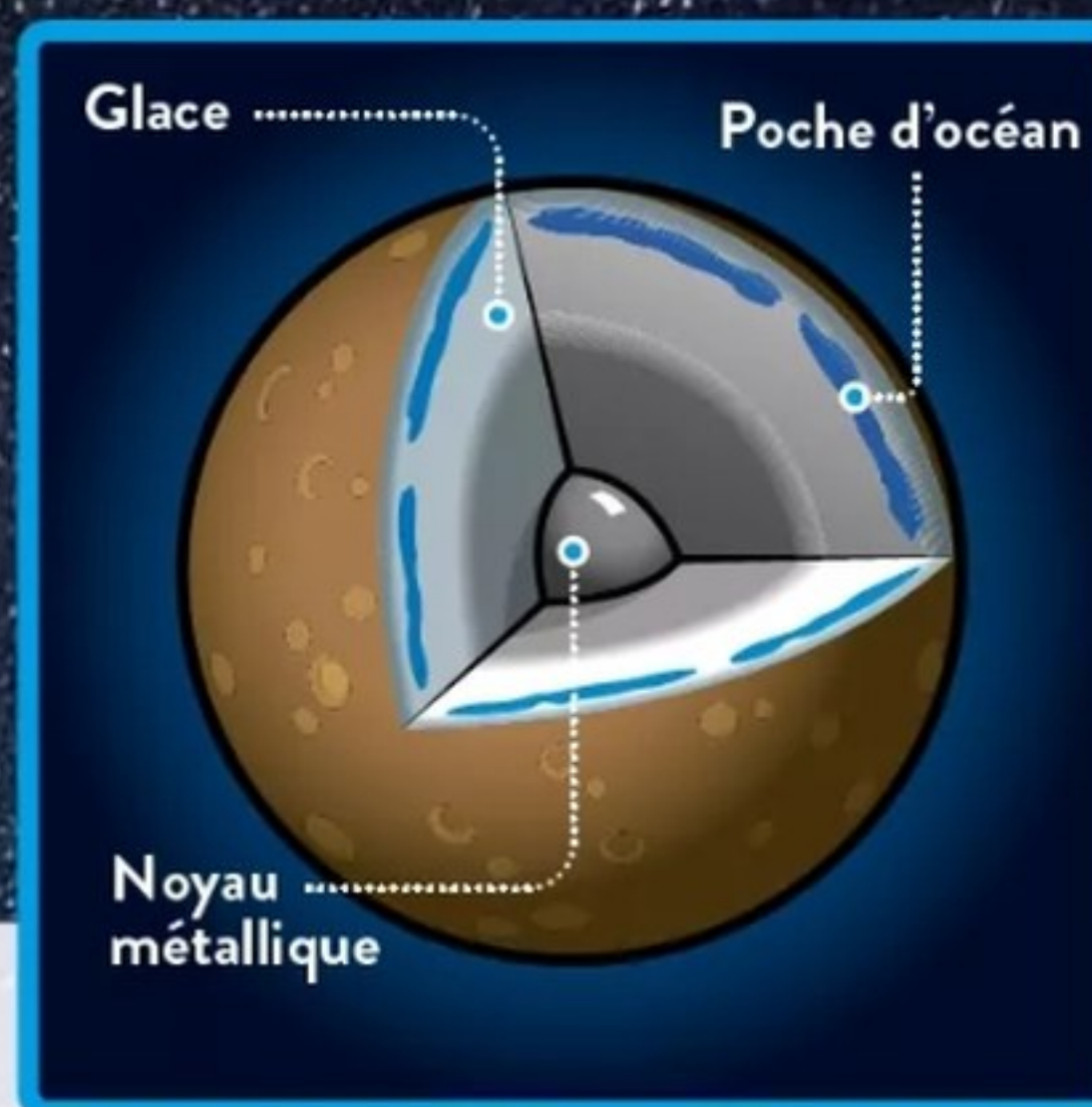
zones autour de certaines planètes (Terre, Jupiter...) où des particules du vent solaire sont piégées par le champ magnétique de la planète.

xxx Une fois ces deux satellites naturels étudiés, l'objectif principal de la mission sera en vue : Ganymède (voir page de droite). *Juice* commencera par survoler la lune à douze reprises, descendant jusqu'à 400 km d'altitude.

Puis, grande première dans l'histoire de la conquête spatiale, elle se mettra en orbite autour de Ganymède. Jamais, jusqu'ici, une sonde humaine ne s'est mise en orbite autour d'une lune d'une autre planète du Système solaire.

### Survols rapprochés

Dans un premier temps, cette orbite sera très elliptique, passant au plus près de Ganymède



à 5000 km d'altitude. Commencera alors la première phase scientifique avec les instruments dit « in situ », qui vont étudier le **#champ magnétique#** de Ganymède et son interaction avec les **#ceintures de radiations#** de Jupiter. Viendra ensuite le moment de « circulariser » la sonde à une orbite constante de 5000 km.

Dans cette deuxième phase rapprochée, ce sont les instruments dits de télédétection qui seront mis en avant. Objectif : photographier toute la surface avec une très bonne résolution et déterminer la composition chimique des éléments dispersés sur les différents terrains observés.

Enfin, il est prévu de descendre progressivement *Juice* jusqu'à quelques centaines de kilomètres de

## 2 CALLISTO

DIAMÈTRE :  
4820 KM

DISTANCE ORBITALE :  
1,8 MILLION DE KM

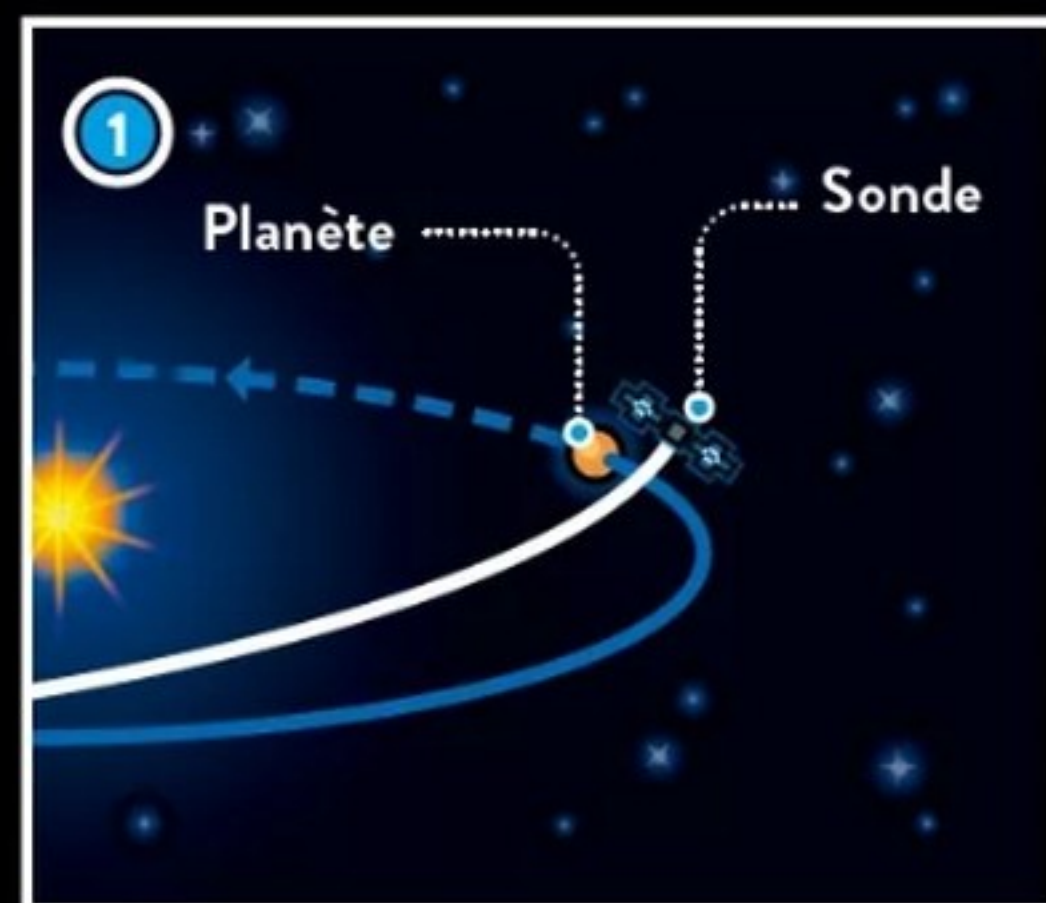
PÉRIODE ORBITALE :  
16 JOURS ET 16 HEURES

Callisto est la plus lointaine des quatre lunes galiléennes. À ce titre, c'est celle qui subit le moins les forces de marées qui réchauffent Europe, par exemple. Elle est donc géologiquement plus calme, presque inerte, ce qui est confirmé par le grand nombre de cratères d'impact à sa surface (c'est comme cela qu'on mesure l'âge d'un astre : plus il y a de cratères, plus il est vieux). C'est aussi la lune que l'on connaît le moins, on attend donc beaucoup des 21 survols de *Juice*. Comme Callisto est plutôt « froide », c'est sur elle que la présence d'un océan souterrain est la moins probable. Soit il n'y en a pas, soit il y en a eu un, mais il est doucement en train de cristalliser en glace. À *Juice* de trouver la réponse. En revanche, tout l'intérêt de Callisto réside justement dans le fait qu'elle est restée « figée » depuis sa formation.

Sa composition n'a sans doute pas beaucoup changé. Il s'agit donc d'un fossile du système jovien primitif, qui pourra certainement beaucoup nous renseigner sur la formation de Jupiter.

### ACCÉLÉRER AVEC LA GRAVITÉ

L'assistance gravitationnelle est la technique qui permettra d'accélérer *Juice* en utilisant la gravité d'une planète. Lorsque la sonde passera à proximité, elle subira son attraction. Sa trajectoire sera alors déviée, mais elle sera aussi entraînée avec l'astre sur son orbite et elle gagnera en vitesse (1). Si elle passait trop près, la sonde risquerait de s'écraser sur la planète. Mais sa trajectoire est précisément calculée de manière à ce qu'elle échappe à la gravité de l'astre avec une vitesse plus grande et une nouvelle trajectoire (2), qui lui permettra d'atteindre une autre planète pour une nouvelle manœuvre d'assistance gravitationnelle.



la surface de Ganymède, d'où l'on pourra utiliser une troisième famille d'instruments, dits de géophysique. Des altimètres laser, capables de dresser la topographie précise de toute la surface, et des radars qui, eux, pénétreront l'intérieur de la couche de glace jusqu'à une dizaine de kilomètres de profondeur.

### Piégée sans espoir de retour

Une fois que toutes ces mesures auront été faites et envoyées vers la Terre, la mission touchera à son terme. Mais que faire d'une sonde de plusieurs tonnes piégée en orbite



### 3 GANYMÈDE

PÉRIODE ORBITALE :  
7 JOURS ET 3 HEURES

DIAMÈTRE :  
5260 KM

DISTANCE ORBITALE :  
1 MILLION DE KM



Ganymède est la plus grosse lune du Système solaire. Elle est plus massive que la planète Mercure ! Elle serait même considérée comme une planète si elle orbitait autour du Soleil et non de Jupiter. Autre particularité unique : c'est la seule lune à posséder son propre champ magnétique. Contrairement à Europe, qui est rocheuse avec une croûte de glace en surface, Ganymède est un mélange de glace, de roche et de poussière, une sorte d'immense boule de neige sale. Si l'on pouvait creuser sous la couche de glace, on tomberait probablement, vers 100 km de profondeur, sur un océan souterrain peu salé (bien moins qu'Europe). Il se prolonge sûrement beaucoup plus bas, mais plus on descend, plus la pression augmente. À plusieurs centaines de kilomètres de profondeur, même s'il fait chaud, la pression force l'eau à se cristalliser en une glace spéciale qui n'existe pas sur Terre, appelée « glace à haute pression ». Très différent des autres mondes connus, l'océan de Ganymède, piégé entre deux couches de glace, réserve sans doute des surprises. Rendez-vous fin 2034...

basse autour d'une lune encore inconnue, sans assez de carburant pour en repartir ? Même si tout retour sur Terre est impossible, la fin de *Juice* n'est pas encore écrite. Cela dépendra de la manière dont sa mission d'exploration se sera déroulée. Il est envisagé, par exemple, de faire intervenir la sonde américaine *Europa Clipper*, qui arrivera à peu

#### UN DERNIER FEU D'ARTIFICE POUR FINIR EN BEAUTÉ

près en même temps que *Juice* autour de Jupiter, mais qui se cantonnera presque exclusivement à l'étude d'Europe. Une option serait d'envoyer *Juice* s'écraser sur Ganymède, tout en programmant *Europa Clipper* pour observer l'impact. En analysant

la lumière produite par l'explosion, il devrait être possible d'en déduire précisément la composition chimique du site de l'impact. D'autant que ce cratère tout frais exposerait aux instruments d'*Europa Clipper* de la glace intacte du sous-sol, qui n'a pas été contaminée par les radiations et la poussière de la surface. Une ultime chance d'en savoir plus sur ce fascinant corps glacé. ✨



Loups, tapirs, baleines, chiens de prairie... Certains animaux jouent un rôle crucial dans les écosystèmes. Sans eux, des tas d'espèces de faune et de flore seraient menacées. Ils forment même des « équipes » aux pouvoirs spécifiques : prédateurs, ingénieurs, jardiniers ou climatiseurs. Si l'on veut qu'ils gardent leur costume de superhéros, il faut à tout prix les protéger. Car tous, ou presque, sont menacés par le même supervilain : l'être humain.

Hélène Gélot et Titouan Corlet

# LES SAUVEURS DE LA NATURE







# Prédateurs : ils régulent les herbivores

Dans les contes, le loup tient toujours le rôle du méchant. Pourtant, dans la nature, ce grand prédateur agit plutôt en protecteur, sans lequel des **#écosystèmes#** entiers risquent de s'effondrer. C'est ce qu'il s'est passé dans le parc de Yellowstone, aux États-Unis, au cours des années 1920. À l'époque, le gouvernement américain a autorisé la chasse au loup dans la réserve afin de rassurer les éleveurs qui accusaient la bête de décimer leur bétail. Dès 1926, la dernière meute avait disparu du parc, sans que personne n'en imagine les conséquences. Comme le loup n'était la proie d'aucun autre animal, son absence ne devait priver personne de nourriture. Au contraire, on pensait qu'elle profiterait à tout le monde. Grave erreur...

## Réaction en chaîne fatale

À mesure que les effectifs des loups diminuaient, leurs proies se sont multipliées, en particulier les wapitis. Problème : ces herbivores de 300 kg ingèrent 7 kg d'écorces et de feuilles par jour, et dévorent les jeunes pousses d'arbres, empêchant la végétation de se régénérer. Pire, sans la crainte de leur principal prédateur,

les wapitis ont quitté les sous-bois où ils se cachait jusque-là pour se déplacer vers des zones plus ouvertes, bordant les rivières. En quelques décennies, leur broutage intensif a dévasté la végétation, dont les trembles et les saules buissonnants qui poussaient le long des berges. Les oiseaux qui nichaient là ont alors dû quitter le parc à la recherche de nouveaux perchoirs. Faut de branchages pour bâtir leurs barrages, les castors ont aussi fait leurs valises. Or, les étangs artificiels construits par ces animaux « ingénieurs»

## UN SEUL ÊTRE MANQUE ET TOUT EST DÉPEUPLÉ

(voir p. 50) sont vitaux pour une multitude de poissons, d'amphibiens et d'insectes aquatiques, qui se reproduisent et s'abritent dans leurs eaux calmes. Ces espèces sont elles-mêmes vitales pour d'autres qui s'en nourrissent, comme les hérons ou les canards. De plus, sans les barrages pour faire obstacle, le débit des rivières s'est accru. Le courant a grignoté la rive, emportant la terre et dévastant la végétation encore intacte. Ce n'est pas tout, l'absence de loup a aussi eu un effet néfaste sur les autres prédateurs. Les coyotes se sont retrouvés au sommet de la chaîne alimentaire, mais, trop petits pour s'en prendre aux wapitis, ils ont décimé les populations d'antilopes et de petits



➤ Les loutres raffolent des oursins (ci-dessus). Sans elles, ceux-ci prolifèrent, détruisant les kelps (à droite). Or, nombre de poissons dépendent de ces algues.





Coyote

Castor

Saules

Loup



SANS LE LOUP

Wapiti

Coyote

CHRISTOPHE CLÉRICI POUR SVU

au XIX<sup>e</sup> siècle, la chasse intensive de la loutre marine pour sa fourrure a conduit à la disparition des kelps. Ces prairies d'herbes marines, abritant moult espèces et servant de nurserie à beaucoup de poissons, ont été dévorées par les oursins, autrefois mangés par les loutres.

### Maintenir la diversité

Autre exemple, la construction de barrages hydroélectriques dans la région du Lago Guri (Venezuela) a inondé la jungle et transformé les grands espaces boisés en séries de petites îles. La fragmentation de leur terrain de chasse a fait fuir les grands prédateurs, comme les jaguars, menant à une multiplication de leurs proies. La plupart des plantes ont alors rapidement été dévorées, sauf celles bardées d'épines ou de toxines. Du haut de la chaîne alimentaire, les grands prédateurs sont donc essentiels pour maintenir leur écosystème en bonne santé. En régulant les populations de proies et d'autres prédateurs, ils garantissent la **"biodiversité"**. Et plus il y a d'espèces différentes (jouant chacune un rôle) au sein d'un écosystème, plus celui-ci a de chances de se reconstruire après une catastrophe naturelle, et mieux il résistera aux espèces invasives.

**#Zoom**  
 Un **écosystème** désigne une communauté d'êtres vivants et les liens qui les unissent au sein d'un environnement.  
 La **biodiversité** correspond à la variété des espèces vivantes que l'on peut trouver au sein d'un écosystème donné.

De plus, comme les prédateurs s'attaquent de préférence aux animaux malades ou faibles, ils limitent la propagation d'épidémies. Or, parmi les 31 grands carnivores de la planète, 17 ont déjà subi une perte de 50 à 99% de leur territoire de chasse, avec des conséquences dramatiques pour leur milieu. Il est donc primordial de les protéger. Car une fois qu'ils ont disparu, revenir en arrière est difficile : la réintroduction des loups à Yellowstone en 1995 a amélioré la santé du parc, mais ce dernier n'a toujours pas retrouvé son état d'avant 1920. **T.C.**



rongeurs. Les rapaces et les renards qui se régalaient de ces proies se sont trouvés sans ressources, et leur nombre a chuté drastiquement. De même, sans les carcasses abandonnées par les loups, beaucoup d'animaux charognards, comme les corbeaux, les pies et même les ours, ont dû quitter la région pour ne pas mourir de faim. Cet exemple n'est pas unique. De plus en plus d'études, menées partout dans le monde, montrent que la perte d'un grand prédateur provoque des désastres en cascade. Ainsi, sur les côtes d'Alaska,



# Ingénieurs : ils créent de nouveaux habitats

Les chiens de prairie vivant dans la région des Grandes Plaines, qui s'étale du sud du Canada au nord du Mexique, sont d'incroyables bâtisseurs. Formant des colonies de plusieurs milliers d'individus, ces grosses marmottes creusent d'immenses « villes » souterraines. Constituées d'une multitude de galeries et de chambres (voir illustration à droite), elles peuvent s'étendre sur des centaines d'hectares. Selon leur profondeur et leur température, ces cavités servent de nurserie (1), de garde-manger (2), de latrines ou encore de poste de guet (3).

Hélas, ces œuvres architecturales ne sont pas du goût des agriculteurs. Longtemps, les rongeurs ont été considérés comme des « tractopelles vivantes », tout juste bons à endommager les champs et les prairies

indispensables pour faire paître les troupeaux. Depuis le milieu du XIX<sup>e</sup> siècle, les chiens de prairie ont été largement chassés et empoisonnés. Leur territoire a été réduit à 2% de sa surface d'origine. Sauf que, sans eux, la plupart des prairies sont devenues des plaines désertiques parsemées de broussailles.

## Ouvriers et paysagistes à la fois

Et pour cause : en creusant, ces rongeurs aèrent le sol, permettant à l'eau de s'y infiltrer. Ils mélangent les terres profondes, riches en nutriments, avec celles de la surface, rendant le terrain fertile. Leurs terriers sont donc surplombés d'étendues herbeuses contrastant avec l'aridité alentour. En bons paysagistes consciencieux, les chiens de prairie taillent la végétation, empêchant la pousse d'arbustes, de buissons et de broussailles. Ils tondent aussi leur « gazon », afin d'avoir une vue dégagée. Sans eux, la végétation se raréfie. Le sol s'assèche et, vu qu'il n'est plus retenu par les racines des plantes, se fait emporter par le vent, entraînant une véritable désertification.

Il faut donc les protéger. D'autant que l'environnement qu'ils entretiennent est une oasis pour de nombreuses autres

espèces. Les troupeaux de bisons (4) et d'antilopes (5) y broutent, et plus de 150 espèces d'animaux (oiseaux, insectes, reptiles, batraciens, rongeurs) squattent leurs galeries. Ainsi, des colonies entières de lapins d'Audubon (6) viennent y mettre leurs bébés en sécurité. La chouette des terriers (7) y passe ses nuits.

## Des visiteurs en pagaille

L'été, quand les mares s'assèchent, les terriers pullulent d'amphibiens comme les salamandres (8), venus profiter de la fraîcheur et de l'humidité de certaines

chambres. À la mauvaise saison, d'autres animaux s'invitent aussi chez les chiens

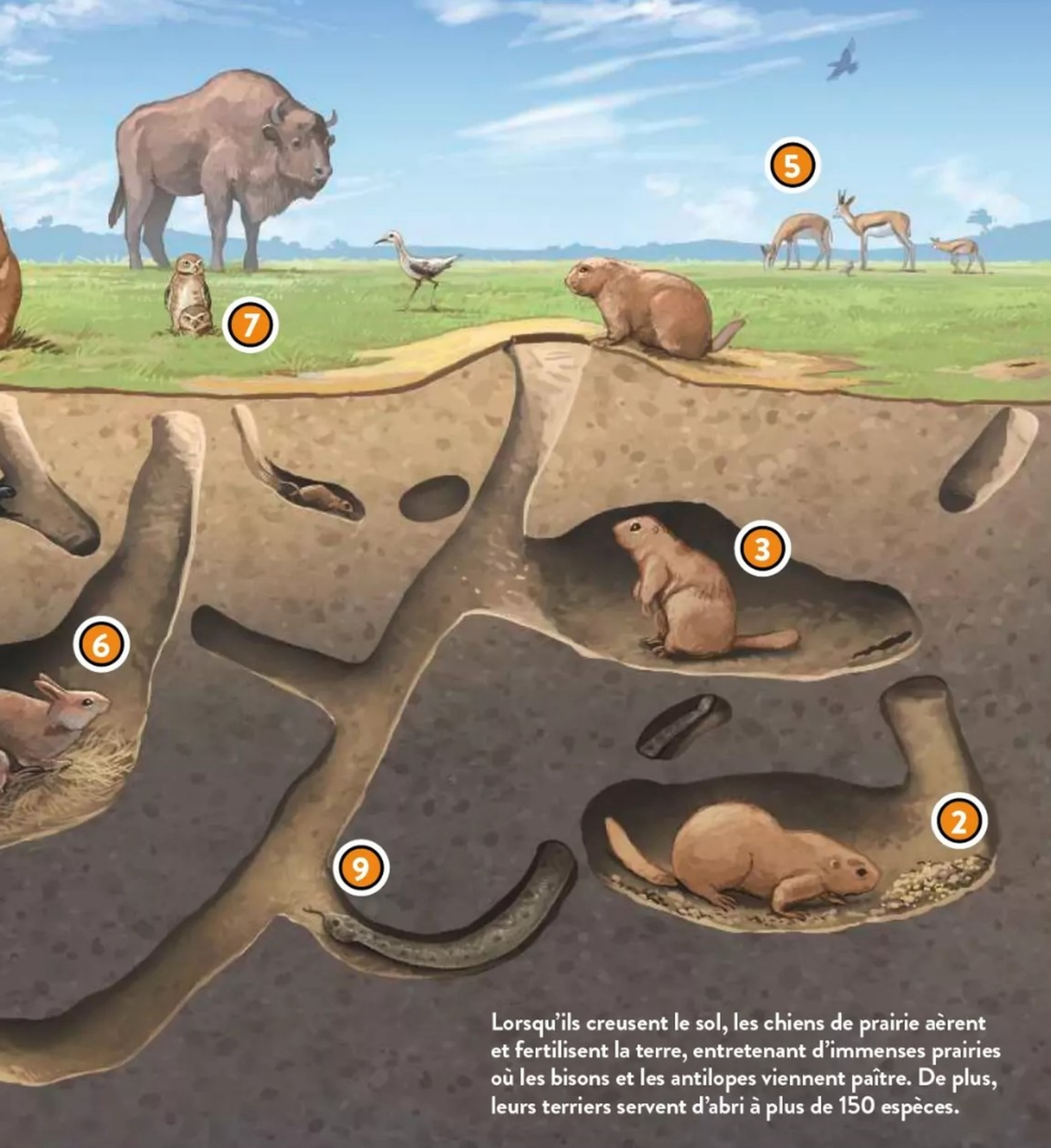


## #Zoom

Un lagon est une étendue d'eau peu profonde séparée de l'océan par un récif corallien.







Lorsqu'ils creusent le sol, les chiens de prairie aèrent et fertilisent la terre, entretenant d'immenses prairies où les bisons et les antilopes viennent paître. De plus, leurs terriers servent d'abri à plus de 150 espèces.

FABRICE WEISS POUR SVJ

Dans cette catégorie, les champions sont sans conteste les polypes. Ces organismes marins de quelques millimètres de long sont les maîtres d'œuvre des plus grandes constructions jamais vues sur Terre : les barrières de corail.

Vivant en colonies denses de plusieurs millions d'individus, les polypes s'entourent d'une armure en carbonate de calcium pour se protéger des prédateurs. Année après année, millimètre par millimètre, ces coques s'agrègent et forment des récifs qui peuvent s'étaler sur près de 2 300 km de long !

### De véritables barrières vivantes

Ces barrières « vivantes », souvent érigées près des côtes, attirent de nombreuses autres espèces. Éponges, algues et coquillages s'en servent de point d'attache. Poissons, seiches et crustacés profitent des anfractuosités pour s'aménager des cachettes.

Par ailleurs, en ralentissant les courants et en cassant les vagues, la barrière protège également les côtes contre l'érosion, les tempêtes et les tsunamis. Les eaux particulièrement calmes des **#lagons#** sont des sites de ponte privilégiés pour de nombreux poissons de haute mer,

et un lieu de chasse pour les prédateurs (mérus, pieuvres, requins).

Au total, près du quart de toutes les espèces marines dépendent des récifs coralliens, alors

que ces écosystèmes représentent 0,1 % de la surface des océans !

Victimes du changement climatique, de la pollution ou de l'acidification des milieux marins, près de 15 % des barrières de corail ont disparu au cours des dix dernières années. Ce chiffre pourrait monter à 90 % d'ici 2050 si rien n'est fait.

Une catastrophe pour les espèces marines, mais aussi pour nous autres humains : la plupart des poissons que nous mangeons dépendent de ces récifs d'une façon ou d'une autre. **T.C.**

## CE N'EST PLUS UN LOGIS, C'EST UN AIRBNB!

crotales des prairies (9), etc. Certains, comme le putois à pieds noirs (10), une espèce menacée, se nourrissent presque exclusivement de chiens de prairie et s'approprient leurs terriers pour se reproduire.

Comme les castors, les tortues gauffrées ou les tatous, les chiens de prairie sont une « espèce ingénieur ». C'est-à-dire une espèce qui, par sa seule activité, modifie son environnement au point de créer un nouvel habitat qui profite à de nombreux autres animaux.

« Un récif corallien, comme celui-ci au large des Philippines, est une construction vivante qui héberge quantités d'espèces végétales et animales vivant en harmonie.



GETTY IMAGES



# › Jardiniers : ils replantent les forêts

**E**n septembre 2016, au sud-est de la forêt amazonienne, Ludmila Rattis et ses trois collègues sillonnent chaque jour de petites parcelles forestières. Leur mission ? Collecter toutes les crottes de tapir qu'ils trouvent. S'ils s'y intéressent, c'est parce que les excréments de ces herbivores de 200 kg jouent un rôle crucial dans les forêts tropicales. Les tapirs consomment les fruits charnus de plus de 300 espèces végétales et parcourent de longues distances : jusqu'à 20 km d'une seule traite.

Quand ils défèquent, ils relarguent avec leurs crottes les graines contenues dans les fruits, qui sont souvent encore intacts après la digestion. Pour les végétaux, c'est une aubaine. « Quand les fruits tombent en paquets au pied de l'arbre, et que la chair

n'est pas consommée, les graines ne germent pas, ou rarement, explique François Bretagnolle, chercheur à l'université de Bourgogne. Si elles y parviennent, les plantes issues de ces graines seront en compétition

entre elles, et avec leur parent, pour la lumière, l'espace et les ressources. » D'où l'intérêt

d'être déplacées loin de là par les tapirs ! « Ainsi, elles pourront coloniser de nouveaux lieux. Les arbres et les plantes auxquels elles donneront naissance auront davantage de chances de se reproduire avec des individus qui ne leur sont pas directement apparentés. Ce qui est important pour la survie de l'espèce à long terme. »

## Tout le monde est content

Bref, tout le monde y trouve son compte : les tapirs se régaler et la végétation prospère, d'autant plus que grâce aux excréments, les futures plantes ont un accès direct à plein de nutriments pour leur croissance. L'équipe de Ludmila Rattis a même fait une découverte supplémentaire : « Dans les forêts dégradées par des feux, nous avons trouvé trois fois plus de crottes de tapirs que dans les zones intactes. »

## LES CROTTES, C'EST LA VIE!



Dans une forêt intacte, le tapir mange des fruits (1). Il défèque ensuite à plusieurs kilomètres de là, dans une forêt dégradée (2). Ses crottes, qui contiennent les graines des fruits mangés plus tôt, sont emportées par un bousier (3). L'insecte les enfonce dans le sol (4). Les graines peuvent ainsi germer et une nouvelle plante pousser (5).

FABRICE WEISS POUR SVJ



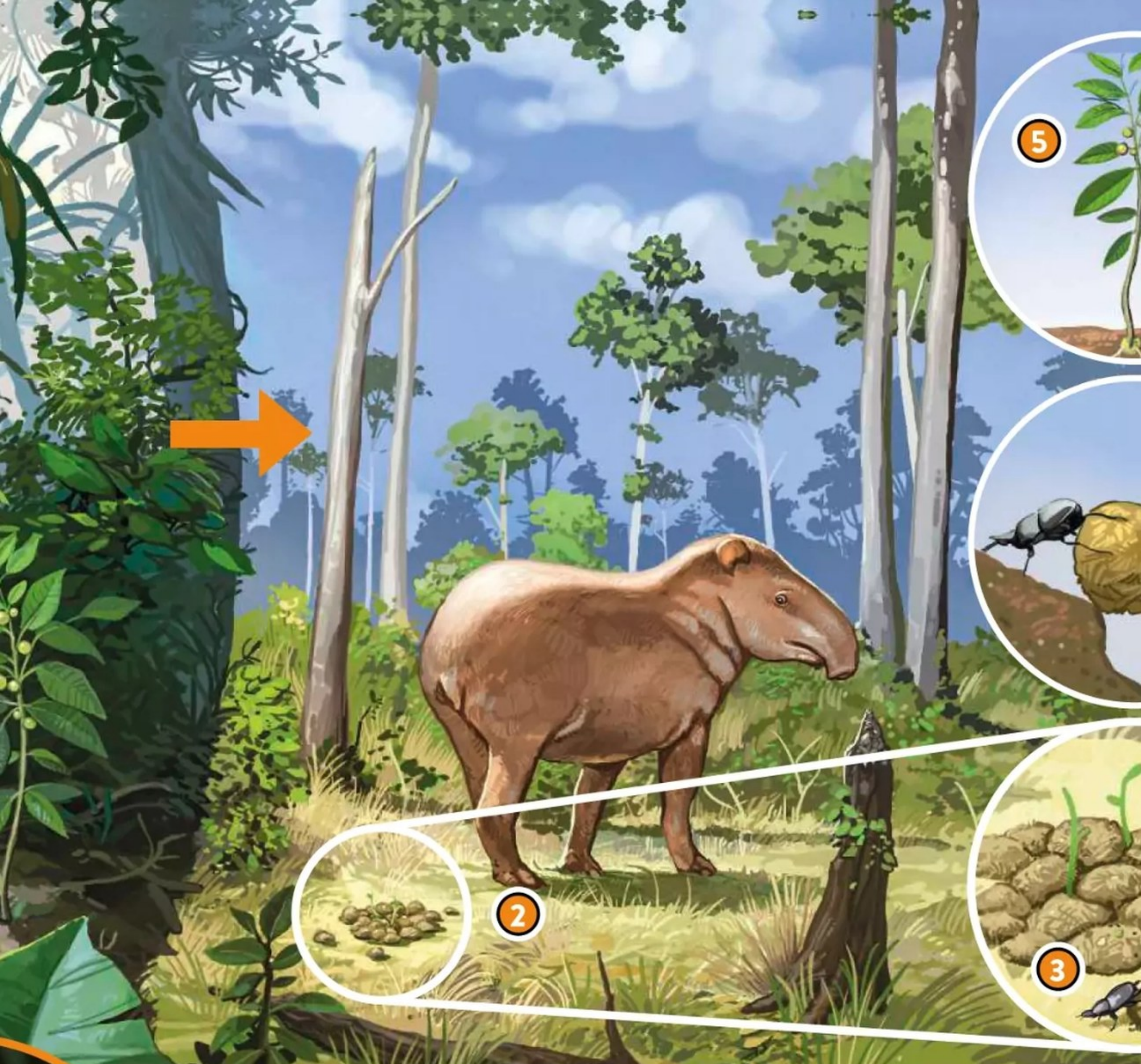
1

## ON CACHE UNE PETITE GRAINE ?

Certains protègent les forêts en déféquant. D'autres en constituant des cachettes ! En Europe, le geai des chênes, « corvidé » aux magnifiques plumes bleues (voir ci-contre), se nourrit notamment de fruits secs : glands des chênes surtout, mais aussi noisettes, noix, faines des hêtres... Malin, l'oiseau planque les graines dans des milliers de cachettes enfouies dans le sol, en prévision des mauvais jours. Heureusement, certaines ne sont pas récupérées et finissent par germer. En plus, le geai sélectionne les graines avec soin, évitant les « malades ». Il parcourt de grandes distances et dissimule souvent ses réserves dans des zones dégradées. Ce disséminateur de graines est donc précieux : la bonne santé des forêts d'Europe repose en partie sur ses ailes bleues !







De l'autre côté de l'Atlantique, en Afrique, les champions de la dissémination de graines sont les grands singes et les éléphants. Comme les tapirs, ils mangent beaucoup de fruits très variés.

### En manque de jeunes arbres

« Certains arbres ont des fruits si énormes que seuls les éléphants les mangent, explique François Bretagnolle. Durant deux ans, nous avons observé la pousse de nouveaux arbres dans une forêt du Congo où les éléphants sont proches de l'extinction. Sur 18 espèces végétales dont les

fruits sont presque uniquement mangés par ces pachydermes, 12 n'ont pas produit de jeunes pousses, rendant impossible le remplacement des vieux arbres par de nouveaux à l'avenir. »

Or, les grands herbivores d'Afrique, tels les éléphants et les grands singes, déclinent dans de nombreux pays, victimes notamment de la chasse.

Les tapirs du Brésil, eux, sont menacés à cause de la perte de leur habitat, de la chasse, de collisions avec des voitures.

« Nous devons veiller sur ces gros disséminateurs car la régénération et la résilience des forêts reposent sur eux », conclut Ludmila Rattis. **H.G.**

**#Zoom**  
Les **corvidés** sont une famille de passereaux constituée de 130 espèces de corbeaux, pies, ténias et geais.

Les scientifiques supposent que les tapirs aiment se rendre dans ces zones plus clairsemées car il y fait plus chaud et qu'il y a plus de lumière. « Ces mammifères se nourrissent donc dans les forêts denses, puis vont se promener et disséminer les graines dans les parcelles altérées par le feu. Ils accélèrent ainsi la repousse des arbres et la régénération des forêts abîmées ! »

### Expert en bouses

Dans cette tâche de jardinier, un autre animal seconde le tapir : le bousier. Comme son nom l'indique, ce scarabée est féru de crottes. Il vient en chercher des morceaux, les roule au loin et les enfonce dans le sol pour y pondre

ses œufs. « Les tapirs ont l'habitude de déféquer souvent au même endroit, dans des "latrines", explique José Falcon, biologiste et doctorant à l'université fédérale de Viçosa, au Brésil. Grâce aux bousiers qui dispersent des petits bouts de crottes, les graines sont séparées les unes des autres puis enfouies dans le sol : les conditions idéales pour germer. »



« Cette chauve-souris apporte le pollen (grains jaunes) de l'organe mâle d'une fleur au pistil, l'organe femelle d'une autre. Sans ces pollinisateurs, la plupart des fleurs ne seraient pas fécondées (voir SVJ n° 404). »



# › Climatiseurs : ils stockent du carbone

**D**ans le parc du Serengeti, à l'est de l'Afrique, a lieu chaque année une des plus grandes migrations au monde. D'interminables files de gnous parcourent la savane du sud au nord du parc sur plus de 1 000 kilomètres, en quête de pâturages à brouter.

Un spectacle à couper le souffle : ils sont plus d'un million à défiler à travers ces immenses plaines recouvertes d'herbes et de terre brune, parsemées de bosquets et de rivières.

Ces herbivores sont, de loin, les mammifères les plus nombreux de cette savane. Pourtant, ils ont connu des heures sombres. Décimée par la peste bovine, la population s'est effondrée à 300 000 individus au début du XX<sup>e</sup> siècle.

Moins broutées par ces herbivores, les étendues d'herbes du Serengeti se sont densifiées. En été, les incendies se sont multipliés dans ces prairies

asséchées, détruisant les arbres alentour. Un désastre pour l'écosystème.

Heureusement, en 1975, la peste bovine a été éradiquée, et les gnous ont repris du poil de la bête. En conséquence,

les feux ont diminué et les arbres ont prospéré à nouveau. Bref, les gnous sont les héros de cette histoire :

## SANS GNOUS, LA SAVANE EST À GENOUX!

ils protègent la flore, la faune... mais aussi l'atmosphère! Oui, car les arbres sont de vrais aspirateurs à dioxyde

de carbone (CO<sub>2</sub>), le principal gaz à effet de serre qui contribue au changement climatique. Pour produire leur matière organique et croître, ces végétaux pompent du CO<sub>2</sub> dans l'air. Le carbone (C) est récupéré et stocké dans la matière des arbres tout au long de leur vie. Mais quand ils brûlent, ils relarguent d'un coup tout le carbone qu'ils avaient stocké!

En 2009, une

équipe de scientifiques a évalué l'influence des gnous sur l'absorption et le relargage de carbone dans le Serengeti. D'après leurs calculs, le stockage de carbone dans le parc augmente de 15 % par tranche de 100 000 gnous. Et au-delà d'un million de gnous (ils sont aujourd'hui 1,2 million), cet écosystème redevient un « puits de carbone » : il stocke plus qu'il n'émet (voir schéma ci-contre).

### Les études fleurissent

Ces chercheurs ne sont pas les seuls à s'être intéressés à l'influence de certains animaux dans le cycle du carbone. Les études à ce sujet fleurissent peu à peu, et certaines espèces commencent à attirer l'attention. Les baleines, par exemple. Dans les océans, c'est le phytoplancton, entre autres, qui joue le rôle des arbres. Ces algues, souvent microscopiques,



GETTY IMAGES

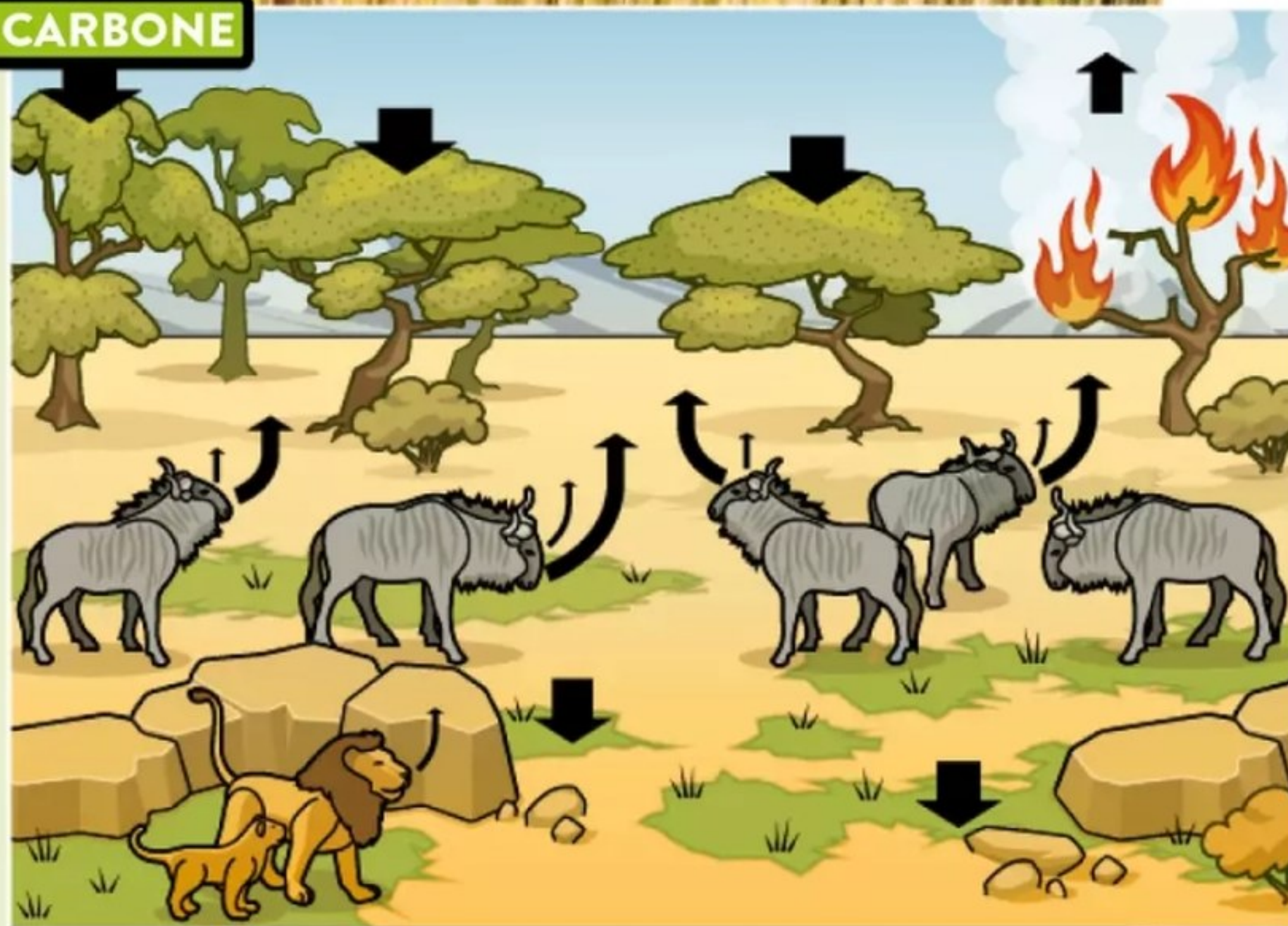


OLIVIER LAUDE POUR SVJ





## LA SAVANE, PUIXS DE CARBONE



en «équivalent CO<sub>2</sub>». En faisant le bilan des émissions et absorptions d'un écosystème, on peut dire si ce dernier est une «source» (il émet du CO<sub>2</sub>) ou un

«puits» (il absorbe du CO<sub>2</sub>). Quand les feux étaient fréquents, le parc du Serengeti était une source. Grâce aux gnous, les feux sont rares, le parc est devenu un puits de carbone.

qui flottent au gré des courants, absorbent du CO<sub>2</sub> via la **#photosynthèse#**. À la base de la chaîne alimentaire, ce phytoplancton est consommé par divers

organismes, qui sont ensuite mangés par d'autres, et ainsi de suite, des plus petits au plus gros. Le carbone qu'ils absorbent est donc transféré à travers tous les

maillons de la chaîne alimentaire. À leur mort, les animaux tombent au fond de l'océan, sont recouverts par des sédiments, et le carbone est stocké dans les fonds marins. Plus il y a de phytoplancton, plus cette pompe à carbone (voir schéma p. 56) fonctionne à plein régime. Mais pour prospérer, les algues ont besoin de nutriments tels que le fer, un élément peu répandu, notamment dans les océans de l'hémisphère sud. C'est là que les baleines entrent en scène. Elles chassent (du **#krill#**, des calmars et des petits poissons) dans la colonne d'eau, mais elles viennent relarguer leurs excréments en surface : entre 0 et 200 mètres de profondeur,

là où se trouve le phytoplancton. Or, ces crottes de baleines sont très riches en nutriments, notamment en fer. Flottant en surface, elles constituent un terreau essentiel à la survie et à la multiplication du phytoplancton.

### rofondeur

Mais ce n'est pas tout. Les baleines, qui vivent entre 50 et 200 ans, engloutissent des quantités astronomiques de nourriture au cours de leur vie. Quand elles meurent, elles coulent au fond des océans, avant d'avoir le temps d'être grignotées par des charognards. Tout le carbone accumulé dans leur corps finit stocké dans les sédiments, en profondeur.

Des scientifiques ont estimé qu'aujourd'hui, dans les océans de l'hémisphère Sud, la chute des baleines dans les fonds marins contribue à elle

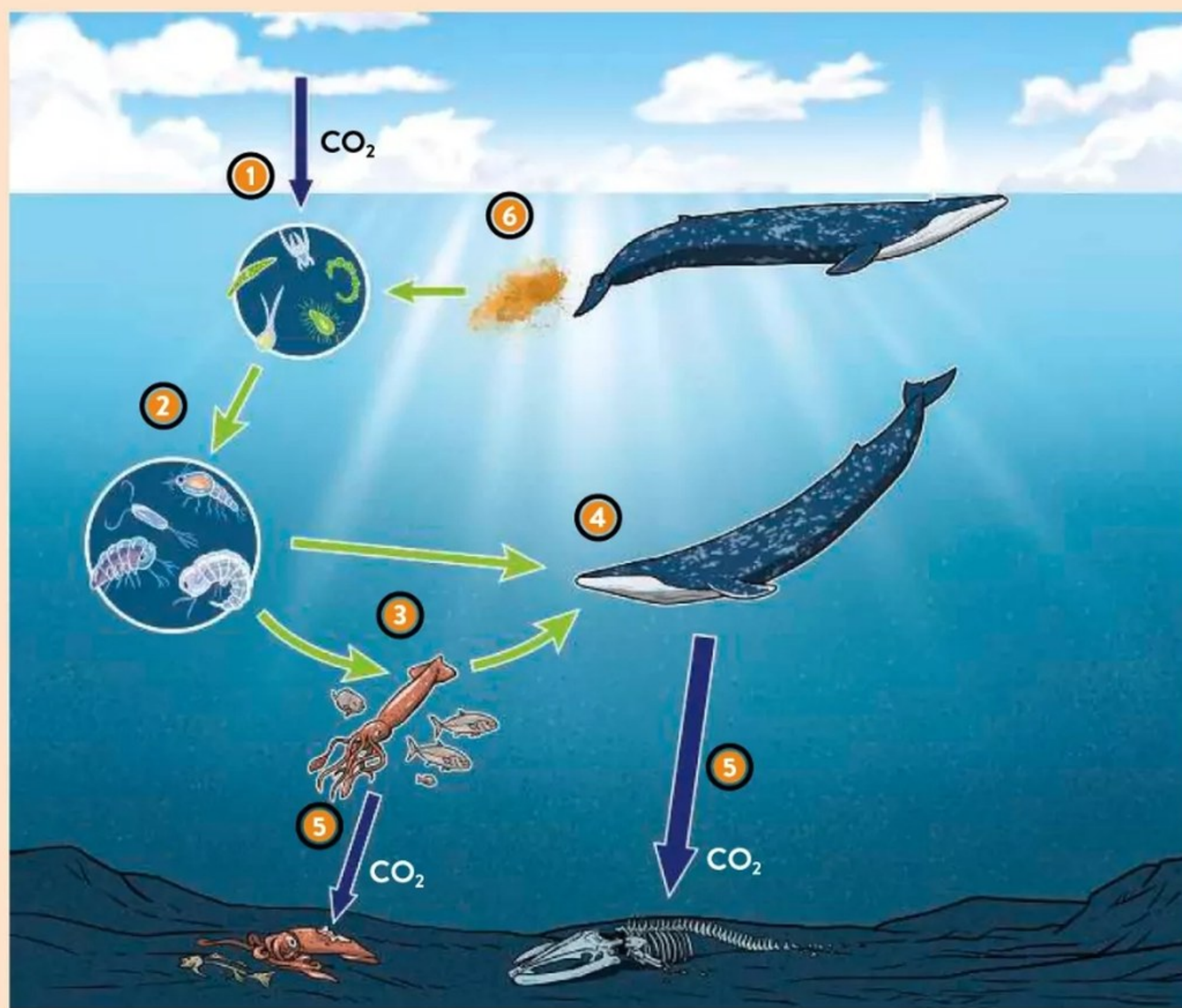
## #Zoom

**Photo-synthèse** : processus par lequel les plantes fabriquent de la matière grâce à la lumière du soleil. Lors de ce processus, elles absorbent du CO<sub>2</sub> et rejettent du dioxygène.

Le **krill** est l'un des éléments du zooplancton. Cette minuscule crevette se nourrit de phytoplancton et est mangée par une multitude de poissons et mammifères.



LA POMPE À CARBONE OCÉANIQUE

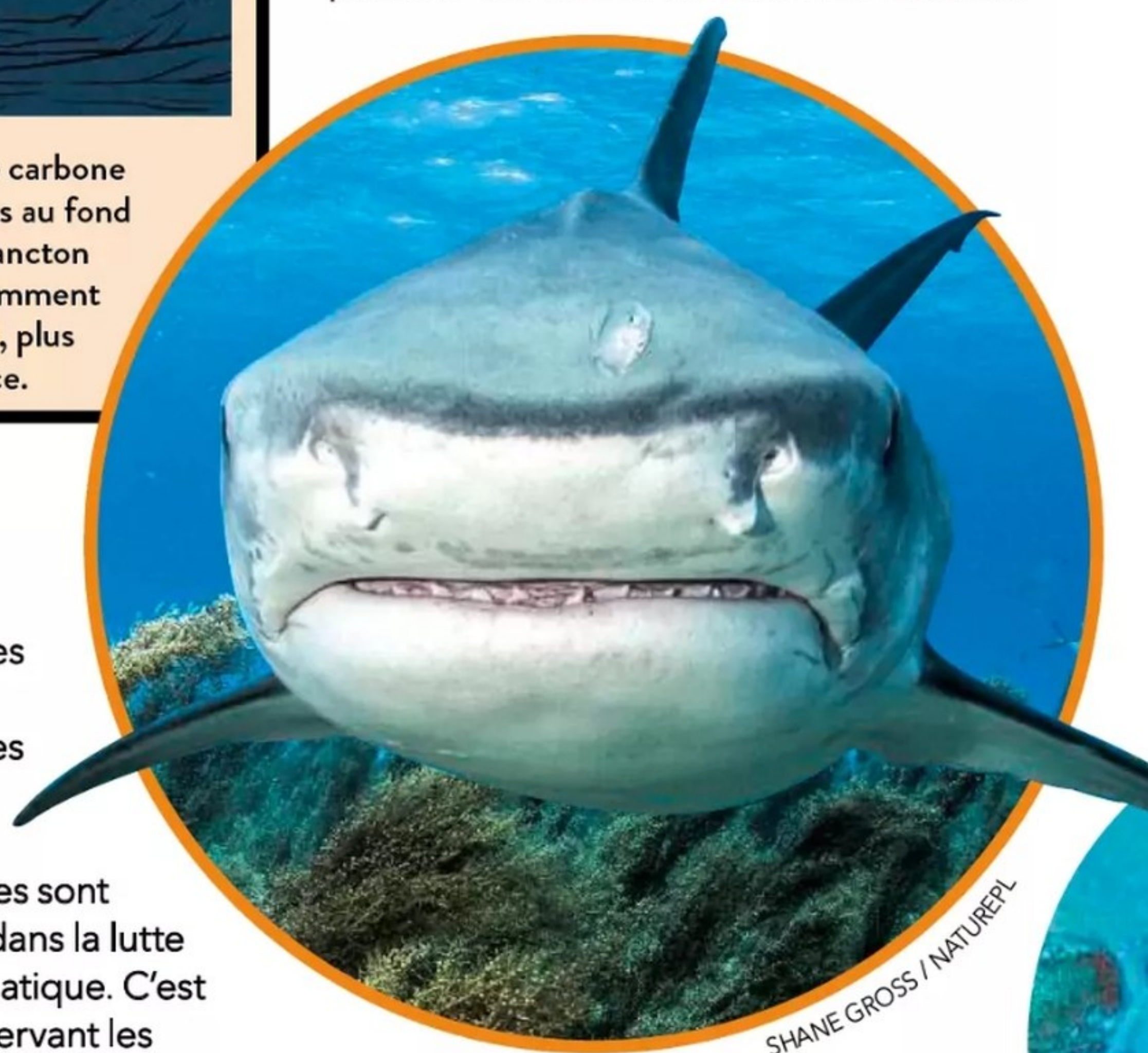


Le phytoplancton (1) pompe du CO<sub>2</sub> de l'atmosphère, utilise le carbone (C) pour fabriquer sa matière et rejette le dioxygène (O<sub>2</sub>). De là, le carbone est transféré au krill (2), qui mange le phytoplancton, puis aux mangeurs de krill : poissons, calmars (3)

et baleines (4). À leur mort, le carbone reste piégé dans leurs carcasses au fond de l'océan (5). Plus le phytoplancton a de nutriments, apporté notamment par les crottes des baleines (6), plus la pompe à carbone est efficace.

CHRISTOPHE CLÉRICI POUR SVJ

lagon de la Grande Barrière de corail, au nord-est de l'Australie, de nombreux petits récifs circulaires sont entourés de halos d'algues vertes. En bordure de chaque récif, il n'y a pas d'algues, puis la densité de ces végétaux augmente peu à peu quand on s'en éloigne (photos ci-dessous). La raison ? En rôdant dans le coin, les requins découragent les poissons vivant près du récif de s'aventurer trop loin pour se nourrir. Ainsi épargnées, les algues peuvent stocker du carbone. De plus, elles stabilisent le sol avec leurs racines et permettent à la matière organique (les restes d'êtres vivants) contenant du carbone, qui s'est accumulée en dessous, de rester enfouie. D'après une étude, le contenu en carbone du sol à 30 m des récifs est 24 % plus important que dans le sol au bord des récifs ! Imaginez, alors, si les requins venaient à disparaître. Libérés de la menace, les poissons iraient brouter les algues bien plus loin de chez eux. Moins de CO<sub>2</sub> serait



SHANE GROSS / NATUREPL

xxx seule à capturer 620000 tonnes de carbone chaque année. Malheureusement, chassés de manière intensive, ces cétacés ont vu leur population chuter de 81 % aux XIX<sup>e</sup> et XX<sup>e</sup> siècle. Imaginez les quantités de carbone qu'ils piégeraient aujourd'hui si on les avait épargnés !

Aspirateurs à CO<sub>2</sub>

Depuis 1986, heureusement, leur pêche à des fins commerciales est interdite. Mais cela ne résout pas tout car elles continuent de périr suite à des collisions avec les bateaux, à être gênées dans leurs migrations par le passage de ces navires, piégées dans des filets de pêche, et sont victimes du réchauffement des eaux qui

réduit le nombre de leurs proies... Le message des scientifiques est unanime : il faut accentuer les mesures pour les protéger. Puisque les plantes sont des aspirateurs à CO<sub>2</sub>, les prédateurs qui régulent les populations d'herbivores sont aussi de précieux acteurs dans la lutte contre le changement climatique. C'est le cas des loutres : en préservant les forêts sous-marines de kelps (voir p. 48), ces mangeuses d'oursins permettent le stockage de plus de 5 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> par an. Parfois, manger n'est même pas nécessaire, il suffit d'effrayer ! Dans un

➤ Au bord des récifs de ce lagon de la Grande barrière de corail (à droite), les algues sont grignotées par les poissons (1). Plus loin, les algues poussent librement (2) : les poissons, effrayés par les requins (ci-dessus, un requin-tigre), n'osent pas s'aventurer loin de leur récif.



absorbé, et tout le carbone stocké dans les sédiments durant des décennies serait libéré dans la colonne d'eau. Il repartirait alors à un moment donné dans l'atmosphère sous forme de CO<sub>2</sub>! Or, sur les 134 espèces de requins et de raies vivant dans les récifs, plus de la moitié sont menacées d'extinction...

## Les gardiens des puits de carbone

Mais ne jetons pas la pierre aux herbivores, ils ne sont pas forcément néfastes. Prenez les gnous, dont on a parlé, ou les éléphants. Dans les forêts d'Afrique, ces derniers sont les gardiens des puits de carbone. Quand on voit les dégâts que ces pachydermes font sur leur passage, c'est difficile à croire. « Ils passent un peu partout, piétinent la végétation, arrachent les arbustes avec leur trompe... raconte François Bretagnolle, chercheur à l'université de Bourgogne. Dans une forêt avec des éléphants, un quart des arbres au tronc de moins de 10 cm de diamètre sont détruits. » Toutefois ce nettoyage est bénéfique : il limite la compétition entre les arbres, favorisant les plus gros, qui poussent moins vite mais absorbent et stockent plus de carbone. « Nos recherches ont aussi

► En Afrique, les éléphants préfèrent manger les arbres au tronc étroit. Ceux au tronc épais, qui stockent le plus de carbone, ont ainsi plus de place pour pousser.

ALAMY/HÉMIS



montré qu'en plus de ce ménage, les pachydermes ont des préférences alimentaires qui favorisent la pousse des gros arbres. Ils préfèrent se nourrir de feuilles d'arbres au tronc plus fin, à croissance rapide, sûrement car elles sont plus digestes. » Ce faisant, ils les détruisent ou ralentissent leur pousse.

## SANS EUX, LA TERRE EST À BOUT DE SOUFFLE

« En parallèle, ajoute le spécialiste, ils mangent les fruits les plus gros, produits par les arbres les plus épais, dont ils disséminent ainsi les graines (voir p. 52-53). En comparant des parcelles forestières avec ou sans éléphants, nous avons estimé que celles avec éléphants stockent 7 à 10 % de carbone en plus ! »

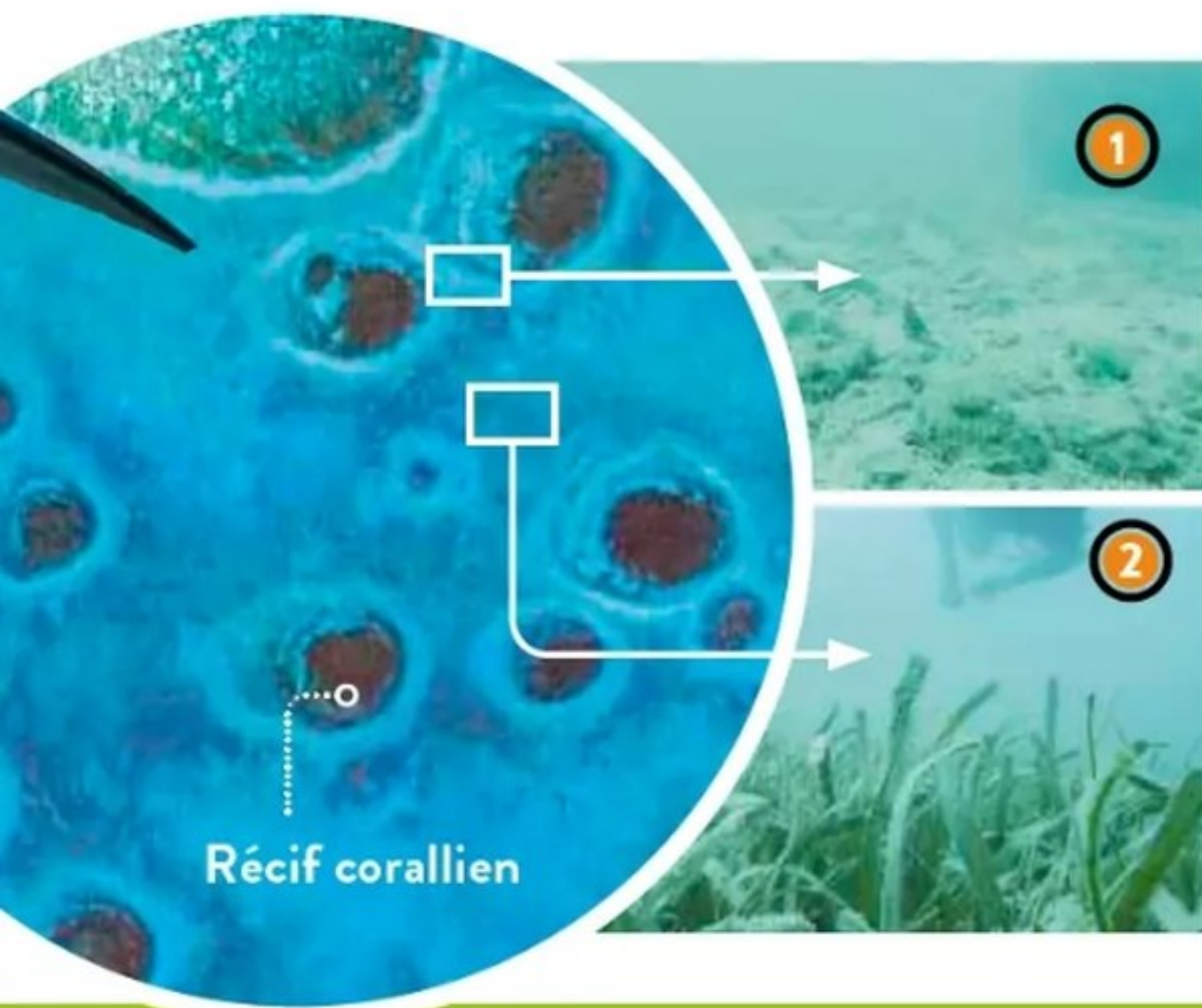
### Neuf espèces clés

Dans une étude publiée en 2022, une équipe internationale de 12 chercheurs, menée par l'écologue Oswald Schmitz, a compilé des dizaines d'études réalisées au cours des vingt dernières années, afin de lister les espèces animales qui jouent un rôle dans la protection des puits de carbone. Parmi elles, ils ont retenu plus particulièrement neuf espèces ou groupes d'espèces pour lesquels cette contribution avait été chiffrée.

Y figurent celles dont nous avons parlé, ainsi que le loup des forêts boréales ou le bison des prairies, par exemple. « En additionnant la contribution de ces neuf animaux, le stockage additionnel atteint 6,4 #gigatonnes# (Gt) de CO<sub>2</sub> par an, s'enthousiasme Oswald Schmitz.

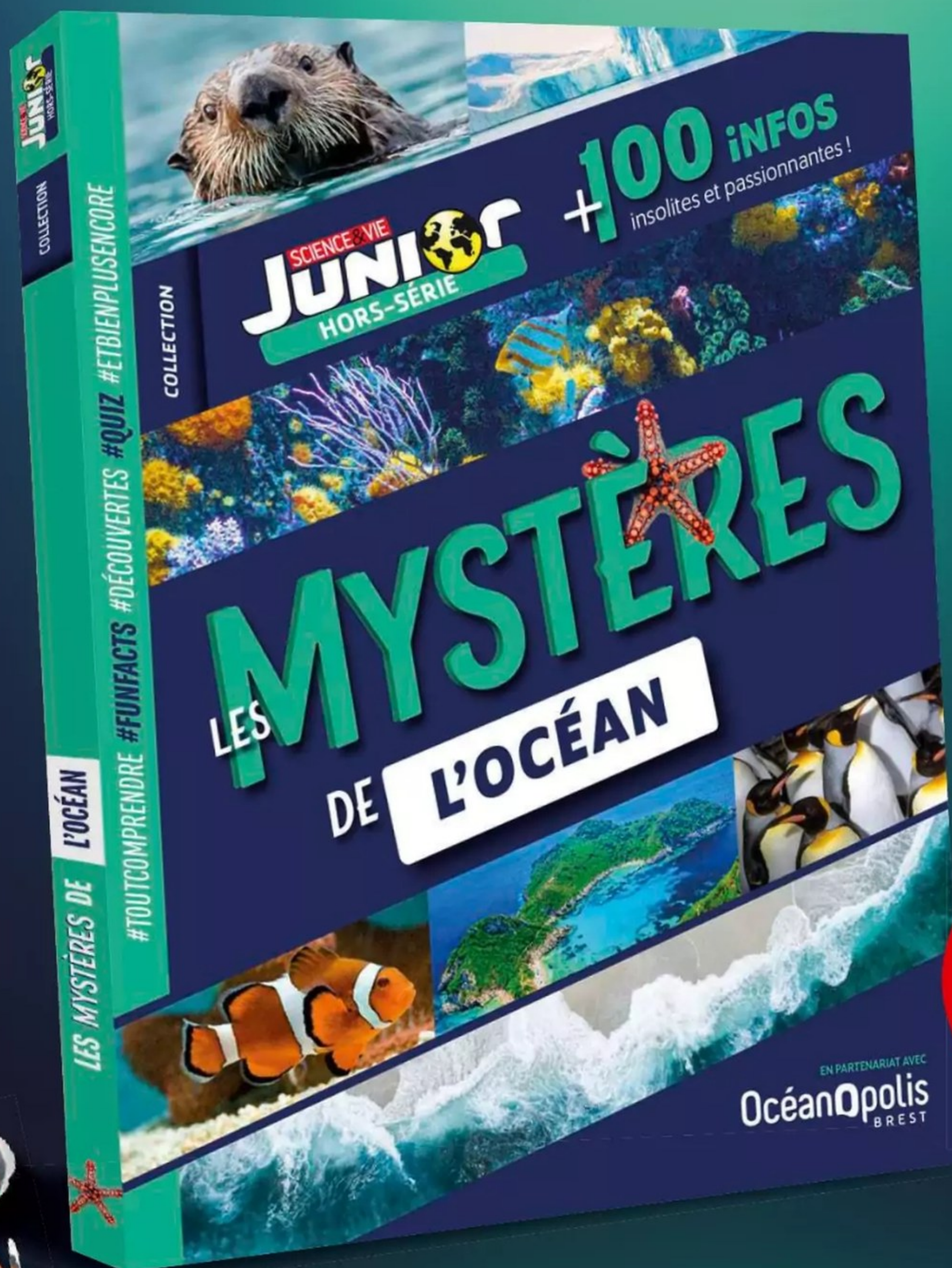
Autrement dit, en l'absence de ces animaux, il y aurait 6,4 Gt de CO<sub>2</sub> en plus dans l'atmosphère. C'est autant que ce qu'émet un pays comme les États-Unis chaque année ! » Le chercheur invite tout de même à la prudence : « Il ne s'agit pas de dire que tous les animaux favorisent le stockage de carbone. Certains ont d'ailleurs un rôle bénéfique dans certains écosystèmes, mais pas dans d'autres. C'est pour cela qu'il faut poursuivre les recherches afin de préciser le rôle de la faune dans le cycle du carbone. Une chose est sûre : si l'on veut lutter contre le changement climatique, on ne doit pas laisser les animaux de côté. Il faut plus d'aires protégées, ainsi que des régions où la vie sauvage peut s'épanouir à nos côtés. Nous devons apprendre à apprécier les animaux sauvages comme partie intégrante des paysages dans lesquels nous vivons. » **H.G.** ✨

#Zoom  
Une gigatonne (Gt) vaut 1 milliard de tonnes.





# LES MYSTÈRES DE L'OCÉAN



Plongez au cœur des Mystères de l'Océan en explorant une multitude d'infos insolites et passionnantes !

Dans cette édition spéciale, réalisée en partenariat avec Océanopolis, découvrez les métiers de l'océan et testez vos connaissances, en famille ou entre amis, sur la biodiversité marine !

EN PARTENARIAT AVEC

OcéanOpolis  
BREST

Pour

**14,90** €

seulement

**UN MAXI**

**HORS-SÉRIE**

**DE 148 PAGES**

**En vente actuellement**

chez votre marchand de journaux et sur [www.kiosquemag.com/boutique](http://www.kiosquemag.com/boutique)





# LE JOURNAL DE L'ÉTRANGE

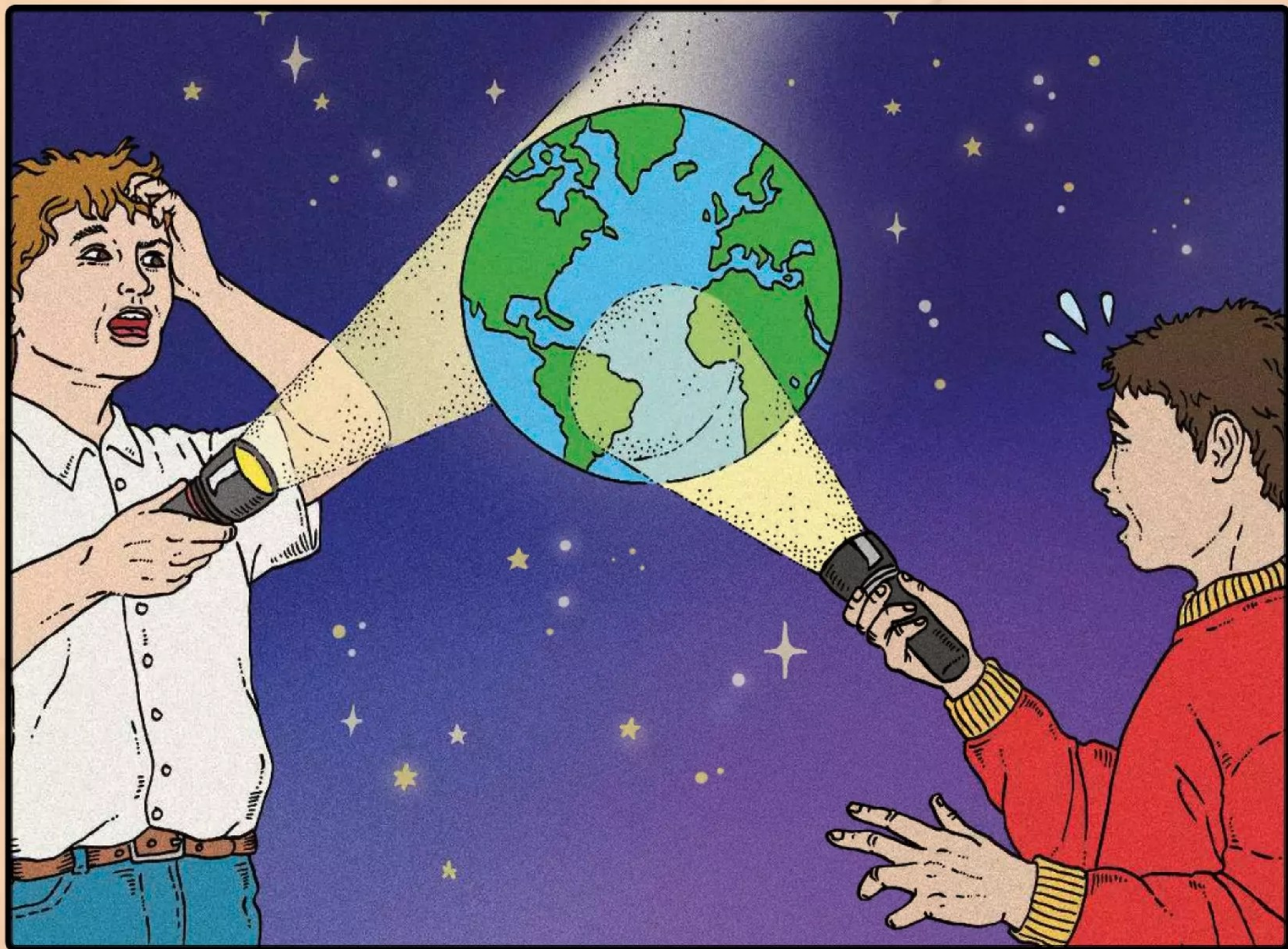
*"L'étrangeté est le condiment nécessaire de toute beauté." Charles Baudelaire*

P. 60-61 Sur le vif. Les cinglés du mois. Destination fatale.

P. 62 Image mystère. Zoorible.

P. 63 Le cabinet de curiosités. La liste étrange.

P. 64 Les momies sont de sortie



CANDICE ROGER POUR SVJ

## > UNE TÊTE BIEN PLATE

Ces dernières semaines, une vidéo de 2018 refait parler d'elle sur les réseaux sociaux. Elle met en scène un homme persuadé que la Terre est plate!

Quand on lui montre des images de notre planète prises de l'espace, il répond qu'elles sont fausses. Mais le plus intéressant, c'est qu'il présente, dans sa vidéo, une expérience censée prouver la platitude de la Terre. Il place à quelques kilomètres de distance deux plaques de polystyrène percées

d'un trou, situé à la même hauteur du sol. Il place une lampe torche à la hauteur du trou de la première plaque, son rayon lumineux dirigé vers la seconde. Si la Terre était plate, comme les deux trous sont à la même hauteur et les deux plaques alignées, on devrait voir le rayon de la torche

à travers le deuxième. Au grand dam du testeur, aucune lumière n'est visible par l'observateur situé derrière la seconde plaque. Il a donc prouvé... que la Terre est ronde. Cela n'a pourtant pas suffi à mettre à plat sa conviction : il reste persuadé que notre planète est un disque! **E.D.**



## > À TIRE D'AIGLE

**S**toïque, cet aigle : il semble à peine remarquer les coups de bec du goéland. Pourtant, ce dernier ne fait pas semblant de lui voler dans les plumes. Il compte bien faire déguerpir le rapace qui s'est un peu trop approché de ses petits. Baptisé « houspillage », ce comportement est fréquent chez les oiseaux. Dans ce cas, la tactique a bien fonctionné : l'aigle s'est finalement enfui dans le ciel de Gibraltar le ventre vide... et quelques plumes en moins! **R.R.**



AFP

CLIVE FINLAYSON/SOLENT/SIPA

## > CARTON ROUGI

**A**vant d'être la proie des flammes, ces *fallas*, immenses sculptures en carton, ont été exposées durant des jours dans les rues de Valence (Espagne). Elles n'ont pas été brûlées par accident : la tradition veut qu'à la Saint-Joseph, le 19 mars, ces figures de personnages grotesques, issus de BD, partent en fumée. Une façon « chaleureuse » de fêter le printemps et de chasser en une soirée les malheurs de l'année passée. **E.D.**



### Jeu interdit

Un gamer chinois dit avoir été payé par des parents pour battre leur fils à son jeu vidéo favori. L'ado ne travaillait plus à l'école et voulait gagner sa vie en jouant. Après plusieurs défaites, il aurait retenu la leçon et repris le chemin des cours...

### Médecin imaginaire

Malgré son échec au concours d'entrée en médecine, une jeune femme de 20 ans a exercé comme docteur pendant un an (faux diplôme à l'appui) dans un hôpital de Tekirdag, en Turquie. Avant d'être démasquée et virée de l'hôpital. C'est plutôt rassurant : le mensonge est une maladie détectable!

### Retour vers le passé

Aux États-Unis, une femme de 29 ans s'est inscrite comme élève dans un lycée grâce à de faux papiers. Elle voulait retrouver l'ambiance de ses seize ans. Mais au bout d'une semaine, la supercherie a été découverte et la « lycéenne » renvoyée dans le présent, sans machine temporelle. **R.R.**





## > VENT MORDANT

**C**ontrairement aux apparences, cet homme ne lutte pas contre son dragon de toile, mais contre le vent mauvais qui lui donne des ailes. Comme tous les autres participants du Festival du cerf-volant et du vent de Châtelailon-Plage, il doit maîtriser les caprices de la météo afin que son animal de légende s'élève dans les airs. Au terme d'un corps-à-corps musclé, le dragon a finalement pris place paisiblement aux côtés des baleines, pieuvres géantes, orques et crocodiles qui flottaient ce jour d'avril au-dessus de cette plage de Charente-Maritime. **E.D.**

AFP

## DESTINATION FATALE

### > LE TEMPLE DE RAMSÈS II

#### 👉 LOCALISATION

26° 11' 11"0 Nord.  
31° 54' 58"2 Est.  
(Beni Mansour, Égypte).

#### 👉 CATÉGORIE

Hécatombe du désert.

#### 👉 DESCRIPTION

Dans le sud de l'Égypte, près du village de Beni Mansour, se trouve le site archéologique d'Abydos. Sur place, des chapelles servaient au culte d'Osiris, le dieu de l'au-delà pour les Égyptiens de l'Antiquité. Le lieu accueille aussi un temple dédié à Ramsès II (il régna de 1279 à 1213 avant J.-C.). Le pharaon a fait construire l'édifice de

son vivant : on n'est jamais mieux servi que par soi-même.

#### 👉 CE QU'ON EN PENSE

Lors de récentes fouilles, des archéologues de l'université de New York ont découvert à Abydos plus de 2000 têtes de béliers momifiées. Selon les scientifiques, ces ovins ont été sacrifiés comme offrandes lors d'une cérémonie célébrée environ mille ans après la mort de Ramsès II. Cela prouve deux choses : le pharaon a continué à marquer le pays pendant des siècles... et Abydos était une destination fortement déconseillée aux béliers! **E.D.**



AFP

### Coup de ballet

Lors d'un entracte à l'opéra, le directeur du ballet de Hanovre (Allemagne) a barbouillé le visage d'une journaliste de crottes de chien! Il ne lui avait pas pardonné une critique virulente de son spectacle. Il aurait dû savoir qu'à son poste de responsabilité, on doit souvent essayer des critiques.

### K.-O. boomeur!

Début avril, un couple de l'État du Maharashtra (Inde) n'a rien trouvé de plus spectaculaire que de poser devant son gâteau de mariage avec des pistolets à étincelles à la main. D'un seul coup, celui de la mariée s'est enrayé, éclatant à son visage. Il y a des façons plus romantiques de déclarer sa flamme...

### Courue d'avance

Après 80 km d'efforts entre Manchester et Liverpool, en Angleterre, une coureuse d'ultra-marathon est arrivée troisième... avant d'être disqualifiée. En analysant ses données GPS, les organisateurs ont vu qu'elle avait fait une pointe à 56 km/h. Impossible pour un humain... mais pas pour l'auto qui l'a embarquée! **E.D.**





MAXPPP

## IMAGE MYSTÈRE

Pas la peine de retourner le magazine, ces arches sont dans le bon sens ! Elles ne soutiennent pas un pont, mais forment la base de grands ovales qui percent les piliers du viaduc de l'Ouse Valley, près de Balcombe (Angleterre). L'alignement parfait des piliers, sur 450 mètres, crée l'illusion de ce tunnel renversé. Les deux ouvriers vérifient la qualité des joints. Un long travail : ce pont ferroviaire achevé en 1842 compte plus de 11 millions de briques ! R.R.

## ZOORIBLE

### 👉 SON NOM ?

L'ornithorynque (*Ornithorhynchus anatinus*).

### 👉 SON DOMICILE ?

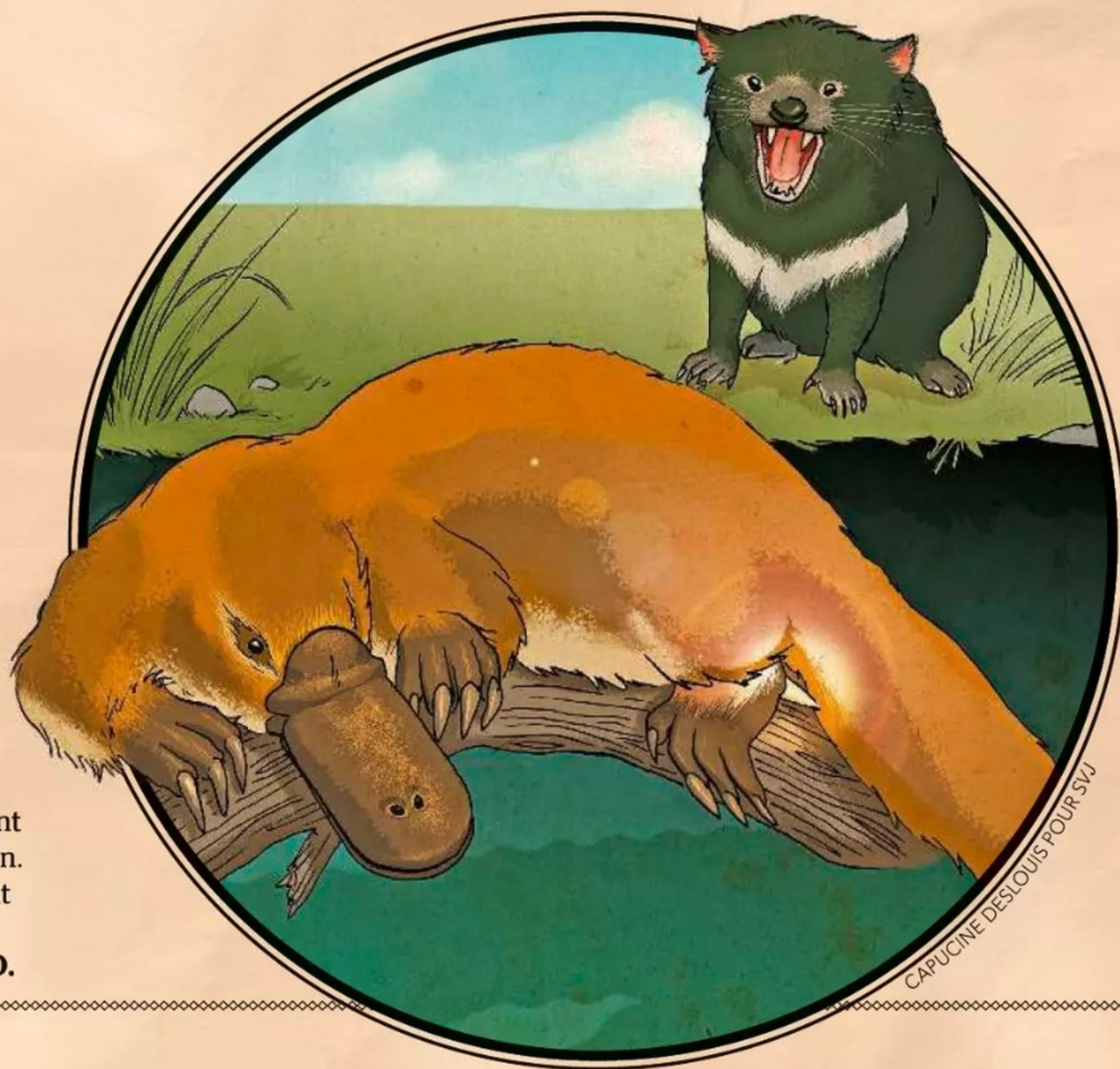
Les rivières et les fleuves d'Australie et de Tasmanie.

### 👉 SON VILAIN SECRET ?

Les pattes arrière des mâles sont munies d'un aiguillon venimeux.

### 👉 À QUOI ÇA LUI SERT ?

À blesser d'autres mâles pendant la saison des amours, ce qui lui permet de « marquer » son territoire. Les biologistes pensent que cette arme sert aussi à décourager certains prédateurs, comme le diable de Tasmanie. Car le venin de l'ornithorynque est assez puissant pour paralyser de petits animaux, comme le lapin. Quant aux hommes qui ont subi sa piqûre, ils ont évoqué une « douleur atroce » qui a duré des semaines et les a parfois conduits à l'hôpital. E.D.



CAPUCINE DESLOUIS POUR SVJ



# CABINET CURIOSITÉS

## TABLETTE SCRIBE

**D**urant l'Antiquité égyptienne, les scribes étaient chargés d'écrire à la main des lettres et autres documents officiels. Ils suivaient des cours dans des écoles où ils s'entraînaient à cette discipline, notamment sur des tablettes en bois. Utilisées comme des ardoises, celles-ci étaient couvertes d'un enduit à base de plâtre et de colle. Sur cette couche lisse, ils s'exerçaient à tracer des caractères hiératiques (hiéroglyphes simplifiés) à l'encre noire. Comme sur cette tablette vieille de plus de 4000 ans, retrouvée à Thèbes. E.D.

**2** La lettre utilise des tournures de phrases élégantes, mais est truffée de fautes d'orthographe, corrigées ici en rouge. Probablement par le maître de la classe des scribes.

**1** Un étudiant scribe nommé Iny-Su écrit un modèle de lettre : elle concerne la livraison des différentes pièces d'un bateau.

**3** Une lettre identique, écrite auparavant en plus petits caractères par un autre scribe nommé Imy-Ro-Behsu, a été largement effacée pour qu'Iny-Su puisse réutiliser la tablette.



## > JOBS I GRATS

### VALEUR

ots clandestins anglais  
le siècle recrutaient des  
eurs de dés», chargés  
disparaître ces preuves  
le descente de policiers.

### ERMITE

v  
vt  
et  
s  
li

), tous les riches Anglais  
leur jardin «sauvage»...  
nite. Ils payaient donc des  
ir vivre en haillons et se  
ousser cheveux et barbe.

### ANGEUR

E  
p  
d  
i

le-Bretagne, on déposait  
n biscuit sur la dépouille  
ie disparu. Un «mangeur  
s» devait ensuite croquer  
t pour soulager le défunt  
ses fautes passées.

### ÊCHEUR

j  
s

pe, jusqu'au XIX<sup>e</sup> siècle,  
fournir des sangsues  
médecins, des hommes  
eaient dans les marais  
e que leurs jambes nues  
ent de suceuses de sang.

### ÉROTIER

(  
le  
le  
d  
co

ne fouille pas le sable à  
che d'asticots, le vérotier  
s cadavres d'animaux se  
ser jusqu'à être infestés  
s, récupérés et vendus  
pâts aux pêcheurs. E.D.



# LES MOMIES SONT DE SORTIE

Au Portugal, les corps des défunts ne se décomposent plus, mais se momifient. Ces dépouilles encombrantes menacent de faire déborder les cimetières si l'on ne trouve pas rapidement la cause du phénomène.

**ERWAN LECOMTE**

**A**u Portugal, comme dans de nombreux autres pays, les cimetières sont pleins à craquer. À tel point que les autorités ont dû généraliser un système de sépulture temporaire. Ainsi, trois ans après l'enterrement, les corps sont exhumés. À ce stade, normalement, il ne reste plus que les os, qui sont récupérés et déposés dans un **"ossuaire"**. Sauf qu'un peu partout dans ce pays, les morts semblent atteints d'un mal étrange : ils se décomposent au ralenti.

## Morts bien en chair

Entre 2006 et 2015, 54% des morts enterrés dans le cimetière de Prado do Repouso, à Porto, et 64% de ceux du cimetière voisin d'Agramonte étaient encore « en chair » quand on les a sortis. Imaginez le traumatisme des familles obligées d'enterrer à nouveau leurs défunts, puis de les ressortir

deux ans plus tard. Comble de l'horreur, même après ce délai, il y a un os... ou plutôt, il n'y en a pas ! Bizarrement, chez certains cadavres, la décomposition s'est arrêtée. Ils sont littéralement momifiés !

Attention, les « momies » dont on parle ici n'ont rien à voir avec celles des pharaons égyptiens. Ceux-ci subissaient en effet un traitement très particulier après leur mort. D'abord, on retirait leurs viscères, puis leur corps était séché au soleil, avant d'être enduit d'huiles et d'onguents aux propriétés antiseptiques. Toutes ces opérations avaient pour but de tuer ou empêcher la prolifération des bactéries, notamment



## MOMIE DES SABLES

Dans le désert du Taklamakan, dans l'ouest de la Chine, on a découvert d'anciennes tombes dans un site funéraire remontant à plus de 2000 ans av. J.-C. À l'intérieur : des corps incroyablement préservés (photo à gauche) grâce au pouvoir desséchant du sable alentour. Il a rapidement absorbé toute l'eau des dépouilles, empêchant ainsi les micro-organismes et les moisissures de se développer. De plus, les températures de ce désert descendent souvent en dessous de zéro l'hiver, ce qui a très certainement contribué à compliquer l'activité des bactéries **"nécrophages"**.





NICOLAS RIOU POUR SVJ

celles qui pullulent dans notre tube digestif. Car ces microbes, avec les moisissures, sont les principaux agents de la décomposition. Ils grignotent le cadavre jusqu'à ce qu'il ne reste que les os.

### Un vrai cauchemar

Sans ces micro-organismes, les chairs se dessèchent et deviennent brunes comme

ALAMY / HÉMIS



du parchemin. C'est un peu ce que l'on constate aujourd'hui dans les cimetières portugais, sauf que cette momification se produit sans traitement.

Un cauchemar pour les responsables de cimetières : ainsi « asséché », un corps peut se préserver pendant des décennies, voire des siècles!

### < Quel secret cachent les tombes du cimetière de Prado do Repouso ?

On connaît des cas de momification naturelle. En général, ils concernent des corps ensevelis directement dans la

terre, et des milieux extrêmes où sécheresse, acidité et température empêchent les micro-organismes de faire leur travail (voir encadrés à gauche et pages suivantes).

xxx

## #ZOOM

Un **ossuaire** est un site (bâtiment, caveau, catacombe...) où sont entreposés des ossements humains.

Un animal ou un microbe **nécrophage** se nourrit de cadavres ou de tissus en état de décomposition.



xxx Cependant, difficile d'expliquer ce qui pourrait causer un tel phénomène dans un cimetière ordinaire...

### En Colombie et au Brésil aussi

«Le phénomène n'est sans doute pas nouveau. Mais il est davantage visible depuis une dizaine d'années, car ce système de sépulture temporaire se pratique de plus en plus, au Portugal et ailleurs», précise Angela Raquel Silva Bessa, chercheuse en **anthropologie judiciaire** et spécialiste de la momification à l'université portugaise de Coimbra. Ainsi, la municipalité de San Bernardo, en Colombie, est devenue célèbre pour son mausolée de corps naturellement momifiés. Là, les cercueils sont ouverts sept ans après

l'inhumation... et pourtant, un corps sur cinq est retrouvé « parcheminé ».

Mais ce cimetière a une particularité : les cercueils y sont placés au sein d'alcôves dans des bâtiments hors sol. On pense

que l'augmentation de température dans ces caveaux exposés au soleil favoriserait la « dessiccation », c'est-à-dire l'évaporation de l'humidité du corps. Celui-ci se déshydraterait très vite, au point que les bactéries n'auraient plus assez d'eau pour se multiplier et poursuivre leur festin.



### MOMIE DE SEL

En 1993, dans la mine de sel de Chehrâbâd, en Iran, on a trouvé des fragments d'un corps momifié vieux de 1700 ans. Sa tête, à la barbe et aux cheveux blanchis par l'effet du sel, est particulièrement bien conservée (photo à droite). Par la suite, six autres corps momifiés ont été exhumés de cette mine. Le sel est le responsable : il a tendance à pomper l'eau. S'il est en quantité suffisante, comme ici (environ 25 kg pour un corps de 80 kg), il va absorber assez d'humidité pour mettre un terme à l'activité microbienne. Avant l'invention des réfrigérateurs et congélateurs, le salage a d'ailleurs longtemps été utilisé pour conserver les aliments.

Au Brésil, en 2017, le journal *A Uniao* évoque aussi les « cimetières pleins de cadavres qui ne se décomposent pas » de la ville de João Pessoa.

### Bains de formol

L'usage excessif de formol dans les centres mortuaires brésiliens en serait la cause. Le formol est un antiseptique employé dans les « soins de thanatopraxie ». Ceux-ci consistent justement à ralentir la décomposition du corps avant son inhumation, afin de l'exposer lors d'une veillée ou dans un funérarium, par exemple. Quoi qu'il en soit, aucune de ces explications ne vaut pour les momies portugaises. Dans ce pays, les cercueils sont mis

### MOMIE DE TOURBE

Le corps noirci de ce pendu, mort autour de 350 av. J.-C., a été découvert dans la tourbière de Tollund, au Danemark. Comment expliquer la préservation des chairs dans ce milieu très humide ? Grâce aux mousses (appelées sphaignes) qui y prolifèrent : elles absorbent le calcium et le magnésium de l'eau, tout en rejetant beaucoup d'**ions hydrogène**. Conséquence : l'eau devient très acide.

Les rares bactéries susceptibles de survivre dans ces eaux stagnantes en consomment rapidement tout l'oxygène et meurent asphyxiées. Dans un tel milieu, la décomposition est donc pratiquement inexistante. Si les chairs des cadavres s'y tannent naturellement, les os – qui supportent mal un tel bain acide – sont peu à peu grignotés.

CHRISTIAN ALS/PANOS-REA

### #ZOOM

L'**anthropologie judiciaire** applique les connaissances anthropologiques (étude des caractéristiques physiques des humains)

aux enquêtes judiciaires, afin par exemple d'identifier des corps ou des os trouvés sur le lieu d'un crime. Un **ion** est un atome qui a gagné, ou perdu,

un ou plusieurs électrons. L'hydrogène n'ayant qu'un électron tournant autour de son noyau (constitué d'un proton), un **ion hydrogène** est donc un proton.



> Les momies naturelles sorties des tombes de San Bernardo (Colombie) sont exposées dans un mausolée.



ANADOLU AGENCY / AFP



ABEDIN TAHERKENAREH/EPA/MAXPPP

états de décomposition très différents : l'un réduit à l'état de squelette, l'autre en décomposition par endroits, et momifié à d'autres.»

### Terrain miné?

Elle a analysé la terre autour des corps décomposés et de ceux momifiés : aucune différence. Le problème vient-il du bois de certains cercueils qui se dégraderait mal? Non, d'après la spécialiste : «Même si le type de bois peut varier d'un cercueil à l'autre, la préservation du corps n'y semble pas liée.»

Mais alors, quelle peut bien être l'explication? Le fait de

se transformer en momie, ou pas, pourrait dépendre de la composition du cadavre lui-même. Cette piste a d'ailleurs aussi été explorée par les chercheurs à propos des morts colombiens de San Bernardo. Selon eux, la dessiccation pourrait être plus lente chez les personnes corpulentes, les tissus graisseux étant riches en eau. Elles auraient donc le temps de se décomposer, tandis que les plus maigres seraient davantage susceptibles de se

de stopper la multiplication des bactéries) pourraient gêner le processus naturel de décomposition. Tout comme les conservateurs alimentaires, dont le rôle est d'empêcher les bactéries de gâter la nourriture. Sans parler de la kyrielle de produits chimiques (pesticides, peintures, cosmétiques, etc.), dont on n'a pas encore étudié les effets...

Bien qu'elle ait refusé de nous en dire plus sur ses

recherches, Angela Raquel Silva Bessa nous a confirmé travailler à identifier des substances ingérées par certains défunts, qui

pourraient expliquer leur momification. Lorsqu'on aura le fin mot de l'histoire, on pourra peut-être trouver une parade pour que les corps se décomposent à nouveau et que les gardiens de cimetières retrouvent le sommeil. ✱

## POLLUANTS CHIMIQUES À GOGO

### MOMIE DES GLACES

En 1995, le corps momifié d'une jeune fille (photo ci-dessous) a été découvert près du sommet d'une montagne volcanique enneigée, dans le sud du Pérou, à presque 6 300 m d'altitude. Elle a vécu au XV<sup>e</sup> siècle, lorsque l'Empire inca était en plein essor. Baptisée Juanita et âgée de 13 ou 14 ans, elle a probablement été victime d'un sacrifice, comme en témoignent les offrandes accompagnant sa dépouille. C'est le froid, à cette très haute altitude, qui a permis la préservation du corps. En effet, les bactéries nécrophages ont besoin d'une certaine température pour agir efficacement. Lorsque le mercure descend trop, elles sont congelées et cessent leur processus de dégradation des chairs. C'est pour cette raison que nous utilisons aujourd'hui des réfrigérateurs et des congélateurs pour préserver nos aliments de l'action des bactéries.

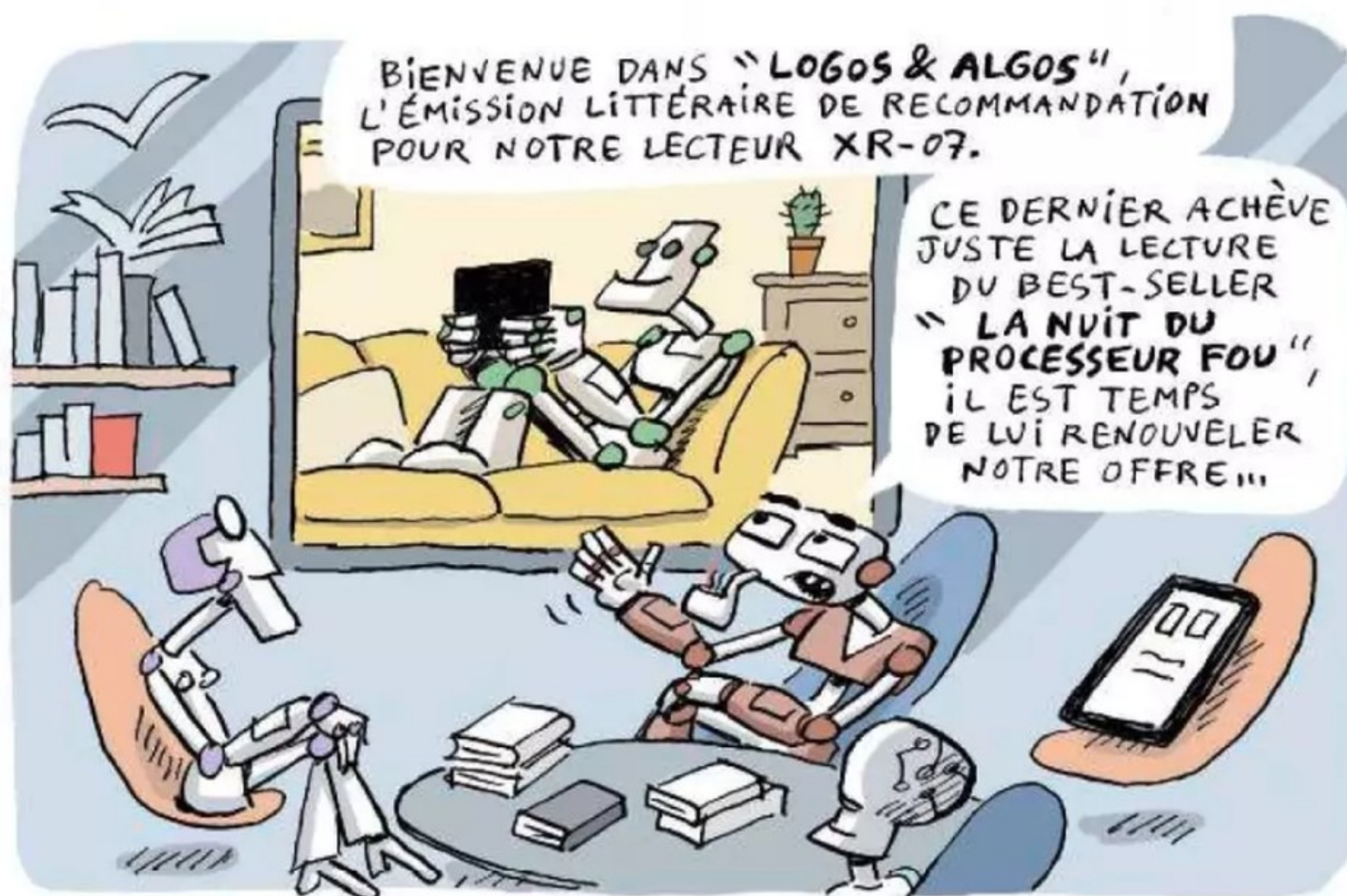
S. ALVAREZ



en terre, excluant la dessiccation par la chaleur. Et puis, l'usage du formol y est très limité. «L'embaumement des cadavres n'est autorisé que s'ils doivent être transportés dans un autre pays pour y être enterrés», explique Raquel Angela Silva Bessa. Pour tenter de percer le mystère, la chercheuse a mené plusieurs études dans des cimetières de la ville de Porto. Et les résultats sont surprenants. «Deux corps enterrés le même jour, dans des sépultures voisines, peuvent se retrouver, trois ans plus tard, dans des



## SILICIUM WALLÉE

CHRISTOPHE  
LE  
BORGNE



# Q & R

QUESTIONS & RÉPONSES

/// MATHILDE, 16 ANS ///

## > POURQUOI A-T-ON DEUX FESSES ?

**PARCE QUE NOUS AVONS DEUX JAMBES!** La plupart des primates sont quadrupèdes, mais les hominés, dont nous faisons partie, sont bipèdes. Depuis que nos lointains ancêtres se sont relevés, la forme de notre bassin s'est modifiée afin que nous puissions nous maintenir debout et marcher. Lorsque l'on passe une jambe de l'arrière vers l'avant, les muscles fessiers se contractent

et empêchent le bassin de basculer du côté où la jambe est levée. En raison de l'évolution de notre bassin, la puissance nécessaire pour marcher est exclusivement générée par nos muscles fessiers. Ils ont donc augmenté en volume, et sont devenus plus trapus que chez les autres primates. C'est pour ça que nous avons les plus grosses fesses du règne animal ! **Marina Abello**

**ENVOYEZ-NOUS  
VOS QUESTIONS!**  
PAR MAIL À : COURRIER.  
SVJ@REWORLDMEDIA.COM  
AVEC COMME OBJET :  
«QUESTIONS-RÉPONSES»



> QUELLE EST LA DIFFÉRENCE ENTRE...



**IL Y EN A PLUSIEURS, MAIS C'EST AVANT TOUT UNE QUESTION DE TAILLE.** Les cinq océans de notre planète sont, en effet, plus étendus que les mers. Le plus modeste, l'océan Arctique, a une superficie de 14 millions de kilomètres carrés, alors que la mer la plus vaste, celle d'Arabie, a une surface de 3,6 millions de kilomètres carrés. C'est aussi une histoire de frontières. Un océan est bordé de continents, tandis qu'une mer peut être cernée par des terres et/ou l'océan. Il existe ainsi plusieurs types de mer. La mer « bordière » est disposée en bordure d'un océan, comme la Manche, par exemple.

La mer « annexe » communique avec l'océan uniquement via un détroit, et elle est entourée par des terres : c'est le cas de la Méditerranée. La mer « intérieure » est reliée à une autre mer, telle la Baltique. Quant à la mer « fermée », elle n'est raccordée à aucune autre mer ni océan, comme la Caspienne. Enfin, dernière distinction : l'eau des mers est plus salée que celle des océans, à cause d'une plus forte évaporation. **A.L.**



ALAMY/HÉMIS

> QUI EST...

... **AEQUOREA VICTORIA?**

**UNE MÉDUSE À L'ORIGINE DU PRIX NOBEL DE CHIMIE 2008.**

Dans les années 1960, le chercheur japonais Osamu Shimomura observe que la méduse *Aequorea victoria* est naturellement fluorescente.

La fluorescence, c'est la capacité de certaines substances à absorber une partie de l'énergie lumineuse et à la réémettre dans une couleur différente.

Au cours de ses études, Shimomura a découvert la particule responsable de cette production lumineuse, qu'il baptise *Green Fluorescent Protein* (GFP). Éclairée par une lumière bleue (produite par une autre particule présente dans le corps de la méduse), la GFP réémet ensuite un rayonnement vert ! Quelques années après cette découverte, deux chercheurs américains auront l'idée de l'utiliser pour

étudier et suivre l'évolution des plus petits éléments du vivant, comme la cellule. Une idée brillante qui a permis de nombreuses découvertes et avancées scientifiques ! **Noémie Berroir**



## > PEUT-ON CRÉER UN MULTIFRUIT?

**OUI, D'AILLEURS IL EXISTE DE NOMBREUSES VARIÉTÉS DE FRUIT ISSUES DU CROISEMENT DE PLUSIEURS ESPÈCES.**

Certains remplissent peut-être même déjà votre panier de courses sans que vous vous en rendiez compte. La clémentine, par exemple, est un croisement entre une mandarine et une orange douce.

Ces hybrides végétaux ont l'avantage de cumuler les qualités des deux parents. Parmi les créations les plus originales, citons le « peacotum », un mélange entre une pêche,

un abricot et une prune (*peach*, *apricot* et *plum* en anglais). Cependant, les possibilités sont limitées car les fruits que l'on hybride doivent être assez proches. Ainsi, pêche, abricot et prune appartiennent tous les trois au genre *Prunus* et ont tous de gros noyaux. Impossible de les croiser avec des baies comme les myrtilles. Et peu importe les mélanges, il vous faudra toujours 5 fruits et légumes pour vos apports de la journée! **Edgar Fagot**



## > COMMENT FONCTIONNE UNE TÉLÉCOMMANDE?

**GRÂCE À DES ONDES LUMINEUSES INVISIBLES.** Lorsqu'on presse une touche, un signal électrique est envoyé à une ampoule à l'extrémité de la télécommande. Celle-ci émet alors une onde infrarouge ou une onde radio, des rayonnements de même nature que la lumière mais invisibles pour notre œil. Ce signal est capté par l'appareil récepteur et « traduit » en une action : changer de chaîne sur un téléviseur, actionner le moteur d'une porte de garage... D'autres types de télécommandes transmettent leurs instructions en utilisant les ultrasons, inaudibles pour l'oreille humaine car trop aigus. Heureusement, d'ailleurs : vous imaginez l'enfer si chaque télécommande de la maison déclenchait des flashes ou des sirènes? **Sylvain Roy**





# VOS QUESTIONS À JUSTIN SARGENTI

Nom : Justin Sargenti.  
Métier : architecte.  
Âge : 24 ans.  
Son rêve : concevoir une station polaire adaptée aux humains et qui respecte la nature.

ANCIEN LECTEUR DE SVJ, L'ARCHITECTE POLAIRE JUSTIN SARGENTI VIENT DE PASSER SIX SEMAINES EN ANTARCTIQUE, DANS LA BASE SCIENTIFIQUE CONCORDIA. IL RÉPOND À VOS QUESTIONS!

Propos recueillis par Romain Raffégeau.

MIKA

PEUX-TU DÉCRIRE TON MÉTIER?

« Je suis architecte spécialisé dans la conception d'habitats en milieu hostile. Il s'agit d'imaginer des solutions pour vivre dans des conditions extrêmes. Je m'intéresse surtout au milieu polaire. Le climat y est très rude, donc il faut recycler les eaux, isoler les bâtiments, économiser

l'énergie, mais aussi imaginer des formes supportant les vents violents, tout en perturbant peu la faune et la flore. En Antarctique, 85% des stations sont bâties sur les terres libres de glace, où vivent déjà tous les animaux. Ça me plaît d'avoir à résoudre ces problèmes.

NATHAN, 12 ANS

QU'EST-CE QUI T'A DONNÉ ENVIE DE DEVENIR ARCHITECTE POLAIRE?

« J'ai attrapé le « virus des pôles » en première, quand j'ai eu la chance de réaliser un voyage scientifique au pôle Nord en bateau. J'y ai vu les effets du réchauffement climatique, comme la fonte de glaciers. Ce qui m'a le plus choqué, ce sont les ours polaires. On en a croisé 23 cherchant de la nourriture à proximité des habitations humaines. Quand je suis revenu, je n'avais qu'une envie : repartir et m'engager sur les questions écologiques. En troisième année d'école d'architecture, j'ai présenté un dossier sur la station britannique Halley VI, dont les bâtiments reposent sur des skis afin de pouvoir la déplacer. C'est la première base polaire sur laquelle un architecte a cherché à améliorer le confort des habitants. Ça m'a convaincu de m'orienter vers ce métier!



SHUTTERSTOCK

> Le camp d'été est spartiate : ce sont des constructions modulaires, type Algeco, où 30 personnes résident de mi-novembre à mi-février.



> Dans la salle de détente de la base Concordia, livres et babyfoot sont à la disposition du personnel. Il y a aussi une télé, mais n'espérez pas y regarder Netflix!



**THOMAS**

### COMMENT SE PASSE LA VIE À CONCORDIA?

« **C**'est éprouvant! Située à 3230 m d'altitude, la base franco-italienne Concordia est le lieu le plus isolé au monde durant l'hivernage, très difficile à évacuer. Comme nous vivons en communauté, un planning avec des horaires

précis doit être suivi. Nous mangeons fréquemment, car on perd énormément de calories à lutter contre le froid. Dehors, les températures oscillent entre -30 °C et -50 °C. Il faut enfiler plusieurs couches quand on sort : collant, pantalon, combinaison, bonnet, lunettes de soleil... Le soir, nous regardons un film ou nous

jouons à un jeu de société. Sur place, nous avons un accès restreint à Internet : on peut seulement communiquer avec nos proches grâce à WhatsApp.

**AXEL, 13 ANS**

### COMMENT IMAGINES-TU LES FUTURES HABITATIONS POLAIRES?

« **A**ujourd'hui, les bases scientifiques sont assez inconfortables. J'aimerais en construire à taille humaine avec des intérieurs agréables pour les résidents. Je les imagine fonctionnant avec des énergies renouvelables, car pour l'instant, seule l'une des 73 stations polaires est alimentée de la sorte. Mon objectif serait de réduire notre empreinte sur le continent, grâce à des stations éphémères.

**THOMAS**

### COMMENT PARTICIPER À UNE EXPÉDITION EN ANTARCTIQUE?

« **D**es opportunités existent, car de nombreux métiers sont nécessaires. On a besoin de chercheurs, bien sûr, pour les missions scientifiques. Mais aussi de techniciens, menuisiers, électriciens, cuisiniers, médecins... Le recrutement n'est pas évident, car la vie est difficile là-bas, notamment durant l'hivernage où la nuit est permanente. J'ai eu la chance d'y aller en décembre 2022, pendant l'été austral, pour la fondation Prince Albert II de Monaco, l'ESA (Agence spatiale européenne), l'Institut polaire français et la société FGWRS. J'ai passé six semaines à Concordia. J'y ai testé des membranes de filtration pour le recyclage des eaux « grises », celles de la cuisine ou des douches.

**KAÏS, 13 ANS  
ET TILILA, 12 ANS**

### QU'EST-CE QUI TE FASCINE LE PLUS EN ANTARCTIQUE?

« **L**'impression d'être sur une autre planète. Quand on est dehors, on est seul sur des kilomètres à la ronde, marchant sur 3000 m d'épaisseur de glace. Tous les soirs, je devais rejoindre ma chambre dans le camp d'été à 500 m de la station. J'observais le paysage, il était 23h30, le soleil brillait dans le ciel, et il y avait un incroyable silence. C'était lunaire. Je rêve déjà d'y retourner!











> C'EST QUOI, CETTE  
**BESTIOLE ?**

**UNE GRENOUILLE VIOLETTE  
AU MUSEAU POINTU.**

Un peu long, mais plus facile à dire que son nom scientifique : *Nasikabatrachus sahyadrensis* ! Le premier terme dérive de *nasika* (« nez » en sanskrit) et *batrakhos* (« grenouille » en grec). Quant à *sahyadrensis*, il fait référence au lieu où elle vit : les monts Sahyadrī, à l'ouest de l'Inde. Cette étrange grenouille, qui mesure 7 cm en moyenne, vit enfouie dans le sol et utilise sa longue langue plissée pour attraper les fourmis et les termites souterrains. Elle ne sort le bout de son nez que deux semaines par an, en période de fortes pluies, pour se reproduire. Son têtard se développe dans les cascades en s'accrochant aux rochers par la bouche. Une centaine de jours plus tard, il se métamorphose et passe à une vie terrestre. Ce mode de vie très discret explique peut-être que l'espèce n'ait été découverte officiellement qu'en octobre 2003, par deux spécialistes des amphibiens, le Belge Franky Bossuyt et l'Indien Sathyabhama Das Biju. Cependant, l'animal avait déjà été décrit par les populations locales dès 1918. **Louise Sudour**



/// POP SCIENCE ///

# > PEUT-ON VOLER AVEC UN JETPACK?

**OUI!** L'idée d'évoluer dans les airs grâce à un réacteur dorsal, comme le Mandalorien, ne date pas d'hier. L'un des premiers modèles, la Bell Rocket Belt, développé dans les années 1960, éjectait de la vapeur d'eau pour se propulser. Efficace, mais le vol ne durait que 21 secondes ! Aujourd'hui, le JB-11, de la société américaine JetPack Aviation, peut voler jusqu'à 190 km/h et est propulsé par six turboréacteurs. Ce sont les mêmes moteurs que ceux des avions, en version miniature : l'air est aspiré par le réacteur, chauffé en brûlant du kérosène ou du gazole, puis éjecté à très grande vitesse pour produire la poussée. Cependant, l'engin se pilote avec deux manettes : pas très pratique pour porter bébé Yoda ! Le Jet Suit de la société anglaise Gravity Industries, lui, compte cinq turboréacteurs (deux sur chaque bras et un dans le dos) et peut faire des pointes à 120 km/h. Seul hic : l'autonomie de ces deux engins ne dépasse pas dix minutes. Il en faudra plus pour virevolter lors des combats comme le célèbre chasseur de primes. **A.L.**



*The Mandalorian*  
de J. Favreau.  
3 saisons  
(24 épisodes)  
disponibles  
sur Disney+.



DISNEY+/THE WALT DISNEY COMPANY



NUCLÉAIRE, NOBEL & NAZIS ÉPISODE 3 (ET FIN)

RAPPEL : À L'INSTITUT DU RADIUM DE VIENNE EN AUTRICHE...

...LA PHYSICIENNE MARIETTA BLAU ET SON ÉTUDIANTE HERTHA WAMBACHER ONT DÉCOUVERT UNE MÉTHODE POUR REPERER LES PROTONS PAR PHOTOGRAPHIE.



LA VIE DE BLAU À VIENNE DEVIENT DIFFICILE : ELLE EST JUIVE, ET LE NAZISME PROGRESSE EN AUTRICHE. SA PROPRE ÉTUDIANTE, WAMBACHER, EST NAZIE !

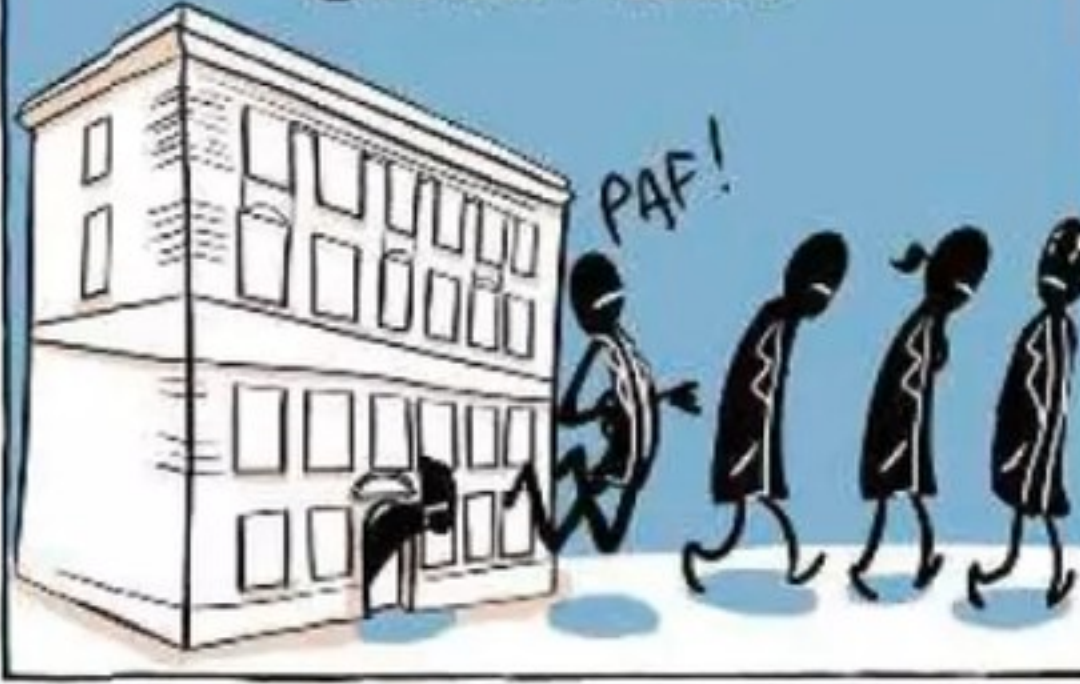
LE 12 MAI 1938, BLAU PART POUR UN SÉMESTRE À L'UNIVERSITÉ D'OSLO. L'AUTRICHE EST ENVAHIE PAR L'ALLEMAGNE LE LENDEMAIN.



" JE SUIS DÉSESPÉRÉE : J'ÉTAIS LÀ POUR UN COURT SÉJOUR, ET ME VOILÀ DEVENUE UNE RÉFUGIÉE. " *Marietta Blau*



PENDANT CE TEMPS, À VIENNE, UN QUART DES MEMBRES DE L'INSTITUT, JUIFS, SONT MIS DEHORS, DONT LE DIRECTEUR STEFAN MEYER.



HERTHA WAMBACHER, ELLE, OBTIENT UNE PROMOTION.



ELLE PUBLIE LES DERNIÈRES RECHERCHES MENEES AVEC BLAU SOUS SON SEUL NOM.

EINSTEIN, PRÉVENU DE LA SITUATION DE MARIETTA BLAU, LUI TROUVE UN POSTE DE PROF À L'UNIVERSITÉ DE MEXICO.



L'UNIVERSITÉ A PEU DE MOYENS, LA SÉCURITÉ ET LE MATÉRIEL LAISSENT À DÉSIRER.



SES COLLÈGUES VOLENT ET REVENDENT DU MATÉRIEL CAR LEUR SALAIRE N'EST PLUS PAYÉ DEPUIS DES MOIS.



PAR LA SUITE, ELLE OCCUPE DIVERS POSTES AUX ÉTATS-UNIS. EINSTEIN CONTINUE À SOUTENIR SA CARRIÈRE SANS QUELLE LE SACHE.



À LA FIN DE LA GUERRE, LES NAZIS SONT VIRÉS DE L'INSTITUT. MAIS CERTAINS SERONT RÉINTÉGRÉS.



EN 1950...

LE NOBEL EST REMIS, POUR LE DÉVELOPPEMENT DE LA MÉTHODE PHOTOGRAPHIQUE DES PROTONS... À CECIL POWELL !



POURTANT, JUSTE AVANT...

JE PROPOSE BLAU ET WAMBACHER AU NOBEL POUR LE DÉVELOPPEMENT DE CETTE MÉTHODE.



ET PUIS BLAU N'A PLUS RIEN FAIT D'IMPORTANT APRÈS 1938 ! WAMBACHER, ELLE A CONTINUÉ À PUBLIER, AU MOINS !



WAMBACHER MEURT LA MÊME ANNÉE, ET PLUSIEURS ARTICLES LA PRÉSENTENT COMME LA PRINCIPALE DÉCOUVREUSE DE LA TECHNIQUE PHOTO ET DES "ÉTOILES DE DÉSINTÉGRATION"



EN 1960, LA SANTÉ DE BLAU NE LUI PERMET PLUS DE TRAVAILLER. ELLE RENTRE EN AUTRICHE SE FAIRE SOIGNER, CAR ELLE N'A PAS LES MOYENS DE LE FAIRE AUX ÉTATS-UNIS.



ELLE MEURT D'UN CANCER DU POUMON EN 1970, PAUVRE... ET OUBLIÉE.



Camille Van Belle FIN



**HORS  
SÉRIE**

**SCIENCE & VIE  
JUNIOR**

# SCIENCE & VIE JUNIOR

RE WORLD  
MEDIA

**HORS-SÉRIE RECORDS**

#160 JUILLET  
2023

# 100

# CHAMPIONS INCROYABLES

**ONE PIECE**  
EICHIRO ODA

**EICHIRO ODA,**  
LE MANGAKA  
ROI DU MONDE

> CES GAMERS QUI  
PULVÉRISENT LES LIMITES

> L'HOMME QUI AVALE  
UN AVION

> ILS DÉPASSENT LE MUR  
DU SON EN CHUTE LIBRE

> ILS COURENT UN  
MARATHON PAR JOUR

**ET VOUS ?  
FAITES  
VALIDER VOTRE  
RECORD !**



ONE PIECE © 1997 by Eiichiro Oda / SHUEISHA Inc.

**LE MAGAZINE PRÉFÉRÉ DES ADOS !**

**EN VENTE ACTUELLEMENT**  
CHEZ VOTRE MARCHAND DE JOURNAUX OU EN LIGNE

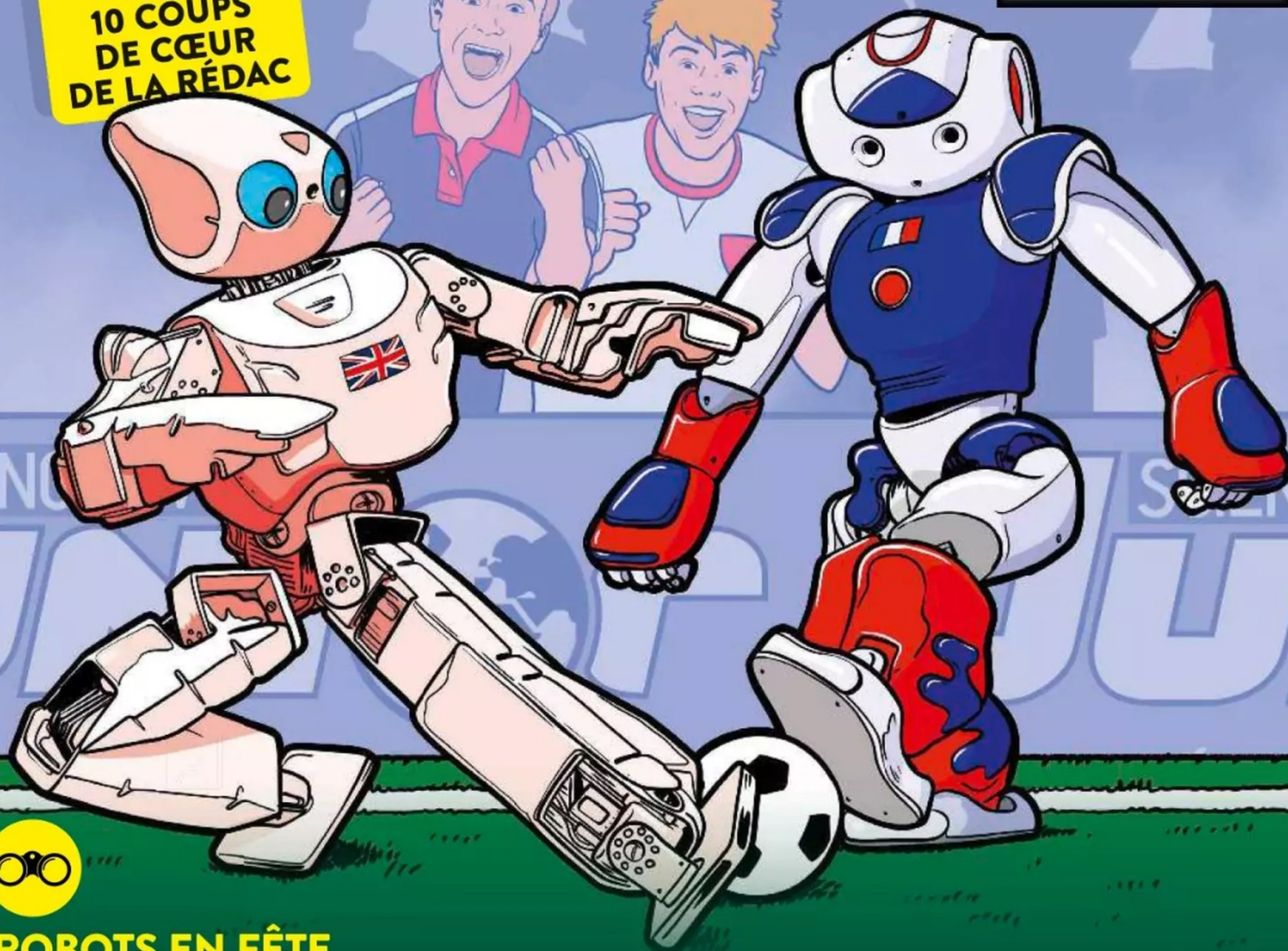
VENTE ET ABONNEMENT

**Kiosque  
Mag**

Disponible sur  
kiosquemag.com





VOUS  
ALLEZLES  
10 COUPS  
DE CŒUR  
DE LA RÉDAC

# 1 ROBOTS EN FÊTE ROBOCUP 2023

La 26<sup>e</sup> édition de la RoboCup, la plus grande compétition de robotique au monde, se tient à Bordeaux à partir du 4 juillet. C'est la seconde fois qu'elle a lieu en France, alors ne manquez pas cette occasion ! Durant une semaine, 2 500 participants venus de 45 pays vont s'affronter dans cinq grandes épreuves.

La plus emblématique ? Le « Soccer », où des équipes de robots autonomes disputent des matchs de foot. Très suivi aussi, le challenge « Rescue » où des robots traversent des parcours semés d'embûches, simulant des sauveteurs sur un site de catastrophe naturelle. La troisième ligue, « @home », évalue

les capacités de robots à interagir avec des humains. Enfin, n'oublions pas les compétitions « Industriel » et « On Stage », une performance robotique créative. Des animations éducatives, des ateliers et des tables rondes sur l'intelligence artificielle et la robotique compléteront cette édition, dont SVJ est partenaire et qui promet d'être très riche ! **R.R.**

Du 4 au 10 juillet, au Parc des expositions de Bordeaux, [2023.robocup.org](https://2023.robocup.org)





## TOURNEZ MANÈGES PARK BEYOND

> Sur PC, PS5, Xbox. > Limbic Entertainment / Bandai Namco. > À partir de 50 euros (PC), 60 euros sur console.

Créer et gérer son parc d'attractions, voilà le très riche programme de *Park Beyond*. Le jeu comprend une campagne avec plusieurs objectifs à remplir : amuser différents publics (ados, familles ou adultes), gagner des points d'émerveillement, débloquer de nouvelles attractions, etc. Il existe aussi un mode « bac à sable », plus ouvert. Attention, pour les montagnes russes, vous devrez tout de même surveiller la vitesse des wagons et les angles afin que vos clients ne s'envolent pas dans le décor ! L'idée la plus amusante est « l'impossification » qui autorise la construction d'attractions folles sans respecter de règles. Si le jeu est très sympathique, l'interface dense n'est pas toujours très claire. **R.R.**



## ÉPIQUE FRONTIER

> De Guillaume Singelin. > Éd. Rue de Sèvres. > 21,90 euros.

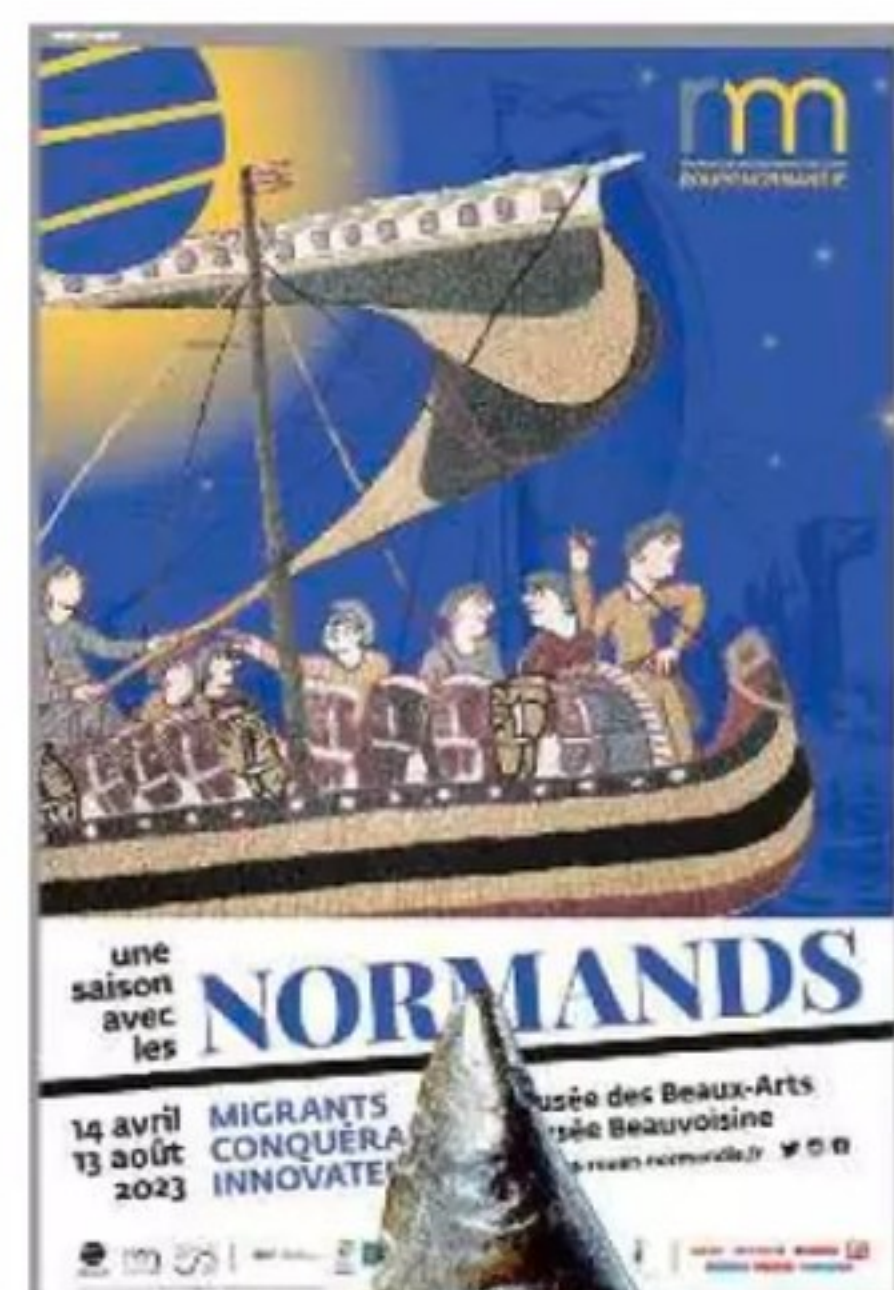
Une nouvelle ruée vers l'or a débuté ! Cette fois, ce n'est pas le métal jaune, mais les minerais des astéroïdes du Système solaire qui suscitent convoitises et conflits. Dans ce far west cosmique, nous suivons les aventures de la chercheuse Jin-Soo, du mineur Alex et de la mercenaire Camina. Derrière ces personnages au dessin (en apparence) enfantin et des décors sublimes fourmillant de détails, *Frontier* n'est pas qu'une épopée spatiale. Il s'agit d'une quête : celle d'un nouveau monde, d'une nouvelle vie, voire d'une nouvelle humanité. L'une des meilleures BD de S.-F. de l'année ! **M.L.**



## UNE HISTOIRE EN NORD NORMANDS : MIGRANTS, CONQUÉRANTS, INNOVATEURS

> Musée des Beaux-Arts / musée Beauvoisine, à Rouen. > [musees-rouen-normandie.fr](http://musees-rouen-normandie.fr) > Jusqu'au 13 août.

Quand on vous parle de Normands, vous pensez sûrement aux habitants de la région normande. Mais savez-vous d'où vient ce mot ? À l'origine, il désignait les « hommes du Nord » (Northmen), venus de Scandinavie. Dès le VIII<sup>e</sup> siècle, ces peuples se sont lancés dans des expéditions militaires afin de piller et conquérir de nouveaux territoires, de la France jusqu'à l'Ukraine. Renommés Vikings, ils ont par la suite souvent été réduits à l'image de brutes sanguinaires. Deux expositions, riches de pièces exceptionnelles, les réhabilitent en nous faisant découvrir l'influence positive qu'ils ont eue sur les territoires conquis. D'ailleurs, s'ils n'avaient été que des guerriers brutaux, la Normandie aurait-elle adopté leur nom ? **E.D.**



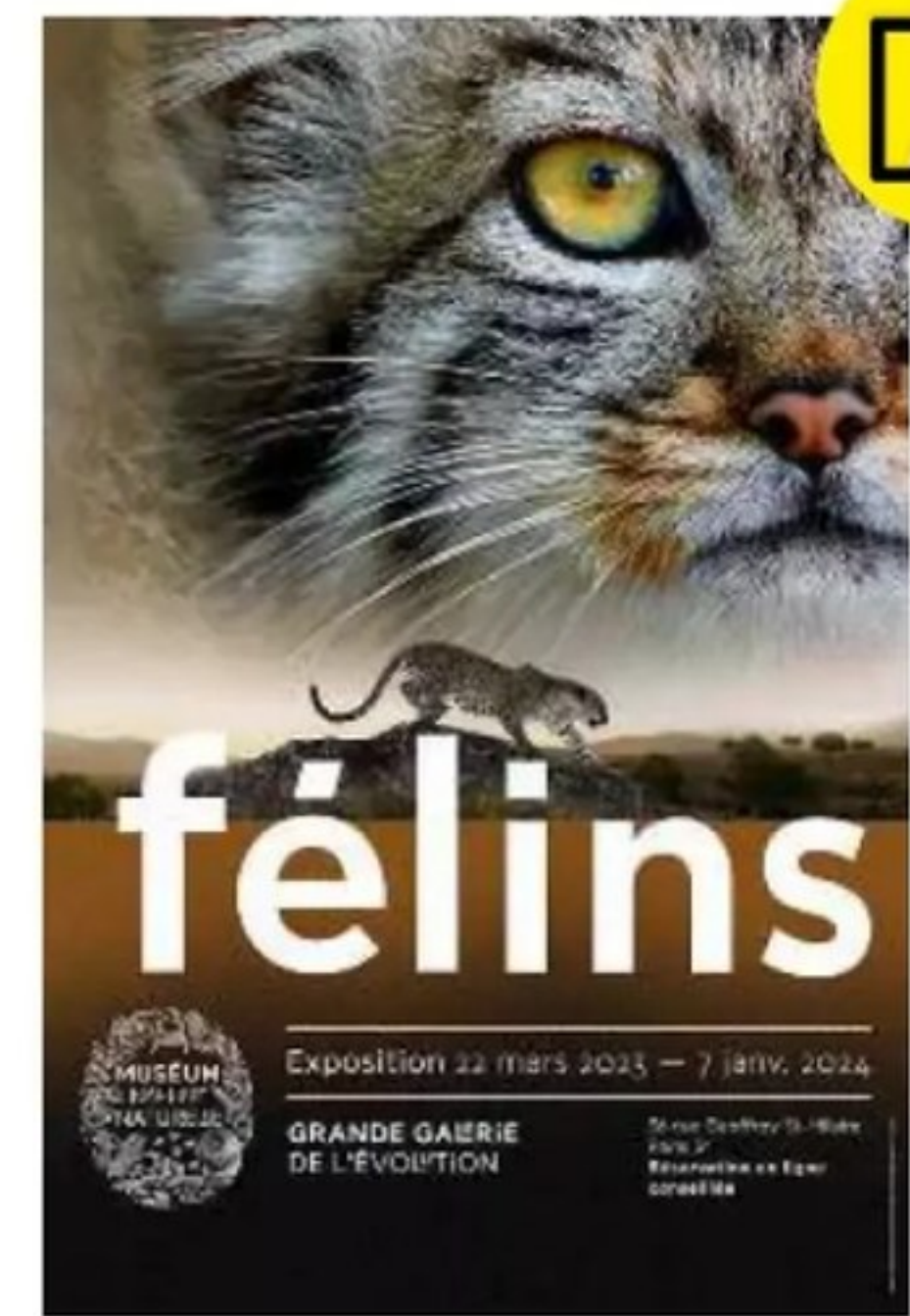




# 5 ENTRE DEUX EAUX HIGHWATER

> Sur iOS, Android (bientôt sur PC).  
> Demagog Studio/Rogue Games. > En exclusivité pour les abonnés Netflix (gratuit).

La majeure partie de la Terre est sous les eaux. Réservée aux nantis, la cité fortifiée d'Alphaville se prépare à évacuer ses habitants vers Mars à bord d'une fusée. S'il veut être du voyage, Nykos devra naviguer d'île en île, se faisant des alliés, mais aussi de nombreux ennemis. Les combats tactiques au tour par tour regorgent d'éléments interactifs : tonneaux enflammés à jeter sur les ennemis, poteaux à faire tomber... *Highwater* est un jeu d'aventure/stratégie passionnant. Il brille par sa bande musicale mais les déplacements en bateau sont souvent laborieux. **F.C.**

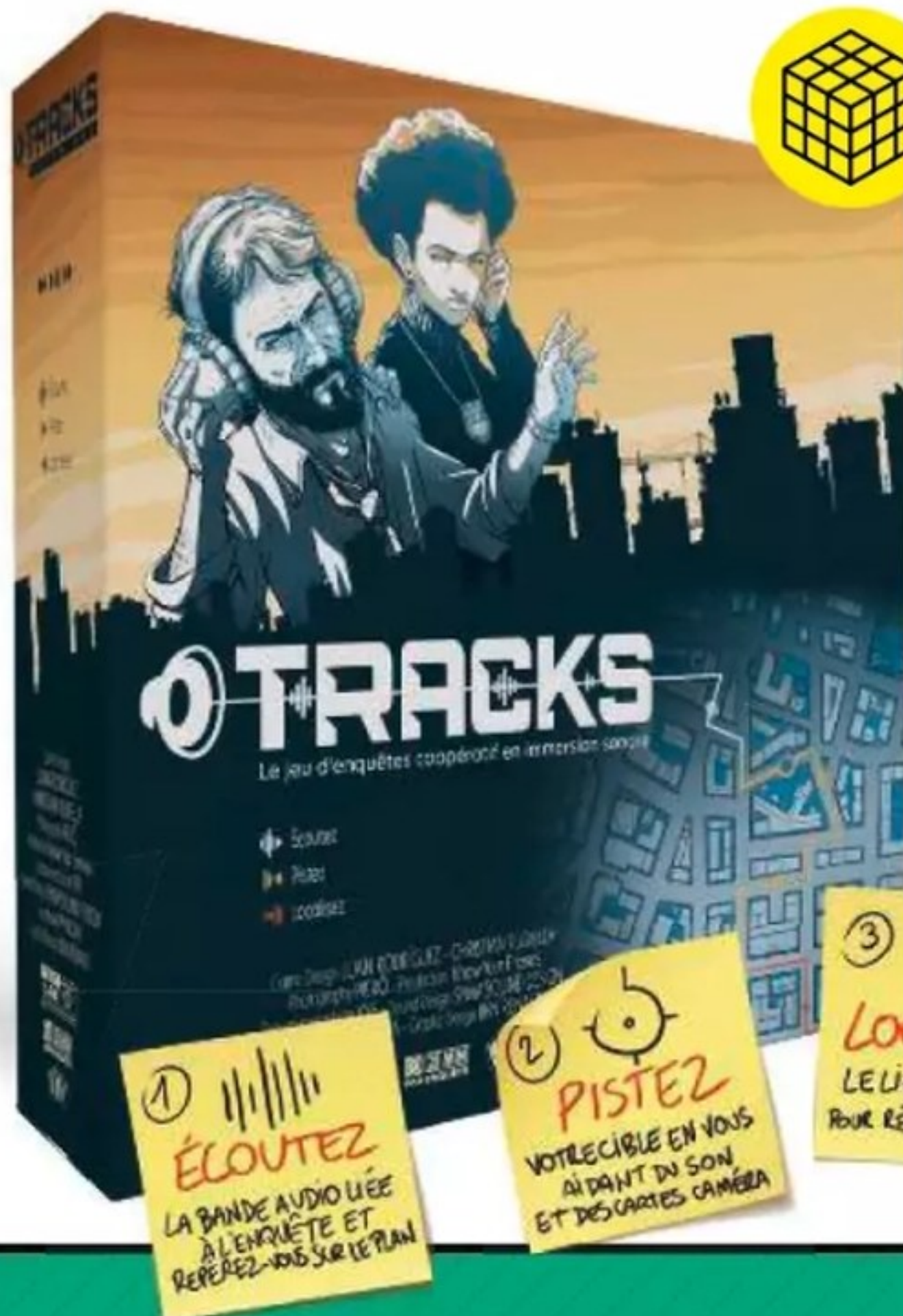


# AU POIL! FASCINANTS FÉLINS

> Muséum national d'histoire naturelle, à Paris. > Jusqu'au 7 janvier 2024.

Panthere des neiges, lynx, tigre, chat à tête plate, caracal, serval... Tous ces animaux fascinants appartiennent à la famille des félins, qui compte 38 espèces. Ce sont des prédateurs hors pair et de puissants athlètes. La panthere des neiges franchit des fossés de 6 m de large. Le puma bondit sans élan jusqu'à 3 m de haut. On dit que le chat retombe toujours sur ses pattes? Ce n'est pas une légende, et une succession de squelettes vous permet de comprendre comment il s'y prend. Si les félins vous intriguent, cette exposition vous séduira à coup sûr : on y découvre tous les secrets de ces animaux discrets et élégants, ainsi que leurs liens avec les humains. En bonus, les scènes de chasse reconstituées grâce au travail minutieux

des taxidermistes (voir le caracal à droite) sont époustouflantes! **H.G.**



# 7 SUR ÉCOUTE TRACKS

> De Christian Rubiella et Juan Rodriguez. > KYF édition. > 32,50 euros.

Dans *Tracks*, il faut bien tendre l'oreille! Les joueurs incarnent des enquêteurs d'une brigade spécialisée dans les écoutes. Un homme est enlevé par deux individus? Grâce aux indices sonores enregistrés par son smartphone (sirène d'ambulance, marteau-piqueur, tramway...), on reconstitue le parcours de la voiture des ravisseurs sur le plan de la ville. En s'aidant au besoin de cartes illustrées, représentant les prises de vue de caméras de surveillance : est-ce qu'il y a bien un chien à ce carrefour? Une fois le repaire des criminels identifié, on les arrête... en espérant ne pas s'être trompé! Les parties sont rythmées

(30 minutes environ pour chacune des 15 affaires à résoudre) et, grâce à la qualité des enregistrements sonores accessibles sur n'importe quel smartphone via une appli, l'immersion est totale. **C.B.**



1 ÉCOUTEZ LA BANDE AUDIO LIÉE À L'ENQUÊTE ET REPEREZ-VOUS SUR LE PLAN

2 PISTEZ VOTRE CIBLE EN VOUS AIDANT DU SON ET DES CARTES CAMÉRA

3 LOCALISEZ LE LIÉU SUR LE PLAN POUR RÉSOUDRE L'AFFAIRE





# 8 AMOURS D'ADO

## LE CŒUR EN BRAILLE

> De Joris Chamblain et Anne-Lise Nalin. > Éd. Dargaud. > 16,50 euros.

Avec son groupe de rock, Victor mène la belle vie au collège,

même si les études, ce n'est pas son fort... Pourtant, tout son univers va être chamboulé par l'arrivée d'une nouvelle élève, Marie-José, une violoncelliste talentueuse. Les deux adolescents deviennent rapidement inséparables et finissent par tomber amoureux. L'histoire ne s'arrête pas là, mais on n'en dira pas plus pour laisser la magie opérer. Tiré du roman du même nom signé Pascal Ruter, cette bédé aux dessins fins et aux couleurs pastel est pleine de charme. Une très belle réussite, touchante et émouvante. **R.R.**



# 9 ENQUÊTES DE FAMILLE

## LES PASSANTS NOIRS

de vertige devant  
*Les Passants d'Honoré*



> De Guillaume Le Cornec.  
> Éd. Seuil.  
> 14 euros.

Enzo vit seul avec sa mère, conservatrice au musée des Beaux-Arts de Lyon, depuis que son père trafiquant d'œuvres d'art les a abandonnés.

L'ado est fasciné par une peinture de Gustave Courbet, *La Vague*. Un peu comme Manon, une jeune fille rebelle issue d'une riche famille qui, elle, est prise

Daumier. Que cachent ces tableaux? Que racontent-ils sur le passé des deux ados? C'est ce que nous invite à découvrir ce roman mené tambour battant, où les secrets de chaque famille sont

révélés au fur et à mesure d'une enquête digne d'un thriller. Un second tome est prévu en octobre. **R.R.**

# 10 F

## R



> Sur



Nintendo dépoussière deux classiques du jeu de stratégie qui ont fait les beaux jours de sa Game Boy Advance. Dans le rôle d'un général doté d'un pouvoir spécial capable de renverser le cours de la bataille, vous commandez au tour par tour des unités terrestres, navales et aériennes sur une carte quadrillée. Outre des graphismes améliorés

# VARS MP

/ Nintendo. > 6



et des unités en 3D, cette compilation introduit des doublages et plusieurs options utiles : mode facile, accélération du jeu et possibilité de rejouer le dernier tour. En plus du mode « Campagne », vous aurez accès aux nombreux défis du « Quartier général », à un éditeur de cartes et à un mode « Versus » jusqu'à quatre joueurs



en local (sur une même console ou non) et en ligne. Plus de vingt ans après sa sortie initiale, *Advance Wars* reste une référence même pour les néophytes, malgré certaines batailles ardues! **F.C.**







Chaque mois, un(e) lecteur(trice) de *Science & Vie Junior* vous propose la critique d'un livre.



## LOUIS, 15 ANS,

a lu *N·É·O·*, de Michel Bussi, et s'est laissé envoûter par cette saga dystopique.

### Qu'est-ce qui t'a attiré dans ce livre ?

**Louis :** En premier lieu, la couverture ! Elle nous questionne. Qu'est-ce qui s'est passé pour que Paris soit ainsi recouvert de végétation ? Et le résumé au dos donne tout autant envie de nous plonger dans l'histoire...

### Justement, comment as-tu apprécié l'histoire ?

**L. :** J'ai adoré. Il y a de l'action tout du long, l'auteur ne se perd pas dans les explications, il met juste ce qu'il faut de descriptions pour qu'on s'imagine les scènes. Et il organise bien ses chapitres pour qu'on ait toujours envie de connaître la suite. Le rapport avec Paris est intrigant. J'y ai séjourné quelques jours au moment où je lisais *N·É·O·*, et j'y ai retrouvé beaucoup de lieux évoqués.

### Qu'est-ce qui fait l'originalité de *N·É·O·* ?

**L. :** C'est un scénario post-apocalyptique qui paraît réaliste. Il y est fait référence à notre société contemporaine sur plusieurs points, dans le rapport à la technologie et, dans l'importance de s'organiser pour survivre, dans les deux mondes du

clan du tipi et du clan du château, qui évoquent les différences entre les pays riches et les pays plus pauvres...

### Il y a beaucoup de personnages. Desquels t'es-tu senti le plus proche ?

**L. :** J'ai bien aimé Zyzomys, qui part espionner le clan du château. Mais j'ai compris aussi le personnage d'Ogénor, conseiller de la reine du château, qui œuvre pour le bonheur de son clan, même s'il ne choisit pas toujours les bonnes méthodes. Globalement, j'ai apprécié les personnages du tipi, qui s'entraident, qui sont rigolos. Mais je dois reconnaître que je suis plus proche des personnages du château, avec un accès à l'école et à la culture. J'ai bien aimé Saby aussi, qui se démène pour que les deux clans s'entendent. Et Luponéro, l'enfant-loup, qui nous révèle l'importance de prendre soin de la nature.

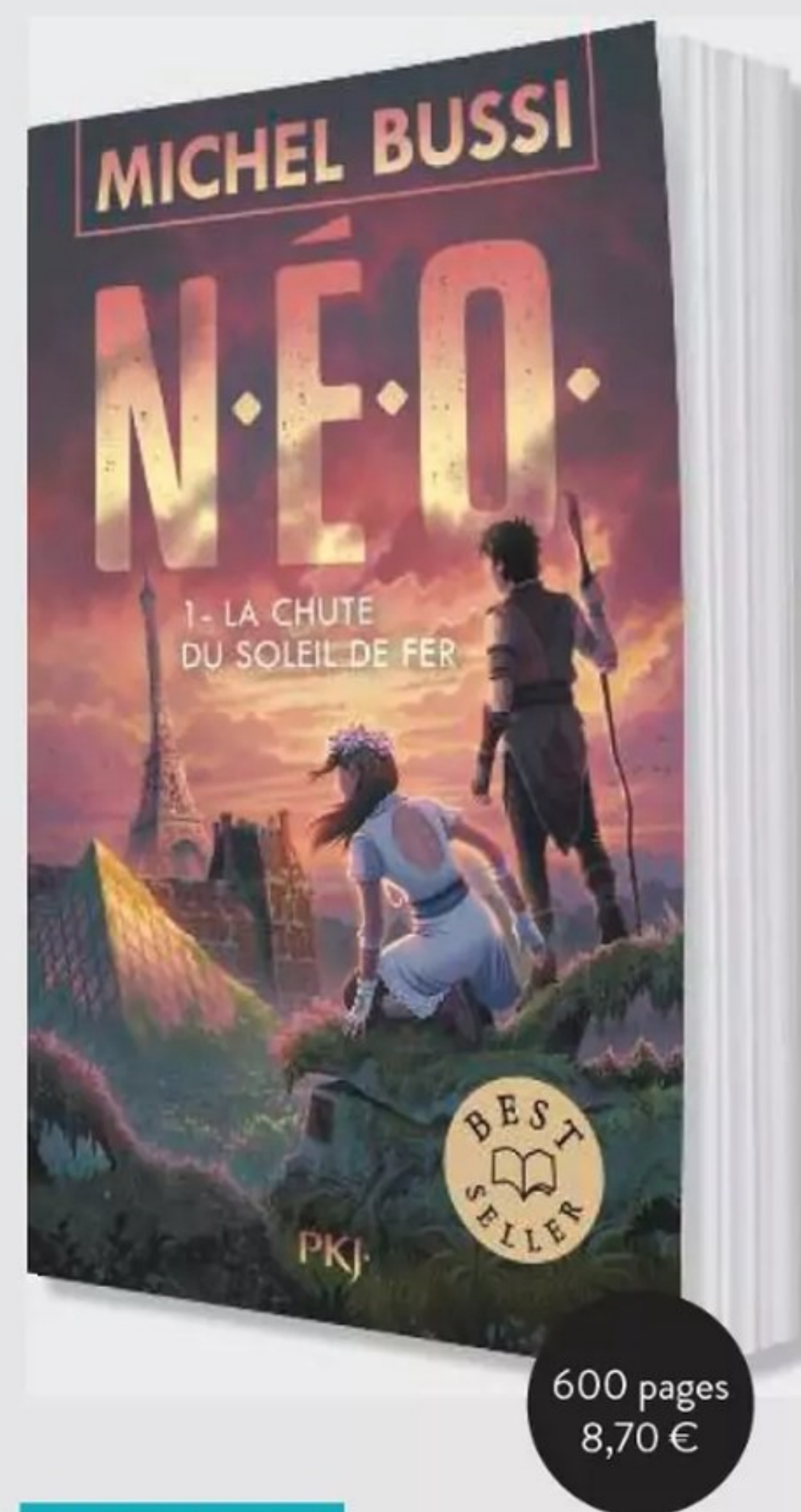
### Il y a une suite, as-tu hâte de la lire ?

**L. :** J'ai déjà commencé le tome 2 ! Pour l'instant, c'est aussi bien que le tome 1...

### *N·É·O·*, C'EST...



PUBLICITÉ



### L'HISTOIRE

*Dans un monde où les adultes ont disparu, deux bandes d'adolescents ont survécu : le clan du tipi et le clan du château.*

*Les uns doivent chasser pour se nourrir, et les autres vivent reclus et protégés. Bientôt, une maladie fait peser un risque de famine sur le clan du tipi, le privant de ses proies.*

*Et si ceux du château étaient à l'origine de cet empoisonnement ? L'heure de la confrontation arrive...*



Découvrez un extrait de ce roman.

### ACTUALITÉ

*N·É·O·* a eu trois suites (quatre tomes au total : tomes 2 et 3 écrits par Michel Bussi et tome 4 adapté par Max L'Hermenier) et sera bientôt adapté à l'écran.



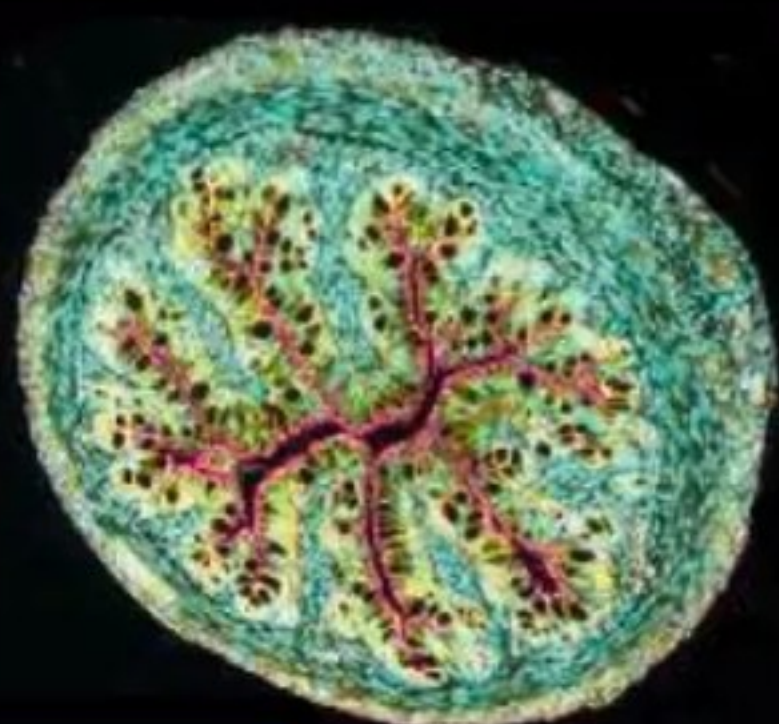
# 10 PÉPITES DE SCIENCE SUR YOUTUBE

À SVJ, on adore les vidéos qui parlent de science autrement. Voici notre sélection pour égayer vos journées pluvieuses cet été!

Hugo Leroux

## PLONGÉE AU CŒUR DES CELLULES

> Colorisées par fluorescence, les cellules offrent un spectacle fascinant.



CAPTURE YOUTUBE/DR

**Chaîne :** Explorers (Terence, Renaud et Youenn).  
**Spécialités :** microbiologie et neurosciences.  
**Particularité :** composent leur propre musique.

**Vidéo** Cell Worlds, mondes cellulaires.

Voici un documentaire animalier... version microscopique. Superbes images, voix off enjouée, suspense, tout y est. Sauf que le sujet de ces vingt-six minutes, ce sont les cellules. Des neurones aux bactéries, ces unités essentielles à la vie sont filmées avec une précision frisant le millionième

de mètre grâce à des techniques de pointe en microscopie. Découvrir en temps réel le fonctionnement d'un muscle, la pousse d'un neurone ou la division d'une cellule... le résultat est franchement bluffant!

**Notre avis** Une vidéo à regarder dans l'obscurité complète, sur grand écran, bien installé dans un canapé : l'idéal pour profiter de sa force visuelle.

## SUR LA PISTE DU LUCANE CERF-VOLANT

**Vidéo** J'observe le plus gros coléoptère d'Europe.

Marie, la créatrice de la chaîne, est une naturaliste qui adore se perdre en forêt pour étudier les insectes. Dans cette vidéo, elle suit la piste de son animal fétiche, le lucane cerf-volant, un scarabée doté d'énormes mandibules. Une carapace recrachée par un oiseau ici, une tête par là,

finira-t-elle par tomber sur un spécimen vivant? On se laisse embarquer avec plaisir dans cette quête agrémentée de beaux croquis et de rêveries bucoliques.

**Notre avis** Une vidéo apaisante, qui vous donnera envie de vous perdre dans la nature et de découvrir ses minuscules habitants.



**Chaîne :** La Boîte à curiosités (Marie Treibert).  
**Spécialité :** sciences naturelles.  
**Particularité :** excellente dessinatrice.

CAPTURE YOUTUBE / DR



## #Zoom

Dans la **psychologie des foules**, la foule est vue comme une entité, distincte de la simple addition des membres qui la composent.

L'**intelligence collective** désigne les capacités cognitives d'un groupe qui n'est pas seulement la somme des intelligences individuelles.





## L'EFFET RADEAU

### Vidéo Ces déchets font gagner des tours du monde.

La pollution plastique des océans, vous savez probablement que c'est un vrai fléau. Pourtant Simon Rondeau nous révèle ici un aspect peu connu de ces déchets flottants : ils servent de radeaux à tout un tas d'espèces, des bactéries aux coquillages. Celles-ci s'en servent pour dériver au gré des flots et aller coloniser de nouvelles zones géographiques. Un « transport de masse » qui pourrait modifier radicalement les écosystèmes actuels... Raison de plus pour étudier ce phénomène.

**Notre avis** Un éclairage original sur un sujet pourtant battu et rebattu, le tout dans un format court. Pourquoi se priver ?

**Chaîne :** Melvak (Simon Rondeau).

**Spécialité :** océans.

**Particularité :** écologie marin de formation.



## AU FAIT, C'EST QUOI UNE BONNE VIDÉO DE VULGARISATION ?

On vous voit venir : « C'est une vidéo où l'on apprend des tas de choses sur la science, pardi ! » Certes, mais ça va plus loin. On a demandé son avis à Terence Ericson, de la chaîne Explorers, qui est aussi vice-président du Café des sciences, association regroupant des vidéastes (dont ceux présentés dans ce dossier). Pour lui, il y a trois règles à respecter pour faire de la bonne vulgarisation. La première est tout simplement d'être divertissant, quelle que soit la forme.

Ce n'est pas un cours magistral ! La deuxième est de citer ses sources, par des liens ou des références, afin que le spectateur puisse vérifier et approfondir par lui-même, et ainsi développer son esprit critique. La dernière est d'être honnête sur le fait qu'il existe un consensus scientifique sur le sujet traité, c'est-à-dire si l'immense majorité des chercheurs sont d'accord... ou non. Le choix des mots est donc important : si les études scientifiques « suggèrent » des conclusions, il est nécessaire qu'un grand nombre d'études convergent vers le même résultat pour vraiment « prouver » quelque chose.

## TOUS ENSEMBLE !

### Vidéo 100 personnes testent une méthode d'intelligence collective.

Saviez-vous que si cent personnes essayent chacune d'estimer la réponse à une question, la moyenne de leurs réponses sera systématiquement proche de la vérité ? Pour vous le prouver, Fouloscopie vous embarque dans une expérience grandeur nature avec des volontaires. Une démonstration fascinante des mécanismes de la « **psychologie des foules** » et de « **l'intelligence collective** ». Et qui n'est pas délivrée par n'importe qui, puisque Mehdi Moussaïd est un chercheur reconnu dans le domaine.

**Notre avis** Vous allez comprendre pourquoi, en groupe, on est plus malin. Ou pas... À regarder avant de sortir avec vos potes !

**Chaîne :** Fouloscopie (Mehdi Moussaïd).

**Spécialité :** comportement des foules.

**Particularité :** chercheur dans la « vraie » vie.

CAPTURE  
YOUTUBE / DR



▲ Dans cette expérience, les participants se répartissent dans des colonnes selon leur réponse à la question posée, formant ce graphique.



## LE CERVEAU ACCRO AUX SELFIES



CAPTURE YOUTUBE / DR



➤ Lequel trouvez-vous le plus beau? Réponse dans cette vidéo de Drop of Curiosity.

### Vidéo Pourquoi le cerveau raffole des selfies?

Notre cerveau nous trompe en permanence. C'est ce que l'on appelle les «biais cognitifs». Drop of Curiosity nous explique comment

l'exposition répétée à un visage ou un objet crée une habitude et finit par améliorer notre opinion de celui-ci. D'où notre appétence pour les selfies.

**Notre avis** Court mais percutant... un petit bonbon de vulgarisation qui nous invite à être plus vigilants par rapport à nos propres réflexes mentaux.

**Chaîne** : Drop of Curiosity (Gonzalo Ruiz).  
**Spécialité** : neurosciences.  
**Particularité** : également très actif sur TikTok.

## LE POT DE FLEURS CHAUFFANT

**Vidéo** Peut-on vraiment se chauffer avec des bougies? «EDF vous ment, oubliez les radiateurs! Des bougies sous un pot de fleur : voilà LA solution pour chauffer sans vous ruiner.» Si vous pensiez essayer cette astuce «miracle» qui tourne sur les réseaux sociaux, jetez un œil à cette vidéo qui juge son efficacité réelle grâce à une expérience et l'avis de médecins. Vous ne regarderez plus vos radiateurs de la même façon...

**Notre avis** Ça vous apportera une bonne dose d'esprit critique avant de discuter avec votre voisine de la dernière astuce infaillible qu'elle a déniché sur le Web.



**Chaîne** : Balade Mentale (Théo Drieu).  
**Spécialité** : astrophysique  
**Particularité** : vertige métaphysique garanti.

## OÙ SONT LES FEMMES... DANS L'ESPACE?

### Vidéo Il serait plus logique de n'avoir que des femmes astronautes.

Ah, Thomas Pesquet, ses gros muscles, son cerveau bien fait... Le cosmonaute idéal? Pas sûr : il serait apparemment plus raisonnable d'envoyer des femmes dans l'espace. En moyenne, elles mangent moins, consomment moins d'oxygène, ont une meilleure résistance aux radiations... autant d'atouts dans un milieu spatial parfois très hostile. Des premières expériences inabouties de la Nasa incluant des femmes jusqu'à la première cosmonaute

qui marchera un jour sur la Lune, Superama nous raconte ce long chemin vers l'égalité d'accès aux étoiles.

**Notre avis** Une vidéo avec de vrais arguments pour réfléchir sur nos stéréotypes sans se prendre trop au sérieux.

**Chaîne** : Superama (Chloé et Alexandre).  
**Spécialité** : espace.  
**Particularité** : met en scène Alex, un humain, et une intelligence artificielle.



CAPTURE YOUTUBE / DR

**Vidéo** Ce qu'ont vu nos ancêtres, Voyage sur une ligne de vie. «De la molécule organique À la fameuse cellule unique Des organismes qui pullulent Jusqu'aux premières libellules Des dinosaures disparus en hâte Jusqu'à nous autres primates Et si l'aventure du vivant Était un poème envoûtant?»

On ne peut que parler en rimes après avoir englouti cette narration de dix-sept minutes qui nous fait revivre la formidable histoire du vivant... en alexandrins. Ou quand la poésie des





## LES DESSOUS DES I.A. ARTISTES

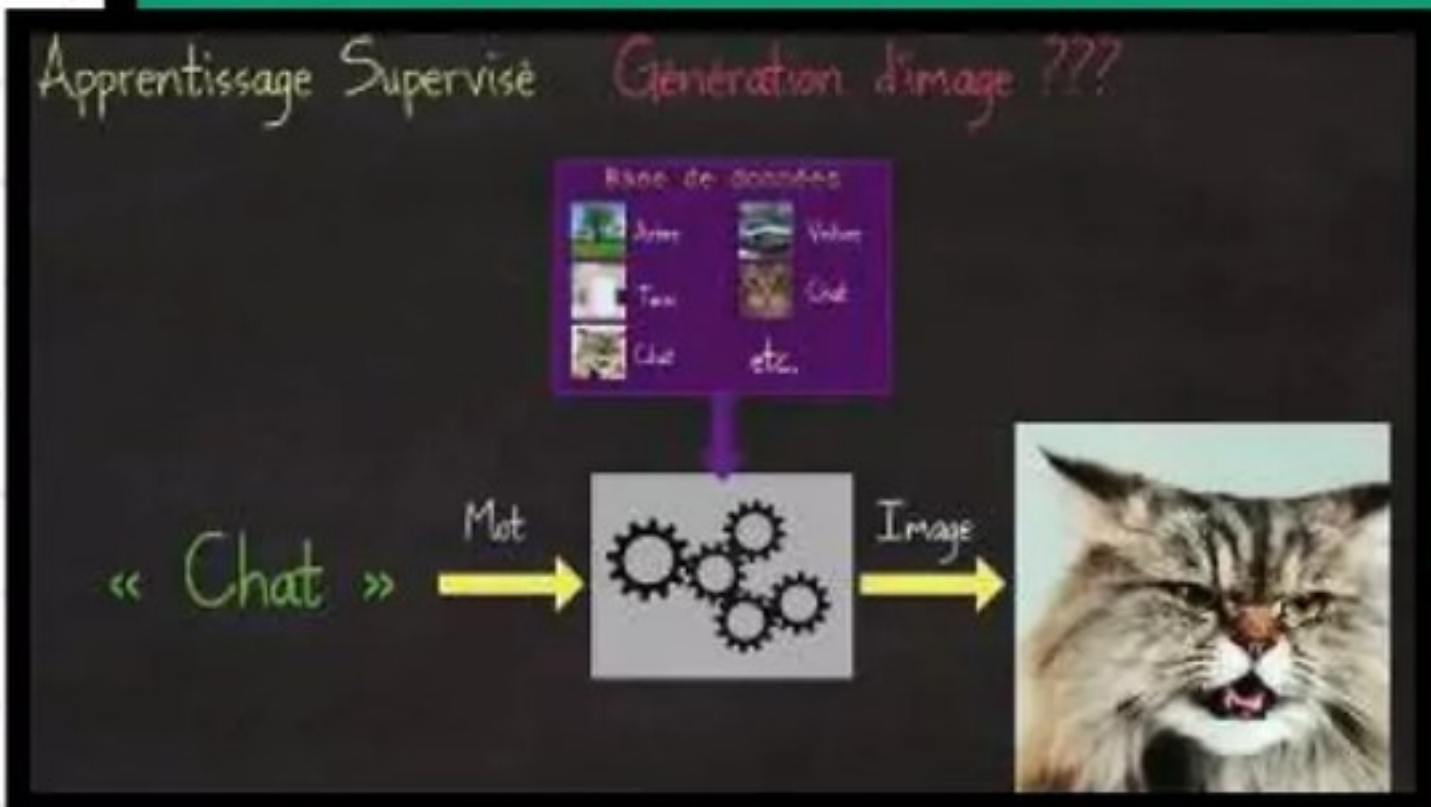
CAPTURE YOUTUBE / DR



**Chaîne :** Science étonnante (David Louapre).  
**Spécialité :** généraliste.  
**Particularité :** rend accessibles les sujets les plus compliqués.

**Vidéo** Comment ces I.A. inventent-elles des images ? Peut-être avez-vous déjà joué avec Midjourney ou Dall-E, ces outils qui génèrent d'impressionnantes images sur demande (voir notre article dans le SVJ n° 403). Peut-être savez-vous aussi qu'ils sont basés sur l'« intelligence artificielle ». Mais comment ça marche, cette I.A., au juste ? Par quel miracle des « réseaux de neurones artificiels »

sont-ils capables de former des assemblages de pixels qui font sens ? Voici une vidéo pour tout comprendre à ces technologies qui vont transformer profondément notre société et la façon dont nous produisons l'information.  
**Notre avis** Si votre oncle informaticien vous explique tout ça, vous risquez d'avoir mal à la tête. Mais quand c'est le « boss » de la vulgarisation David Louapre, alias Science étonnante, ça coule tout seul.



« À partir du simple mot « chat », l'I.A. crée une image originale de l'animal.



CAPTURE YOUTUBE / DR

**Chaîne :** Scilabus (Viviane Lalande).  
**Spécialité :** généraliste.  
**Particularité :** pro de la communication scientifique, basée au Québec.

## Bonus

Retrouvez ces youtubeurs et tous les autres membres du collectif Café des Sciences sur le site [cafe-sciences.org](http://cafe-sciences.org)

Retrouvez David Louapre dès la page suivante, et tous les deux mois dans SVJ pour sa chronique « La science est un jeu vidéo »!

## SCIENCE POÉTIQUE

mots reflète celle de la nature. Un coup de maître de Théo, le youtubeur qui rend accessibles les dimensions incommensurables de l'Univers.  
**Notre avis** À regarder le soir dans le noir. Émerveillement garanti. Option philosophie.



CAPTURE YOUTUBE / DR

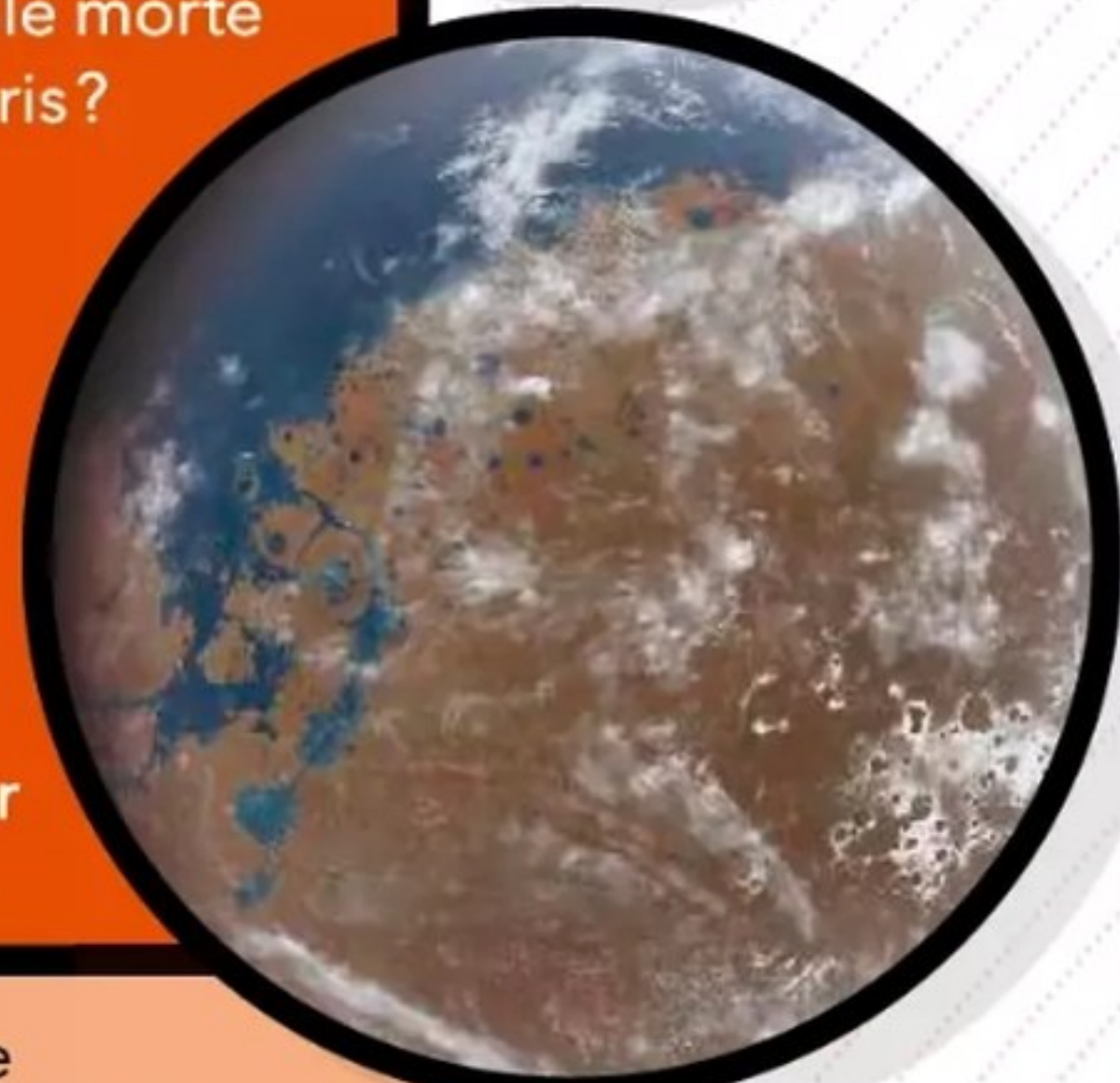
représentation des premiers organismes multicellulaires.

## À L'EAU, MARS ?

**Vidéo** On a goûté l'eau sur Mars (ça croustille). Quel goût a l'eau martienne ? Plutôt acide, avec des petits morceaux dedans. Comment le sait-on ? La youtubeuse Valentine Delattre a envoyé sa jumelle morte explorer la Planète rouge. Vous n'avez rien compris ? On a un peu de mal nous aussi. On était trop occupés à rigoler aux blagues qui s'enchaînent du début à la fin de cette vidéo. Mais si vous arrivez tout de même à vous concentrer, vous en apprendrez pas mal sur la géologie martienne, comment Mars a un jour ressemblé à la Terre et pourquoi elle abrite de l'eau...  
**Notre avis** Incontournable si vous aimez l'humour décalé. À éviter si vous préférez les explications plutôt traditionnelles. \*



CAPTURE YOUTUBE / DR



**Chaîne :** Science de comptoir (Valentine Delattre).  
**Spécialité :** géologie.  
**Particularité :** humour décapant.

▲ Il y a 3,5 milliards d'années, il y avait un océan sur Mars.



PAR DAVID LOUAPRE



## LA SCIENCE EST UN JEU (VIDÉO)

### L'ALGORITHME DU

# ZOMBIE CÂLIN

Rien de plus collant qu'un zombie qui vous suit partout... Comment fait-il pour garder le cap droit sur vous ? Facile : il suit son programme !

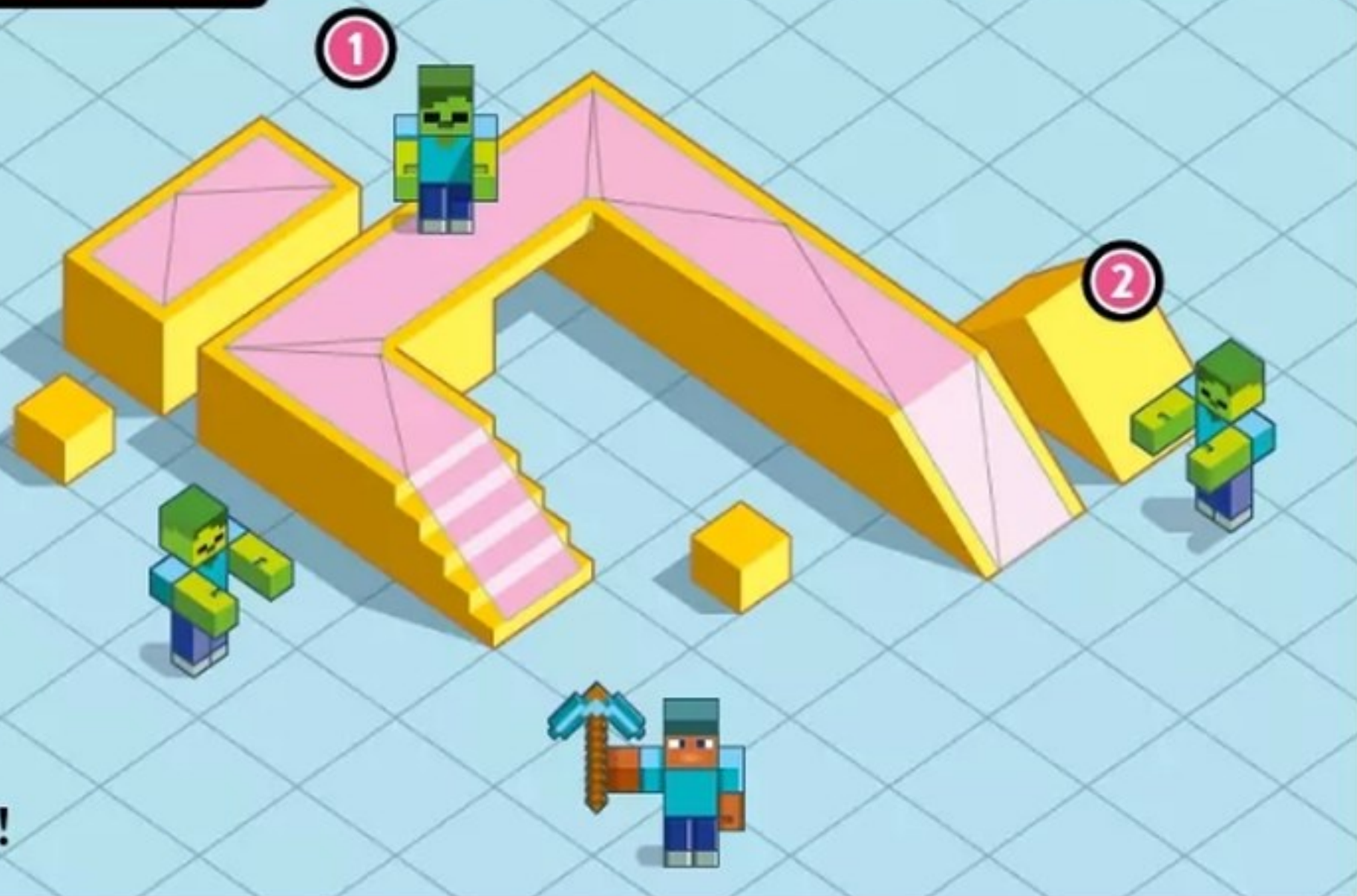
**U**n ennemi pas très dangereux, mais terriblement agaçant. Dans cette définition sommaire, tout joueur de *Minecraft* aura reconnu le zombie. Il est très lent, mais dès qu'il vous repère, il se dirige vers vous. Inexorablement. Peu importe les obstacles qui se dressent entre vous deux. S'il existe un chemin pour vous atteindre, il le trouvera pour vous serrer dans ses bras !

Cette capacité à naviguer dans l'espace n'est pas propre aux zombies de *Minecraft*, on la retrouve chez tous les animaux ou personnages non-joueurs (PNJ) qui peuplent les jeux vidéo. Dans un jeu de tir comme *Metal Gear Solid V*, les soldats ennemis peuvent même utiliser des tactiques avancées afin de vous contourner ! Mais comment font toutes ces créatures pour toujours trouver leur chemin dans leur monde virtuel ? Revenons à *Minecraft* : un zombie vous a vu et souhaite vous faire un câlin. Le parcours en ligne droite étant impossible

### SI UN CHEMIN MÈNE À VOUS, IL LE TROUVERA

#### NAVIGATION AUGMENTÉE

Une fois l'architecture d'un niveau créée (en jaune), on calcule et on ajuste le « mesh de navigation », ou navmesh (en rose). Il définit les zones que les PNJ, comme les zombies, peuvent emprunter pour trouver leur chemin (1). Les obstacles sont dépourvus de navmesh (2). Ce qui permet aux zombies de les contourner !



STÉPHANE JUNGERS POUR SVJ



(à cause d'un trou), le problème qui se pose à lui est très similaire à celui que vous soumettez à Google Maps quand vous êtes égaré : comment trouver le chemin le plus court d'un point à un autre ?

#### De nœud en nœud

Reformulons-le en termes mathématiques. Considérons un trajet en voiture à travers la France. Sur l'ensemble du réseau routier, chaque ville de la carte est un point de passage possible (un « nœud »), et chaque route reliant deux villes possède un « coût » en temps de trajet. Les itinéraires possibles de A à B passent par différents points de passage. Ils ont donc une durée calculable : la somme des « coûts » des routes reliant ces points de passage. Dans un jeu vidéo, on procède quasiment de la même façon. On divise par exemple le terrain à l'aide d'une grille : les cases sont alors les points de passage, et chaque déplacement d'une case à l'autre





DR

constitue une route. Un tel ensemble de nœuds et de routes forme ce que les mathématiciens appellent un « graphe ». Cette structure donne à certains problèmes (tel celui du zombie câlin) une forme qui permet de les résoudre. Pour trouver le meilleur chemin jusqu'à vous, le programme derrière le zombie pourrait tester tous les chemins possibles, et n'exécuter que le plus rapide. Mais dès que la situation est un peu complexe, le calcul prendrait beaucoup trop de temps ! Heureusement, le mathématicien néerlandais Edsger Dijkstra a créé, en 1956, un **#algorithme#** bien plus efficace pour trouver le chemin le plus

court entre deux nœuds sur un graphe. Il est utilisé aujourd'hui dans les GPS, ce qui leur permet de vous donner un itinéraire en quelques secondes.

### A-star is born !

Mais dans un jeu vidéo, c'est encore trop long : lors d'une course qui se déroule à 60 images par seconde, les créatures et PNJ doivent réagir au quart de tour ! Les développeurs utilisent donc une variante de l'algorithme de Dijkstra : l'algorithme A\* («A-star»). Son truc, c'est de manier des estimations et des approximations. Il ne garantit pas de trouver le meilleur chemin possible, mais un très bon chemin quand même... et surtout, avec

beaucoup moins de temps de calcul. Pour le dire autrement : les zombies de *Minecraft* ne sont pas aussi précis qu'un GPS, mais ils sont plus rapides (si,

si, même s'ils se traînent à l'écran !). Dans certains jeux comme *The Last of Us*, le déplacement des PNJ est plus complexe que de suivre une carte routière : ils peuvent grimper sur les toits et faire du **#parkour#** ! Pour en tenir compte, les développeurs doivent « préparer le terrain » : une fois le décor en place, ils calculent ce que l'on appelle un « mesh de navigation », ou « navmesh ». C'est une sorte de graphe (voir schéma à gauche) qu'ils peuvent modifier à la main pour indiquer certains points de passage et certaines positions, comme une échelle à laquelle les personnages peuvent monter. Les navmesh sont alors intégrés au calcul de l'algorithme A\* : c'est ce qui permet aux ennemis de vous chasser sur les toits. Heureusement, les zombies câlins n'en sont pas là !

### #Zoom

Un **algorithme** est une suite logique d'instructions mathématiques qui permet de résoudre un problème. Traduit en langage

informatique, l'algorithme devient un programme.

Le **parkour** est une course d'obstacles en environnement urbain, où les éléments de la ville (murs, toits, etc.) servent de supports aux acrobaties.



# INNOVEZ

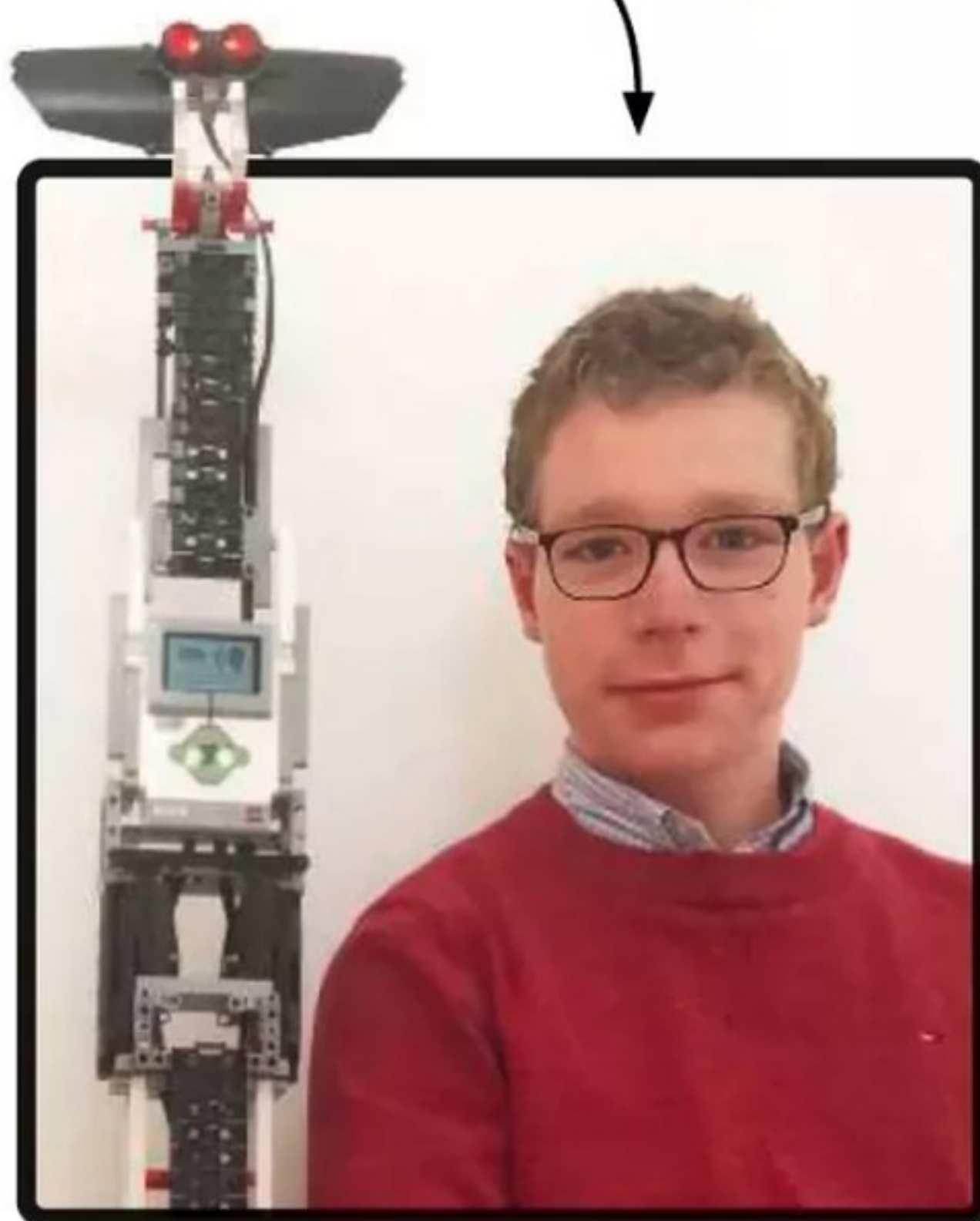
> Matthieu Lefrançois

SCIENCE & VIE JUNIOR

## LE CONCOURS DES JEUNES INVENTEURS

**Augustin Carassou-Maillan, 15 ans, invente le C.A.P.T.E.**

Tous les parents vous le diront : quand un enfant commence à ramper, puis à marcher, les affaires se corsent ! Tout épris de liberté, il part découvrir son environnement sans avoir conscience des dangers. Augustin l'a bien compris en voyant sa petite sœur de trois ans se lever toute seule de son lit et quitter sa chambre, au risque de tomber dans les escaliers. Il réfléchit alors à un radar prévenant qu'un enfant s'aventure dans une zone dangereuse de la maison. Amateur de Lego, Augustin se lance dans la construction d'une tour équipée de capteurs de détection et d'un boîtier d'alarme. Avec un peu plus d'un kilo



> **Classe :** seconde au lycée La Salle Saint-Louis à Pont-l'Abbé-d'Arnoult (Charente-Maritime).

> **Passions :** Lego, écriture, scoutisme.

> **Métier rêvé :** ingénieur en robotique.

sur la balance, le C.A.P.T.E. (Capteur et Avertisseur pour la Protection de Tout Enfant) est suffisamment léger et résistant pour être facilement déplacé d'un endroit à l'autre. Le système est rapidement assemblé mais il faut encore le programmer. Une tâche moins

évidente qu'il n'y paraît car il y a différentes situations à prendre en compte et seules certaines doivent déclencher une alarme. Enfin, place aux tests... sur la petite sœur d'Augustin ! Un essai concluant puisque, surprise par l'alarme, la fillette s'est arrêtée et est restée dans la zone sécurisée. La preuve qu'Augustin a tout capté des préoccupations des parents !

1

### LE SYSTÈME

Le C.A.P.T.E. est une tour en Lego équipée d'une anse permettant de la saisir et de la déplacer. Au centre, un boîtier programmable Mindstorms EV3 constitue le cœur du système d'alarme. En bas de la tour se trouvent deux capteurs à infrarouges qui repèrent le passage de l'enfant. En haut est installé un capteur à ultrasons qui détecte uniquement le passage d'une personne d'au moins un mètre de haut et empêche l'alarme de se déclencher dans ce cas de figure.

Boîtier programmable

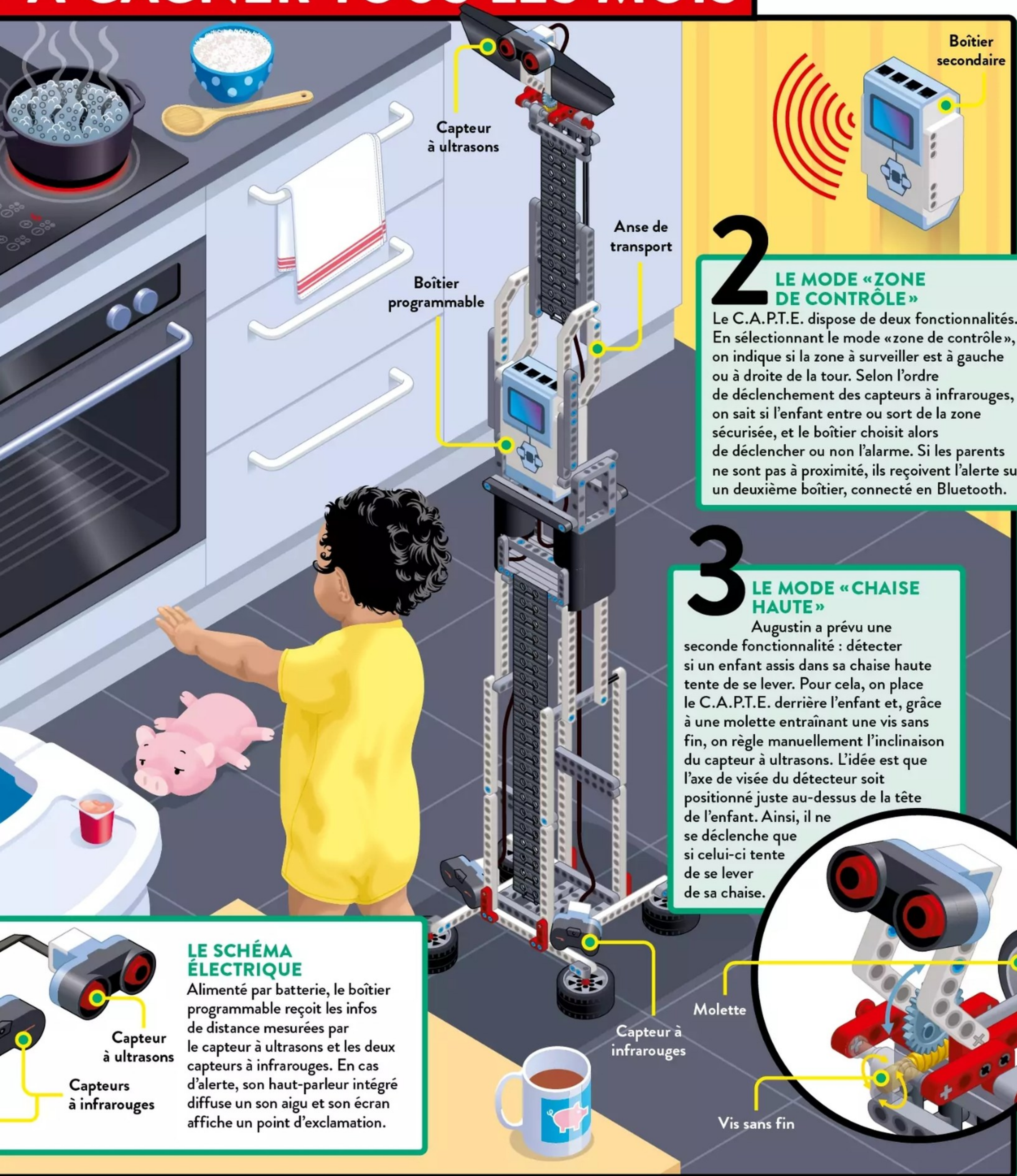
**POUR PARTICIPER AU CONCOURS**

Retrouvez le bulletin d'inscription et le règlement sur [SCIENCE-ET-VIE-JUNIOR.FR/CONCOURS-INNOVEZ](http://SCIENCE-ET-VIE-JUNIOR.FR/CONCOURS-INNOVEZ)





# À GAGNER TOUS LES MOIS



## 2 LE MODE «ZONE DE CONTRÔLE»

Le C.A.P.T.E. dispose de deux fonctionnalités. En sélectionnant le mode «zone de contrôle», on indique si la zone à surveiller est à gauche ou à droite de la tour. Selon l'ordre de déclenchement des capteurs à infrarouges, on sait si l'enfant entre ou sort de la zone sécurisée, et le boîtier choisit alors de déclencher ou non l'alarme. Si les parents ne sont pas à proximité, ils reçoivent l'alerte sur un deuxième boîtier, connecté en Bluetooth.

## 3 LE MODE «CHAISE HAUTE»

Augustin a prévu une seconde fonctionnalité : détecter si un enfant assis dans sa chaise haute tente de se lever. Pour cela, on place le C.A.P.T.E. derrière l'enfant et, grâce à une molette entraînant une vis sans fin, on règle manuellement l'inclinaison du capteur à ultrasons. L'idée est que l'axe de visée du détecteur soit positionné juste au-dessus de la tête de l'enfant. Ainsi, il ne se déclenche que si celui-ci tente de se lever de sa chaise.

### LE SCHÉMA ÉLECTRIQUE

Alimenté par batterie, le boîtier programmable reçoit les infos de distance mesurées par le capteur à ultrasons et les deux capteurs à infrarouges. En cas d'alerte, son haut-parleur intégré diffuse un son aigu et son écran affiche un point d'exclamation.

Capteur à ultrasons  
Capteurs à infrarouges

Molette

Capteur à infrarouges

Vis sans fin



# CONCOURS INNOVEZ : LANCEZ-VOUS!

Vous aimez bricoler, bidouiller, créer ? Ne gardez pas vos inventions géniales pour vous, rejoignez la grande famille des candidats Innovez. Voici six conseils pour vous lancer.



**1000€  
À GAGNER  
TOUS LES MOIS**

**1**

## GARDEZ UN CARNET À PORTÉE DE MAIN

Cela vous permettra de noter toutes les idées qui vous passent par la tête, à n'importe quel moment de la journée. Très utile pour trouver une idée d'invention pour le concours et pour libérer votre créativité en général!

**2**

## INSPIREZ-VOUS DE VOTRE QUOTIDIEN

Du réveil au terrain de sport en passant par le petit déjeuner, observez le monde au quotidien. En particulier les petites choses qui vous agacent, comme l'eau de la douche qu'on laisse couler le temps qu'elle se réchauffe.

**3**

## SOYEZ CURIEUX ET BIDOUILLER!

Rien de tel pour aiguïser son esprit que de regarder comment le monde fonctionne. Démontez des objets (une chaise, une voiture télécommandée...), et n'hésitez pas à les transformer en recyclant des morceaux!

**4**

## SUIVEZ DES TUTORIAUX

YouTube est une mine de savoir-faire en bricolage, électronique, informatique, etc. Autant de domaines qui vous permettront de concrétiser votre projet. Inspirez-vous tant que vous voulez... mais ne copiez pas!

**5**

## TRAVAILLEZ À PLUSIEURS

Pour certains, bosser en équipe permet de se motiver et de surmonter les difficultés sur un projet à long terme.

**6**

## OSEZ!

Tout le monde peut gagner à Innovez. Pas besoin d'être un génie de l'informatique ou de l'électronique pour remporter le prix : parfois, une idée simple et bien expliquée, dans un dossier soigné, permet de l'emporter même si sa réalisation n'est pas très technique.

### POUR PARTICIPER AU CONCOURS

NOM : ..... PRÉNOM : .....

DATE DE NAISSANCE : .....

E-MAIL : .....

ADRESSE : .....

.....

.....

CODE POSTAL : .....

VILLE : .....

TÉLÉPHONE : .....

NOM DE L'INVENTION : .....

Oui, j'ai lu le règlement et j'en accepte les termes.

Oui, je veux bien que ma vidéo soit diffusée et j'ai envoyé le lien de ma vidéo

à [innovez.svj@reworldmedia.com](mailto:innovez.svj@reworldmedia.com) avec le nom de mon invention noté en objet.









DITES-LE AVEC UNE MASCOTTE (2)

Nous n'avons pas pu présenter ces mascottes le mois dernier, mais nous les aimons beaucoup. Alors on leur fait une place dans ce numéro ! Encore merci et bravo à vous, chères lectrices et chers lecteurs, pour vos créations !



Baptiste, 13 ans

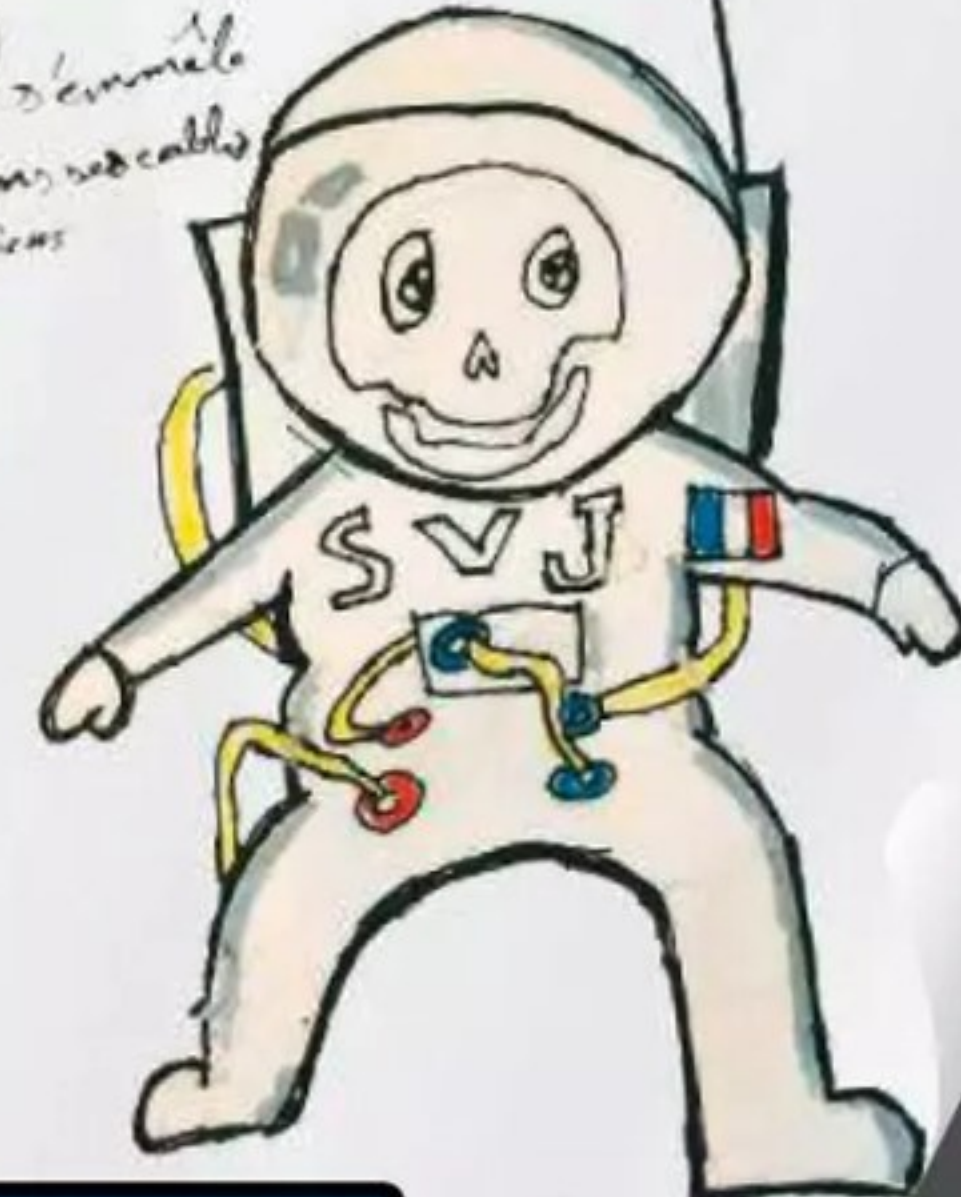
Earthie est très amicale, et donne tout le temps les informations intéressantes du moment.

Claire, 15 ans

Chiyo est impulsive, dynamique et colérique : son liquide rouge est une substance explosive.  
 Toyu est joyeuse, énergique mais parfois paresseuse : son liquide violet est stimulant et euphorisant.  
 Tsuya est timide, solitaire et calme : son liquide bleu favorise la concentration et l'imagination.



OSTRO



Nino, 10 ans

Ostro est gentil, chaleureux... et maladroit : il s'emmêle tout le temps dans ses câbles !

Les frères Brooks



Thomas, 10 ans

James Brooks aime le jaune et le miel. Il est reporter et vit à Paris avec son frère. Jesse Brooks est photographe pour SVJ, et il est grognon tant qu'il n'a pas eu sa pause café.



COINCE TA BULLE

Imaginez un texte à mettre dans la bulle. La meilleure réponse sera publiée dans deux mois.



Par courriel [coincetabulle.svj@reworldmedia.com](mailto:coincetabulle.svj@reworldmedia.com) Mettez en objet « Bulle du n°x »

À VOTRE AVIS...

Vous avez lu un roman palpitant ? Dévoré un manga génial ? Apprécié une super série ? Faites-en profiter les lectrices et lecteurs ! Écrivez à [courriersvj@reworldmedia.com](mailto:courriersvj@reworldmedia.com), en précisant votre prénom, votre âge et votre classe. N'oubliez pas d'expliquer, en quelques lignes, ce qui vous a plu. Nous publierons les meilleures chroniques.



< LE LAURÉAT DU MOIS DE MAI (SVJ N° 404) : MICHEL. Bravo aussi à Luc et Gabriel, qui avaient dégainé leur « aquardéon » de leur côté : à eux trois, on aurait pu monter un orchestre de « bocal » musette !



## RÉACTIONS

Dans la « Liste étrange » du SVJ n° 403, vous qualifiez les lapins de rongeurs. Mais ils appartiennent en fait à l'ordre des lagomorphes, qui compte beaucoup moins d'espèces que les rongeurs. **Arsène**

Arsène a raison : on mérite de se faire tirer les oreilles pour cette erreur ! On trouve parmi les lagomorphes les lièvres, les lapins et le pika, petit herbivore qui a inspiré... Pikachu !



Dans le dossier sur les mondes parallèles du SVJ n° 405, un détail a attiré mon attention concernant le Spider-Verse. Vous placez le début de l'univers Ultimate en 1999, or après vérification, le comic *Ultimate Spider-Man* n° 1 est sorti en l'an 2000 ! **Eliott**

Bien vu, Eliott ! Toutes nos excuses pour cette erreur. Il faut dire qu'il y avait de quoi se perdre au milieu de tous ces multivers... On se permet toutefois de contredire Eliott sur un point : il se qualifie lui-même, dans son message, de « le cteur de comics un peu trop tâtilon ». Sur ce coup-là, il n'était pas du tout « tâtilon », simplement attentif... contrairement à nous !



Par courrier « coince ta bulle ! » Science & Vie Junior, 40 avenue Aristide-Briand,







Anecdotes rigolotes glanées lors de nos enquêtes, drôles de choses vues depuis nos bureaux, trouvailles qui nous ont réjouis, infos que nous n'avons pas pu caser ailleurs... Chaque mois, retrouvez épinglés sur le frigo de SVJ quelques instantanés de la vie à la rédac, presque en direct !



DR



## Ingénieuses

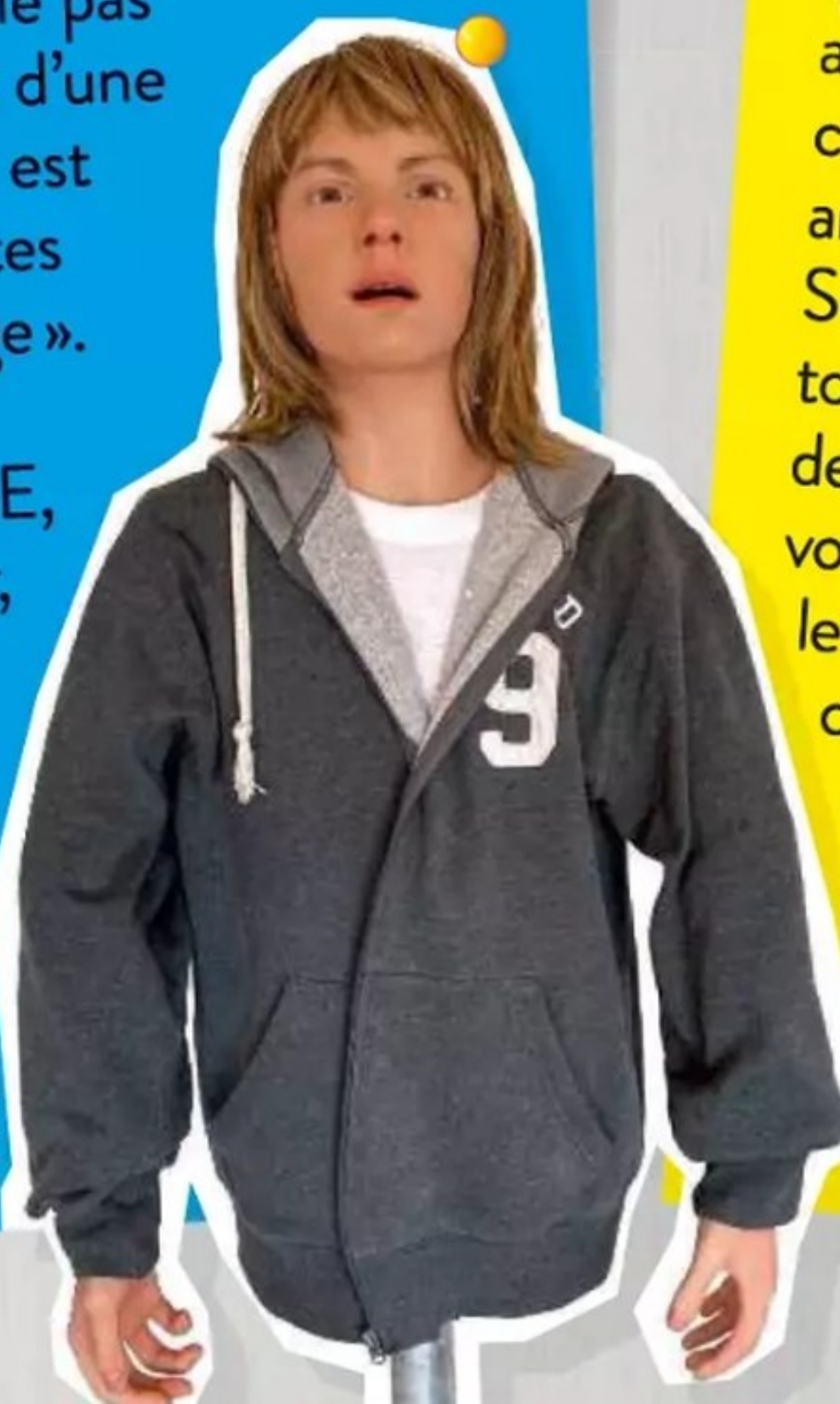
Le 11 mai dernier, j'ai assisté à la remise des prix du concours Ingénieuses. Il récompense, notamment, des projets d'écoles d'ingénieur(e)s pour promouvoir ce métier chez les filles. Cette année, pour la première fois, a été décerné le prix des lycéens, par 26 élèves de 1<sup>re</sup> et terminale du lycée Camille-Claudel de Pontault-Combault. C'est le projet WomeN7 de l'école INP-ENSEEIHHT qui a gagné. Il faudrait plus d'initiatives comme celles-ci pour montrer que l'on peut conjuguer le métier d'ingénieur au féminin. D'ailleurs, les filles, vous pouvez commencer par envoyer vos plus belles inventions à notre concours Innovez. On vous attend ! **AURÉLIA**



## Chauve qui peut !

La façon dont Abel, le robot ado, imite les expressions humaines est bluffante (voir p. 36). Du moins tant qu'on ne l'affuble pas d'une perruque, d'un T-shirt et d'une veste : là, il devient flippant ! Il est entré dans ce que les spécialistes appellent la « vallée de l'étrange ». C'est un paradoxe : on craque pour la bonne bouille de Wall-E, le robot du dessin animé Pixar, alors qu'il n'a rien d'humain. Mais plus une machine nous ressemble, moins on la trouve sympathique ! Abel a encore du pain sur la planche pour se faire adopter. **CHRISTOPHE**

PISA UNIVERSITY



## Piquet au vif

En discutant avec Seb Piquet, le dessinateur des « Nouvelles du futur » (p. 26), j'ai appris qu'il avait illustré un album consacré à l'un de mes artistes préférés, Gil Scott-Heron ! Je suis tombé sous le charme de cette BD. Si vous voulez tout savoir sur le « parrain du rap », comme il est décrit aujourd'hui par Kanye West et d'autres grands rappers, lisez À la recherche de Gil Scott-Heron (Éd. Les Arènes). **BERTRAND G.**







# ChatG... pipeauté

S'attaquant au défi « Crypto » du dernier numéro, Gabriel a trouvé la clé de décryptage. « Mais j'avais un peu la flemme, nous écrit ce lecteur de 13 ans. J'ai demandé à ChatGPT de décoder les messages à ma place, en lui donnant la clé. Et il a réussi ! » Catastrophe : si l'I.A. résout les énigmes, notre défi est fichu. Sauf que, vérification faite, ChatGPT a écrit... n'importe quoi. Sa phrase, « Le Brexit n'est qu'un petit mot pour paraphraser Churchill », n'a aucun rapport avec la solution (voir p. 95). Un bon avertissement pour ceux qui confient des devoirs ou des articles à rédiger à l'I.A... **LA RÉDAC**



SHUTTERSTOCK



# P'tit chat

Le mois dernier, je vous racontais ma quête (infructueuse) du chat sauvage dans la Meuse. Quelques semaines plus tard, François Thommès, l'un des naturalistes qui m'avait guidée sur le terrain, est retourné en forêt avec la fille d'une amie, Leïa. Celle-ci a entendu miauler : le son venait d'un bébé chat forestier, blotti dans une fente à la base d'un tronc. L'adorable boule de poils devait avoir deux semaines. François et Leïa l'ont pris en photo de loin (voir ci-contre à droite), avant de s'éloigner pour le laisser en paix. Quelle chance ils ont eue ! **HÉLÈNE**

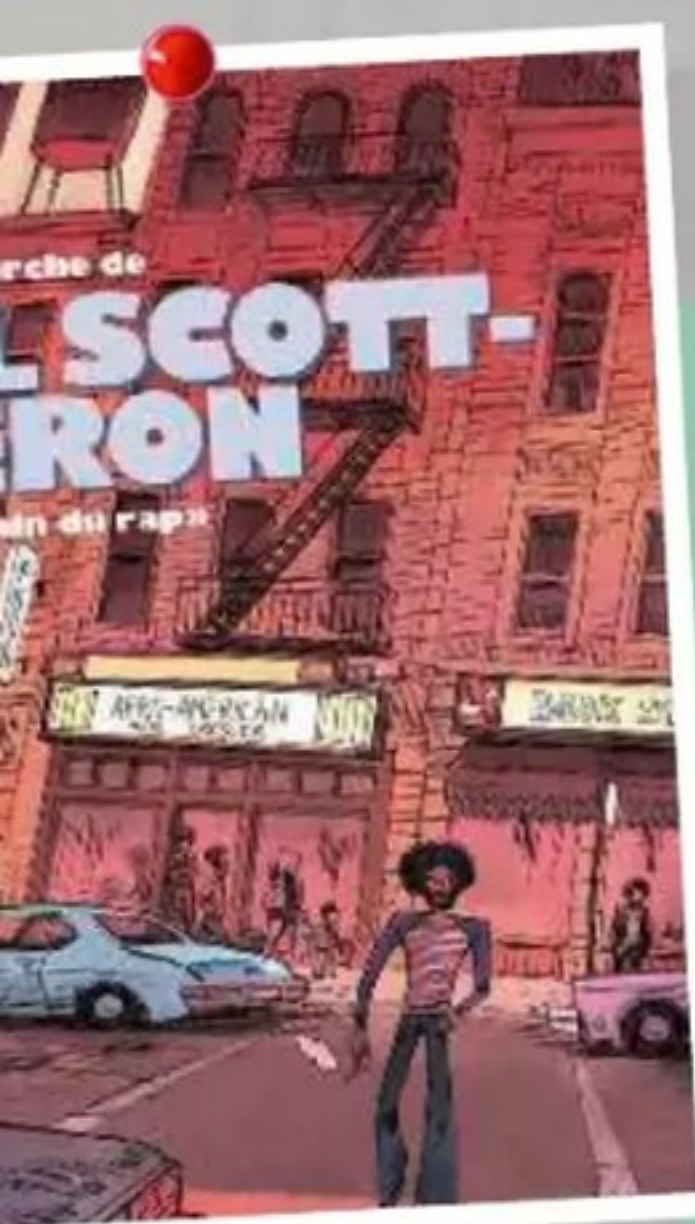


FRANÇOIS THOMMÈS



# Bravo Hélène !

Connaissez-vous le point commun entre les articles ci-contre, publiés respectivement dans les SVJ n° 393 (« Peut-on se fier à son intuition ? ») et n° 394 ? Ils sont signés, comme bien d'autres, de la star de notre rédaction, Hélène Gélot. Elle vient de recevoir le très convoité prix du journaliste scientifique de l'année 2023, décerné par l'AJSPI (Association des journalistes scientifiques pour la presse d'information). C'est peu dire que toute la rédaction est très fière de sa récompense. Hélène est désormais en lice pour le prix du « journaliste de science européen ». On croise les doigts pour elle ! **ROMAIN**



Suivez-nous sur Instagram. Flashez notre nametag.



DOSSIER

L E S 1 8

J E U X

D E L'É T É

Direction l'espace où vous aiderez Thomas Pesquet à mettre de l'ordre dans la Station spatiale internationale. Vous partirez ensuite sur la trace des dinos afin de les

sauver des pluies mortelles d'astéroïdes, puis vous deviendrez des superhéros pour résoudre des «superénigmes». Enfin, les émotions des animaux n'auront plus de secret pour vous. Retrouvez tous ces jeux, et bien d'autres encore, dans notre dossier spécial de l'été!

SHUTTERSTOCK



SHUTTERSTOCK

THE VOICE

La voix des bêtes

Imitateurs, virtuoses, choristes, solistes... Les animaux sont capables de faire des choses complètement dingues avec leur voix. SVJ a réuni les meilleurs talents du moment pour les faire concourir chacun dans leur catégorie. Qui remportera la victoire? Réponse le mois prochain.



GETTY IMAGES

PHYSIQUE

Devenir invisible, c'est possible!

Qui n'a pas rêvé, un jour, de disparaître aux yeux des autres? Eh bien, grâce aux propriétés stupéfiantes de certains matériaux, ce rêve pourrait bientôt devenir réalité. Dans le prochain numéro, découvrez comment les physiciens se jouent des ondes lumineuses pour tenter de fabriquer une cape d'invisibilité digne de celle d'Harry Potter.



Une publication du groupe Reworld Media  
Rédaction 40, avenue Aristide-Briand, 92220 Bagneux.  
Tél. 01 46 48 19 91.

RÉDACTION

Directrice de la rédaction Karine Zagaroli.  
Assistante de la rédaction Mireille Liébeaux.  
Rédactrices en chef adjointes Aurélie Lieberherr, Carine Peyrières.  
Directeur artistique Bertrand Gamblin.  
Chefs de rubrique Emmanuel Deslouis, Matthieu Lefrançois, Romain Raffegau.  
Rédactrice Hélène Gélot.  
Premier secrétaire de rédaction Christophe Bajot.  
Secrétaire de rédaction Bénédicte Poupon.  
Rédactrices graphistes Isabelle Auvity, Virginie Seiller.  
Rédacteur photo Bertrand Boisselle.  
Documentaliste Delphine Habauzit.

DIRECTION ÉDITION

Éditeur Germain Périnet.  
Éditrice adjointe Charlotte Mignerey.

MARKETING

Responsable marketing Giliane Douls.

ABONNEMENTS ET DIFFUSION

Abonnements : Directrice marketing direct Catherine Grimaud.  
Chef de produit marketing direct Barbara Haas.  
Directeur des ventes Christophe Chantrel.  
Responsable diffusion marché Siham Daassa.

PUBLICITÉ Reworld Media Connect, 8 rue Barthélémy d'Anjou, 92100 Boulogne-Billancourt.  
www.reworldmediaconnect.com

Directrice exécutive régie Élodie Bretaudeau Fonteilles.  
Directrice commerciale Catherine Mireux.  
Planning Stéphanie Guillard (53 50).  
Trafic Catherine Leblanc. Opérations spéciales Stéphanie Lecussan (50 59).

FABRICATION Directeur des opérations industrielles Bruno Matillat.  
Chefs de fabrication Valérie Brunehaut, Alexia Froment.  
Préresse/photogravure Sylvain Boularand (responsable de service).

DIRECTEUR ADMINISTRATIF ET FINANCIER Laetitia Quet.  
Directeur du contrôle de gestion Renaud Terrade.

ÉDITEUR

Reworld Media Magazines (SAS).  
Siège social 40 avenue Aristide-Briand, 92220 Bagneux.  
Tél. accueil 01 41 33 50 00.  
Directeur de la publication Gautier Normand.  
Actionnaire Reworld Media France (RCS Nanterre 477 494 371).  
Imprimeur IMAYE Graphic, 96 boulevard Henri-Becquerel, 53021 Laval Cedex 9.  
Brocheur BRIO, boulevard Galilée, 53810 Changé.  
Commission paritaire n° 1223 K 84016. ISSN 0992-5899.

SERVICE ABONNEMENTS SCIENCE & VIE JUNIOR

WWW.SERVICEABOMAG.FR  
> Par tél. : 01 46 48 47 85 (du lundi au samedi, de 8 h à 20 h).  
> Par courrier : 59898 Lille Cedex 9  
> Vous pouvez vous abonner et acheter des anciens numéros sur :  
WWW.KIOSQUEMAG.COM/TITRES/SCIENCE-VIE-JUNIOR/OFFRES  
> Tarifs : France 1 an (12 numéros) 62,40 €.

Dépôt légal juin 2023. Loi n° 49-956 du 16 juillet 1949 sur les publications destinées à la jeunesse. Suisse Edigroup, 39 rue Peillonex, 1225 Chêne-Bourg; tél. 022 860 8450; fax 022 348 4482; reworld@edigroup.ch. Belgique Edigroup Belgique, Bastion Tower étage 20, Pl. du Champ de mars 5, 1050 Bruxelles; tél. 070 233 304; reworld@edigroup.be. États-Unis et Canada Express Mag, 8275 avenue Marco Polo, Montréal, Québec H1E7K1; tél. 1800 363 1310 (français) et 1877 363 1310 (anglais); fax (514) 355 3332.

AFFICHAGE ENVIRONNEMENTAL

Origine du papier	Allemagne
Taux de fibres recyclées	100%
Certification	PEFC
Impact sur l'eau	Ptot 0,008kg/tonne

Le site de la  
**redac**  
science-et-vie-junior.



DIFFUSION



Certifié PEFC  
Ce produit est issu de forêts gérées durablement et de sources contrôlées.  
pefc-france.org



## Qu'est-ce que l'Homme de Vitruve?

Il s'agit d'un célèbre dessin de Léonard de Vinci...



... représentant les proportions idéales du corps humain.



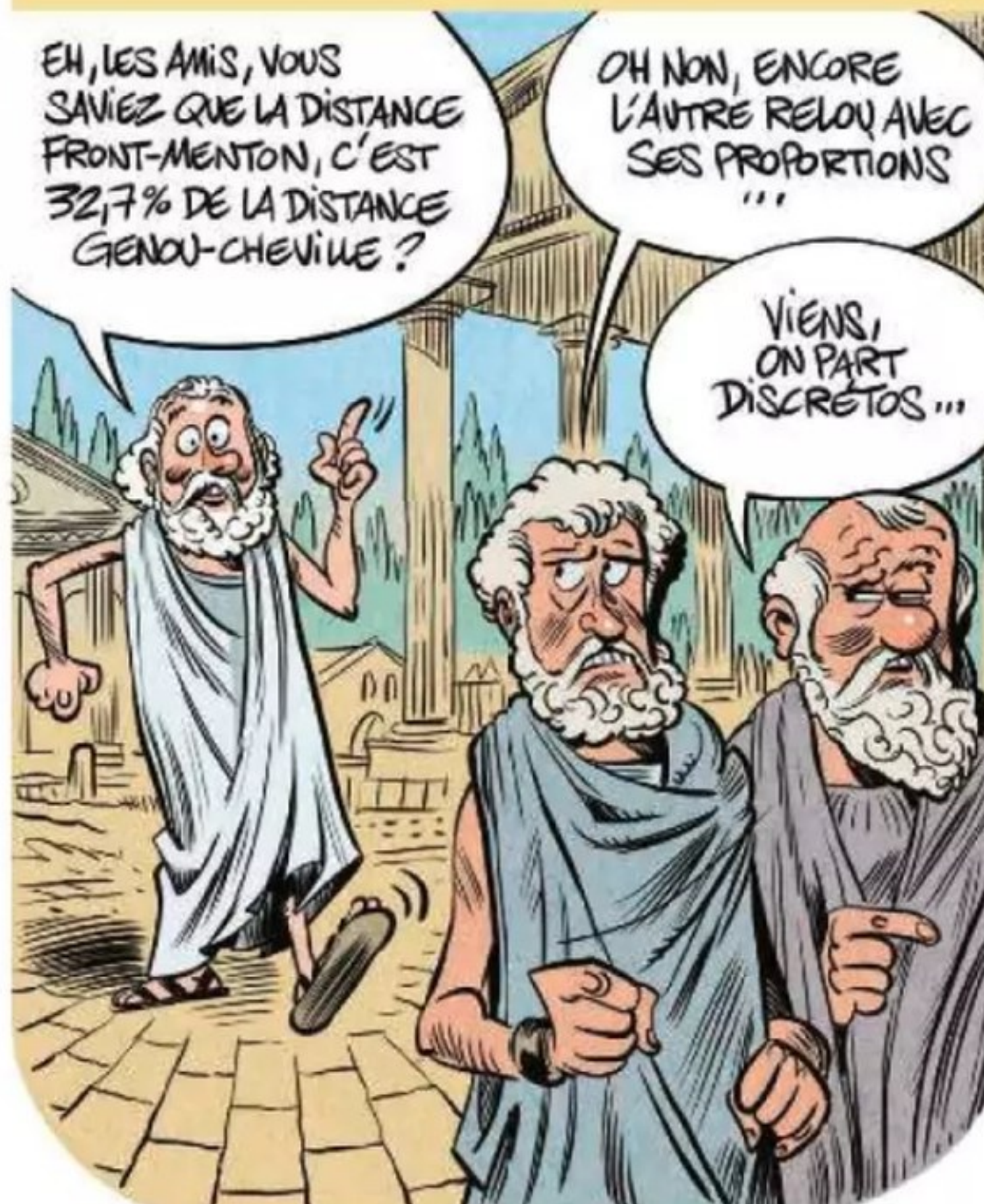
L'homme parfait s'inscrirait dans un cercle ou un carré.



Le dessin de Vinci est complété par une description de Vitruve écrite à l'envers.



Vitruve était un architecte romain du I<sup>er</sup> siècle avant J.C. qui avait chiffré les proportions du corps humain.



Le dessin est le symbole de l'humanisme de la Renaissance, l'Homme y étant considéré comme le centre de l'Univers.







NINTENDO SWITCH

The Pokémon Company Nintendo

PUBLICITE



Salut !

J'espère que tes vacances se passent bien ? Moi je t'écris... de Paldea !

Programme de fou pendant tout l'été :

• j' découvre la région à dos de Pokémon... c'est une vraie dinguerie !

• j' affronte des Pokémon hyper forts (mate un peu les photos !)

• et je me fais de nouveaux amis !

Il ne manque plus que toi !

C.G. 



10 rue du magiscarpe  
Carmin-sur-Mer



7



**CET ÉTÉ, PARTEZ À LA CHASSE AUX POKÉMON**  
avec vos amis !

