

Comment ça marche

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

#123

NOUVELLE
FORMULE
**PRIX EN
BAISSE**



ILLUSTRATION

NEUROSCIENCES
Où sont stockés
nos souvenirs

PSYCHO

ESCAPE GAMES

Comment ils piègent
notre cerveau

ARCHITECTURE

GIGA TOURS

La folie des
grandeur

En immersion dans
un service de

RÉANIMATION

Quand la vie tient à des machines

ESPACE

TÉLESCOPES

Des yeux braqués
vers le ciel

INTERVIEW

HERVÉ THIS

De la chimie
dans l'assiette



SCIENCE, INNOVATION, DÉCOUVERTE & ACTU

LA CURIOSITÉ EST UN JOLI DÉFAUT !

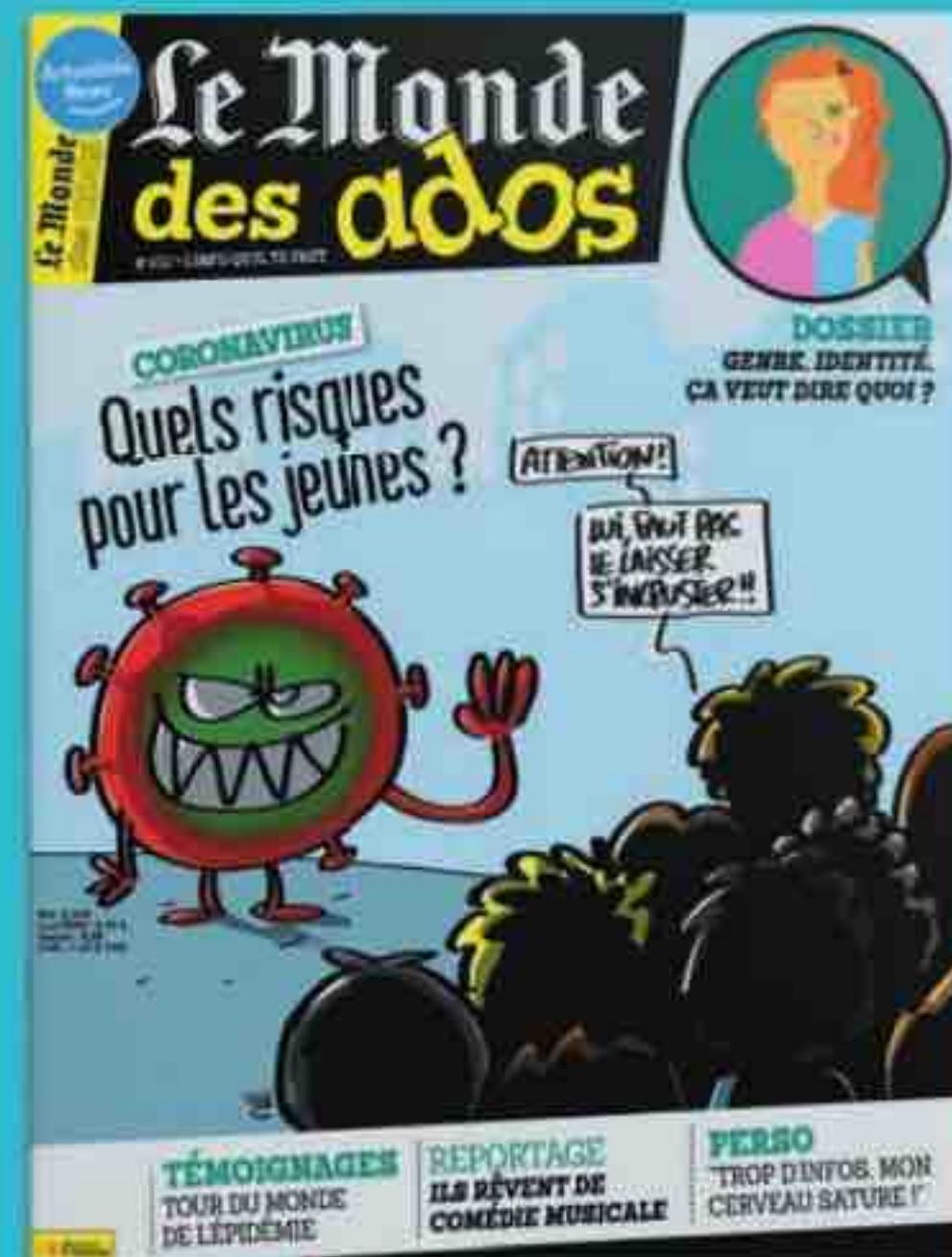
8-12 ANS
MENSUEL



RÉVEILLE TA CURIOSITÉ !

Des questions d'enfants, des réponses de spécialistes autour de 4 grands thèmes : la nature, les sciences, le corps et l'histoire.

10-15 ANS
BIMENSUEL



L'INFO QU'IL TE FAUT

L'actualité décryptée, des reportages, une sélection de bons plans culture et une rubrique « perso » pour répondre aux questions des ados.

MENSUEL



LE MAG QUI DÉCRYPTE LE MONDE

Comment ça marche s'adresse aux curieux de nature, aux explorateurs passionnés et aux surdoués toujours en quête de trouvailles !



DÉCOUVREZ VITE NOS
OFFRES D'ABONNEMENT SUR
FLEURUSPRESSE.COM

Le mot du mois

Réanimation

Nom féminin formé d'après le verbe réanimer, « rendre la vie à ».

Définition:

Ce terme apparaît en 1931 sous l'influence du physiologiste et clinicien français Léon Binet. À l'époque, la réanimation est assimilée aux techniques de ressuscitation. Ce n'est qu'à partir de 1954 qu'on la définit comme « une discipline médicale nouvelle comportant l'ensemble des gestes thérapeutiques destinés à conserver un équilibre humoral aussi proche que possible de la normale au cours des états morbides aigus qu'elle qu'en soit la nature ». Aujourd'hui, la réanimation englobe toutes les actions visant à rétablir les fonctions vitales abolies ou perturbées par un trouble physiologique aigu.

Pour nous écrire :

Comment ça marche

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

ou

ccm@fleuruspresse.com

Pour vous abonner :
www.fleuruspresse.com



Crédits couverture: © Illustrations by Nicholas Forder; Shutterstock



Une étude de taille...

Les courbes de croissance de 65 millions de jeunes âgés de 5 à 19 ans ont été analysées.

Tout au long des trente-cinq ans de l'étude, on observe des différences de taille et de poids conséquentes que la génétique seule ne suffit pas à expliquer.

DE TROP GRANDES DISPARITÉS

Une gigantesque étude menée sur la croissance (taille / poids) des enfants et des adolescents révèle des écarts jusqu'à 20 cm et 20 kg entre les pays

Pourquoi certains pays ont-ils une population de grands, et d'autres plutôt de petits? Pour tenter de donner une explication, une étude internationale a compulsé les données (plus de 2000 études sur la taille et le poids) d'enfants et d'adolescents âgés de 5 à 19 ans, sur trente-cinq ans, dans 200 pays. Leur constat: les plus grands sont les Néerlandais qui, à 19 ans, mesurent en moyenne 1,83 m pour les garçons et 1,70 m pour les filles, talonnés par les ados du Monténégro, de l'Estonie, de la République tchèque, de l'Islande et du Danemark.

Vingt centimètres plus bas sur la toise, on trouve les garçons du Timor oriental (en Asie du Sud-Est) avec une moyenne de 1,60 m, suivis de près par ceux du Laos et des îles Salomon. Quant aux filles, les plus petites sont les représentantes du Guatemala (1,50 m) et du Bangladesh (1,54 m). Les IMC (indices de masse corporelle) les plus élevés se retrouvent dans les îles Tonga et Cook (Polynésie), au Koweït, aux États-Unis

et en Nouvelle-Zélande. Avec des écarts allant jusqu'à 20 kg entre les pays!

La première hypothèse qui vient à l'esprit pour expliquer ces disparités est évidemment la génétique. Mais non, nos gènes ne font pas tout, ou pas tout seuls: à 5 ans, les enfants ont tous sensiblement la même taille. Ce n'est qu'ensuite que les écarts de taille et de poids se creusent. En cause, une mauvaise alimentation (la « malbouffe ») et un manque d'activité physique qui dégradent leur croissance. Ainsi, en Sierra Leone et au Burundi, où des conflits armés sévissent, la croissance des jeunes a stagné, voire diminué. À l'inverse, en Chine, où le niveau de vie a augmenté, les garçons ont gagné 8,1 cm et les filles 6,1 cm!

Pour les auteurs, cette étude devrait permettre aux États de développer des politiques de lutte contre la sédentarité des jeunes et contre la malbouffe, même si d'autres facteurs (niveau de vie, hygiène, vaccination...) interviennent également dans le développement des enfants.



24

À LA UNE RÉANIMATION

Des patients branchés à des machines, des soignants mobilisés pour les sauver... Le quotidien d'un service de « réa ».



39

SOUVENIRS

Où l'on décortique les mécanismes mentaux de la mémoire.



44

ESCAPE GAMES

Ce que les « jeux d'évasion » font à notre cerveau... et comment ne pas tomber dans le piège.



62

FRENCH TECH

Woodoo, le bois « augmenté » de demain !



Nature Techno Histoire Espace Science

06 FAQ

10 Actualités des sciences

À la une : Immersion dans un service de réanimation

36 Interview : Hervé This

39 Comment se gravent nos souvenirs

44 L'escape game, un vrai piège psychologique

50 Télescopes : des yeux braqués vers le ciel

56 Zoom sur l'Univers

58 Giga tours : quand les gratte-ciel tutoient les nuages

62 French Tech : Woodoo

64 Les objets du mois

66 4 écosystèmes à protéger

76 La longue route des télécommunications

82 À l'intérieur d'un temple grec

84 Benjamin Franklin

86 Ciné, jeux vidéo, BD, livres, sorties...

94 Les chiffres du mois

95 Littérature SF

96 Jeux

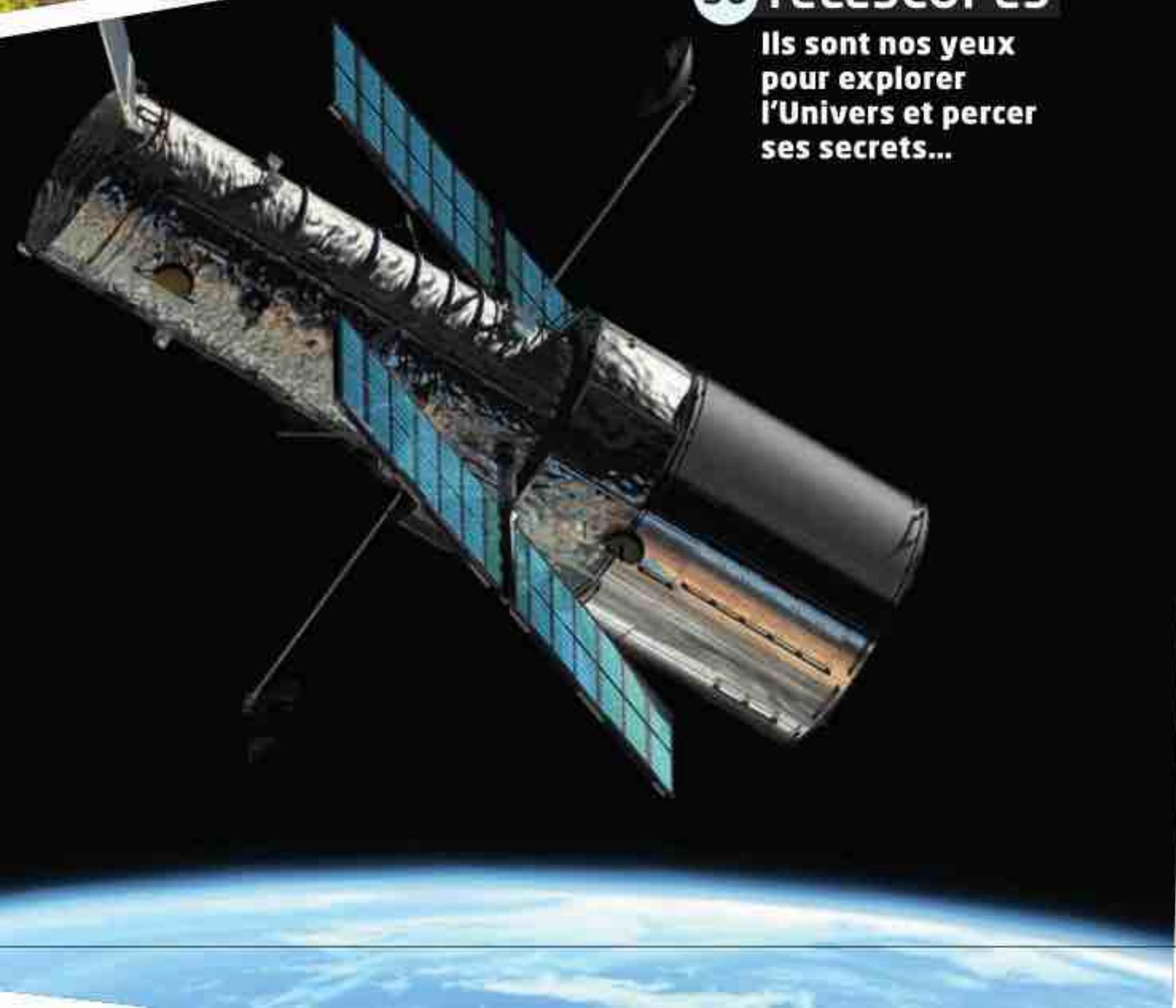
58

GRATTE-CIEL

Quand la course à la tour la plus haute atteint des sommets inégalés...

**50 TÉLESCOPIES**

Ils sont nos yeux pour explorer l'Univers et percer ses secrets...



66

BIODIVERSITÉ

Triangle de corail, Madagascar... Quatre précieux écosystèmes à la loupe.



36

HERVÉ THIS

En cuisine avec l'inventeur de la gastronomie moléculaire !

**TÉLÉCOMS**

Suivez la route qui a mené du télégraphe optique au téléphone portable et à Internet...



64

SHOPPING

Notre sélection des meilleurs objets high-tech du mois.



FAQ

Par Delphine Gaston-Sloan

Envoyez-nous vos questions à :
Comment ça marche

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



Que signifie le terme hip-hop?

Question d'Alix S., Marseille (Bouches-du-Rhône)



Hip-hop est l'alliance de deux termes américains. *Hip* est un dérivé de *hep* qui signifie à la fois « affranchi, libre, à l'aise » et « dernier cri, dans le coup » en *jive talk* (argot noir américain). *To hop* se traduit par « danser, bondir ». Contrairement aux apparences, hip-hop n'est donc pas une onomatopée (vocable inventé pour retranscrire un son

en l'imitant), même si, ainsi que le fait remarquer Jean-Marie Jacono, spécialiste du genre, « le terme hip-hop a déjà un sens rythmique ». Né dans les années 1970 à New York, dans le quartier du Bronx, sorte de ghetto multiracial, le hip-hop est un mouvement culturel urbain pluridisciplinaire, musical et artistique. Il regroupe principalement le rap, le graffiti et le break-dancing.



Pourquoi les hommes ont-ils des tétons?

Question d'Armand H., Meaux (Seine-et-Marne)



La réponse est à chercher dans les toutes premières semaines de la vie fœtale, quand il n'existe pas encore de différenciation sexuelle. Le chromosome X (propre au sexe féminin) est alors le seul à s'exprimer, le chromosome Y (caractéristique du mâle) ne le fera qu'après six semaines de développement. Il faut attendre ce stade pour que deux types de fœtus puissent se former : l'un, porteur de deux chromosomes identiques XX (donnant une fille), l'autre, doté de deux chromosomes distincts XY (donnant un garçon). Débute alors la formation des organes sexuels spécifiques. Mais les tissus mammaires ont déjà

commencé à se mettre en place, et les tétons des futurs mâles sont déjà constitués. Sous l'effet de la testostérone, l'hormone mâle induite par le chromosome Y, la croissance des mamelles est stoppée net, mais les tétons ne disparaissent pas pour autant. Les hommes conservent donc toute leur vie cette trace féminine des premiers temps de leur formation, sans jamais s'en servir pour allaiter leurs petits.



La taupe est-elle vraiment myope?

Question de Luke F., Chinon (Indre-et-Loire)



Non, la taupe n'est pas myope au sens où l'ophtalmologie entend ce terme. La myopie (du grec *muōpia*, qui signifie «à courte vue») est un trouble affectant un sujet dont la vision est floue de loin (mais nette de près). Si l'on se pose cette question, c'est à cause de l'expression populaire «myope comme une taupe»

qui s'emploie à tort donc, médicalement parlant. En réalité, les taupes ont bien une mauvaise vue, mais ce n'est pas le sens qui leur est le plus utile étant donné qu'elles vivent sous terre en y creusant des galeries. Leurs petits yeux sont néanmoins fonctionnels et leur permettent de distinguer les mouvements et les contrastes,

entre l'obscurité et la lumière. En revanche, pour pallier ce handicap, l'odorat, l'ouïe et le toucher sont très développés chez ce mammifère insectivore. Une seule espèce de taupe est vraiment aveugle car ses yeux sont recouverts d'une peau. Elle porte d'ailleurs bien son nom de *Talpa cæca*, *cæcus* signifiant «aveugle» en latin.



Faut-il laver les boîtes de conserve avant de les jeter dans le bac de tri?

Question de Lou G., Grenoble (Isère)



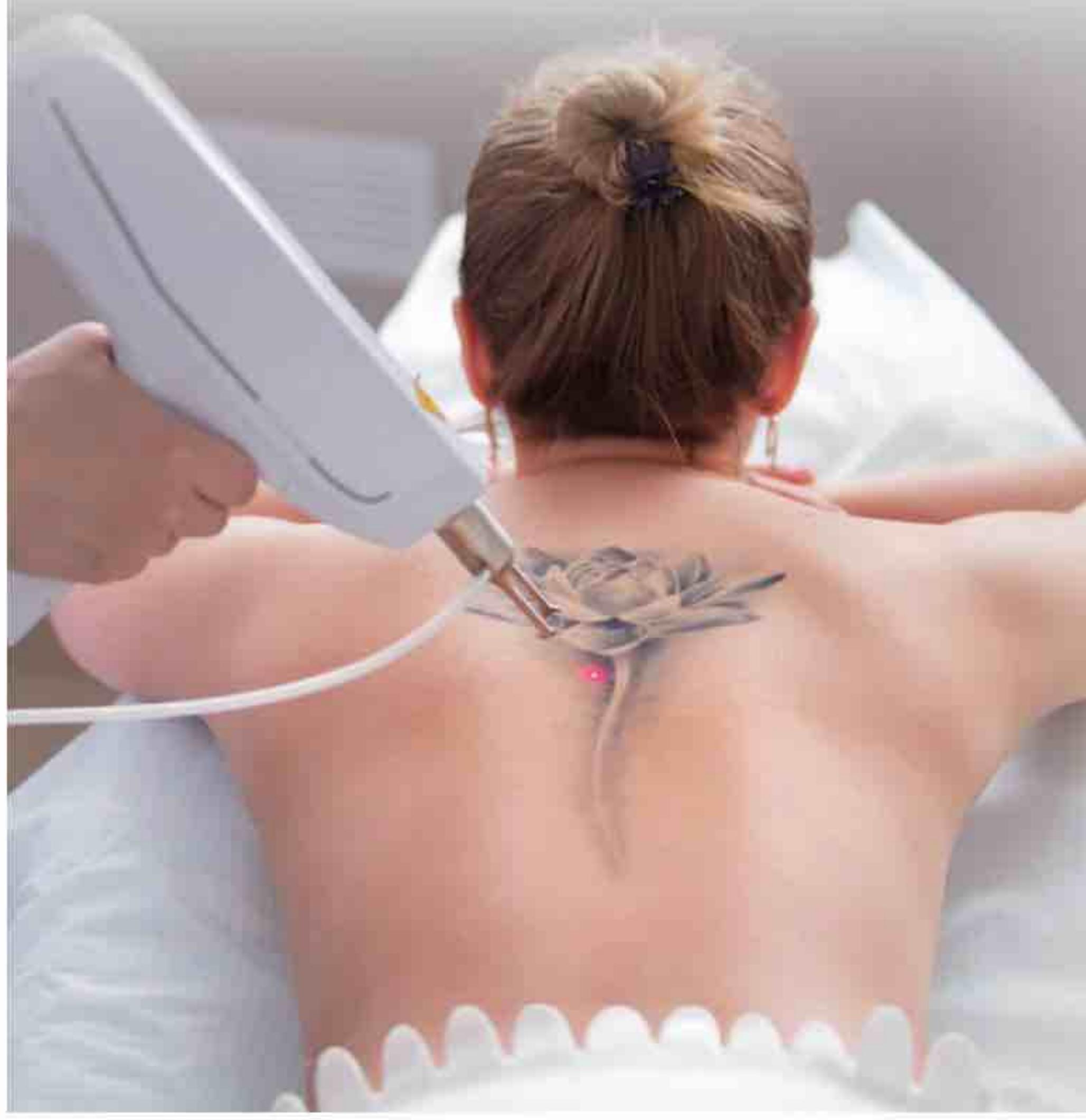
La réponse est non. Laver les boîtes de conserve avant de les jeter est une opération non seulement inutile, mais contre-productive. En effet, pourquoi trier-on les déchets? Pour recycler des matériaux, économiser des ressources naturelles, de l'énergie, diminuer les émissions de CO₂, etc. En somme, faire un geste pour la planète. Au premier rang de ceux-ci, réduire la consommation d'eau en évitant le gaspillage. Consommer de l'eau, c'est alourdir l'empreinte écologique puisque celle-ci nécessitera ensuite d'être retraitée.



La seule chose pertinente à faire, c'est de bien vider la boîte afin de la débarrasser d'éventuels restes. Le lavage se fera automatiquement dans les usines lors du processus de recyclage. Cette consigne vaut également pour les bocaux, pots, bouteilles et autres flacons en verre, dont il n'est pas nécessaire de décoller les étiquettes.

Comment fait-on pour effacer un tatouage?

Question d'Ange P., Roubaix (Nord)



Le détatouage s'effectue au moyen d'un laser qui projette une lumière intense pendant un temps très court. L'opération, délicate, doit être pratiquée par un dermatologue ou un médecin spécialisé. Les crèmes sont inopérantes. Un tatouage permanent est obtenu grâce à des gouttes d'encre injectées sous la peau, entre le derme et l'épiderme, à l'aide d'aiguilles ou d'objets pointus. Le rayon laser a pour effet de réduire ces gouttes d'encre à l'état de poussières (de 5 à 10 micromètres), de manière à ce qu'elles soient absorbées par l'organisme. Ce sont les macrophages, de grosses cellules du système immunitaire, qui se chargent de cette mission. D'origine sanguine, elles s'attaquent aux bactéries, aux débris cellulaires et aux particules étrangères pour les détruire. Il existe plusieurs types de rayons lasers. Le choix se fait en fonction de la longueur d'onde correspondant à la couleur du dessin à effacer. Les tatouages rouges et noirs sont plus faciles à enlever que les bleus, les verts et les jaunes. Pour les motifs polychromes, le nombre de séances est difficile à évaluer et peut aller jusqu'à plus de dix, avec un intervalle de cinq à sept semaines entre deux séances. Dans tous les cas, cette opération est longue, coûteuse (bien plus que le tatouage d'origine), parfois douloureuse à cause des risques de brûlure, et peut laisser des cicatrices, des dépigmentations et des traces sur la peau.

OFFRE SPÉCIALE D'ABONNEMENT

LE MAG QUI DÉCRYPTE LE MONDE



à partir de
45 €
par an

■ JE M'ABONNE

11 numéros - 1 an

45 €

49,50 € - 9%

POURQUOI S'ABONNER ?

- Tarif avantageux
- Livraison gratuite en France
- Je peux changer de formule

- Accès gratuit à la version numérique dans votre espace client

**ABONNEZ-VOUS
SIMPLEMENT
SUR INTERNET**

FLEURUSPRESSE.COM

AVEC VOTRE CODE PROMO

CCM21

OU



PART TÉLÉPHONE
03 20 12 11 10
Du lundi au vendredi

**OU PAR COURRIER
À RETOURNER ACCOMPAGNÉ DE VOTRE RÈGLEMENT :**

Fleurus Presse
TSA 17 503 - 59782 LILLE CEDEX 9
Tél. : 03 20 12 11 10 (appel non surtaxé)

Nom :

Adresse :

Prénom :

Code postal :

Ville :

Téléphone :

E-mail (parents) :

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

Chèque bancaire ou postal à l'ordre de Fleurus Presse

Carte bancaire n°

--	--	--	--	--	--	--	--

Expire fin

**DATE ET SIGNATURE
OBLIGATOIRES**

Actualités[©]

des sciences

Nature Techno Histoire Espace Science

Par Louna Esgueva,
Victoria Milhomme
et Maïa Wasserman



ENVIRONNEMENT

Un récif corallien inédit a été mis au jour

Hheureuse trouvaille : une mission menée par l'Institut océanographique californien Schmidt a découvert un nouveau récif corallien au large du cap York (la pointe nord de l'Australie). Et pas des moindres... Ce récif, situé à six kilomètres de la Grande Barrière (le plus grand ensemble corallien du monde, long de 2 300 km), est un géant. Large de 1,5 km, il s'élève à 500 m au-dessus du fond de l'océan Pacifique, culminant à seulement 40 m de la surface.

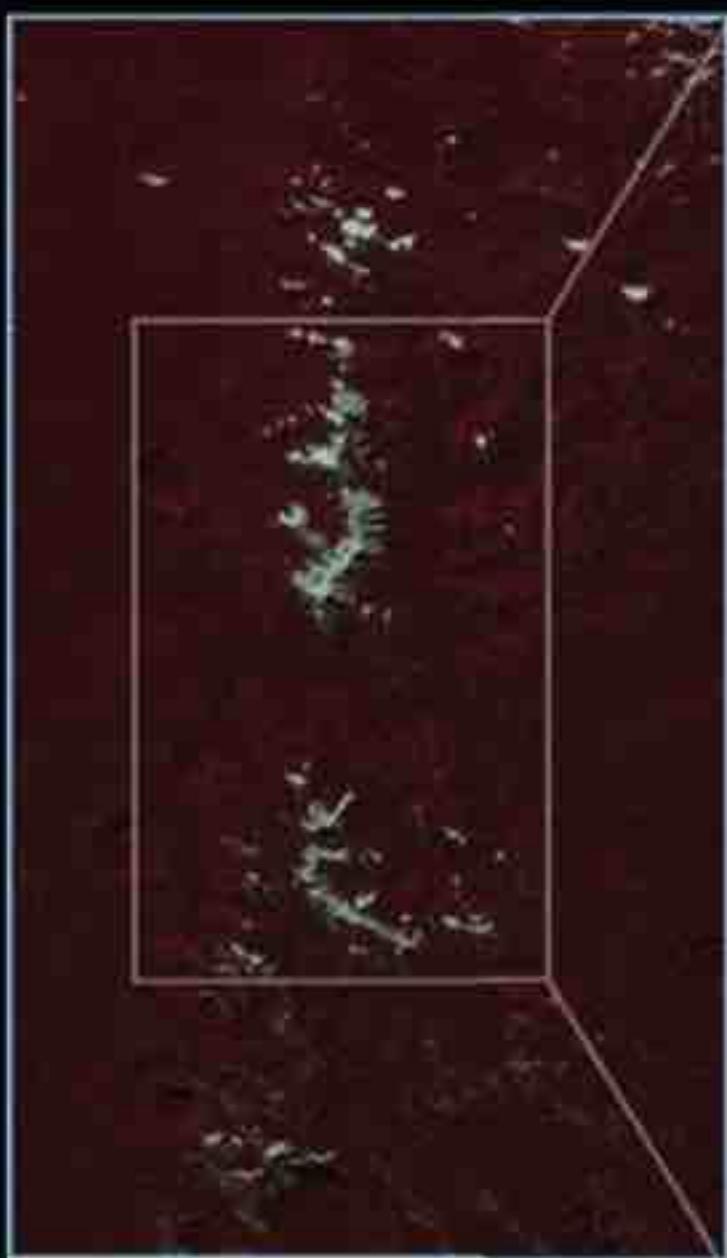
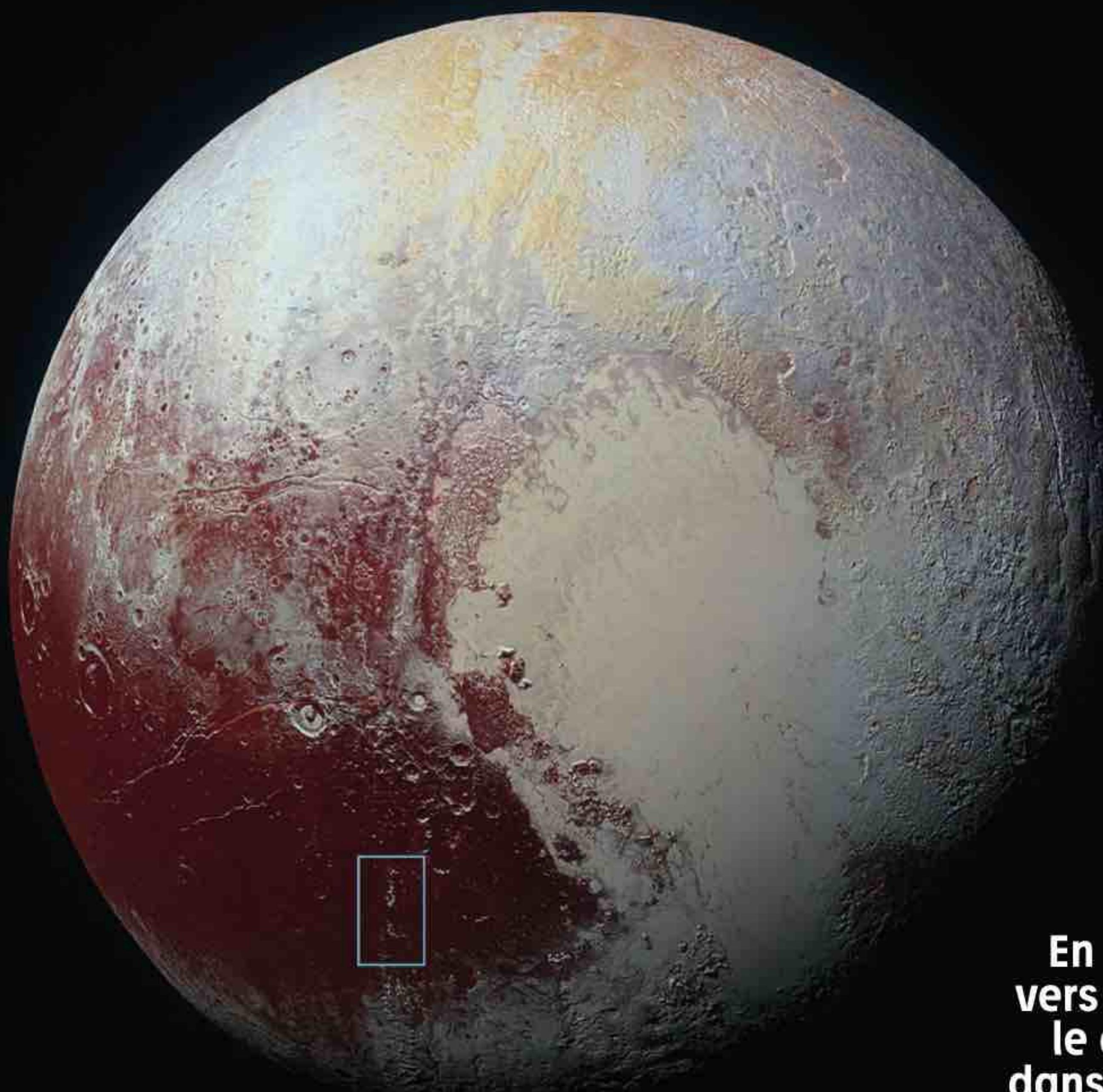
Cette découverte de taille, que l'on doit à un petit robot sous-marin baptisé SuBastian, est la première de ce type réalisée depuis cent vingt ans.

Mieux, dans cet écosystème érigé par les coraux, la biodiversité foisonne comme si elle avait été épargnée par les épisodes de blanchissement qui ont touché ces vingt-cinq dernières années la Grande Barrière, détruisant presque la moitié de ses coraux. Les chercheurs y ont même déjà identifié de nouvelles espèces de poissons et de coraux noirs. Ils ont par ailleurs évalué à 20 millions d'années l'âge de ce récif absent des cartes marines. Dans les années 1800, une campagne de cartographie avait identifié sept récifs détachés de la Grande Barrière de corail, mais pas celui-ci. Un oubli qui devrait prochainement être rectifié.

Oublié des cartes marines, ce récif isolé serait vieux de 20 millions d'années

Large de 1,5 km à sa base, le pic (ici en image numérique) culmine à 500 m de hauteur sous l'eau.

© Schmidt Ocean Institute



En descendant vers les sommets, le gaz présent dans l'atmosphère refroidit et se condense en glace

ASTROPHYSIQUE

La neige de Pluton est en réalité du méthane gelé

On en sait encore un peu plus sur Pluton, cet astre qui a longtemps été considéré, à tort, comme la neuvième planète du Système solaire. En 2015, des images obtenues par la sonde spatiale *New Horizons* avaient révélé la présence de mystérieuses montagnes aux sommets enneigés à la surface de

la planète naine. De nouveaux travaux réalisés par des chercheurs français et américains viennent de mettre en évidence qu'il s'agirait en fait de glace de méthane qui se serait accumulée en hauteur... mais, on s'en doute, pas du tout de la même façon que notre neige à nous. Alors que, sur Terre, la température diminue avec l'altitude

et que la vapeur d'eau de l'air se condense en neige sous l'effet du froid, sur Pluton, plus on prend de la hauteur, plus ça se réchauffe (-230 °C en moyenne tout de même). En descendant vers les sommets montagneux, le méthane gazeux contenu en quantité dans l'atmosphère plutoïenne (plus chaude) refroidit et finit par se

ÉNERGIE

Le premier réacteur nucléaire à fusion pourrait être prêt pour 2025

Produire une énergie propre et illimitée, et lutter ainsi contre le réchauffement climatique : tel est l'enjeu des prochaines décennies. Pour y parvenir, plusieurs projets dans le monde, dont le célèbre Iter (Réacteur thermonucléaire expérimental international), en France (à Cadarache, dans les Bouches-du-Rhône), se tournent vers la fusion nucléaire. Cette réaction se produit naturellement dans notre Soleil lorsque deux atomes d'hydrogène fusionnent pour former un atome d'hélium, plus lourd, libérant au passage une quantité d'énergie phénoménale, de la lumière et de la chaleur.

Reste que reproduire les conditions régnant au cœur de notre étoile dans un réacteur est une gageure... En effet, pour fusionner (ou assembler) des atomes, il est nécessaire de fournir une énergie colossale et d'atteindre des températures de l'ordre de 100 millions de degrés Celsius. Il faut aussi du combustible et, pour que

le processus soit viable, que l'énergie produite soit supérieure à celle consommée afin d'enclencher et stabiliser la réaction de fusion nucléaire.

Pour le combustible, pas de problème : l'hydrogène, le deutérium et le tritium sont abondants sur Terre. Et pour la viabilité, voilà que le projet Sparc, mené par le Massachusetts Institute of Technology (MIT) et la société américaine Commonwealth Fusion Systems, annonce pouvoir recueillir au moins deux fois plus d'énergie qu'il n'en utilisera pour son fonctionnement ! Mieux, Sparc prévoit d'obtenir un premier plasma (l'état particulier dans lequel se trouvent les atomes dans les étoiles) expérimental dès la fin 2025 et, si les résultats sont concluants, de produire de l'électricité – à partir de la chaleur dégagée par la fusion – à l'horizon 2033 ou 2035 ! Affaire à suivre : pour l'heure, le réacteur est encore en cours d'élaboration, et sa construction ne devrait débuter qu'en 2022.

Le projet Sparc du MIT (ici une modélisation 3D) se présentera sous la forme d'un réacteur spécifique appelé tokamak.



condenser en glace. À plus basse altitude, même s'il fait encore plus froid, il n'y a plus assez de méthane pour former cette couche blanche, c'est pourquoi elle ne se dépose que sur les sommets. Sur Terre comme sur Pluton, c'est donc bien un paysage de glace qui s'offre aux regards, mais celle-ci n'est pas du tout de même nature.



ÉTHOLOGIE

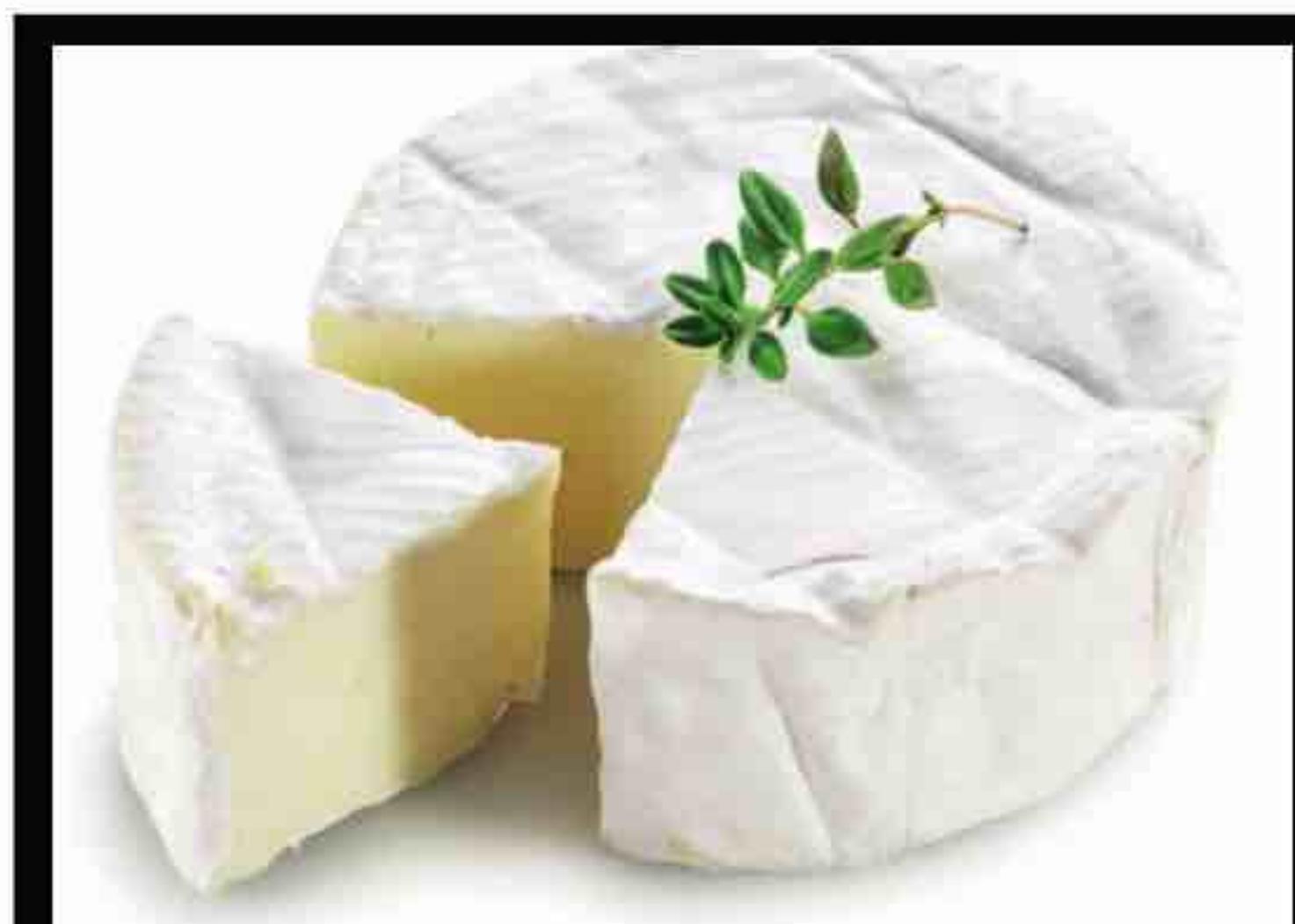
Les loups aussi peuvent s'attacher aux humains

C'est un phénomène bien connu et démontré : les chiens se lient aux humains quand ces derniers s'occupent d'eux régulièrement. Ce qui vient tout juste d'être avéré, en revanche, c'est que cet attachement se retrouve aussi chez un autre représentant de la famille des canidés : le loup !

Une équipe de chercheurs de l'université Loránd Eötvös, en Hongrie, a travaillé avec plusieurs individus élevés en captivité et habitués au contact de soigneurs depuis leur enfance. Quand les « maîtres » se sont éloignés des animaux, ces derniers

ont montré des signes de stress (mouvements, gémissements...) et ont recherché de nouveaux contacts, s'approchant de l'endroit géographique par lequel le maître était parti... bien plus que lorsqu'une personne inconnue venait puis disparaissait dans leur entourage.

Ce lien social pourrait être apparu chez l'ancêtre commun sauvage du chien et du loup et aurait contribué – à l'époque – à souder les différents membres d'une meute entre eux. Aujourd'hui, il se traduit par un attachement envers les humains chez les individus domestiqués.



GÉNÉTIQUE Blanchi par la science

Difficile d'imaginer un étal de fromager avec des camemberts à la croûte fleurie gris-vert, voire ornée de taches brunes... Pourtant, n'en déplaise aux amateurs de pâte molle, c'est sous cette teinte que se présentait l'illustre fromage de Normandie jusqu'au XX^e siècle ! C'est en parvenant à domestiquer - par deux fois - la moisissure responsable de la croûte que les fromagers lui ont donné sa couleur blanche, moins rustique, et son goût plus suave, comme le révèle une étude menée par des chercheurs du CNRS sur le génome du camembert.

Dans un premier temps, les affineurs ont sélectionné et dompté la moisissure bleu-vert *Penicillium biforme* (présente encore sur les fromages frais de chèvre), puis la moisissure blanche et cotonneuse *Penicillium camemberti*. Outre leurs bénéfices optiques et gustatifs, ces deux espèces de moisissures sont avantageuses par rapport à l'espèce sauvage (*Penicillium fuscoglaucum*) car elles ne produisent pas, ou peu, de toxines et limitent la prolifération de moisissures indésirables.



RÉSEAU LUNAIRE

En prévision des prochaines missions habitées sur la Lune, Nokia entend développer sur place un réseau sans fil 4G d'ici à 2022. Pour quoi faire ? Aider les astronautes à contrôler leurs rovers à distance, offrir des fonctions de navigation et même offrir du streaming vidéo en haute définition lunaire...



© Shutterstock / Getty

ARCHITECTURE

Une somptueuse chapelle macabre

Point de vitraux étincelants dans la chapelle italienne de San Bernardino alle Ossa, à Milan, mais des os humains jusque dans les moindres recoins ! Impossible d'échapper aux milliers de regards vides encastrés dans les murs. Crânes mais aussi tibias, fémurs et ossements en tout genre,

en tout, plus de 3 000 os humains occupent les lieux. Construit au XIII^e siècle au cœur de la capitale lombarde, le bâtiment était à l'origine un ossuaire réservé aux défunts trop nombreux pour le cimetière de l'hôpital voisin.

Au XVII^e siècle, le caveau est rénové selon le style baroque, et les

restes deviennent des ornements muraux. Les morts – patients, médecins mais aussi détenus – se côtoient désormais au gré de motifs religieux, notamment de gigantesques et lugubres croix rococo, surplombés par la fresque du peintre Sebastiano Ricci *Le Triomphe des âmes dans un envol d'anges* (1695).

EN BREF

L'ENTREPRISE VIRGIN HYPERLOOP A RÉALISÉ UN PREMIER TEST AVEC DES PASSAGERS
PISTE D'ESSAI DE 500 MÈTRES SITUÉE DANS LE NEVADA (ÉTATS-UNIS), LA CAPSULE A



NATURE

Lamantins en eau froide

Mais que faisaient les lamantins du Pléistocène dans les eaux glacées du golfe du Mexique, il y a entre 11 000 et 240 000 ans ? Ces gros mammifères herbivores aiment aujourd'hui se la couler douce dans les eaux chaudes des lagunes ou estuaires de l'Atlantique. Pourtant, des scientifiques américains ont

daté de cette froide période huit fossiles ramassés sur des plages texanes entre 1960 et 1990. Si les ancêtres des lamantins étaient aussi frileux que leurs descendants, il est surprenant qu'ils aient battu folé dans de l'eau glaciaire. À moins que le climat côtier du Texas n'ait été très différent de ce que les spécialistes pensaient jusqu'ici...



OPTIQUE

La fin de l'argentique

● Début octobre, le japonais Nikon, dernière grande marque à commercialiser des modèles d'appareils photo argentiques, a arrêté la production du F6, son dernier reflex en stock. C'est donc la fin des boîtiers à pellicule, sauf pour ceux qui auront conservé leur vieux modèle à la maison.

ASTRONOMIE

Y a-t-il quelqu'un ici ?

● La Nasa estime qu'elle sera en mesure de répondre en 2030 à la grande question : sommes-nous seuls dans l'Univers ? Elle mise pour cela sur les nouveaux télescopes spatiaux tel *James-Webb*, dont le lancement est prévu à la fin de l'année, et sur les télescopes terrestres de nouvelle génération comme l'*ELT* (Télescope géant européen, en cours de construction). Ces derniers seront assez puissants pour détecter, s'il y en a, des biosignatures (traces de vie) sur les quelque 300 millions de planètes habitables de notre galaxie, la Voie lactée.

ROBOTIQUE

Un robot tombé du ciel

Entre 2000 et 2050, la proportion de la population mondiale de plus de 60 ans devrait doubler pour passer d'environ 11 à 22 %, d'après l'Organisation mondiale de la santé. C'est en partant de ce constat que le centre de recherche du constructeur Toyota (Californie) a imaginé de développer un nouveau robot qui viendrait assister les personnes âgées (et moins âgées aussi) dans leurs tâches ménagères.

La nouveauté par rapport aux précédentes tentatives dans ce secteur, c'est le fait

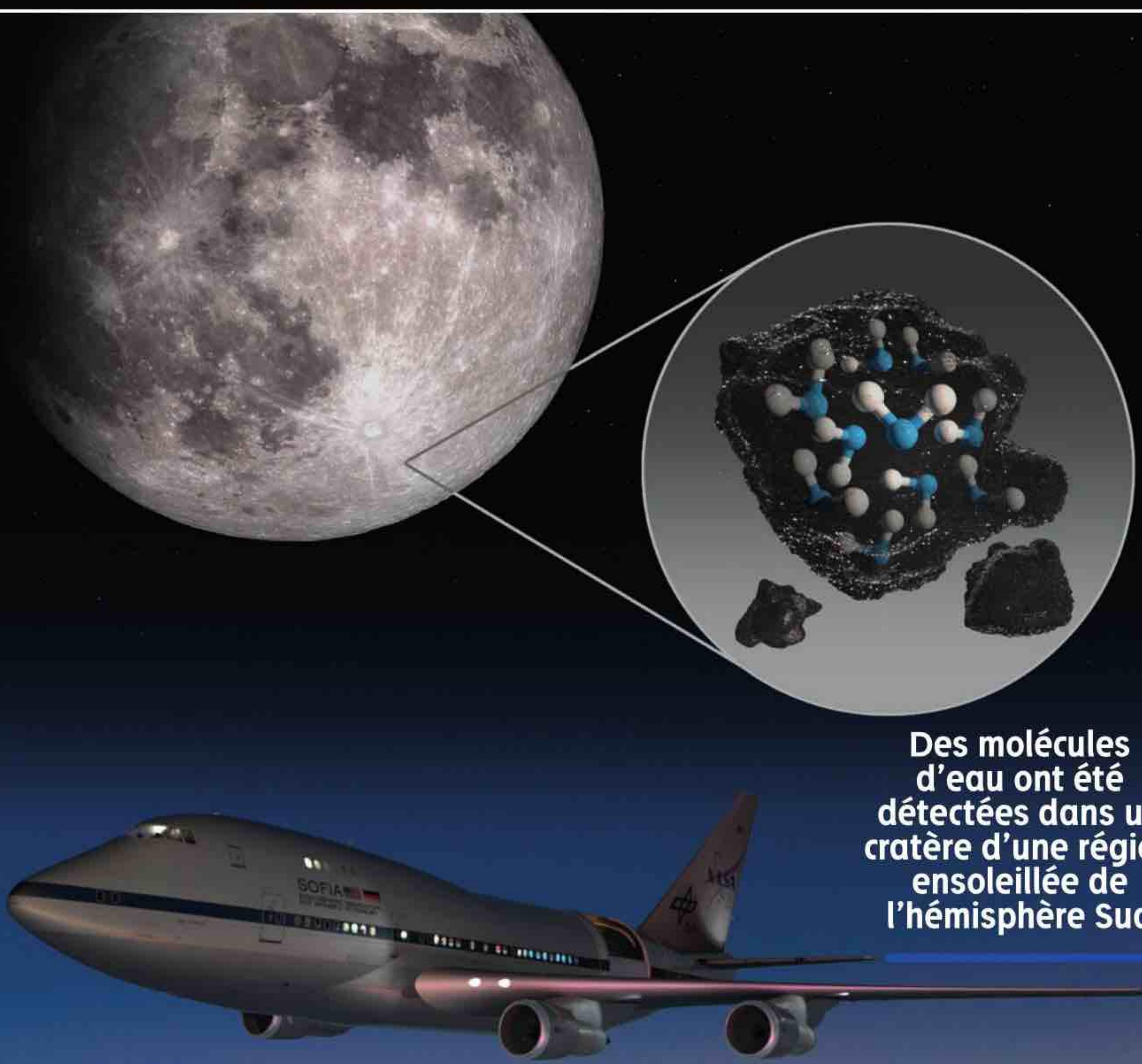
d'avoir pris en compte que les logements parfois étroits ne sont pas toujours compatibles avec le déploiement de robots installés au sol. Aussi, celui-ci a été volontairement suspendu au plafond sur une sorte de rail pour être déplié uniquement lorsqu'on en a besoin. Nettoyage, chargement du lave-vaisselle, dépoussiérage... Tout est dans ses cordes, dès lors que ses bras sont déployés. Mais il faudra être patient pour se le procurer : pour l'instant, ce robot qui n'a pas encore de nom n'existe qu'en laboratoire.



L'EUROPE EST DE MOINS EN MOINS VERTE

Plus de 80 % des habitats naturels sont en mauvais état au sein de l'Union européenne, d'après un rapport de l'Agence européenne pour l'environnement. Principaux responsables, les 67 000 activités humaines recensées (déforestation, urbanisation...) et en premier lieu, la pollution.

À BORD D'UNE CAPSULE DE SON FUTUR TRAIN SUPERSONIQUE. SUR UNE
ATTEINT 172 KM/H. ON EST ENCORE LOIN DES 1 200 KM/H ATTENDUS.



Des molécules d'eau ont été détectées dans un cratère d'une région ensoleillée de l'hémisphère Sud

ASTRONOMIE

Il y a plus d'eau que l'on ne croyait sur la Lune

On savait déjà qu'il y avait de l'eau sur la Lune, mais jusqu'ici, cette eau n'avait été détectée, sous forme de glace, que dans des endroits ombragés au niveau des pôles. C'était avant que la Nasa annonce que cette ressource serait également présente en d'autres endroits ! D'après des mesures

réalisées avec un télescope embarqué sur un avion-observatoire, des molécules d'eau auraient ainsi été détectées dans le cratère Clavius, situé dans une région ensoleillée de l'hémisphère Sud de notre satellite. La concentration reste faible : 0,2 mg/g de roche, soit cent fois moins que dans le désert du Sahara. Il n'empêche, cette découverte est

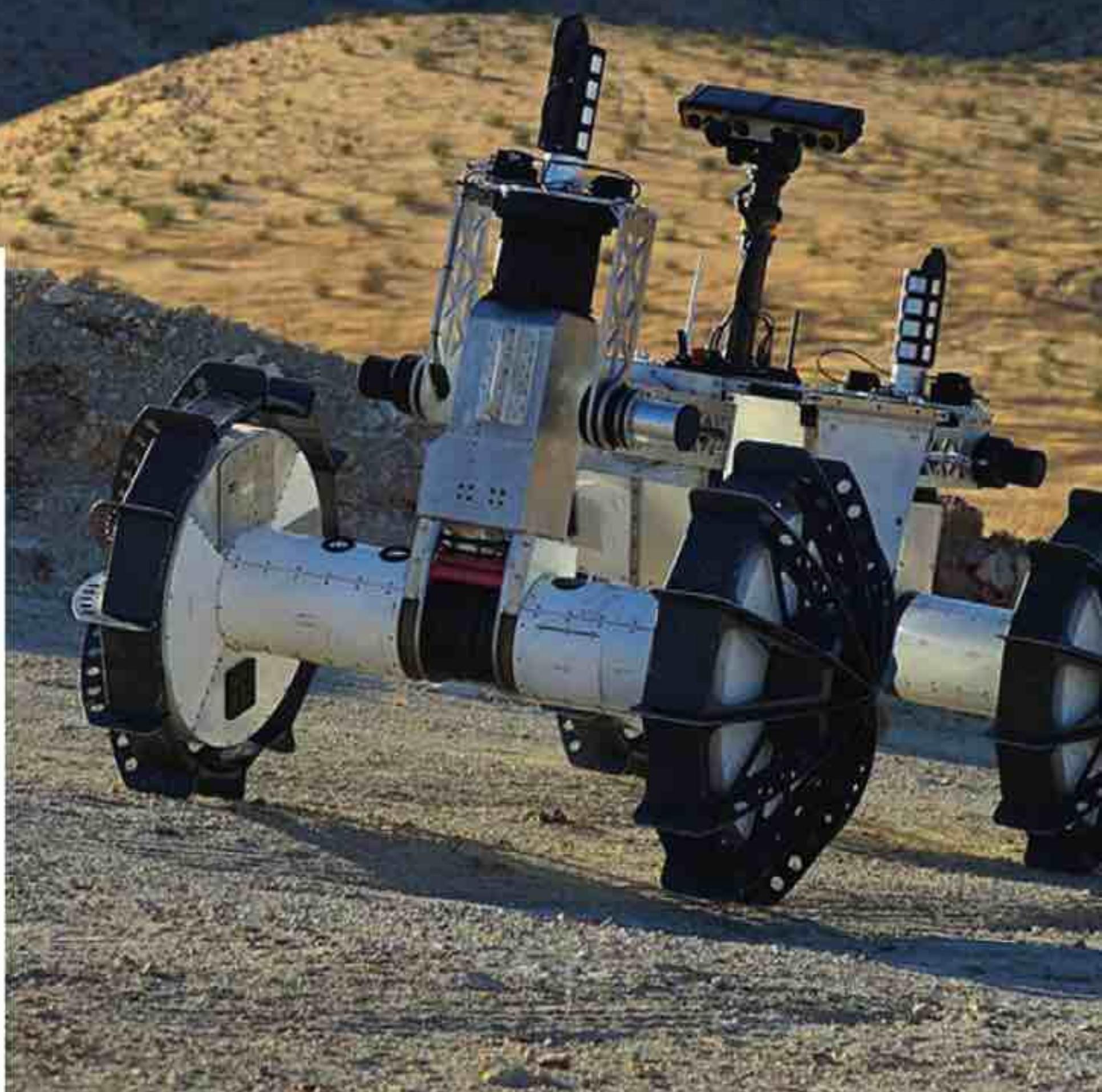
très importante pour les futures missions spatiales : elle indique qu'il sera possible de se ravitailler sur place en eau, sans avoir à emporter de grosses réserves depuis la Terre. Il faudra toutefois d'abord trouver le moyen d'extraire la précieuse ressource, car pour l'instant, elle reste coincée dans les interstices des roches...

TECHNOLOGIE SPATIALE

Un rover deux-en-un est à l'étude pour Mars

Voici DuAxel, un quatre-roues ou plutôt, un «deux fois deux-roues»! Conçu par la Nasa, ce curieux engin est un rover destiné à arpenter n'importe quel terrain, y compris des pentes raides, sur la Lune ou sur Mars. Pour ce faire, il avance sur quatre roues et peut à tout moment se scinder en deux pour envoyer la moitié de sa structure en exploration en contrebas, tandis que la seconde se harponne sur place, reliée à la première par un câble.

Pour valider l'efficacité de ce système, le rover a été testé dans le désert de Mojave (États-Unis). «DuAxel s'est extrêmement bien comporté sur le terrain, démontrant avec succès sa capacité à s'approcher d'un sol difficile, à s'ancrer, puis à détacher ses deux roues», a déclaré Issa Nesnas, en charge du projet. L'avantage des quatre roues est de pouvoir se déplacer sur de grandes distances de manière stable et rapide, tandis que le passage à deux roues permettra d'être plus agile sur les reliefs pour aller faire des mesures et de l'exploration en toutes circonstances.



DÉCOUVERT DANS UNE MINE AU MAROC. C'EST LA PREMIÈRE FOIS QU'UN EN AFRIQUE, UN CONTINENT ALORS (AU CRÉTACÉ) ISOLÉ PAR LES MERS.



DuAxel pourra se scinder en deux pour envoyer la moitié de sa structure en exploration



© Alamy; © Nasa / JPL-Caltech / J.D. Gammie; Nathan Leach-Pioffer

AÉRONAUTIQUE

L'avion de ligne qui veut succéder au Concorde s'apprête à décoller



Avec son fuselage aérodynamique, le XB-1 vise le vol supersonique.

En 2003, le Concorde tirait sa révérence... Voici un aperçu de celui qui lui succédera peut-être en matière de vol supersonique. Il s'agit de l'avion du constructeur américain Boom Technology. Après plusieurs annonces de concepts, ce premier prototype, nommé XB-1, est sorti de son hangar en octobre dernier et dévoile en version réduite à l'échelle 1/3 (21 m de long tout de même) l'allure que pourrait avoir l'avion final *Overture*.

Ses particularités? Pour atteindre une vitesse supérieure à celle du son (1224 km/h) tout en étant peu polluant,

le XB-1 a été conçu autour d'un fuselage très allongé (donc aérodynamique), fait de fibre de carbone et de titane ultra-résistants. Sa stabilité au décollage et à l'atterrissement est garantie par son aile delta (voilure en forme de triangle). Sa propulsion sera, elle, assurée par trois moteurs J85-15 qui fourniront plus de 53 kilonewtons de poussée. Un premier vol est annoncé pour cette année. Destiné à transporter 55 passagers sur des vols ultrarapides, l'avion plein format devrait, quant à lui, être opérationnel d'ici une décennie.

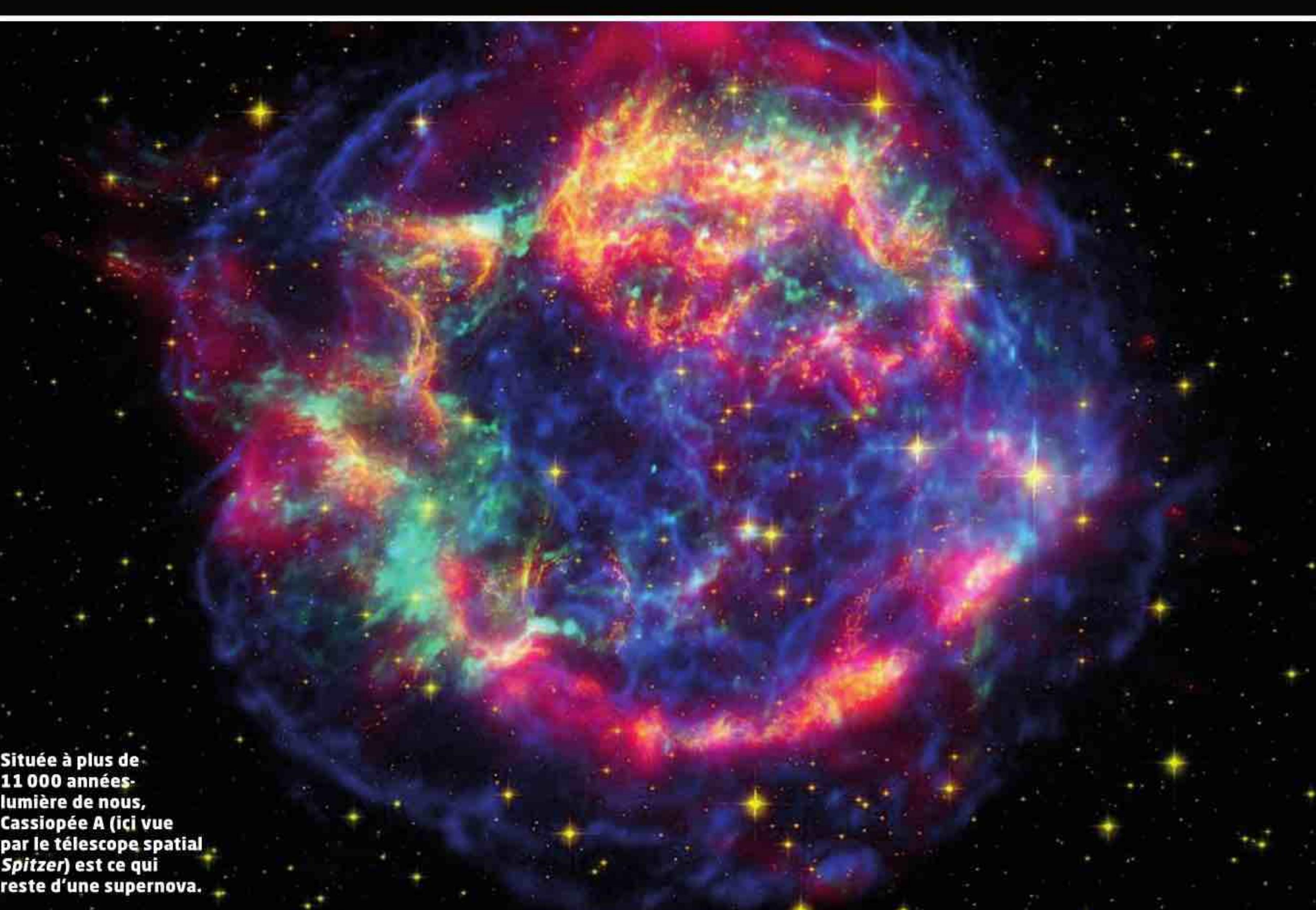
BIOLOGIE

Des formes de vie respirent de l'arsenic

- Que respirerait-on s'il n'y avait pas d'oxygène? La question semble saugrenue aujourd'hui, mais durant un milliard d'années, l'oxygène était absent sur Terre. Pourtant, la vie s'est développée sous la forme de micro-organismes utilisant la photosynthèse pour leur métabolisme. Plusieurs substituts à l'oxygène comme le fer, le soufre ou l'hydrogène avaient été évoqués.

Un nouveau, l'arsenic, pourrait venir compléter cette liste. Grâce à l'étude de micro-organismes d'un lac hypersalin dépourvu d'oxygène de Laguna La Brava (dans le désert d'Atacama, au Chili), des scientifiques de l'université du Connecticut (États-Unis) supputent en effet que ces formes de vie pourraient utiliser l'arsenic pour respirer. Une piste à confirmer.





Située à plus de 11 000 années-lumière de nous, Cassiopée A (ici vue par le télescope spatial Spitzer) est ce qui reste d'une supernova.

MATÉRIAUX

Un supraconducteur à température ambiante vient d'être mis au point

Parmi les quêtes scientifiques considérées comme impossibles, il en existait une qui était une sorte de Graal: créer des supraconducteurs à température ambiante. Pour rappel, un matériau est considéré comme supraconducteur quand il a la propriété de ne pas offrir de résistance électrique (l'une des causes de perte en ligne d'électricité). Cette propriété est évidemment très convoitée par l'industrie. Le hic, c'est que pour l'instant, tous les matériaux supraconducteurs qui ont pu être créés en laboratoire

fonctionnaient à des températures très basses, proches du zéro absolu (-273 °C). Mais des chercheurs américains de l'université de Rochester (New York) ont surpassé cette limite en fabriquant un à 15 °C!

« Nous venons de découvrir le premier supraconducteur au monde fonctionnant à température ambiante. En termes simples, nous avons conçu un nouveau matériau qui n'existe pas sur Terre jusqu'ici », s'enthousiasme Ranga Dias, à l'origine des travaux. La trouvaille est une combinaison

d'hydrogène, de carbone et de soufre, qui a effectivement les propriétés de supraconductivité recherchées. Mais pour cela, il faut impérativement soumettre le matériau à une pression incroyablement élevée: plusieurs millions de fois la pression atmosphérique! « Notre prochain défi sera d'obtenir les mêmes propriétés de supraconductivité mais à pression ambiante, pour que cela devienne économique à produire en série », poursuit le chercheur. La quête du Graal n'est donc pas terminée, mais elle semble en très bonne voie.

Le matériau doit cependant être soumis à une pression plusieurs millions de fois supérieure à celle de l'atmosphère.

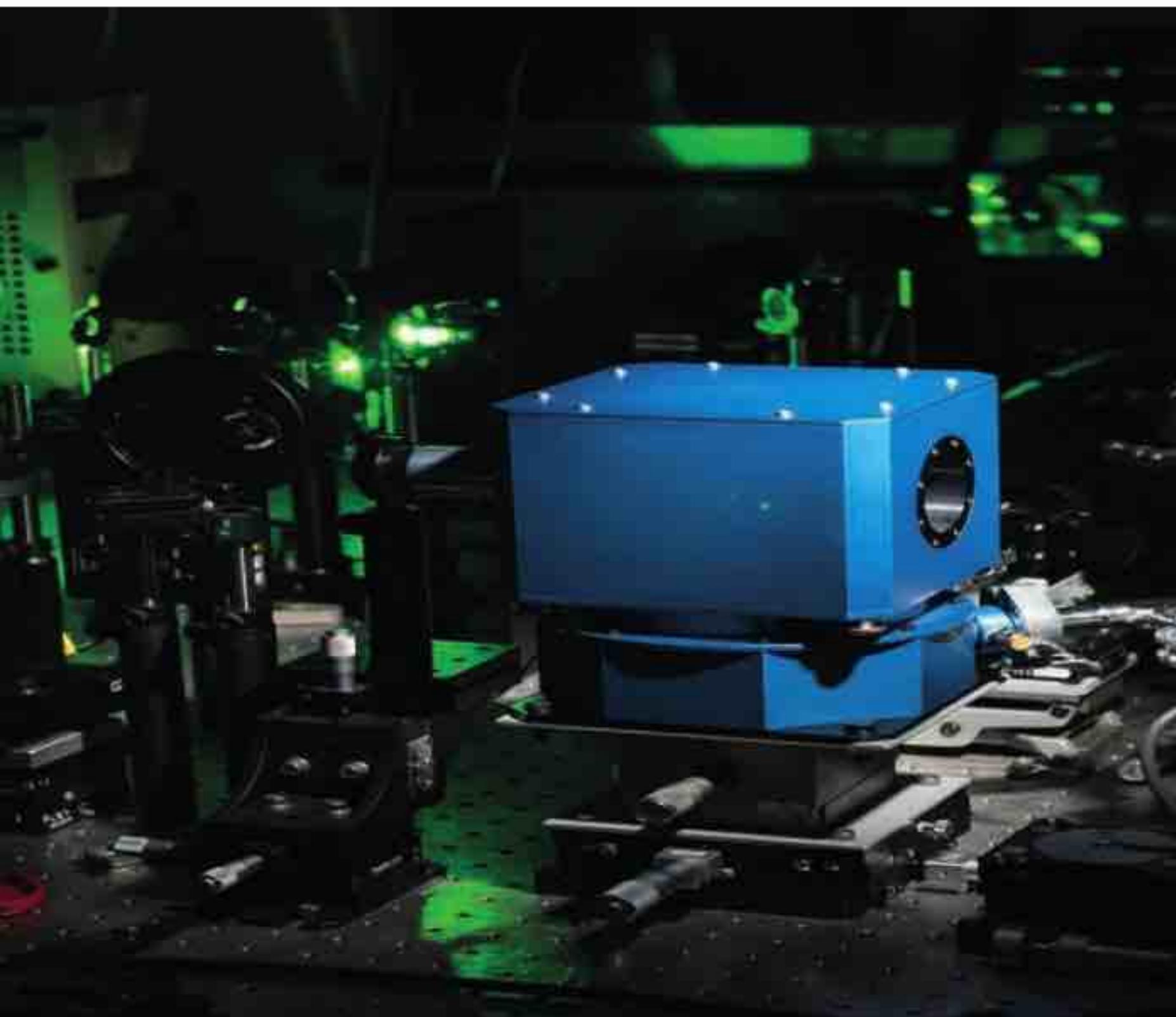


LE BUT? DONNER UN GÎTE AUX DIZAINES DE MILLIERS DE BERNARD-L'ERmite COVID19 - DANS LES ÎLES DU PARC NATIONAL DE MU KO LANTA!

ASTRONOMIE

On a retrouvé le nuage de Cassiopée A

● La mort d'une étoile ne laisse jamais l'Univers indifférent... Sa disparition, dans un véritable cataclysme appelé supernova, crée des vestiges comme Cassiopée A, située à plus de 11 000 années-lumière de la Terre et qui aurait explosé en 1680, dans la constellation du même nom. Ces étoiles mortes sont souvent accompagnées de nuages massifs d'hydrogène, puisque les étoiles en sont enveloppées de leur vivant. Et pourtant... point de nuage à l'horizon de Cassiopée A. Pour expliquer cette particularité, des scientifiques australiens ont imaginé un scénario dans lequel Cassiopée A serait issue d'un système binaire à deux supergéantes rouges (des étoiles massives en fin de vie). Quand une telle étoile meurt, son cœur s'effondre lentement sur lui-même jusqu'à se densifier en un trou noir, tandis que son enveloppe s'étend sur un rayon « supergéant ». L'une des étoiles de Cassiopée A aurait terminé sa vie dans une implosion, arrachant l'enveloppe de sa jumelle, qui se serait éteinte peu après. Les chercheurs ont calculé la position qu'aurait l'enveloppe soufflée par les vents cataclysmiques de la première jumelle... et ont retrouvé à l'endroit prédict de la poussière d'étoile ! CQFD.



BOTANIQUE

Voilà pourquoi cette plante est si dangereuse

Dans la catégorie des plantes très dangereuses, voici *Dendrocnide moroides*, dont l'autre petit nom est le gympie-gympie. Ce spécimen, qui pourrait faire penser à une ortie surdimensionnée, vit dans les forêts australiennes et sa particularité est de piquer de manière très agressive. Quand on dit agressive, c'est que les symptômes peuvent se ressentir plusieurs semaines après... Certaines victimes humaines ont même dû être hospitalisées après des piqûres. Mais d'où vient cette énorme capacité urticante ?

Une équipe de chercheurs australiens vient de percer le secret de cette plante ultra-vénéneuse : elle possède au

niveau de ses pétioles (parties plus rétrécies de la tige) des poils semblables à des aiguilles hypodermiques. Grâce à ces poils, elle peut injecter par simple contact des peptides (des chaînes d'acides aminés) particuliers qui induisent la douleur.

Ce qui se révèle encore plus intéressant, c'est que ces molécules sont similaires à celles trouvées dans le venin d'animaux tels que certaines araignées. Il y a donc une convergence entre le règne animal et le règne végétal en matière de toxicité et d'action sur nos récepteurs sensoriels ! Les chercheurs le soupçonnaient déjà, mais cet exemple vient l'illustrer concrètement.

4 choses à savoir sur

Moins connus mais tout aussi fascinants que les Mayas ou les Incas, ce sont les Olmèques que le musée du quai Branly, à Paris, a décidé de mettre à l'honneur cette année!

Par Laurène Bertelle

1

C'est la civilisation mère de la Mésoamérique

Les Mayas, les Aztèques... Si l'on a parfois du mal à faire la différence entre les peuples de l'Amérique précolombienne, qui ont pourtant vécu à des époques bien distinctes (*voir chronologie*), c'est parce qu'ils partagent des traits culturels communs : les pyramides, les sacrifices religieux, le jeu de balle... On a même donné un nom à cette aire culturelle, qui s'étend du sud du Mexique jusqu'à l'ouest du Honduras : la Mésoamérique. Les Olmèques sont la civilisation la plus ancienne de cette région : présents principalement le long du golfe du Mexique (côte est du Mexique) entre 1600 et 400 avant notre ère (date du début de leur déclin), ils ont posé les bases de cette culture mésoaméricaine commune.



2

Leur société était avancée et complexe

Les Olmèques vivaient dans des plaines fluviales et fertiles où la culture du maïs était sûrement à la base de l'alimentation. Ils construisirent trois capitales successives, San Lorenzo (1500-900 av. J.-C.), La Venta (1000-400 av. J.-C.) et Tres Zapotes (à partir de 400 av. J.-C.), qui surprennent par leur modernité : nivellation du terrain, canalisations d'eau en pierre, tracé urbain autour d'un cœur politique et religieux... Leurs statues (*voir point 3*) nous révèlent que la société olmèque était sans doute hiérarchisée autour d'une élite dirigeante, et qu'elle vouait un culte à des divinités encore controversées, comme la Terre Mère, le Jaguar ou le dieu du maïs. Les Olmèques furent également à l'origine des premières formes d'écriture et de calendrier mésoaméricaines reprises plus tard par les Mayas. Et ils savaient déjà fabriquer les fameuses balles en caoutchouc des «jeux de balle»!

L'Offrande de La Venta consiste en 16 figurines et 6 haches retrouvées enterrées.



Chronologie

Vers 3300 av. J.-C.
Naissance de l'écriture en Mésopotamie, suivie de près par les hiéroglyphes égyptiens.

Vers 1600 av. J.-C.
Début de la civilisation olmèque.

Entre 1200 et 900 av. J.-C.
Premières formes d'écriture olmèque.

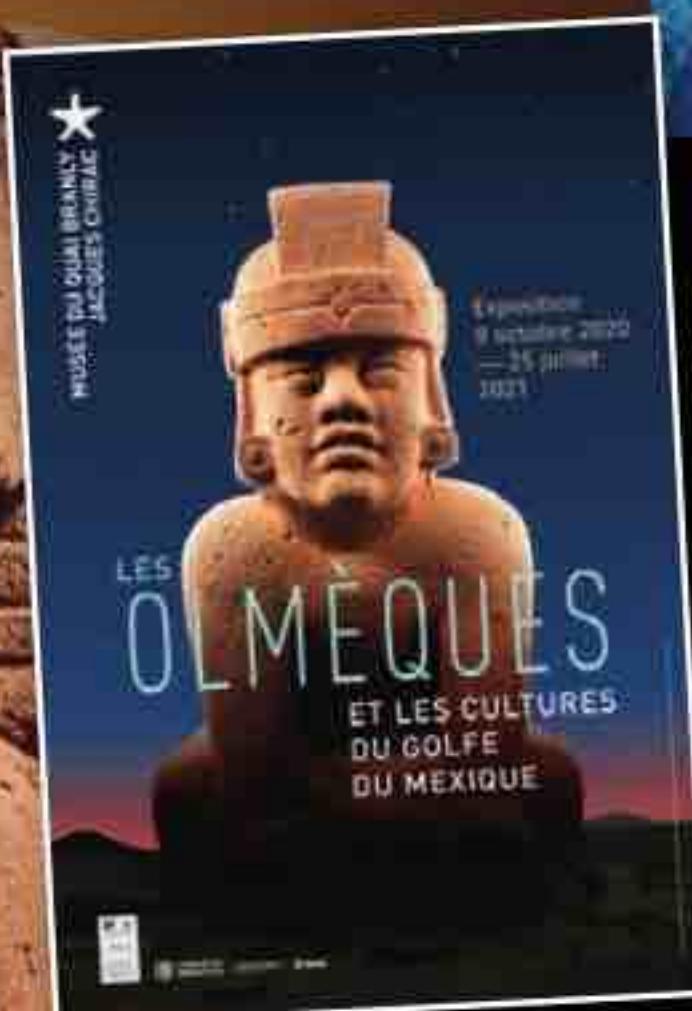
Entre 1000 et 800 av. J.-C.
Construction de la première pyramide mésoaméricaine à La Venta, haute de 30 m.

Vers 500 av. J.-C.
Début de la Grèce antique classique.

les Olmèques



En jadeïte et mesurant 55 cm de hauteur, le Seigneur de Las Limas est daté de 900-400 av. J.-C.



3

Ils étaient de grands sculpteurs

Les Olmèques sont connus pour leurs monumentales statues en pierre représentant des figures humaines : leurs célèbres «têtes colossales» mesurent jusqu'à 3 m de hauteur pour 50 t ! Comme ils n'utilisaient ni la roue, ni les animaux de trait, ni le métal, on pense que le basalte, pierre extraite du massif des Tuxtla (à plus de 60 km de leurs cités), était acheminé par radeau, taillé avec des outils en pierre, finement poli puis peint. De riches œuvres donc, que les Olmèques avaient pourtant l'habitude d'enterrer, parfois après les avoir mutilées : un acte rituel similaire aux sacrifices humains, mais aux raisons encore mystérieuses... Les Olmèques sculptaient aussi de petits objets servant d'offrandes, de quelques centimètres de hauteur, dans des pierres vertes comme le jade ou la serpentine, rares et sacrées dans la région.

Vers 400 av. J.-C.

Début du déclin de la civilisation olmèque.

476

Chute de l'Empire romain.

250 - 900

Époque classique de la civilisation maya.

1325

Début de l'Empire aztèque.

1492

Découverte de l'Amérique par Christophe Colomb.

du quai Branly. Les stars de l'exposition sont bien entendu les Olmèques, mais la seconde partie de la visite vous fera aussi découvrir les autres civilisations du golfe du Mexique, comme les Huaxtèques. Mention spéciale également aux nombreux témoignages vidéo qui mettent en lumière le travail passionnant des chercheurs !

Les Olmèques et les cultures du golfe du Mexique, jusqu'au 25 juillet au musée du quai Branly (Paris). Plus d'infos sur : www.quaibranly.fr

4

Ils sont encore très méconnus

Les études sur les Olmèques n'ont commencé qu'en 1862 avec la découverte par l'explorateur mexicain José María Melgar y Serrano de la première tête colossale sur le site de Tres Zapotes. Il a cependant fallu attendre l'arrivée de la datation au carbone 14, dans les années 1950, pour comprendre réellement l'ancienneté des vestiges olmèques – souvent associés par erreur aux Mayas ! Depuis, les archéologues ont identifié 17 têtes colossales et des centaines d'autres sculptures sur les trois sites de San Lorenzo, La Venta et Tres Zapotes, mais de nombreuses zones d'ombre persistent encore : on connaît très peu la vie domestique des Olmèques (les habitations, moins résistantes que les monuments, n'ont pas survécu au temps), leur nombre ou encore les raisons de leur déclin...



EN IMMERSION DANS RÉANIM

Depuis les débuts de la pandémie de Covid-19, à l'hiver dernier, pas un jour ne passe sans qu'on n'entende parler d'eux. Le sort des Français reste suspendu à leurs capacités et leur taux d'occupation. Les services de réanimation sont en première ligne dans la bataille contre le coronavirus. Comment fonctionnent ces unités hospitalières si particulières, dont beaucoup n'auront - fort heureusement - jamais l'occasion de franchir les portes ? Qui y travaille ? Pour prodiguer quels soins ? Avec quelles chances de survie ? Bienvenue en «réa», là où la vie ne tient plus qu'à des machines, mais où l'humain est pourtant au cœur de tout.

Par Nathalie Picard

A photograph of a medical team in blue scrubs and masks performing surgery under a large overhead light in an operating room.

UN SERVICE DE ACTION



Les malades
qui franchissent
les portes de ce
service sont tous en
danger de mort



C'est un endroit où personne ne souhaiterait séjourner. La réanimation est le service hospitalier où l'on soigne les patients dans un état très grave. Il en existe 282 en France, pour un total d'environ 5 400 lits. Une capacité qui, hélas, a fait la preuve de son insuffisance en temps de crise : durant la première vague de la pandémie de Covid-19, au printemps dernier, 20% des patients hospitalisés sont passés en réanimation ou en soins intensifs. À l'heure où nous écrivons ces lignes, début novembre, la seconde vague menace à son tour de saturer les services hospitaliers.

Les malades qui franchissent les portes d'un service de réanimation sont en danger de mort. Ils souffrent de maladies ou traumatismes variés : crise cardiaque, pneumonie, accident cérébral, blessure, infection généralisée... Leur point commun : la défaillance brusque d'un ou plusieurs organes indispensables aux fonctions vitales de l'organisme, comme les poumons, le cœur ou encore le cerveau. Les reins, par exemple, ces deux organes en forme de haricot qui filtrent les déchets du sang et maintiennent l'équilibre en eau et en minéraux dans le corps, peuvent soudainement se retrouver incapables de jouer ce rôle à cause d'une infection, d'un manque d'oxygène ou d'un produit毒ique : c'est l'insuffisance rénale aiguë. En réanimation, un appareil de dialyse les remplace le temps qu'ils retrouvent leurs fonctions.

Le plus intensif des soins intensifs

Contrairement à une maladie chronique, ce dysfonctionnement est temporaire. Sans l'assistance d'une machine, le patient risquerait de graves complications. Si l'eau n'est plus suffisamment éliminée dans les urines par les reins, son accumulation peut provoquer un œdème pulmonaire et empêcher le malade de respirer. Par ailleurs, un déséquilibre en sels minéraux, tel le potassium, est mauvais pour le cœur. Dans notre corps, tout est lié : l'altération d'un organe a souvent des répercussions sur les autres.

Lorsqu'un seul organe est atteint, les malades sont en général soignés dans des services spécialisés, appelés unités de soins intensifs : la cardiologie prend en charge les défaillances du cœur, une crise cardiaque par exemple, et la pneumologie les problèmes aux poumons, comme l'embolie pulmonaire (obstruction d'une artère du poumon par un ...

Dans le corps, tout est lié : la défaillance d'un organe a souvent des répercussions sur les autres organes

Quand la vie tient à des machines

En «réa», des appareils sophistiqués remplacent temporairement les reins, le cœur ou les poumons lorsque ces organes vitaux défaillent.

Respirateur

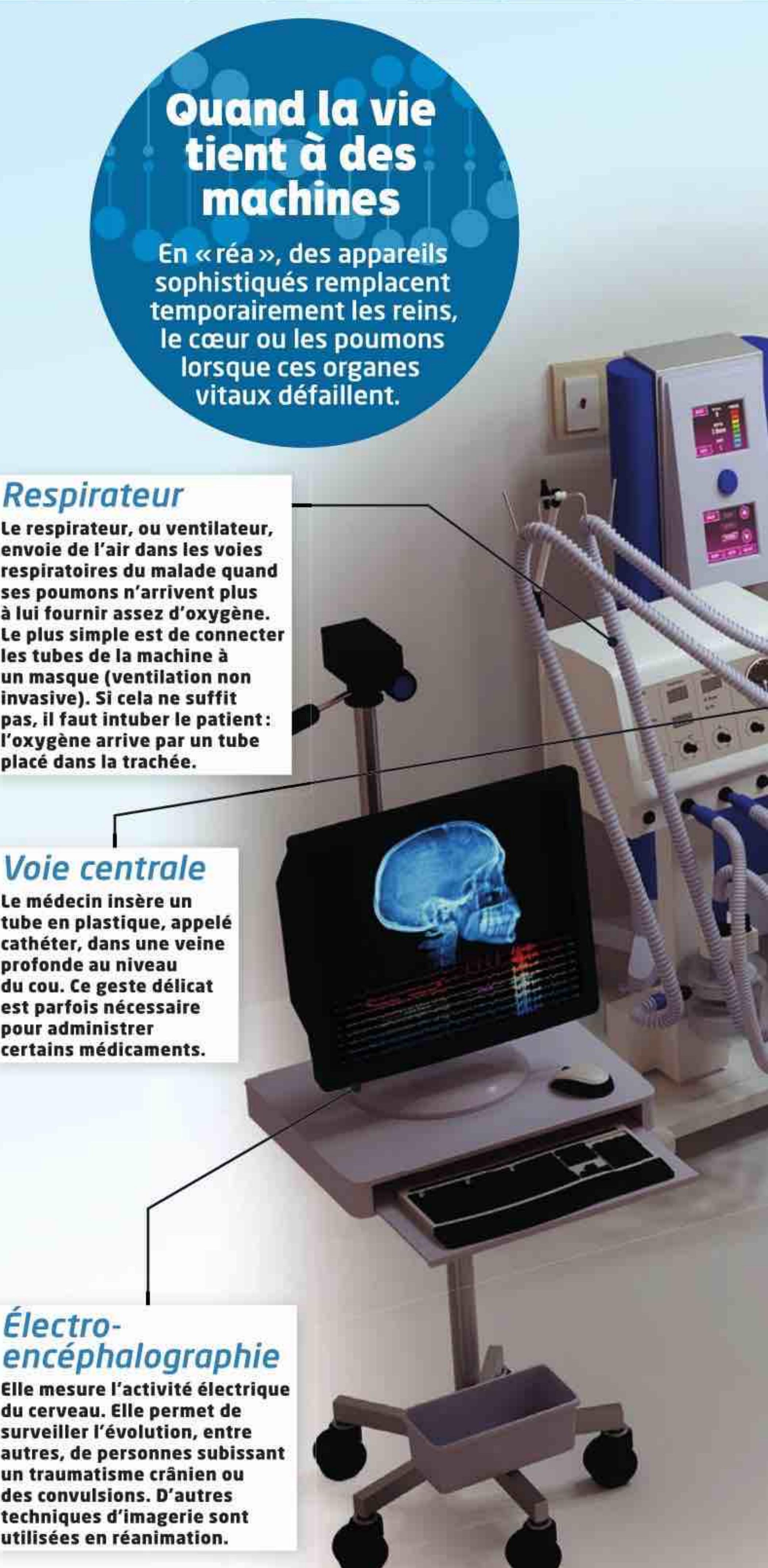
Le respirateur, ou ventilateur, envoie de l'air dans les voies respiratoires du malade quand ses poumons n'arrivent plus à lui fournir assez d'oxygène. Le plus simple est de connecter les tubes de la machine à un masque (ventilation non invasive). Si cela ne suffit pas, il faut intuber le patient : l'oxygène arrive par un tube placé dans la trachée.

Voie centrale

Le médecin insère un tube en plastique, appelé cathéter, dans une veine profonde au niveau du cou. Ce geste délicat est parfois nécessaire pour administrer certains médicaments.

Électro-encéphalographie

Elle mesure l'activité électrique du cerveau. Elle permet de surveiller l'évolution, entre autres, de personnes subissant un traumatisme crânien ou des convulsions. D'autres techniques d'imagerie sont utilisées en réanimation.



Électrodes

Pour réaliser une électroencéphalographie, il faut détecter des ondes cérébrales de différentes fréquences (alpha, bêta, delta...). C'est le rôle des électrodes placées sur le cuir chevelu.

Moniteur

L'écran affiche l'évolution des signes vitaux en continu : fréquence cardiaque et respiratoire, tension artérielle, température... L'appareil est relié à des capteurs placés sur le patient. En cas de problème, des alarmes alertent l'équipe médicale.

Nutrition artificielle

Les patients dans le coma ou intubés ne peuvent ni boire, ni manger. Les autres sont souvent trop faibles pour s'alimenter suffisamment. La nutrition artificielle leur apporte les nutriments et les calories nécessaires pour ne pas maigrir. L'alimentation liquide passe par une sonde insérée dans le nez ou la bouche jusqu'à l'estomac.

Pompe à perfusion

Quand l'alimentation via l'estomac est impossible, une pompe à perfusion délivre les nutriments directement dans le sang. Elle peut aussi servir à injecter des médicaments.

Bas de compression

Notre corps n'est pas fait pour rester allongé. Pour améliorer la circulation du sang dans les veines et éviter la formation de caillots, ces bas alternent compressions et décompressions des jambes. Il existe aussi des médicaments anticoagulants.

Dialyse

L'équipe médicale surveille la production d'urine du patient. En cas d'anomalie, signe que les reins fonctionnent mal, un appareil de dialyse les remplace. Il filtre le sang : il en élimine les déchets, de l'eau et des sels minéraux pour maintenir l'équilibre.

Assistance circulatoire

Quand la tension artérielle (pression du sang dans les artères) baisse trop, les organes manquent d'oxygène. Si les médicaments ne suffisent pas à l'augmenter, les médecins utilisent une machine appelée assistance circulatoire extracorporelle : elle fait sortir le sang pauvre en oxygène du corps, puis le réinjecte après l'avoir réoxygéné. Elle remplace le cœur et les poumons.

Cathéter de dialyse

Le sang est aspiré par la machine au niveau d'un cathéter, un petit tube inséré dans une veine du cou ou de la cuisse, puis passe dans une membrane filtrante avant d'être réinjecté.



Le moniteur au chevet du malade affiche des informations sur le sang, le cœur et le cerveau en temps réel.

« Il ne faut pas hésiter à appeler le 15 si l'on ressent un sentiment d'urgence médicale »

... caillot de sang). Mais chez les patients accueillis en réanimation, « plusieurs organes défaillent en même temps. C'est le plus intensif des soins intensifs », résume René Robert, médecin réanimateur au Centre hospitalier universitaire de Poitiers. Pour autant, les malades en réanimation ne sont pas tous inconscients : ils peuvent être branchés à une ou plusieurs machines sans lesquelles leur corps ne pourrait pas fonctionner, tout en restant éveillés.

Une équipe mobile pour les cas extrêmes

Comment les patients arrivent-ils en réanimation ? Certains y séjournent après une chirurgie (c'est le cas, entre autres, pour les opérations à cœur ouvert). D'autres étaient déjà hospitalisés ailleurs quand leur état s'est dégradé. Mais la plupart viennent des urgences ou du Service d'aide médicale urgente (Samu). Joignable en composant le 15, la plateforme téléphonique assiste la population vingt-quatre heures sur vingt-quatre, sept jours sur sept. « Il ne faut pas hésiter à appeler dès que vous ressentez un sentiment d'urgence face à un problème médical, ou que vous vous inquiétez de sa gravité potentielle », conseille le professeur Saïd Laribi, directeur médical du Samu 37 (Indre-et-Loire).

À l'autre bout du fil répondent des assistants de régulation médicale. Leur mission : recueillir l'identité du patient, sa localisation et sa demande. Si nécessaire, ils transfèrent l'appel à un médecin régulateur spécialisé en médecine d'urgence. Celui-ci interroge le patient, se renseigne sur ses antécédents et lui propose parfois un échange en visioconférence. La réponse apportée va du simple conseil médical ...

Une équipe soudée et complémentaire

Comme dans une équipe de football, chaque professionnel de la réanimation occupe un poste clé.

Infirmier

Il exécute les prescriptions établies par le médecin : il donne les médicaments, change les perfusions, règle les machines... Il prend soin des patients au quotidien, ce qui permet de créer une relation de confiance et de savoir comment ces derniers vivent la situation. Il doit y avoir au minimum deux infirmiers pour cinq patients.



Médecin

Présent en permanence dans le service, il élabore chaque jour les prescriptions pour les malades : médicaments, perfusions, réglages des appareils, consignes de surveillance... Il échange avec l'équipe lors des réunions de transmission et des visites auprès des patients. Deux spécialités permettent de se former à la « réa » : l'anesthésie-réanimation et la médecine intensive-réanimation.

Pharmacien

Les malades prennent souvent plusieurs médicaments à la fois, qui peuvent interagir et provoquer des effets indésirables. Ils doivent être réévalués plusieurs fois par jour. Le pharmacien participe aux réunions, vérifie les prescriptions (indication, dosage, mode d'administration...) et gère les stocks de médicaments.

Kinésithérapeute

Même un patient placé en coma artificiel peut bénéficier des soins d'un masseur-kinésithérapeute. Ce dernier fait bouger ses membres pour prévenir les problèmes liés à l'alimentation. Chez le patient éveillé, la rééducation démarre au lit. Petit à petit, le kinésithérapeute l'aide à reprendre des forces, s'asseoir, se mettre debout, mieux respirer... Cette gymnastique douce et adaptée permet de retrouver de l'autonomie.

Orthophoniste

Il n'est pas présent au quotidien en réanimation, mais il accompagne certains patients. Par exemple, après une ventilation artificielle, des séances d'orthophonie sont parfois nécessaires pour récupérer sa voix.

Aide-soignant

Il travaille en binôme avec l'infirmier pour tous les soins du quotidien. Comme le malade est dépendant, il faut lui faire sa toilette, le masser, le changer de côté pour éviter les escarres (plaies causées par l'alimentation prolongée)... L'aide-soignant crée une relation privilégiée avec le patient et veille à son confort. Il y a au minimum un aide-soignant pour quatre patients.

Psychologue

Il n'est pas systématiquement présent en réanimation, mais son rôle est essentiel. Il écoute et soutient le patient et ses proches dans une période traumatisante. Il accompagne également les professionnels de réanimation.

Assistant social

En général, il intervient dans le service à la demande. Il peut aider le patient et ses proches à gérer le retour à la maison, une perte d'autonomie, des difficultés financières, un problème juridique...



... (prendre tel médicament, etc.) à l'envoi, dans les situations extrêmes, d'une équipe mobile composée d'un médecin, d'un infirmier et d'un ambulancier : c'est le Service mobile d'urgence et de réanimation (Smur). « Le doute doit toujours bénéficier au patient », affirme Saïd Laribi. En cas de grave accident de la route, de perte de connaissance ou d'arrêt cardiaque, l'équipe mobile de réanimation se déplace auprès de la victime. En général, elle fait partie du même service hospitalier que les urgences, ce qui lui permet de continuer à s'occuper du patient à l'hôpital.

En réanimation, une équipe qualifiée prend en charge les malades, avec des médecins spécialisés présents en continu. « Vue de l'extérieur, la réanimation est comme une boîte noire. Lorsqu'on rentre dedans, il y a de l'agitation, du monde, du bruit et des machines », décrit le médecin réanimateur René Robert. Les professionnels doivent détenir des compétences techniques pointues (en médecine réanimatoire, il existe deux spécialités : la médecine intensive-réanimation et l'anesthésie-réanimation), mais aussi faire preuve d'humanité ainsi que d'excellentes capacités d'adaptation et de gestion du stress.

Pas de journée type ni de routine

C'est encore plus vrai en période de pandémie. « Ici, il n'y a pas de journée type. Les malades sont tellement fragiles, tellement différents, que la situation peut changer à chaque instant », poursuit le professeur Robert. L'état d'une personne peut s'aggraver brusquement, un afflux de patients débarquer... Pas de place pour l'ennui ni la monotonie. Ce contexte nécessite une collaboration particulièrement forte entre les médecins, les infirmiers, les aides-soignants et les autres professionnels de santé. Chaque matin, l'équipe assiste à la transmission des informations par leurs collègues de garde durant la nuit. Tous les jours, les médecins adaptent leurs prescriptions à l'évolution des patients (médicaments, perfusions...) et les transmettent aux infirmiers. Des visites collectives permettent également de discuter des cas les plus complexes.

La réanimation se distingue également par ses machines. Elles assurent deux rôles fondamentaux. Primo, surveiller en permanence l'état du malade : à quel rythme son cœur bat-il ? Son sang est-il assez riche en oxygène ? Quelle est sa pression artérielle ? Son volume d'urines est-il normal ? Quelle est sa ...

« Les malades sont tellement fragiles, tellement différents, que la situation peut changer à chaque instant »

Deux situations d'urgence

Les équipes de « réa » portent secours à tous, des accidentés de la route aux nouveau-nés en difficulté. Chaque fois, c'est une course contre la montre qui s'engage.

+ Dans l'ambulance

L'ambulance file à toute allure. Pour sauver une personne entre la vie et la mort, chaque minute compte. Dans les cas les plus graves, comme un accident de la route ou un arrêt cardiaque, le Samu (Service d'aide médicale urgente) envoie un médecin, un infirmier et un ambulancier dans un véhicule équipé de tout le matériel de réanimation.

Ce sont les Services mobiles d'urgence et de réanimation (Smur). En France, ils secourent n'importe qui, n'importe où. En général, ce sont des ambulances, mais il y a aussi des hélicoptères médicalisés à la montagne, en bord de mer ou en région parisienne. En 2018, 462 Smur ont réalisé 791 215 interventions, soit près de 2 200 par jour.

Matériel

L'ambulance est une mini-salle de réanimation. Elle comporte des machines (respirateur artificiel, défibrillateur pour relancer le cœur...) et de quoi effectuer les premiers gestes : poser un cathéter pour une perfusion, expulser l'air comprimant le poumon, fixer une attelle, panser une blessure... L'équipe dispose aussi d'une palette de médicaments injectables, d'un kit d'accouchement et de matériel spécifique pour les enfants.

Fixation

Quand l'ambulance roule à grande vitesse vers l'hôpital, le brancard doit être bien fixé afin que le patient et les appareils bougent le moins possible.



Brancard

Il permet de déplacer la victime, souvent incapable de marcher. Il est équipé d'un matelas, de barrières et d'attaches, et peut se fixer sur un chariot.



À la maternité

L'arrivée au monde ne se passe pas toujours sans encombre. Pour le nouveau-né, sortir du ventre chaud, douillet et humide de sa maman est une épreuve. Il doit respirer, se nourrir, réguler sa température et se protéger des infections dans un monde froid, sec et plein de microbes... Les prématurés, au développement inachevé, en sont incapables seuls. Ils ont besoin de l'assistance de machines et des soins prodigues par une équipe spécialisée en réanimation néonatale. Tout comme certains nourrissons à terme, qui ont souffert d'une naissance difficile (à cause d'un manque d'oxygène, par exemple). Ainsi, les soignants peuvent accueillir des bébés pesant de 500 g à 5 kg. En France, les maternités sont classées selon le niveau des soins proposés : seules celles de type 3 disposent d'une réanimation néonatale.

Plateau de radiographie

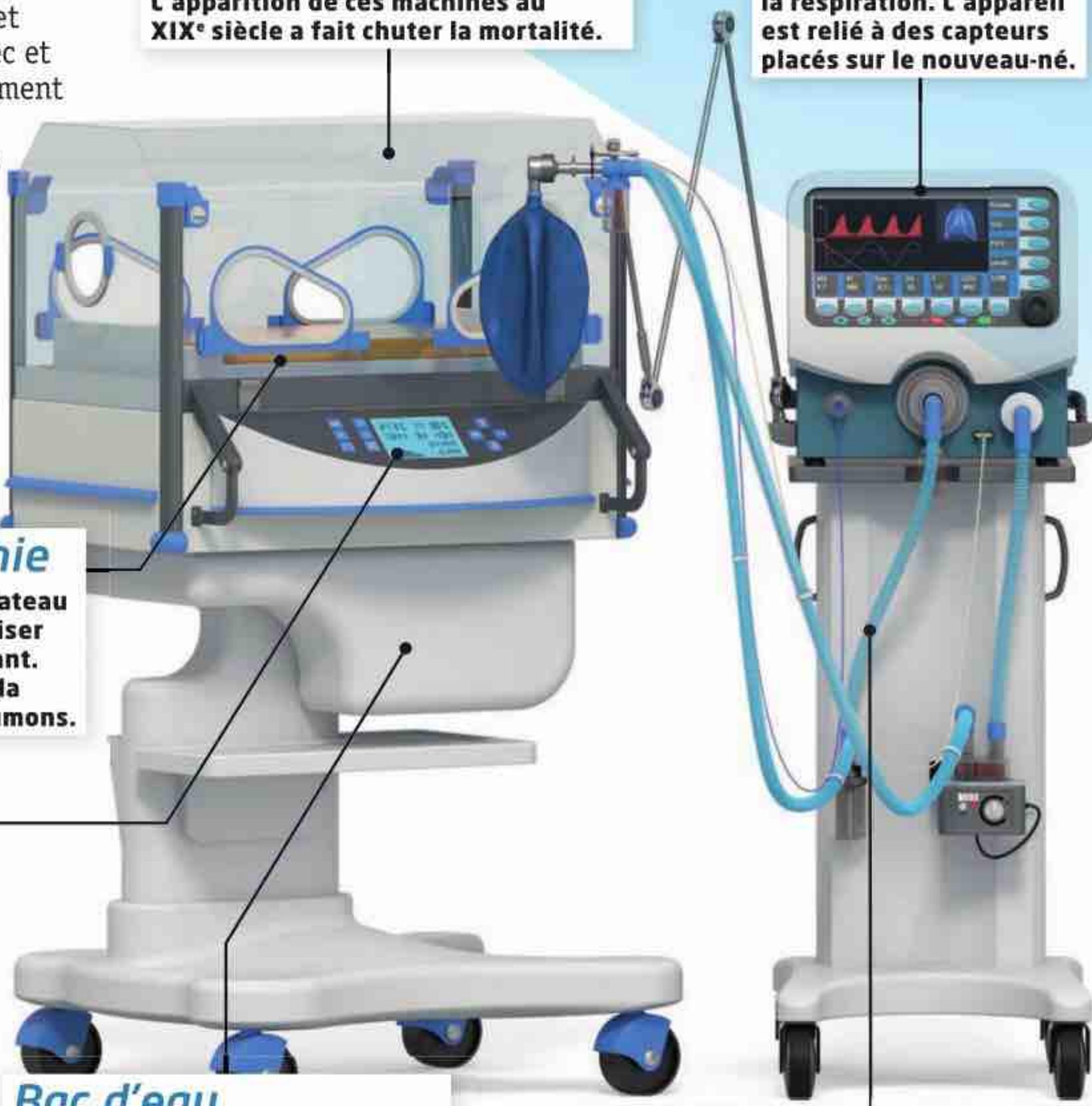
Certaines couveuses possèdent un plateau localisé sous le matelas : il sert à réaliser une radiographie sans déplacer l'enfant. Au niveau du thorax, par exemple, cela permet de surveiller l'état de ses poumons.

Écran de contrôle

Il permet de régler la température et l'humidité de l'air dans l'incubateur. Un capteur placé sur la peau du bébé contrôle sa température en temps réel.

Incubateur

Le bébé reste au chaud dans un incubateur, également appelé couveuse. Des hublots permettent de réaliser des soins et de le caresser. L'apparition de ces machines au XIX^e siècle a fait chuter la mortalité.



© Getty / Shutterstock

Moniteur

Des écrans permettent de suivre plusieurs signes vitaux, comme les battements du cœur et la respiration. L'appareil est relié à des capteurs placés sur le nouveau-né.



Moniteur

L'écran permet à l'équipe médicale de surveiller l'évolution du patient (température, fréquence cardiaque, pression artérielle...) lors des soins et durant le trajet.

Sièges

Les soins urgents sont réalisés sur place. Dès que son état est stabilisé, le patient est transféré vers l'hôpital. L'infirmier et le médecin sont assis à ses côtés pendant le trajet.



En France, un peu plus de 8 % des bébés naissent prématurément.



... température corporelle ? Grâce à des capteurs, des appareils équipés d'écrans, appelés moniteurs ou scopes, affichent ces données en continu. Ils sont reliés au poste de surveillance, qui centralise les informations des différents patients. Des alarmes avertissent le personnel en cas de problème. Avec d'autres examens (prise de sang, imagerie...), des échanges et des observations, ces données permettent aux soignants de réévaluer chaque jour la gravité de la situation. Secundo, des machines remplacent les organes défaillants : l'appareil de dialyse pour les reins, la circulation extra-corporelle pour le cœur...

Ces techniques d'assistance sont à l'origine même de la réanimation. C'est en Europe, dans les années 1950, alors que sévissait une épidémie de poliomylérite (maladie causant parfois une paralysie de la respiration), que des médecins danois créèrent la première ventilation artificielle, ainsi qu'une salle dédiée à cette technique d'assistance et à la surveillance du patient. Puis, au début des années 1960, la réanimation connut une nouvelle accélération avec l'essor du rein artificiel. Depuis, ces techniques ne cessent de

s'améliorer. La recherche clinique permet d'élaborer des appareils plus efficaces et mieux tolérés.

Mais la technologie ne peut pas tout. Dans un service où les patients sont au plus mal, où la confrontation à la mort est permanente, l'humain passe avant tout. Les malades et leurs proches vivent un traumatisme. Les soignants les accompagnent du mieux qu'ils peuvent, mais guérir d'une maladie grave n'est pas anodin. Selon certaines études, un tiers des survivants auraient des séquelles psychologiques, liées aux souvenirs difficiles de leur hospitalisation.

« Nous sommes là pour 'd'abord ne pas nuire'. À chaque instant, nous devons nous questionner : Comment rendre les soins plus humains ? Jusqu'où les pousser ? Comment réduire la douleur ? », s'interroge Anne-Sophie Debue,

infirmière en réanimation (*lire son interview en page de droite*). Rendre les soins plus humains, c'est aussi permettre la visite d'un animal de compagnie, personnaliser les murs d'une chambre avec des dessins, des photos... Pour que la vie continue, dans les meilleures conditions possibles, pendant et après le séjour en réanimation. ☎



Chances de survie

C'est grave, docteur ?

Oui, lorsqu'un patient est en réanimation, c'est toujours grave. Mais à quel point ? Pour l'évaluer, l'équipe médicale utilise des outils appelés scores de gravité, comme l'indice de gravité simplifié II. Celui-ci a été mis au point en 1993 à partir d'une base de données de plus de 13 000 patients européens et nord-américains en réanimation dans douze pays. Le calcul repose sur 17 informations, comme l'âge, la température du corps, la fréquence cardiaque, la pression artérielle, la concentration en globules blancs dans le sang ou la présence

d'une maladie chronique sous-jacente (sida, cancer...). L'indice est associé à un risque de décès à l'hôpital. Plus le score est élevé (de 0 à 163), plus la situation est grave et plus le risque de mortalité est grand. Pour autant, ces outils ne servent pas à prédire la survie ou la mort de chaque patient. Un risque de mortalité de 2 % signifie que dans un groupe de 100 malades de même sévérité, deux vont mourir, mais impossible de prévoir lesquels. Ces outils statistiques aident à évaluer et améliorer l'efficacité des traitements en réanimation.

Une équipe médicale mobilisée pour réanimer un patient ayant fait un malaise cardiaque.



INTERVIEW

« Ensemble au chevet du patient »**Anne-Sophie Debue**

Infirmière en médecine intensive-réanimation à Paris, membre de la Fédération nationale des infirmiers de réanimation et doctorante en éthique du soin



**Comment ça marche :
La réanimation est-elle
un service hospitalier
comme un autre ?**

Anne-Sophie Debue : Non. En réanimation, nous accueillons les patients en danger de mort. Le relationnel est fondamental car ils sont très fragiles et angoissés. Même s'ils sont dans le coma, nous continuons à leur parler, à maintenir un lien. D'autre part, nous appliquons des règles d'hygiène encore plus strictes qu'ailleurs. Et aucun service n'utilise autant de machines d'assistance. Cela nécessite maîtrise technique, dextérité et précision. En France, les infirmiers ne sont pas formés spécifiquement à la réanimation. C'est un problème car lorsqu'ils arrivent dans le service, ils ne savent ni utiliser les machines, ni appréhender la fragilité des patients. Ils apprennent sur le tas.

**CCM : Comment travaillez-
vous avec vos collègues ?**

A.-S. D. : Nous sommes main dans la main en permanence, ensemble au chevet du patient. Tous les gestes nécessitent de l'entraide. Par exemple, j'assiste le médecin pour poser des cathéters centraux. La toilette

se fait elle aussi à plusieurs. La réunion de transmission se passe en équipe, tout comme la visite consistant à discuter des projets de soin des malades. Les soigner nécessite une grande réactivité. Dès que je perçois un signe d'aggravation, j'en informe le médecin présent jour et nuit dans le service.

**CCM : Quelle place les
familles occupent-elles
en réanimation ?**

A.-S. D. : Dans un service ordinaire, le secret professionnel impose de ne parler qu'au patient. En réanimation, c'est impossible. Même si nous protégeons les données sensibles, nous nous devons d'informer les familles, qui jouent un rôle dans les décisions à prendre. Au quotidien, lorsque je réalise les soins, je discute avec le patient ou ses proches pour mieux le connaître et savoir ce qu'il voudrait, même s'il est incapable de s'exprimer. C'est capital pour personnaliser

le soin. Cela demande beaucoup d'écoute. De plus en plus de services de réanimation autorisent les visites vingt-quatre heures sur vingt-quatre.

**CCM : Comment l'hôpital
gère-t-il la pandémie
de Covid-19 ?**

A.-S. D. : Durant le [premier, NDRL] confinement, la plupart des réanimations ont fermé leurs portes aux familles. Quasiment aucune visite n'était possible. Nous avons accueilli des malades de même profil, avec les mêmes atteintes, les mêmes traitements... Nous avons travaillé à la chaîne, sans savoir qui étaient nos patients. Les décisions étaient donc plus difficiles à prendre et moins personnalisées. Lorsque les services ont été saturés, il a fallu ouvrir des réanimations temporaires avec des infirmiers d'autres services, non formés à l'usage des respirateurs artificiels, et des médecins moins expérimentés en réanimation. Tous les patients n'ont pas eu les mêmes chances d'accéder à un soin de qualité.



Un patient Covid-19 pris en charge à l'hôpital.

Des moniteurs en salle de réanimation.





Contre la



Cet hôpital de campagne - le Nightingale Hospital - a été mis sur pied à Londres en neuf jours pour répondre à l'afflux de patients Covid-19.

Une crise sans précédent

Des services saturés

Depuis le début de l'année 2020, la pandémie de Covid-19 met le système de santé sous pression. À la mi-mars, les appels téléphoniques au Samu (15) avaient triplé. Il y en a eu jusqu'à 80 000 de plus par jour. Les services ont dû se réorganiser pour limiter le temps d'attente, grâce à la mobilisation des équipes hospitalières, des étudiants en médecine et des médecins libéraux. Les patients peu atteints ont été orientés vers leur médecin traitant, mais les plus malades ont afflué aux urgences.

Durant la première vague, entre le 1^{er} mars et le 15 juin, 90 000 patients ont été hospitalisés en France. Ils y sont restés en moyenne vingt jours quand ils ont eu besoin de passer par les soins critiques (réanimation, soins intensifs), huit jours sinon. Dans l'est du pays puis en Île-de-France, les régions d'abord les plus touchées, les services de réanimation se sont brusquement remplis, avec 100 %

des lits occupés au pic de l'épidémie. Il a fallu créer des unités dédiées aux patients atteints du virus, avec de nouveaux lits de réanimation, et en parallèle solliciter les étudiants, déprogrammer des consultations et des opérations pour libérer du personnel. Lequel devait également gérer la pénurie de matériel (masques, surblouses, gel hydroalcoolique...). Les autorités ont même organisé des transferts de patients vers d'autres régions (Nouvelle-Aquitaine, Centre-Val de Loire...) et pays (Allemagne, Suisse...) en train, en hélicoptère, en avion et en bateau (de la Corse à Marseille). Au cœur de la crise, certains ont préféré éviter les urgences, de peur d'être contaminés. Conséquence : des maladies ont été diagnostiquées tardivement (problème cardiaque, cancer...).

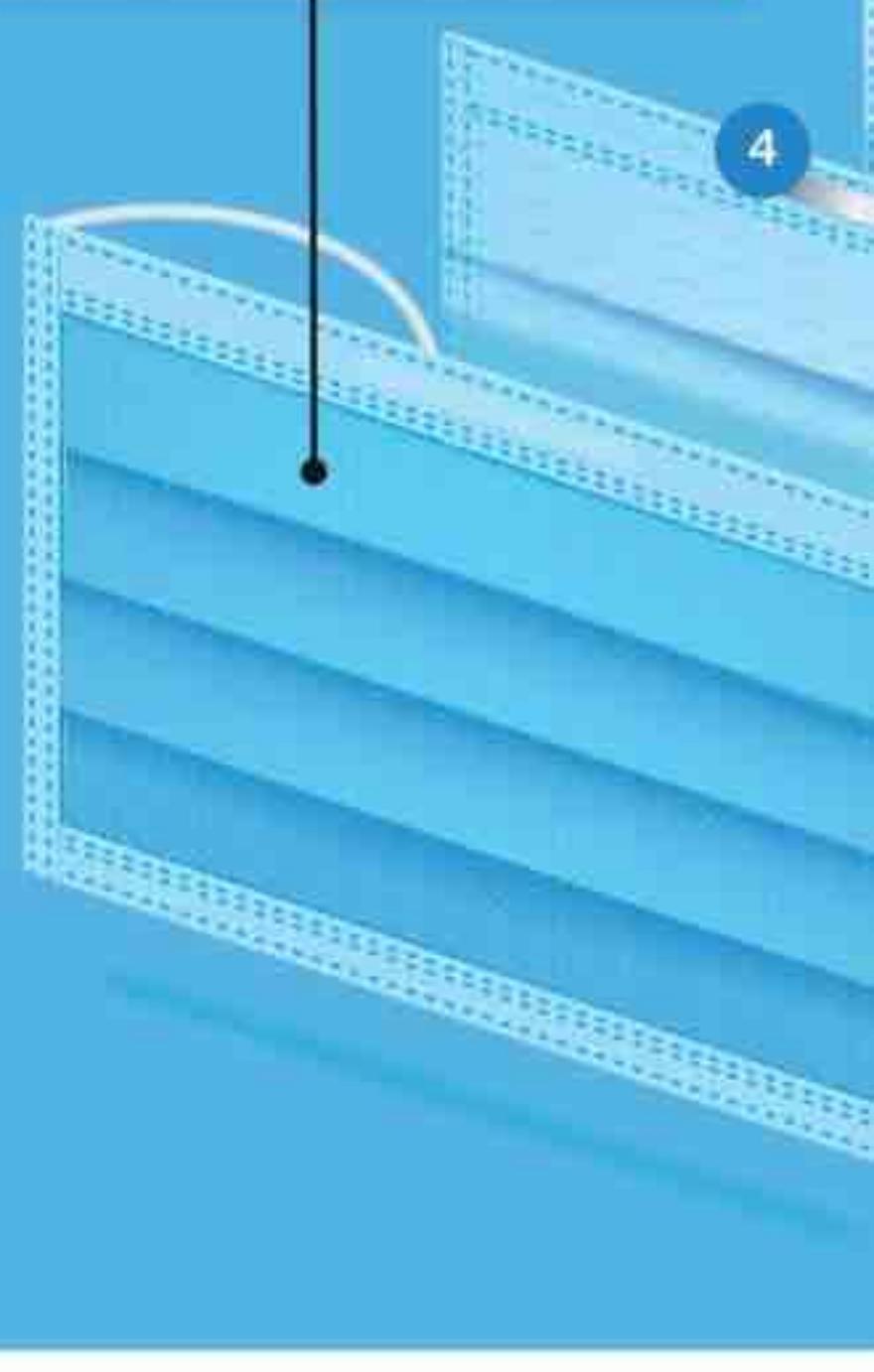
Depuis cet automne, la seconde vague semble emprunter le même chemin : si les commandes de masques, de respirateurs et de médicaments ont permis de renflouer les stocks, le nombre de lits permanents est resté le même, tout comme les effectifs de soignants.

Les plus touchés sont les infirmiers et les aides-soignants, au plus près des malades

Zoom sur un masque chirurgical

1 Face externe

De couleur bleue, elle est en polypropylène. Dans les masques de type IIR, cette couche est imperméable, ce qui protège des projections (toux, postillons...). Ce n'est pas le cas des masques de types I et II.

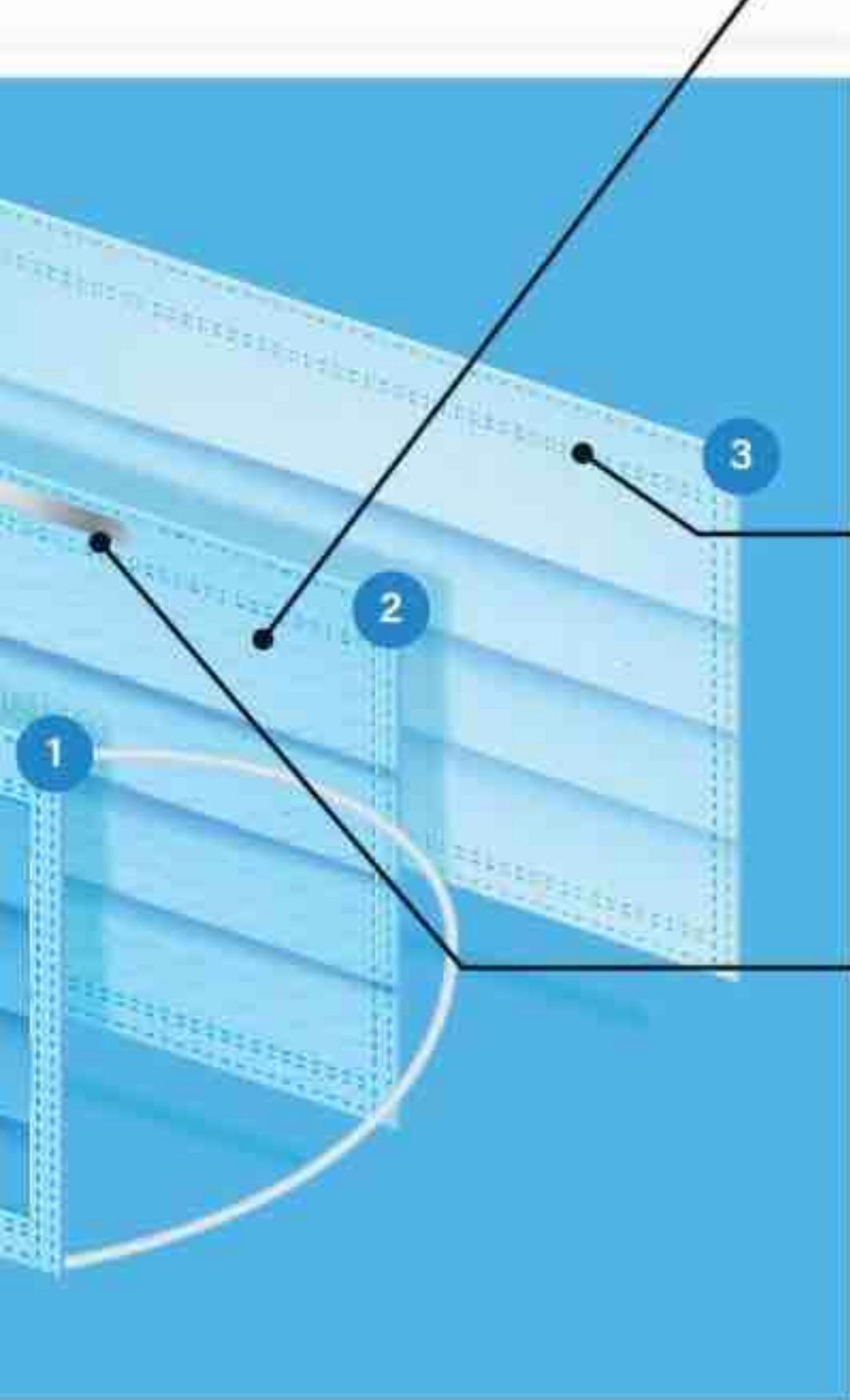


Covid-19

Une maladie très contagieuse

Durant une épidémie, les soignants sont en première ligne face à un ennemi invisible, contre lequel ils doivent eux-mêmes se protéger.

Il ne se voit pas, mais il fait des ravages. En ces temps de pandémie, les équipes de réanimation reçoivent de nombreux patients atteints du Sars-CoV-2 (virus responsable de la Covid-19). Ils s'en occupent comme de tous les malades : ils les soignent, leur donnent des médicaments, font leur toilette... alors qu'ils risquent eux-mêmes à tout moment de contracter la maladie. Les plus touchés sont les infirmiers et les aides-soignants, au plus près des malades. Même surchargés de travail, ils doivent prendre toutes les précautions nécessaires pour éviter la contamination : porter un équipement de protection complet et se frictionner les mains avec du gel hydroalcoolique avant et après chaque contact. Dans l'hôpital, un parcours spécifique permet d'isoler les cas suspects et confirmés des autres patients hospitalisés.



2 Couche filtrante

Elle stoppe plus de 95 % des particules de taille moyenne (environ 3 micromètres) dans le sens de l'expiration (plus de 98 % pour les types II et IIR). Ce masque sert surtout à protéger les autres lorsqu'on est malade.

3 Face interne

De couleur blanche, elle est également en polypropylène.

4 Barrette nasale

Cette tige métallique permet d'adapter le haut du masque à la forme du nez. Bien ajusté, le masque est plus efficace.

Lunettes

Des lunettes ou une visière assurent une protection des yeux en cas de toux ou de crachat. Elles évitent également au soignant de se toucher les yeux par mégarde.

Charlotte

Elle diminue le risque de contamination en empêchant de se toucher les cheveux et donc le visage.

Surblouse

Quand il est en contact direct avec un patient, pour le déplacer par exemple, le personnel doit porter une surblouse ou un tablier à usage unique par-dessus ses vêtements.

Gants

La transmission des microbes passe souvent par les mains. Il faut donc les désinfecter régulièrement et porter des gants durant les soins.

Masque

A minima, les soignants doivent porter un masque chirurgical qui protège des projections de gouttelettes, mais pas des petites particules en suspension dans l'air (aérosols). Auprès de leurs patients atteints du virus, ils le remplacent par un masque plus efficace, dit FFP2, filtrant au moins 94 % des aérosols (d'une taille de 0,6 micromètre en moyenne).

INTERVIEW

HERVÉ THIS

«La cuisine est une mine de phénomènes»

En 1988, ce physico-chimiste mettait les tubes à essai dans le plat, en inventant la gastronomie moléculaire! L'appétit aiguisé à l'approche des fêtes de fin d'année, nous avons voulu en savoir plus sur cette savoureuse aventure scientifique.

Par Marc Branchu

Au seuil des années 1990, Hervé This fit irruption dans le monde de la cuisine, avec son col Mao et ses idées iconoclastes. Physico-chimiste, il proposait de préparer une glace en un clin d'œil avec de l'azote liquide, ou de monter une mousse au chocolat sans blancs en neige. En somme, il souhaitait faire profiter les cuisiniers des avancées de la «gastronomie moléculaire», discipline qu'il venait d'inventer avec le physicien anglais d'origine hongroise Nicholas Kurti (1908-1998). Inutile de dire que, dans un univers de chefs réputés conservateurs, certains avalèrent leur blanquette de travers!

Trente ans plus tard, force est de constater que ses idées ont fait leur chemin, et que les siphons

à chantilly sont en vente dans le commerce... Déjà reconnu, décoré d'une Légion d'honneur (2008), le scientifique n'en poursuit pas moins son effort de pédagogie, fidèle à son credo : «Vive la chimie!» La plume facile, il a publié des dizaines d'ouvrages, tient cinq blogs et continue de collaborer au magazine *Pour la science*. Il multiplie aussi les cours, les conférences ou les interventions dans les médias : il a son «rond de serviette» aux *P'tits bateaux*, l'émission pour enfants de France Inter.

Mais pour rien au monde il ne sacrifierait sa véritable passion, la recherche, qu'il mène depuis son labo parisien d'AgroParisTech. C'est là qu'il nous reçoit ce matin d'automne, souriant et accessible, avec en fond sonore les *Variations Goldberg* dirigées par Daniel Barenboïm... ☺



Les plats «note à note» en photo sont signés Julien Binz. Ici, *Craquante et son sponge cake à «l'évocation» noisette*.

«Amusons-nous, préparons des spaghetti de jus d'orange!»

Comment ça marche : C'est dans ce labo qu'a démarré l'aventure de la gastronomie moléculaire ?

Hervé This : Non, tout a commencé dans ma cuisine, un dimanche de mars 1980. J'avais décidé ce jour-là de préparer un soufflé pour des amis. On disait alors que le secret était d'incorporer les jaunes d'œuf deux par deux. Ayant raté mon soufflé, j'ai passé les jours suivants dans mon labo, à me pencher sur cette théorie des deux jaunes d'œuf. J'ai ainsi commencé à étudier les dictions culinaires, seul dans mon coin. Puis je me suis rapproché du physicien Nicholas Kurti,

le seul scientifique qui s'intéressait alors au sujet.

CCM : Vous étiez attiré par la cuisine ?

H. T. : Pas plus que cela. C'est la recherche scientifique qui m'y a conduit. Cela dit, j'ai toujours aimé cuisiner. Et je suis issu d'une famille alsacienne très gourmande. Mon père [le psychiatre Bernard This, proche de Françoise Dolto, NDLR] n'était pas riche, mais il nous emmenait chez Paul Bocuse.

CCM : Quel était le but de cette discipline nouvelle ?

H. T. : Comprendre les mécanismes des phénomènes



Inlassable pédagogue,
Hervé This multiplie
les interventions
dans les médias ou
lors de conférences
(ici en Argentine).

BIO EXPRESS

1955

Naissance à Suresnes (Hauts-de-Seine). Il intègre l'école de physique-chimie (ESCP) après deux ans de prépa « math sup-math spé », tout en suivant un cursus à la faculté de lettres modernes, à Paris.

1981

Sa « double casquette » (scientifique et littéraire) lui vaut d'intégrer le magazine *Pour la science*, auquel il collabore encore aujourd'hui. Il se lance aussi dans l'exploration scientifique des dictons culinaires.

1988

Avec le physicien Nicholas Kurti, il fonde la gastronomie moléculaire.

1999

Il initie cette année-là une collaboration avec son ami Pierre Gagnaire, grand chef étoilé, qui met en pratique ses découvertes.

« Tout a commencé dans ma cuisine, un dimanche de mars 1980 »

survenant lors des transformations culinaires. Comment se fait-il que le blanc d'œuf se transforme à la cuisson en solide blanc et opaque? Pourquoi, lorsque l'on cuite une tarte à la myrtille, la pâte brunit-elle et les myrtilles ramollissent-elles? La cuisine est une mine de phénomènes, qui étaient jusqu'alors négligés par les sciences. Il y avait aussi l'idée d'explorer les possibilités de la chimie, d'oser de nouveaux

ingrédients: amusons-nous en cuisine, préparons des spaghetti de jus d'orange ou des perles de grenade!

CCM: Trente ans après vos débuts, où en sommes-nous?
H. T.: Trente-quatre laboratoires font aujourd'hui de la gastronomie moléculaire dans le monde. Les chefs se sont approprié les applications techniques - ce qu'on appelle la « cuisine moléculaire ».



Voluptueuse et son sorbet à « l'évocation » betterave.

La cuisson basse température, l'agar-agar sont partout dans les cuisines... Il m'arrive au restaurant de demander aux chefs s'ils font de la cuisine moléculaire. Parfois ils nient, alors qu'ils possèdent un siphon à chantilly! Elle s'est tellement banalisée qu'on ...



Avec le chef alsacien
Julien Binz.

... n'en parle même plus. C'est gagné, d'une certaine façon. La nouvelle tendance, c'est la « cuisine note à note ».

CCM : Que vous avez inventée en 1994... De quoi s'agit-il ?

H. T. : C'est l'équivalent culinaire de la musique de synthèse, produite uniquement avec des ondes sonores pures. Le même procédé est transposable en cuisine. Avec des composés isolés, on peut construire une consistance, une forme, une couleur, un goût... De nombreux champignons sont caractérisés par une odeur familière, mêlant celle du champignon, du sous-bois, de la forêt profonde et humide. On a appris à isoler l'un des principaux composés de ce goût : le Oct-1-én-3-ol. Pourquoi ne pas tenter de s'en servir en cuisine, comme une épice ?

CCM : On peut imaginer des repas intégralement note à note ?

H. T. : Oui, des cuisiniers s'y sont déjà essayés, comme Julien Binz



Fondante et son émulsion à « l'évocation » champignon de sous-bois.

en Alsace ou Andrea Camastrà à Varsovie (Pologne). Depuis 2006, mon ami Pierre Gagnaire, grand chef étoilé, crée de vrais chefs-d'œuvre culinaires, en interprétant mes « trouvailles ». Comme les « Perles de pomme, opaline, granité citron », 100 % « note à note »... sans pomme ni citron. Pierre est capable, au détour de chaque discussion, de vous surprendre avec une idée nouvelle. Il travaille beaucoup. Je donne souvent ce conseil aux plus jeunes : impliquez-vous dans ce que vous aimez faire.

CCM : Encore faut-il trouver sa vocation !

H. T. : C'est vrai. Et pour cela, je crois beaucoup au test du bavardage de l'Anglais Francis Crick (1916-2004). Physicien à Cambridge, il réalisa un jour que lors de ses dernières sorties au pub, il n'avait cessé de parler biologie à ses amis. Il comprit que c'était cela qui l'intéressait vraiment. Il s'y consacra pleinement. Quatre ans plus tard, il était prix Nobel de biologie ! Faites ce que vous aimez, vous ne lésinerez pas sur le temps que vous y consacrerez. Vous aurez d'autant plus de succès dans votre activité.

CCM : Et vous, comment avez-vous découvert votre vocation ?

H. T. : À 6 ans, j'ai reçu en cadeau une boîte du « petit chimiste ». Je n'ai cessé dès lors de m'intéresser à la science. Je suis devenu un habitué

du Palais de la Découverte (à Paris), j'y allais trois après-midi par semaine. Au point que les animateurs m'avaient repéré et qu'ils me « confierent » un jour l'exposé sur l'air liquide. Je n'avais que 12 ans !

« Faites ce que vous aimez, vous ne lésinerez pas sur le temps que vous y consacrerez »

CCM : Les fêtes approchent.

Pour nos lecteurs, une recette issue de la cuisine moléculaire ?

H. T. : Pourquoi pas le chocolat Chantilly ? Mettez à chauffer 200 g d'eau dans une casserole, puis ajoutez 250 g de chocolat pâtissier. En faisant refroidir cette émulsion, fouettez-la jusqu'à ce qu'elle blanchisse (des bulles d'air invisibles à l'œil nu sont introduites). Fouettez alors plus vigoureusement encore. La consistance change. Sans avoir eu besoin de monter des blancs en neige, vous avez préparé un délicieux chocolat Chantilly. Bonne dégustation !



© Sandrine Kauffer

Crèmeuse, avec une « évocation » fromage-œuf en brouillade.

COMMENT SE GRAVENT NOS SOUVENIRS

Apprendre une langue, mémoriser le chemin de l'école, se rappeler la date d'anniversaire de sa grand-mère... Voici comment travaille notre disque dur interne.

Par Julia Negroni

Nous possédons en réalité plusieurs systèmes de mémoire, chacun dévolu à une tâche précise

Que serions-nous sans mémoire? Cette faculté est ce qui nous permet d'intégrer, de conserver et de restituer des informations pour interagir avec notre environnement. En fait, il n'existe pas une mémoire, mais plusieurs systèmes de mémoire impliquant différents réseaux de neurones reliés entre eux. La mémoire de travail,

ou immédiate, est la mémoire à court terme qui constitue la première étape d'une mémorisation à plus long terme. Nous l'utilisons pour retenir des informations pendant quelques secondes, voire quelques dizaines de secondes, au cours de la réalisation d'une tâche. Elle est donc sollicitée en permanence. Elle nous permet, par exemple, de retenir un numéro de téléphone le temps de le noter.

Ensuite vient la mémoire à long terme, qui, comme son nom l'indique, stocke les informations pendant une longue durée, voire toute la vie. D'une capacité considérable, elle se décompose en quatre systèmes, selon la nature de l'information à mémoriser. La mémoire épisodique a pour fonction d'enregistrer les événements vécus personnellement, datés et localisés. La mémoire sémantique ...



... concerne les connaissances générales sur soi et sur le monde. Elle permet, entre autres, de savoir où se trouvent les lieux connus (ville, quartier...) ou de retenir que Teddy Riner est le judoka le plus titré de l'histoire. La mémoire procédurale enregistre les gestes que nous avons appris et qui sont devenus automatiques. C'est elle qui nous permet de marcher, faire du vélo, conduire ou jouer de la musique sans avoir à réapprendre les gestes chaque fois. Enfin, la mémoire perceptive, ou sensorielle, s'appuie sur nos sens et fonctionne la plupart du temps à notre insu. Elle stocke des images (visages, lieux...) ou des bruits (voix...) sans que l'on s'en rende compte. C'est notamment elle qui intervient lorsqu'une personne rentre chez elle par habitude, grâce à des repères visuels.

Des zones dédiées dans le cerveau

Mais comment se « gravent » nos souvenirs dans notre cerveau? Un souvenir est composé d'images, de sons, de goûts, de textures ou d'odeurs. Ces informations captées par nos cinq sens sont traitées dans des zones dédiées dans le cerveau (l'aire visuelle pour les images, l'aire auditive pour les sons, etc.), puis véhiculées par des voies neuronales jusqu'à l'hippocampe et l'amygdale. La première est une petite région nichée au niveau des tempes, que l'on nomme ainsi car sa forme est très proche de celle de l'animal marin du même nom. Elle joue un rôle primordial dans les processus de formation et de consolidation des souvenirs (voir en page de droite). Par exemple, je viens de déménager. Au départ, je mémorise ma nouvelle adresse dans le but de la transcrire sur une feuille (mémoire de travail). Ensuite, comme je souhaite m'en rappeler durablement, il faudra que je l'apprenne en la répétant plusieurs fois (j'engage alors un processus de consolidation à long terme au niveau de mon hippocampe).

Située à proximité et en avant de l'hippocampe, l'amygdale tient quant à elle un rôle essentiel dans l'association d'une émotion à un événement particulier. Le contexte affectif et émotionnel est en effet important pour la fixation et la persistance des souvenirs. Lorsqu'on sent un parfum, par exemple, on mémorise cette odeur dans notre cerveau en même temps qu'elle provoque en nous une émotion.



Un parfum associé à une émotion comme la joie fera renaître plus facilement le souvenir d'un moment heureux, par exemple.



Certains souvenirs, ceux associés à une forte émotion, restent ancrés durablement

naissent les souvenirs, sous la forme d'une activité électrique correspondant à un ensemble de neurones reliés les uns aux autres en réseau par le biais de connexions synaptiques (les synapses étant les points de contact entre les neurones).

Ces connexions évoluent constamment au gré des expériences et sont responsables de la persistance d'un souvenir à long terme ou non. Elles sont plus solides en cas de fortes émotions associées, ce qui explique que certains souvenirs restent

Ces deux régions cérébrales, hippocampe et amygdale, fonctionnent en étroite relation. Elles représentent un carrefour privilégié où ancrés durablement en nous. Une fois consolidés, les souvenirs sont stockés dans d'autres régions du cortex cérébral (voir infographie page suivante): les régions préfrontale (au niveau du front), pariétale (vers le haut du cerveau), occipitale (à l'arrière du cerveau) et temporale (sur le côté du cerveau).

Sur le plan morphologique, la consolidation d'un souvenir est associée à des changements de forme et de taille des synapses, que l'on qualifie de « plasticité synaptique ». Avec l'âge, la plasticité des synapses diminue et les modifications des connexions sont plus éphémères, c'est pourquoi les personnes âgées peuvent éprouver plus de difficultés pour retenir de nouvelles informations.



Mécanismes mentaux

La construction d'un souvenir en 5 étapes



1. Détection

Le cerveau recueille des informations en provenance de nos cinq sens : la vue, l'ouïe, le toucher, l'odorat et le goût.



2. Encodage

Ces informations sont traitées dans l'hippocampe, où un sens est donné à l'élément à mémoriser grâce à des représentations mentales, des indices ou des repères intégrés à notre mémoire de travail. Par exemple, l'encodage du mot « girafe » sera facilité si on l'associe à sa catégorie (animal) ou à l'un de ses attributs (grand cou). L'encodage sera d'autant plus solide que l'information à mémoriser sera associée à des connaissances déjà acquises.



3. Consolidation

Ce processus se déroule lui aussi dans l'hippocampe et permet de maintenir plus longtemps (pendant des jours, des semaines, voire des années) les informations dans notre mémoire. Pour se souvenir du nom d'une personne sur une longue période, il faudra répéter souvent son nom en la visualisant mentalement.



4. Stockage

Une fois l'information consolidée, il faut pouvoir la conserver dans le temps, en la « gravant » dans notre mémoire à long terme. Cette opération se déroule dans le cortex (préfrontal, pariétal, occipital, temporal) et s'effectue sur un temps plus ou moins long, dépendant de la qualité de l'encodage.



5. Rappel

Le rappel, ou récupération, désigne le mécanisme qui permet à une information préalablement apprise et stockée d'être extraite de la mémoire. Un souvenir est récupérable souvent à l'aide d'indices de récupération. Par exemple, une chanson entendue peut déclencher le souvenir d'un événement associé.

Les neurones établissent de nouvelles connexions chaque fois qu'un souvenir s'inscrit dans la mémoire.



À chaque région du cerveau sa spécialité

Lobe préfrontal

Il est sollicité en permanence dans le traitement des souvenirs à court terme (mémoire de travail) et permet le stockage des souvenirs autobiographiques à long terme (mémoire épisodique).

Ganglions de la base

Aussi appelés noyaux gris centraux, ils sont chargés de former et rappeler tous les souvenirs procéduraux (nos savoir-faire et nos apprentissages : manger, jouer d'un instrument, conduire, nager...). C'est grâce à eux qu'une fois que vous avez appris à faire du vélo, vous n'oubliez jamais.

Lobe pariétal

Il est impliqué dans la mémoire sémantique, qui fait appel au langage (lecture, écriture, parole), ainsi que dans le traitement des informations sensorielles.

Lobe occipital

Il intervient dans la mémoire visuelle, qui stocke une multitude d'informations à notre insu, comme des visages, des lieux, etc.

Cervelet

Il est sollicité dans l'apprentissage moteur, plus précisément dans la mémoire des compétences motrices (par la pratique) et la précision des mouvements.

Lobe temporal

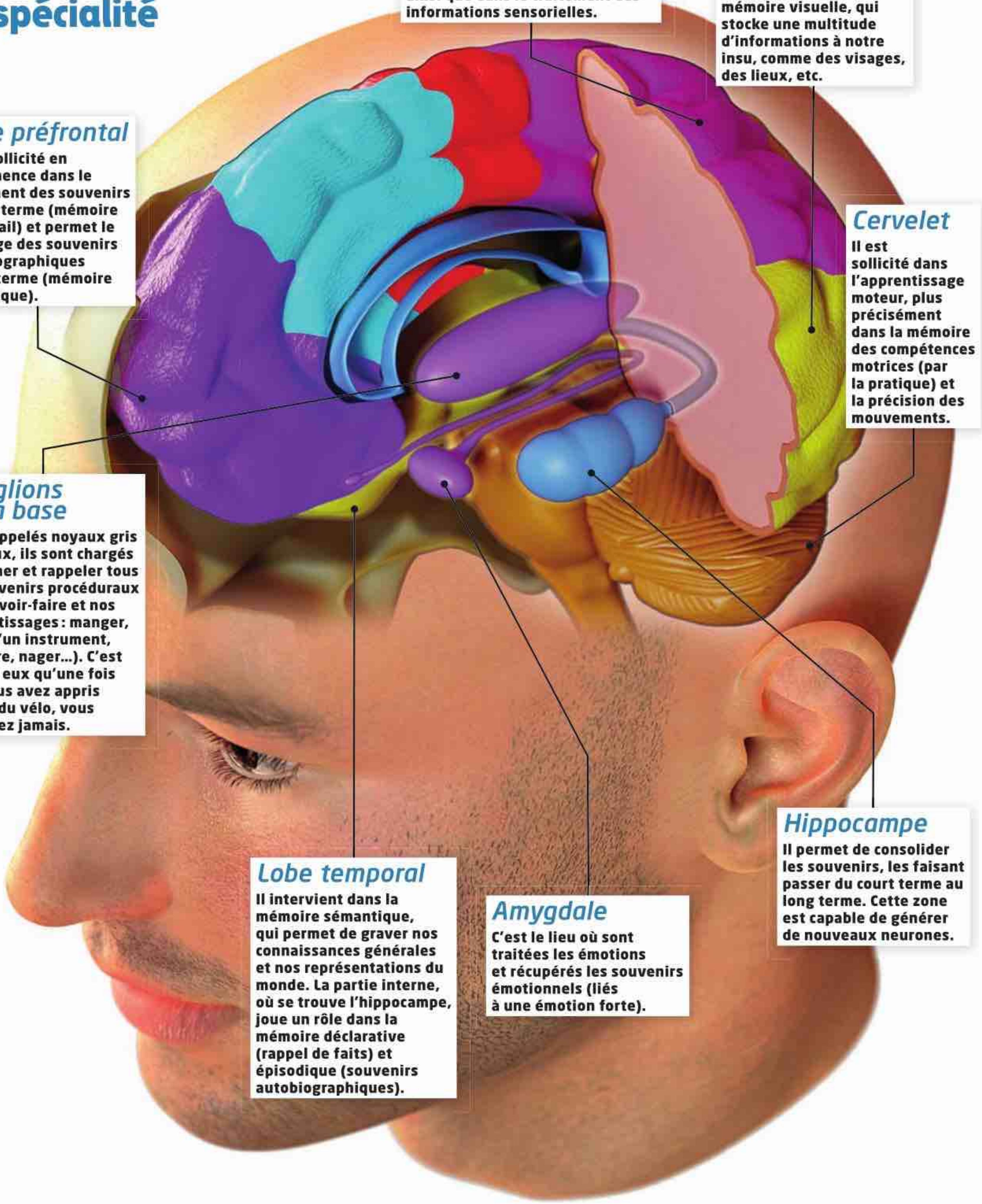
Il intervient dans la mémoire sémantique, qui permet de graver nos connaissances générales et nos représentations du monde. La partie interne, où se trouve l'hippocampe, joue un rôle dans la mémoire déclarative (rappel de faits) et épisodique (souvenirs autobiographiques).

Amygdale

C'est le lieu où sont traitées les émotions et récupérés les souvenirs émotionnels (liés à une émotion forte).

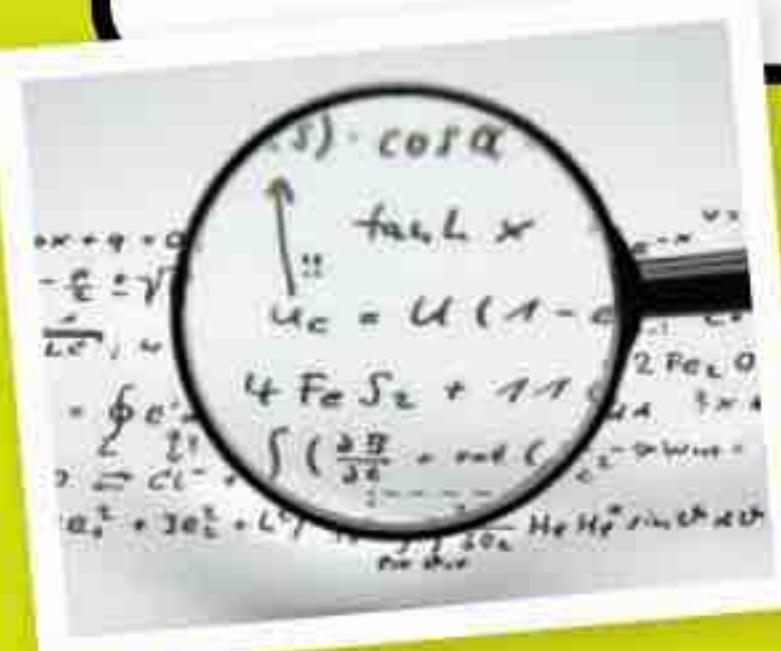
Hippocampe

Il permet de consolider les souvenirs, les faisant passer du court terme au long terme. Cette zone est capable de générer de nouveaux neurones.



1. Soyez attentif

Pour inscrire des informations dans votre mémoire à long terme, il est utile de prendre le temps de les comprendre. Les circuits neuronaux qui aident à construire des souvenirs durables fonctionnent mieux lorsque nous nous concentrons sur notre environnement.



2. Dormez suffisamment

Pendant le sommeil, les connexions neuronales dans le cerveau se renforcent davantage et la consolidation des souvenirs s'en trouve améliorée. Des études scientifiques montrent que lorsque les informations sont apprises avant de dormir, elles sont mieux mémorisées.



6. Stimulez votre cerveau

Les casse-tête, les mots croisés, le sudoku... et même les jeux de cartes comme le solitaire ou le poker ont un véritable impact positif sur les capacités cérébrales ! Ces jeux d'agilité mentale mobilisent en particulier la mémoire de travail, celle qui permet de faire des calculs, des déductions ou des raisonnements. Le fait d'obliger le cerveau à mémoriser aide à maintenir activées les connexions entre neurones.



6 conseils pour améliorer votre mémoire

5. Faites du sport

La pratique régulière d'une activité physique a un bénéfice direct sur la santé du cerveau. Des études ont montré que faire du sport active la production de nouveaux neurones dans l'hippocampe, ce qui a pour effet d'améliorer les apprentissages et la mémoire.



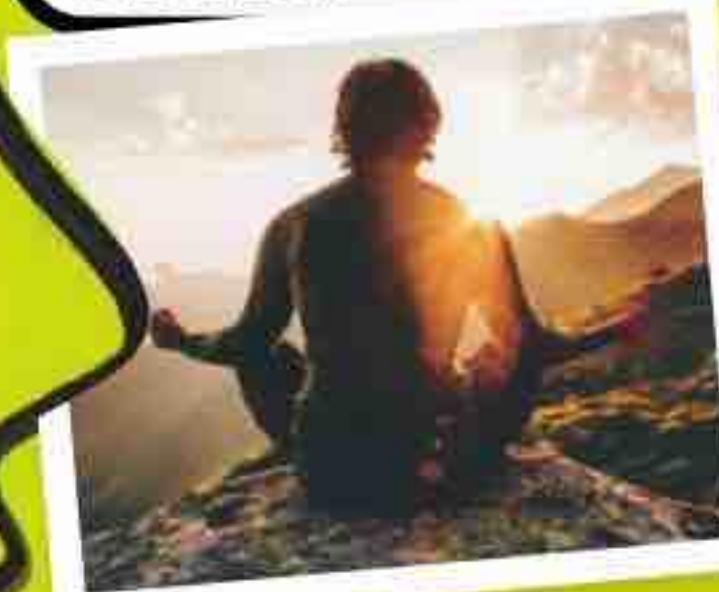
4. Buvez moins d'alcool

Les personnes qui boivent régulièrement de l'alcool font environ 30 % plus d'erreurs de mémorisation dans la vie quotidienne que celles qui ne boivent pas. L'alcool empêche le transfert de souvenirs à court terme vers la mémoire à long terme, et réduit même la taille des cellules cérébrales (neurones).



3. Méditez

Il a été prouvé qu'entraîner son esprit à se concentrer sur le moment présent de façon calme et lucide (ce qu'on appelle méditer en pleine conscience) améliore les capacités de la mémoire de travail. La plupart des adultes sont capables d'y conserver environ sept éléments en même temps, mais la méditation pourrait augmenter ce nombre.





Les escape games reposent sur la collaboration : les membres de l'équipe doivent unir leurs forces pour résoudre les énigmes.

L'ESCAPE GAME, UN VRAI PIÈGÉ PSYCHOLOGIQUE



Des joueurs immersés dans un environnement ultraréaliste, plongés dans une histoire passionnante, pressés par le temps et déstabilisés par la difficulté des énigmes à résoudre... Les jeux d'évasion font tout pour vous mettre le cerveau à l'envers!

Par Claire Guérou

« **B**onjour, je m'appelle Ludovic, je suis votre *Game Master*, le maître du jeu. Dans quelques instants, vous allez être enfermés dans une pièce, puis vous devrez trouver et résoudre des énigmes pour en sortir. Bonne chance, vous n'avez que soixante minutes!» Couramment appelé *escape game*, le jeu d'évasion est né au Japon en 2007. Depuis, il s'est répandu partout dans le monde. Le principe? Résoudre des énigmes en équipe, le plus rapidement possible, pour sortir d'une salle où l'on est enfermé. Si le concept paraît étrange, il a déjà de nombreux adeptes. En France, où la première enseigne a vu le jour en 2013, à Paris, il existe à ce jour 2 329 salles localisées dans 550 villes. Si vous vous êtes déjà adonné à cette activité, vous savez certainement combien il est facile de rentrer dans l'histoire et de se prendre au jeu « pour de vrai ». Mais

pourquoi? L'environnement immersif, le temps qui file, le fait de jouer un rôle et les énigmes sur mesure, tout concourt à vous faire croire à une véritable urgence!

Un scénario bien ficelé

Premier ingrédient, l'histoire. « Elle doit être bien ficelée, sinon on peut vite sortir de l'immersion », indique Alex Ottaway, concepteur d'*escape games* à La Croisée des énigmes, à Grenoble. Avec le scénario et l'enjeu qui en découle, le cerveau met notamment en œuvre un processus appelé « suspension consentie de l'incredulité ». « Lorsqu'on regarde une pièce de théâtre, par exemple, le cerveau devrait se dire que ce ne sont pas les personnages que l'on voit, mais des acteurs qui jouent, détaille Ludovic Fiorello, ancien *Game Master* chez Challenge the Room, à Grenoble. Sauf qu'à partir du moment où l'on sait que l'on va voir une fiction, ...

... on "suspend notre incrédulité", on accepte l'histoire qui nous est racontée.»

Pour faciliter ce processus, rien de mieux qu'un bon décor en lien avec l'histoire, une bande sonore ou un éclairage qui collent au lieu... C'est le même enjeu que celui de la réalité virtuelle, comme l'explique Aurélien Texier, enseignant en réalité virtuelle à l'école d'ingénieurs parisienne et lavalloise Esiea : «Le design peut ne pas être très bon, mais dès que plusieurs de nos sens sont immergés, le cerveau est dupé et on a vraiment l'impression d'y être». Que ce soit en réalité virtuelle ou dans un *escape game*, il faut aussi reproduire un environnement proche de ce que le joueur espère voir et de ce qu'il connaît. «Laisser agir l'utilisateur – par exemple prendre une bougie et une allumette pour l'allumer – en lui donnant le moins de consignes possible

permet de rendre cet univers concret pour lui, confirme Marc Le Renard, fondateur de Foks Lab, spécialisé dans les expériences immersives. Il doit aussi pouvoir interagir avec des objets qui sont juste là pour rendre le monde plus réel, mais qui ne servent à rien pour l'intrigue.»

Hiérarchie naturelle

La proximité avec les autres joueurs compte également dans l'immersion. Le fait d'être en équipe, de deux à six joueurs en général, aide tout le monde à croire à l'histoire, d'autant qu'une hiérarchie s'établit souvent naturellement, comme dans la vie. Par ailleurs, la salle fermée de l'*escape game* isole les joueurs du reste du monde, comme le ferait un casque de réalité virtuelle. «Ils n'ont plus l'apprehension du regard des autres, ce qui les

La salle fermée isole du reste du monde, comme un casque de réalité virtuelle

aide à faire des choses aberrantes, comme se baisser sans raison apparente ou se contorsionner pour attraper un objet», pointe Marc Le Renard.

Enfin, le chrono joue évidemment beaucoup, ainsi que l'envie de réaliser un meilleur temps que les joueurs précédents. D'ailleurs, êtes-vous prêts à vous lancer? Voici quelques astuces pour vous échapper plus vite de votre prochain *escape game*. Bonne chance, vous n'aurez que soixante minutes! ☺

Casse-tête

Des énigmes incontournables

Même si les *escape games* sont en constante évolution et qu'il existe désormais des versions en réalité virtuelle, la plupart d'entre eux utilisent toujours ces quatre types d'épreuve classiques.

L'anamorphose

Le principe

Lire une image déformée à l'aide d'un objet lui aussi déformé, comme une bouteille ou un miroir. Ce principe peut aussi s'appliquer à une suite de chiffres, modifiée grâce à un procédé mathématique.

À quoi ça sert?

Une fois décryptée, l'anamorphose peut révéler un code utile pour une autre énigme, ou représenter des objets de la salle mis en scène d'une façon qu'il faudra reproduire.

Un indice?

L'objet à trouver est souvent en lien avec le thème de l'image.

Le code César

Le principe

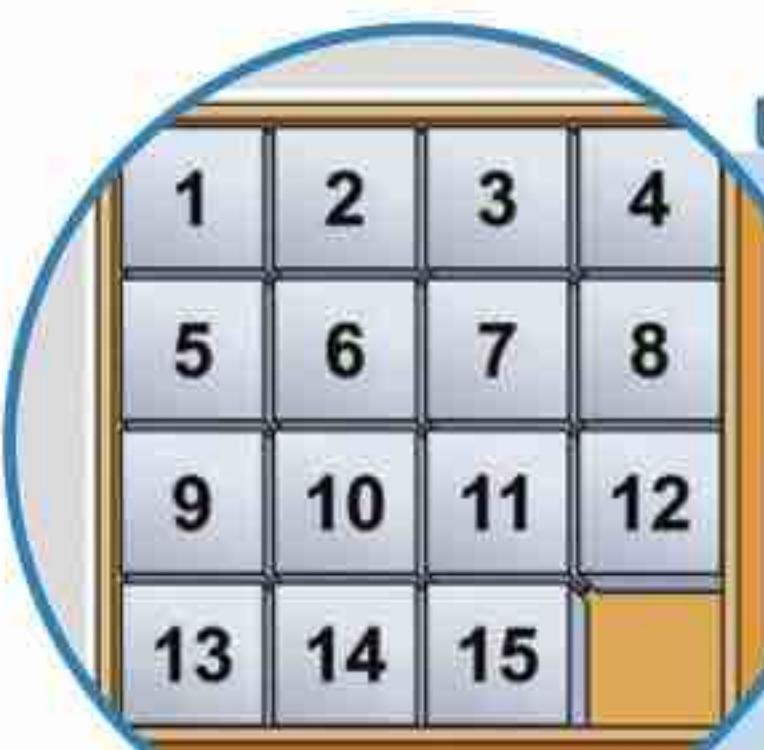
Décaler les lettres de l'alphabet d'un certain nombre de rangs pour chiffrer un message, un procédé qu'aurait utilisé Jules César. Par exemple, en décalant l'alphabet de deux lettres vers la droite, «code César» devient «eqfg Eguct».

À quoi ça sert?

Le message peut être l'énoncé de l'énigme suivante ou une indication pour trouver un objet.

Un indice?

Cherchez la clé de chiffrement, soit le mot qui vous permettra de deviner le décalage des lettres.



Le taquin

Le principe

Reconstituer une image en faisant coulisser des pièces carrées les unes par rapport aux autres sur un plateau avec un emplacement vide.

À quoi ça sert?

L'image peut servir pour une énigme parallèle. Le taquin terminé peut aussi actionner un éclairage ou l'ouverture d'un passage secret.

Un indice?

Reconstituez la première ligne et procédez ensuite par colonne.

Le placement d'objets

Le principe

Recréer une combinaison indiquée sur une image en trouvant et en plaçant certains objets à des endroits précis.

À quoi ça sert?

La combinaison peut être une clé pour ouvrir un passage secret ou servir à résoudre une énigme des sept différences.

Un indice?

Les objets à combiner peuvent être les réponses à des énigmes précédentes.



Sélection

Où trouver les meilleurs escape games de France ?

1 DA VINCI

Lieu: Paris

Genre: fantastique

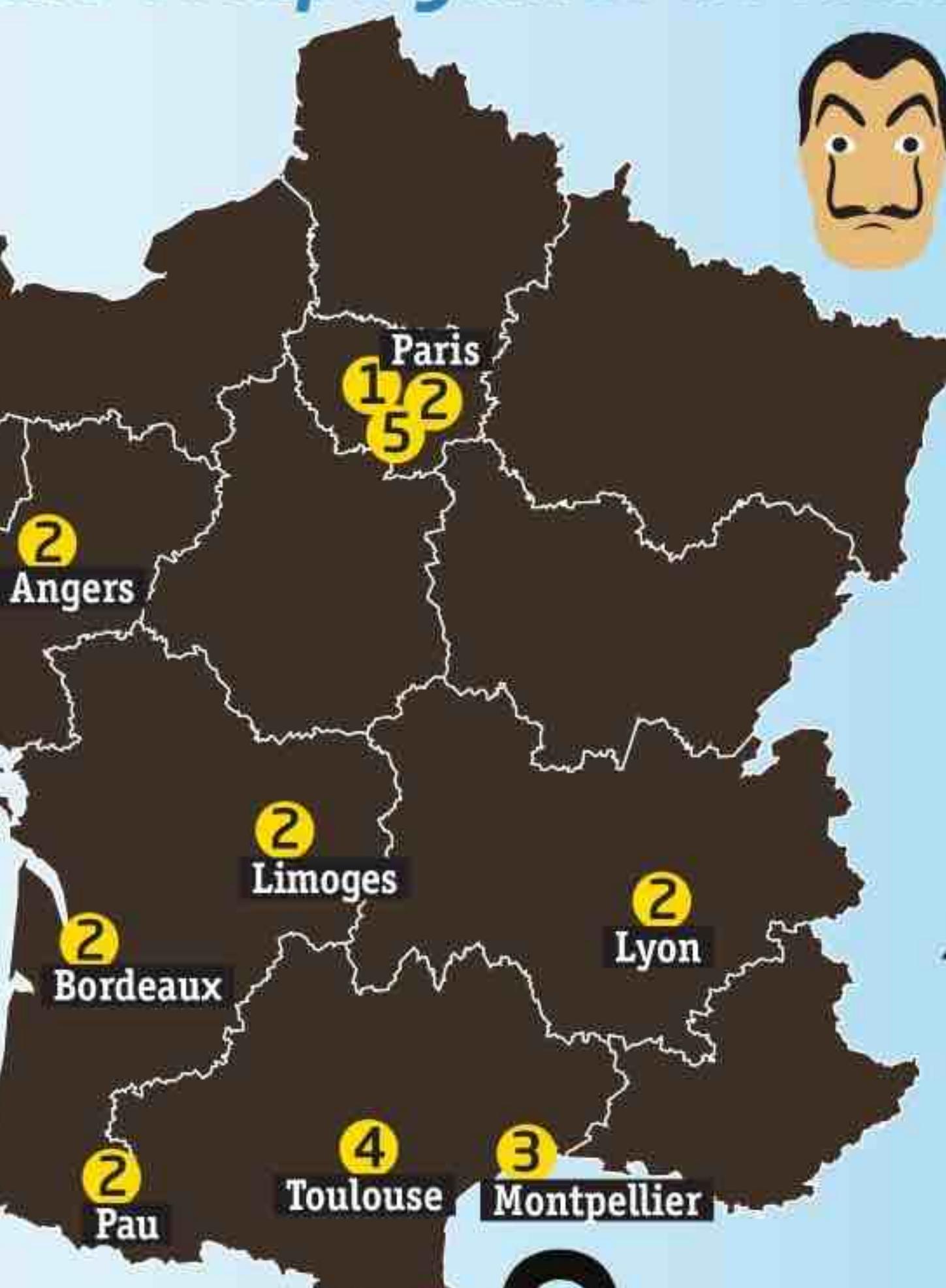
Vous, les meilleurs cambrioleurs du monde, êtes envoyés au Louvre par une société secrète : le saint Graal y serait caché. Avec l'aide d'un hacker, vous allez pénétrer dans le musée pour le trouver en déchiffrant les messages que Léonard de Vinci a laissés dans ses œuvres.

**2 BEYOND MEDUSA'S GATE**

Lieu: Angers, Bordeaux, Limoges, Lyon, Paris, Pau...

Genre: histoire

Quelque part dans la péninsule du Péloponnèse, en 445 av. J.-C., un vieux artefact a été caché. Ce pourrait être le légendaire navire des Argonautes. Votre mission ? Trouver le bateau, s'il existe... L'univers est inspiré de celui du jeu vidéo *Assassin's Creed*.

**3 DOLLMAKER**

Lieu: Montpellier

Genre: horreur

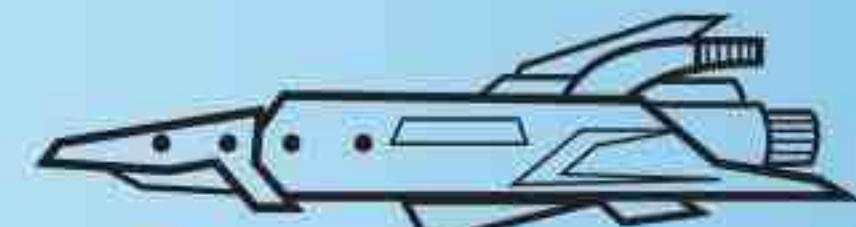
Montpellier, 2013. La petite Clémentine disparaît mystérieusement. Trois mois plus tard, c'est au tour de Marie, puis de Sarah... Après l'appel d'un voisin, un suspect est inculpé et le cartable de la dernière disparue est trouvé chez lui. Est-il responsable des autres disparitions ? Où sont les fillettes ? Sont-elles vivantes ?

5 LA CASA DE PAPEL

Lieu: Paris

Genre: suspense

Vous avez vu de quoi on était capables ? Ce n'est rien comparé au coup que nous avons préparé... Et vous ? Vous ferez partie du gang ! Ensemble, nous braquerons l'un des endroits les plus emblématiques de Paris, la Monnaie du quai Conti... L'univers est tiré de la série espagnole *La Casa de Papel*.

**4 BMS-918**

Lieu: Toulouse

Genre: science-fiction

Le *BMS-918*, vaisseau spatial de Lindmor Industries disparu en 1979, refait son apparition. Mais l'équipage ne donne plus signe de vie et il dérive dangereusement vers le Soleil... Lindmor Industries vous envoie l'accoster pour reprendre les commandes avant la catastrophe.

Mise en scène

Le défi des concepteurs

Pour créer de nouvelles salles, les escape games font appel à des concepteurs, comme Alex Ottaway et sa femme, Axelle Champalle, tous deux d'anciens Game Masters à Challenge the Room, à Grenoble. La plupart du temps, une idée simple sert de point de départ. « Par exemple, un prisonnier qui s'échapperait d'une prison par les toilettes », imagine Alex Ottaway. Il faut ensuite définir les grandes actions que

les joueurs devront réaliser pour dérouler l'histoire, ainsi que les lieux dans lesquels ils devront se trouver. « Ici, il pourrait y avoir la cellule du prisonnier, les toilettes, un couloir derrière, le placard du technicien... » Puis, « on essaie d'inventer des énigmes amusantes qui coïncident avec l'histoire. Pour notre prisonnier, on pourrait avoir à trouver le message laissé par quelqu'un qui s'est évadé avant de la même manière ». En même temps, les

concepteurs fabriquent une maquette de chaque énigme. Eh oui, « elle peut être géniale sur le papier, mais irréalisable ». Il faut donc la modéliser, la fabriquer... et la tester. Une fois les énigmes validées, il est temps d'installer la salle avec ses cloisons, son circuit électrique, son décor, ses passages secrets... et de tout tester encore une fois avant que les joueurs la découvrent. À leurs débuts, les escape games renouvelaient leurs salles tous les trois ans environ. « Aujourd'hui, ils ont tendance à les garder et à se concentrer sur la création d'événements extérieurs. »

3 QUESTIONS À...

Ludovic Fiorello

Ancien Game Master chez Challenge the Room et micro-entrepreneur dans le domaine des escape games



1 Comment ça marche : En quoi consiste le travail du Game Master ?

Ludovic Fiorello : Il accueille les joueurs, explique les règles, précise qu'il est là pour les aider au cours de la partie et qu'il ne faut pas hésiter à lui demander un indice. Il s'occupe aussi de la scénarisation. Lorsque la session commence, il suit les joueurs grâce aux caméras et aux micros présents dans la pièce, pour pouvoir leur venir en aide si besoin. À la fin, il répond aux questions, revient sur ce qui a été bien fait, ce qui a été plus difficile. Et une fois le jeu terminé, il range la salle en faisant bien attention à ne garder ni cadenas ni clé dans sa poche...

2 CCM : Quels conseils donnez-vous aux joueurs pour les aider à sortir victorieux ?

L.F. : Bien communiquer avec tous les membres

de l'équipe ! Les salles ne sont pas conçues pour que l'on puisse s'en échapper seul : si un joueur trouve une clé et l'autre le coffre mais qu'ils ne communiquent pas, le coffre ne s'ouvrira pas. Ensuite, c'est paradoxal, mais il faut prendre son temps. Et vérifier la fouille : se répartir la pièce pour l'inspecter une première fois, faire une rotation et fouiller à nouveau.

3 CCM : Quelles compétences faut-il pour être Game Master ?

L.F. : Être à l'aise à l'oral et avec les gens. Avoir une bonne capacité d'animation. Il faut aussi savoir gérer les tempéraments difficiles. Et réagir vite en fonction de ce qui se passe dans la salle, notamment improviser pour régler les bugs. Comme les joueurs ne savent pas ce qu'il va se passer, on peut souvent leur faire croire que ceux-ci font partie du scénario...



Comment l'escape game

Dans une salle d'escape game, tout est fait pour vous empêcher de raisonner correctement. Pour Grégoire Borst, directeur du Laboratoire de psychologie du développement et de l'éducation de l'enfant (université de Paris), «dans cette situation, notre cerveau va fonctionner de manière automatique». Autrement dit, il ne s'accorde pas le temps de prendre du recul mais fonce pour arriver à une réponse qui se révèle souvent fausse, car pas assez réfléchie. Pour y remédier, une seule solution : ralentir un peu et prendre de la distance, ce qui permet de remettre en question son raisonnement et d'y voir plus clair. Facile ? Peut-être pas tant que ça... «Finalement, sourit le chercheur, quand vous avez un psychologue dans le groupe, c'est

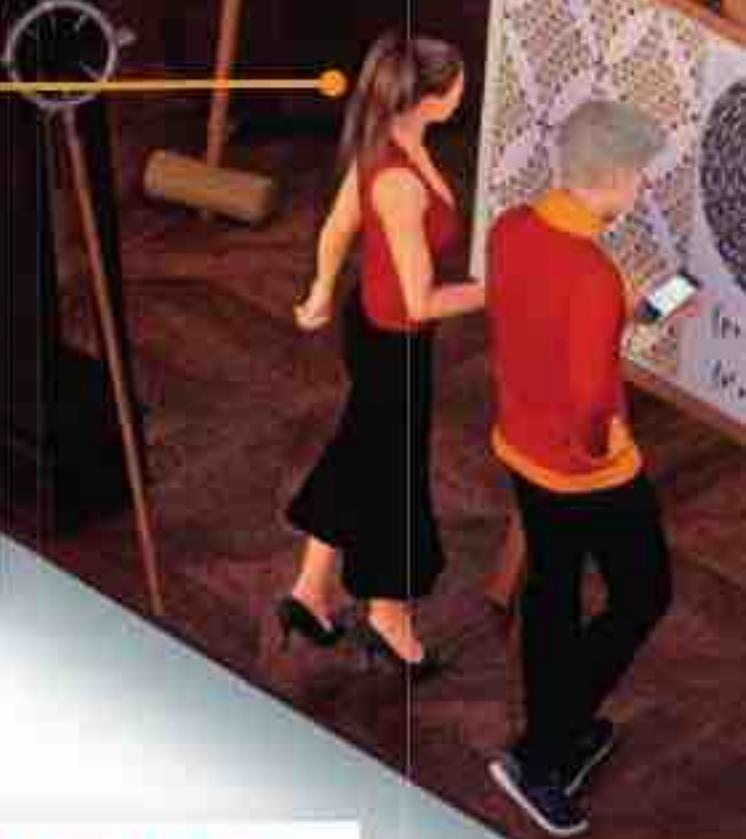
L'énigme trop simple

Quand la solution semble évidente, on peut souvent, pressé par le temps et l'urgence de s'évader de la salle, imaginer des complications qui n'existent pas. Selon Grégoire Borst, «il faut savoir prendre son temps et réengager des processus de réflexion lents».



L'incertitude permanente

En temps normal, nous imaginons l'avenir en planifiant les prochaines étapes de notre vie. Mais dans un escape game, impossible de prévoir quoi que ce soit, puisqu'on ne sait pas où le jeu va nous emmener ! Résultat : le cerveau est perturbé et doit constamment changer ses plans.



Les croyances trompeuses

« J'ai certaines connaissances sur le monde, je me base sur elles pour raisonner et je n'arrive pas à résoudre de problème autrement. » Le biais de croyance, ainsi défini par Grégoire Borst, est aussi très utilisé dans les escape games. Pour résoudre les énigmes, il est indispensable d'en sortir.

trompe votre cerveau

peut-être plus simple ! » Au sein d'une équipe, les profils ne sont la plupart du temps pas si tranchés que ça : certes, une hiérarchie s'établit entre les joueurs, mais elle ne reste pas figée tout au long de la partie et chacun peut assumer à un moment ou un autre le rôle qu'il souhaite : le leader, celui qui réfléchit, celui qui cherche les indices... Si vous voulez être plus efficace, prenez garde à ces pièges grâce auxquels le jeu biaise notre raisonnement.



La pression du temps

« Comme le jeu est en temps limité, on a tendance à s'en remettre à notre système de pensée automatique, explique Grégoire Borst. Normalement, il permet d'arriver vite et facilement à la solution. » Sauf que la clé des énigmes n'est souvent pas aussi simple que celle que nous donne spontanément notre cerveau.

L'environnement trop réaliste

Dans certaines salles, le décor est tellement réaliste que le cerveau croit véritablement à une situation catastrophique dont il doit s'échapper. Il secrète alors de l'adrénaline, l'hormone des sensations fortes, qui le fait fonctionner plus vite. Or, si c'est une bonne chose dans une réelle situation d'urgence, dans un *escape game*, en revanche, il faut être capable de faire redescendre la tension.

La fausse intuition

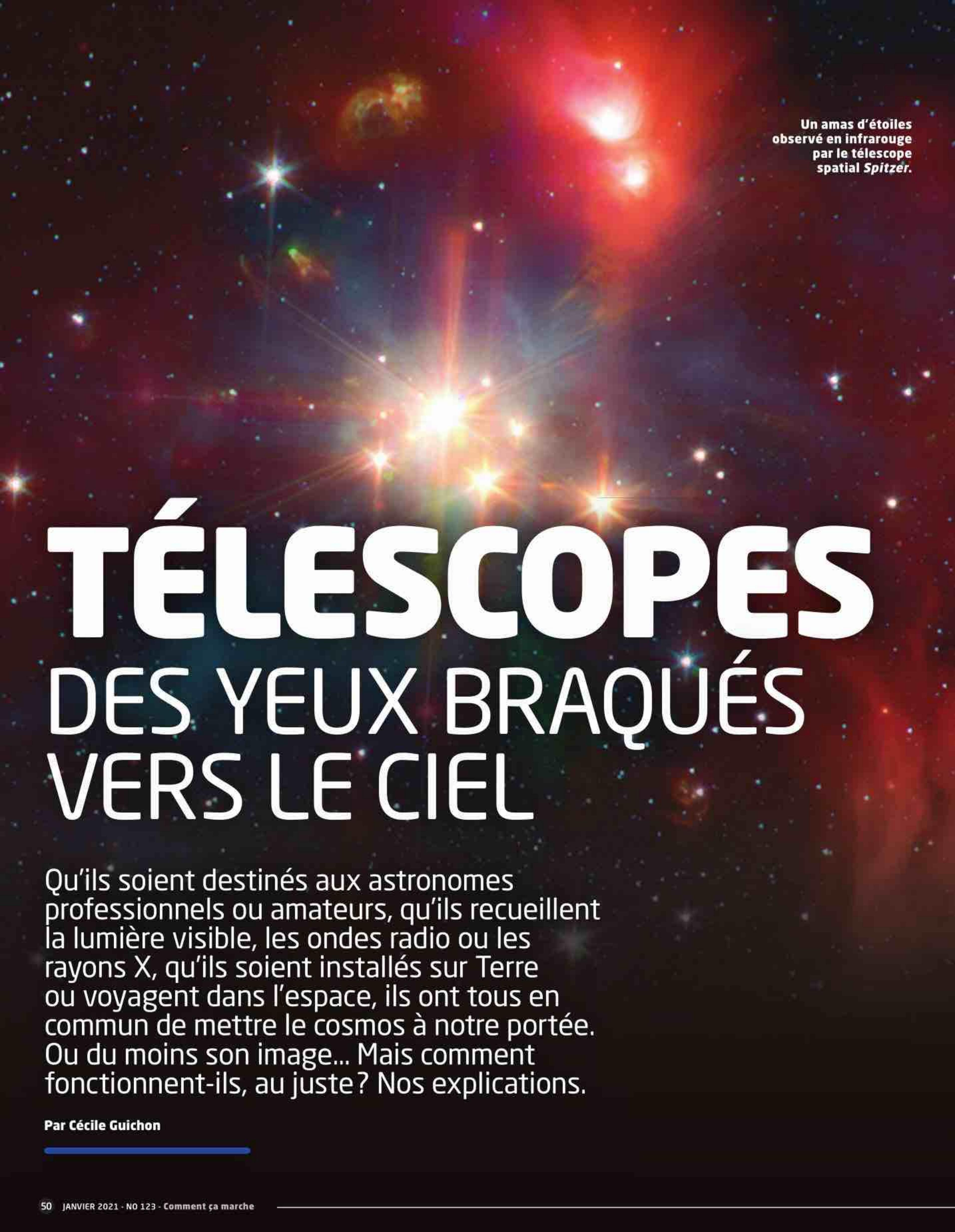
Au fur et à mesure que l'enquête avance, les indices s'enchaînent en un scénario dont on est tenté de deviner la fin. Mais ce faisant, on risque de faire preuve de « perception sélective », c'est-à-dire de ne chercher que des indices qui vont dans le sens de notre histoire, et donc de rater les véritables indices.

L'effet du stress

Dans une situation de tension extrême, comme un *escape game*, le cerveau libère du cortisol, l'hormone du stress. Or, celle-ci peut conduire à des actions impulsives et des trous de mémoire. Pas idéal pour résoudre les énigmes !

La dispersion de l'attention

Si tous les indices finissent par se rejoindre en une même histoire, ils ne sont pas situés au même endroit dans la pièce et ne s'enchaînent pas nécessairement. Certaines énigmes peuvent se suivre de manière linéaire, d'autres être menées en parallèle. Il est donc important de garder tous les indices à l'esprit pour pouvoir faire des liens entre eux.

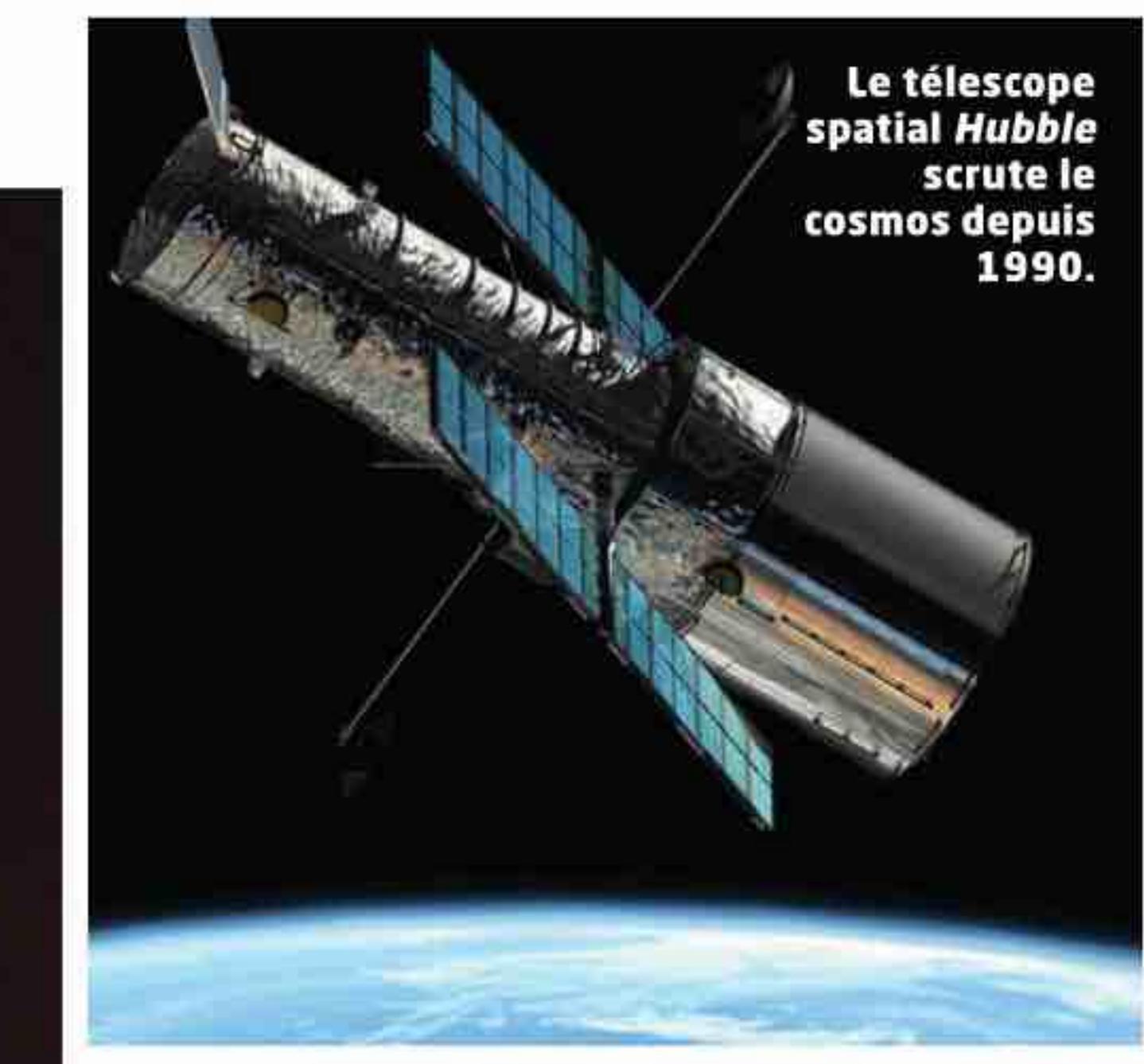


Un amas d'étoiles
observé en infrarouge
par le télescope
spatial Spitzer.

TÉLESCOPIES DES YEUX BRAQUÉS VERS LE CIEL

Qu'ils soient destinés aux astronomes professionnels ou amateurs, qu'ils recueillent la lumière visible, les ondes radio ou les rayons X, qu'ils soient installés sur Terre ou voyagent dans l'espace, ils ont tous en commun de mettre le cosmos à notre portée. Ou du moins son image... Mais comment fonctionnent-ils, au juste? Nos explications.

Par Cécile Guichon



Le télescope spatial *Hubble* scrute le cosmos depuis 1990.

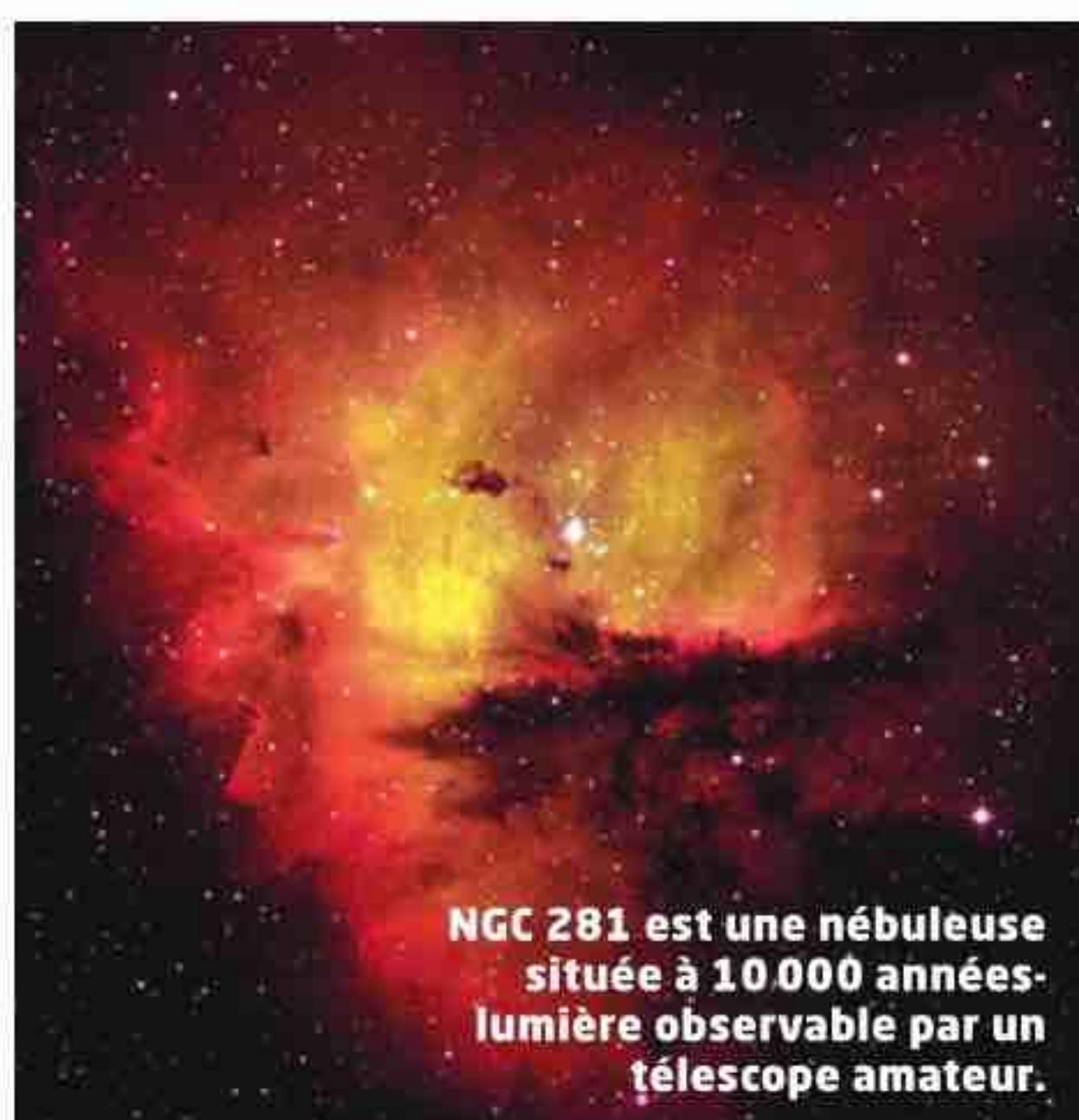
Les télescopes *Hubble*, *Spitzer* et *Chandra* ont réuni leurs talents pour nous livrer cette magnifique image de Messier 82, une galaxie située à 12 millions d'années-lumière de nous.

Ces bijoux de technologie nous permettent de comprendre de quoi est fait l'Univers, et à quoi ressemble son histoire

Les télescopes sont l'une des inventions les plus fantastiques de l'être humain : ils lui ont permis de sortir des limites de sa propre planète sans même bouger... juste en regardant le ciel. À l'origine, il y a 400 ans, les premiers modèles étaient de simples « lunettes astronomiques », c'est-à-dire des sortes de longues-vues qu'on tenait à la main et qui grossissaient, à l'aide de lentilles en verre, l'image de la Lune ou de Jupiter. Aujourd'hui, ce sont des bijoux de technologie, à la fois optique et numérique, qui captent le rayonnement émis par des galaxies situées parfois aux limites de ce que l'on peut observer dans l'espace.

Voir loin dans le passé

Ces instruments peuvent transformer en images presque toutes les longueurs d'onde du spectre électromagnétique (y compris celles en dehors de la lumière visible). Ils nous permettent ainsi de comprendre de quoi est fait l'Univers, mais



NGC 281 est une nébuleuse située à 10 000 années-lumière observable par un télescope amateur.



L'un des télescopes de l'observatoire de Kitt Peak, en Arizona (États-Unis), qui en compte 24 (22 optiques et deux radiotélescopes).

aussi à quoi ressemble son histoire. Car voir loin dans l'espace, c'est voir loin dans le passé : en effet, lorsqu'on regarde n'importe quel objet céleste émettant un rayonnement lumineux, cette lumière – qui voyage à la vitesse constante de 300 000 km/s – met un certain temps à

nous parvenir, et reflète ce qu'était l'objet au moment de son émission.

Dans les pages qui suivent, nous vous invitons à observer de plus près quelques-uns des différents types de télescopes qui existent, et à découvrir leur fonctionnement et leurs prouesses... ☉

Le télescope optique

Depuis son invention en 1608, par l'opticien néerlandais Hans Lippershey, il a facilité l'observation des astres, de la Lune jusqu'aux galaxies lointaines.

Le télescope optique récolte la lumière dite «visible» provenant des astres, autrement dit la lumière qui peut être vue par l'œil humain. Il la réfléchit ou la réfracte pour la concentrer jusqu'à un «point focal». La lumière arrive d'abord sur le miroir primaire, qui la focalise ensuite sur un miroir plus petit, le miroir secondaire : lorsqu'elle atteint la rétine de l'observateur, l'image de l'astre apparaît alors comme «magnifiée», c'est-à-dire beaucoup plus proche et beaucoup plus grosse qu'elle ne l'est en réalité. La puissance d'un télescope optique dépend directement de la grandeur de son miroir primaire. Plus il est grand, plus l'image est grossie, et donc plus le télescope peut voir des astres lointains.



Télescope optique installé dans un observatoire.

Contrepoids

Il stabilise le télescope.

Chercheur

C'est un petit télescope secondaire peu puissant, mais doté d'un grand champ d'observation. Il permet de repérer plus facilement la source lumineuse qu'on observera ensuite avec le vrai télescope.

Déflecteur lumineux

Il bloque la lumière provenant des zones qu'on ne veut pas observer.

Oculaire

Ajusté à la taille de l'œil humain, c'est à travers lui qu'on regarde l'image de l'astre.

Bouton de mise au point

Il sert à régler la netteté de l'image.

Tube

C'est la partie de l'instrument dans laquelle la lumière est réfléchie ou réfractée (ou les deux) jusqu'au point focal.

Support de fixation du chercheur

Souvent amovible, il maintient en place le chercheur.

Vis de réglage de la latitude

Elle oriente l'inclinaison du télescope de haut en bas.

Différents instruments pour différentes longueurs d'onde



Télescopes des hautes énergies

Ils ont besoin d'être placés dans l'espace car les rayons gamma, les rayons X et les ultraviolets qu'ils observent sont bloqués par l'atmosphère terrestre.



Télescopes infrarouges

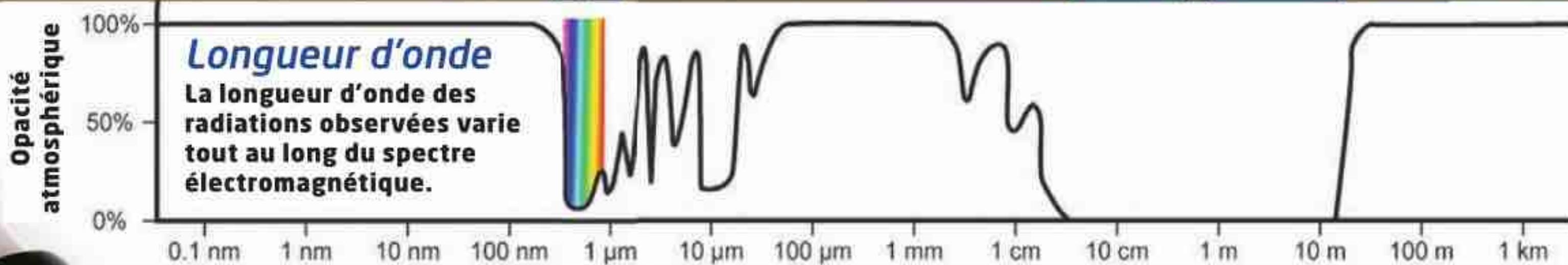
Comme la majeure partie du spectre infrarouge est absorbée par les gaz de l'atmosphère, ces télescopes doivent aussi être positionnés dans l'espace.

Télescopes optiques

Ils sont installés sur Terre puisqu'ils observent la lumière visible. L'atmosphère peut parfois créer des distorsions du signal lumineux, qui sont corrigées sur les télescopes les plus performants.

Radio-télescopes

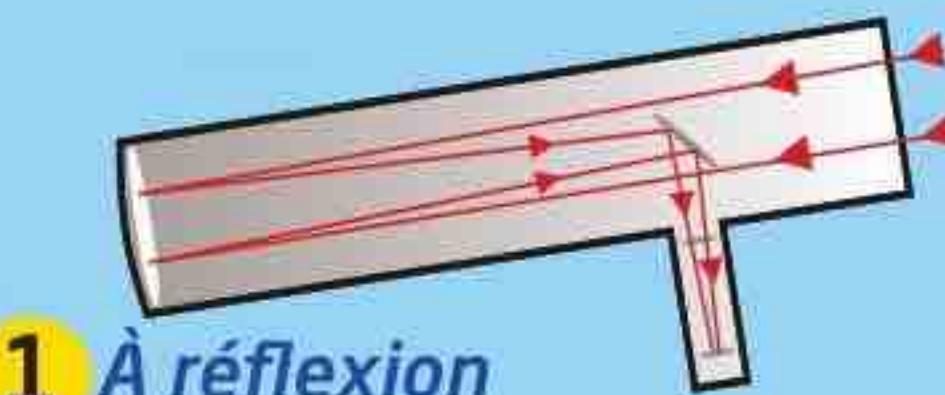
Les ondes radio peuvent être observées depuis la Terre avec peu de distorsions atmosphériques.



Opacité atmosphérique

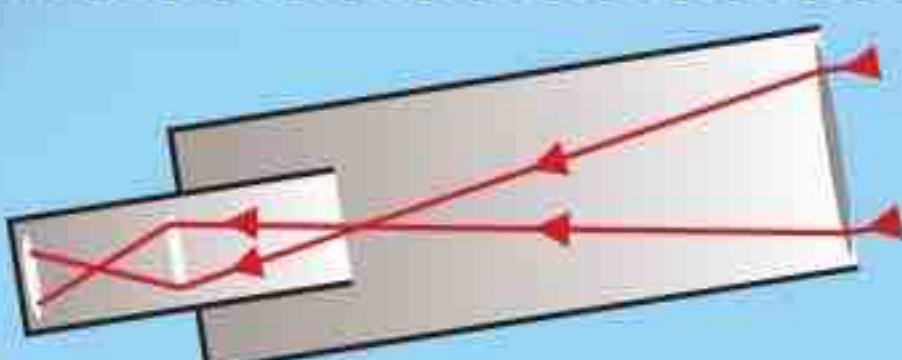
Longueur d'onde

La longueur d'onde des radiations observées varie tout au long du spectre électromagnétique.



1 À réflexion

C'est l'un des télescopes optiques les plus communs. Il utilise un miroir courbe et un miroir plat pour réfléchir la lumière à travers son tube, et former une image. Il a été conçu au XVII^e siècle comme une alternative au miroir réfracteur. Car ce dernier souffrait, à l'époque, d'un défaut appelé « aberration chromatique », qui l'empêchait de focaliser toutes les couleurs en un même point.

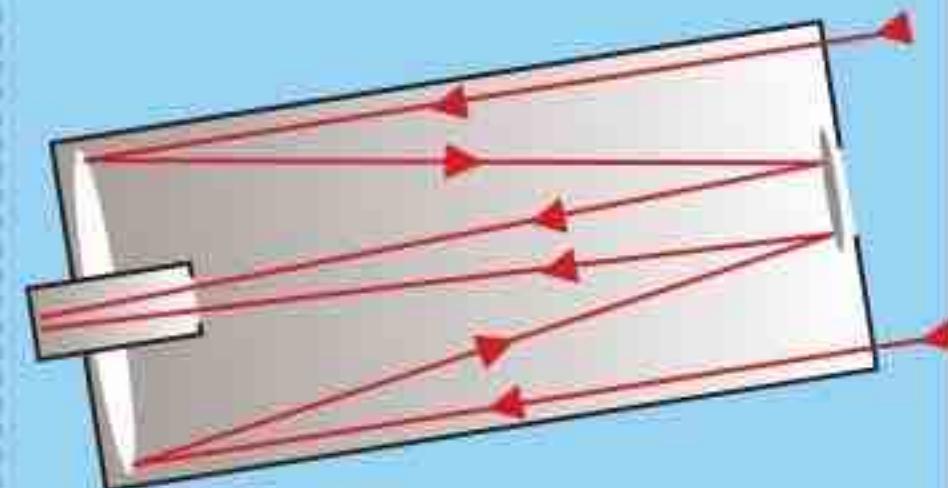


2 À réfraction

C'est le premier télescope à avoir été inventé, et il est encore utilisé aujourd'hui. Il est basé sur l'association d'une lentille convexe (objectif) et d'une lentille concave (oculaire) pour former une image. Mais il possède des défauts, comme l'aberration chromatique (voir point 1), qui obligent les constructeurs à utiliser des verres spéciaux, et donc plus chers.

Miroirs et lentilles

Les 3 types de télescope optique



3 Catadioptrique

C'est le plus avancé et le plus stable des trois. Il utilise un mélange de lentilles (réfraction) et de miroirs (réflexion) pour former son image, ainsi que des correcteurs qui assurent sa précision. Le premier a été conçu en 1930 par l'opticien estonien Bernhard Schmidt, qui corrigea ses inconvénients, comme l'aberration sphérique (la forme sphérique de la lentille rend l'image légèrement floue), et le bireflectance.



Vis de réglage de l'azimut

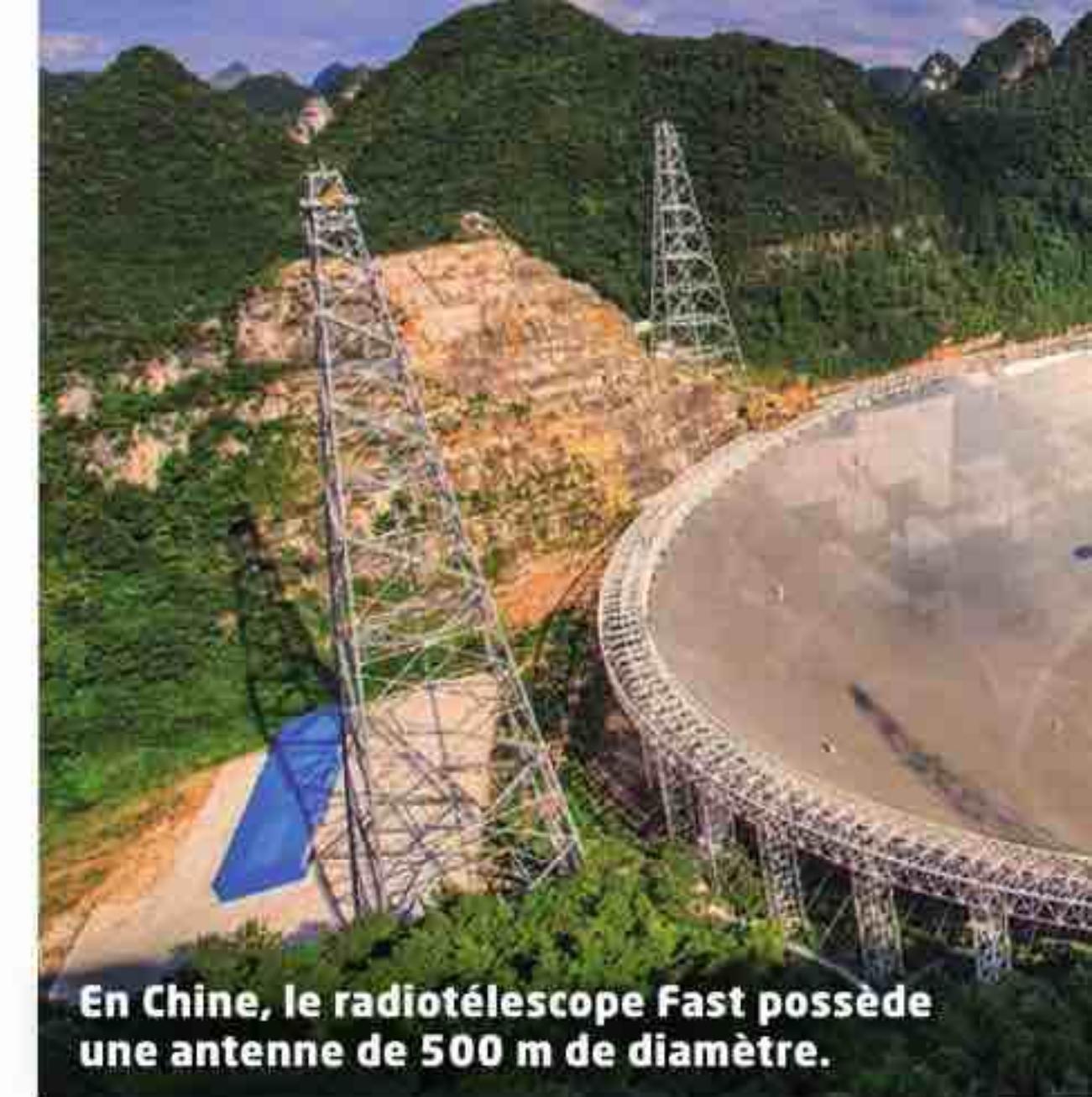
Elle autorise une rotation à 360° du télescope.

Le radiotélescope

Facilement reconnaissable à sa grande parabole, il permet de recevoir des signaux du plus profond de l'espace.

Un radiotélescope fonctionne en recevant et en amplifiant le signal radio émis par des étoiles, des galaxies ou des quasars (des noyaux de galaxies très lumineux). Ses deux composants de base sont le collecteur, une grande antenne en forme de parabole, et le détecteur. Ensemble, ils réfléchissent, redirigent et amplifient des signaux radio dont les longueurs d'onde sont comprises entre 1 millimètre et 10 mètres. Ces signaux sont ensuite transformés en images, pour que nous puissions les voir. Exactement comme une parabole qui capte les chaînes de télévision : elle reçoit des signaux en provenance de satellites et les dirige vers le récepteur, pour qu'ils soient ensuite transformés en images animées.

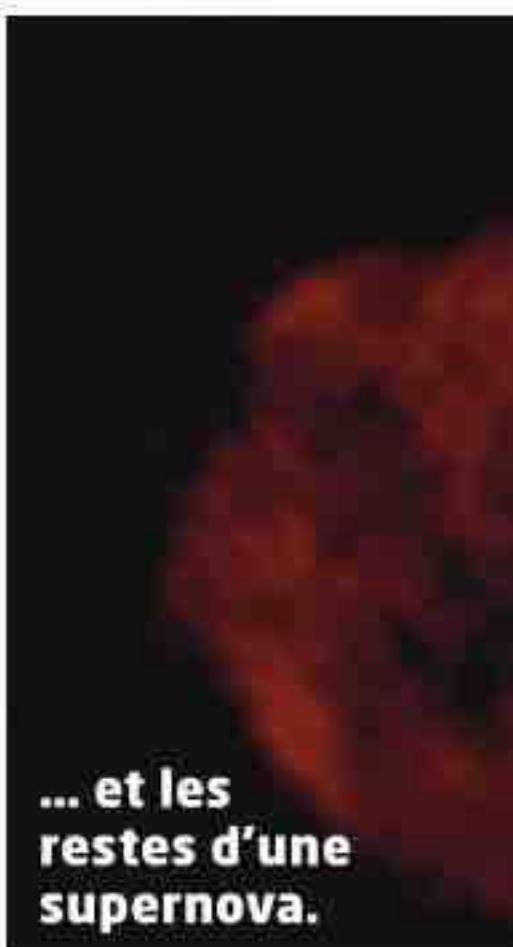
Puisque ces signaux radio sont peu puissants, et que les longueurs d'onde à capter sont très longues, les radiotélescopes doivent avoir de très grandes antennes. L'efficacité de ces antennes est cruciale, d'autant qu'elle peut être perturbée par des interférences radio provenant de la Terre. Souvent, le récepteur est donc refroidi avec un système cryogénique (à très basse température) pour réduire les bruits et les interférences. La parabole peut en outre s'orienter, ce qui permet de suivre une cible fixe dans le ciel, malgré la rotation de la Terre. Le plus grand radiotélescope actuel possède une antenne de 500 m de diamètre ! Il s'appelle Fast (Five-hundred-meter Aperture Spherical Telescope) et a été installé à Guizhou, en Chine, en 2016.



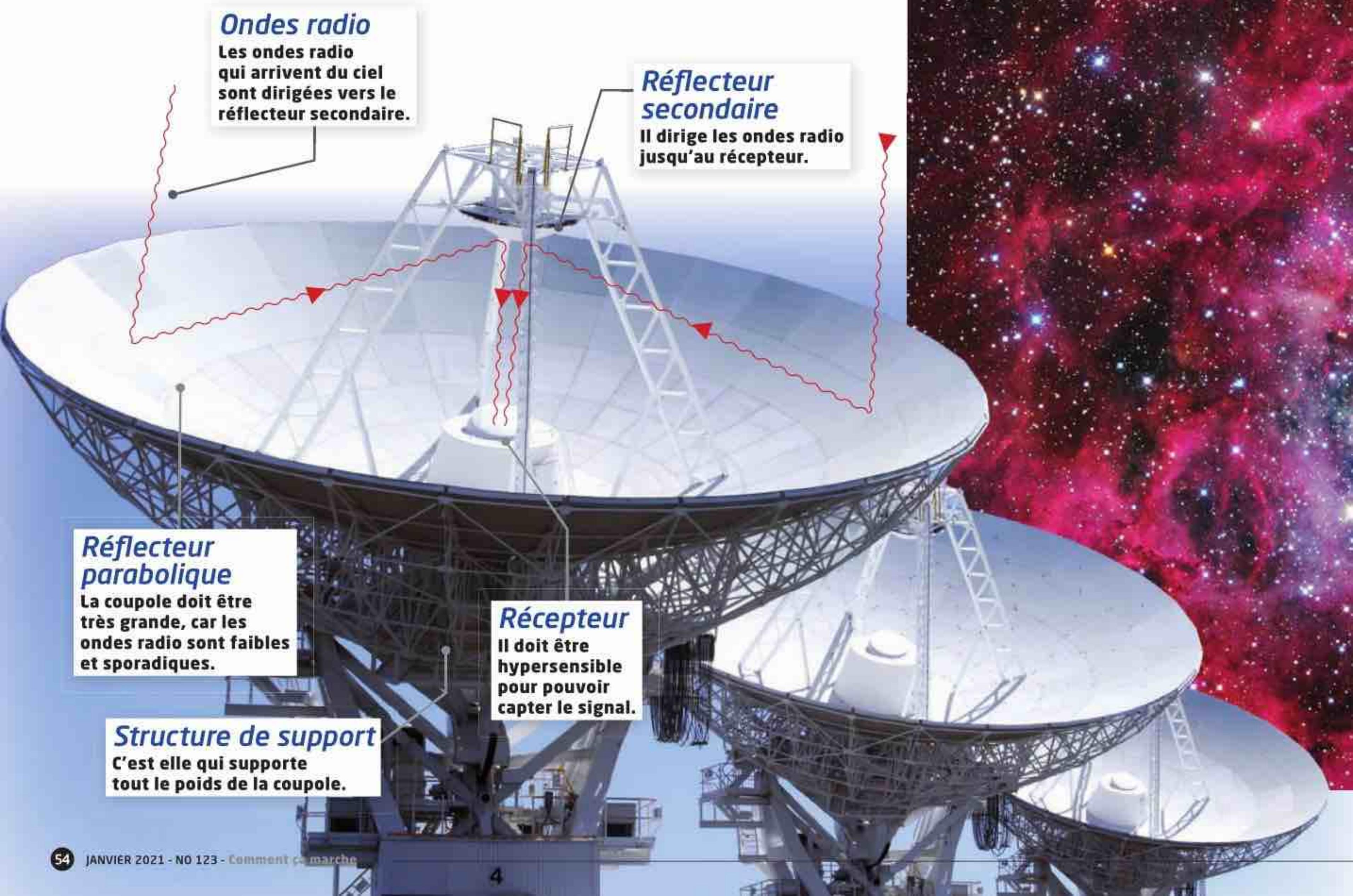
En Chine, le radiotélescope Fast possède une antenne de 500 m de diamètre.

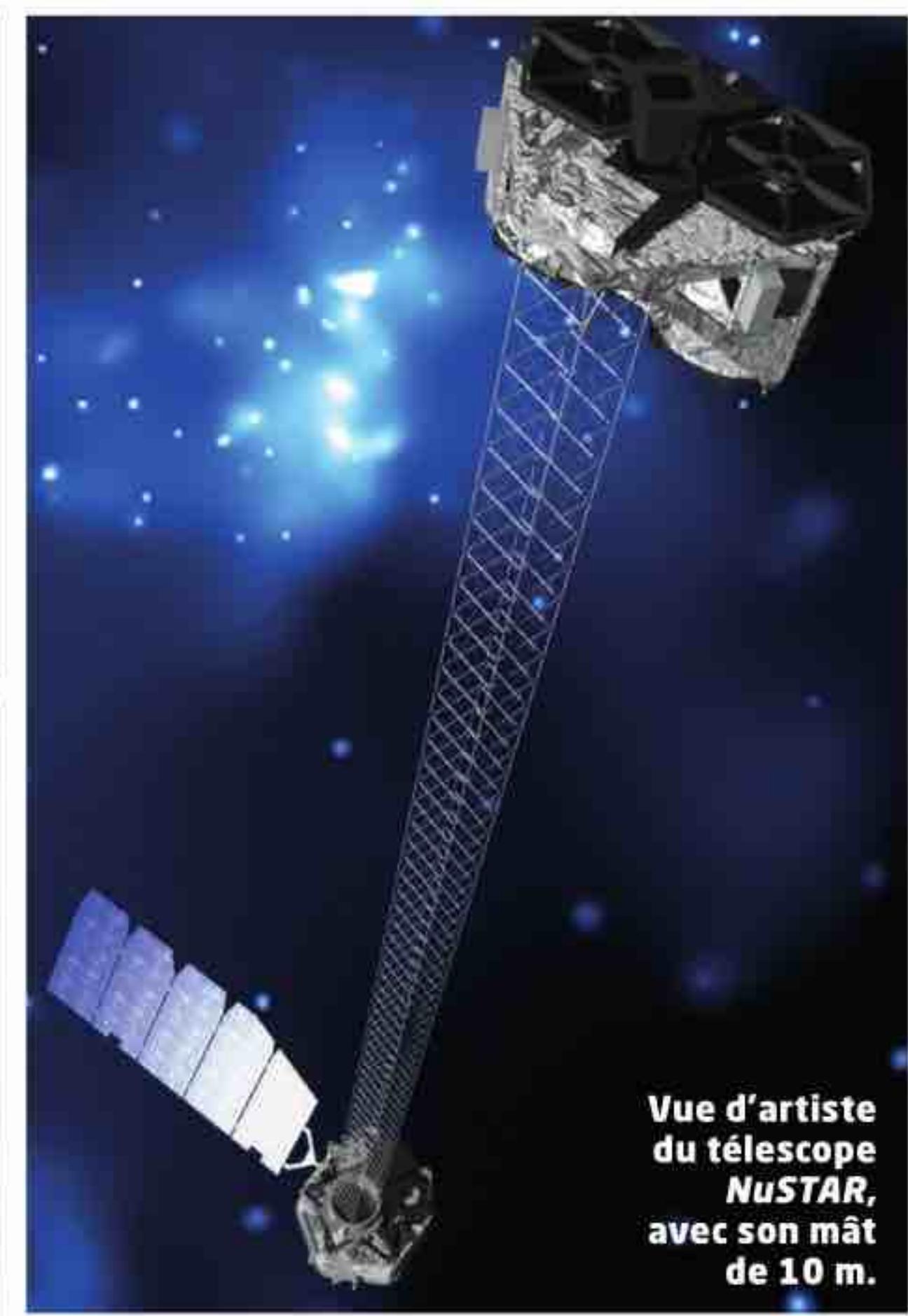
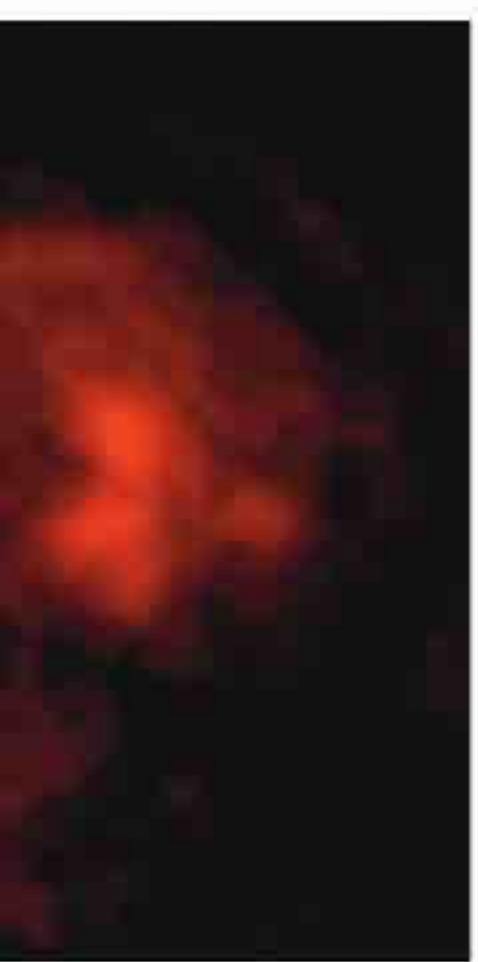


Une image de Jupiter observée à travers un radiotélescope...



... et les restes d'une supernova.





Le télescope des hautes énergies

Les avancées technologiques repoussent toujours plus loin les limites de cette astronomie qui détecte les particules très énergétiques venues de l'espace.

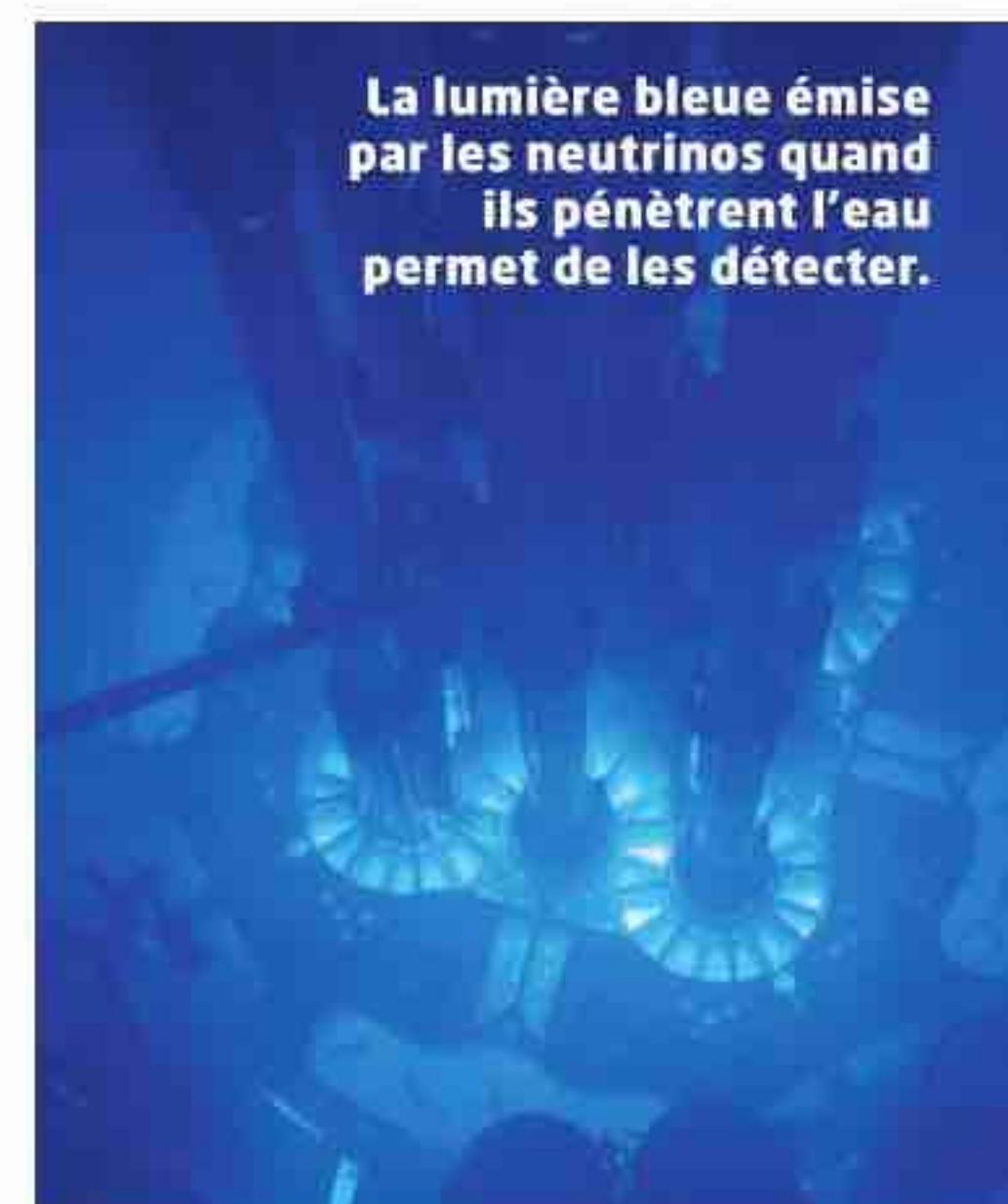
Les limites des télescopes optiques et radio ont mené les scientifiques à explorer de nouvelles pistes pour mieux décoder les signaux envoyés par les astres lointains. Ainsi, les télescopes à rayons X, destinés à capter les rayons du même nom, diffèrent dans leur conception des télescopes optiques, car les miroirs ne peuvent pas réfléchir les rayons X. Pour que ces rayons soient capturés, ils doivent être réfléchis plusieurs fois, de manière à ce que leur trajet soit progressivement modifié. Pour ce faire, le télescope est composé de plusieurs cylindres imbriqués, afin de guider les rayons jusqu'au récepteur.

Avant tout, les télescopes à rayons X doivent fonctionner en-dehors de l'atmosphère terrestre, car celle-ci est opaque au rayonnement X. C'est le cas par exemple du télescope spatial *Chandra*, qui observe les restes d'explosions d'étoiles et les trous noirs depuis 1999. Et de *NuSTAR*, un petit télescope spatial qui a observé les rayons X très énergétiques entre 2012 et 2014. Mais il existe aussi des télescopes capables d'observer les rayons gamma, particulièrement énergétiques. Ils peuvent ainsi étudier les phénomènes cosmiques les plus violents comme les supernovæ (explosions d'étoiles massives) ou les trous noirs supermassifs.

Enfin, il existe même des télescopes à neutrinos, qui sont en réalité d'enormes cuves d'eau ! Ils permettent de détecter ces particules extrêmement furtives que sont les neutrinos, lesquels proviennent



directement des phénomènes les plus énergétiques et les plus lointains de l'Univers, tels que des noyaux de galaxies crachant des jets de matière. À l'intérieur de ces cuves d'eau, des phototubes agissent comme des détecteurs, enregistrant les «radiations Tcherenkov», des flashes de lumière qui surgissent lorsqu'un neutrino heurte une molécule d'eau.



DE L'INFINIMENT GRAND À L'INFINIMENT PETIT **ZOOM SUR L'UNIVERS**

Des amas de galaxies, que les astronomes observent à travers leurs télescopes géants, aux quarks, que seuls les physiciens parviennent à détecter dans leurs accélérateurs de particules, l'Univers offre une palette de dimensions qui fait valser les puissances de 10 !

Par Cécile Guichon

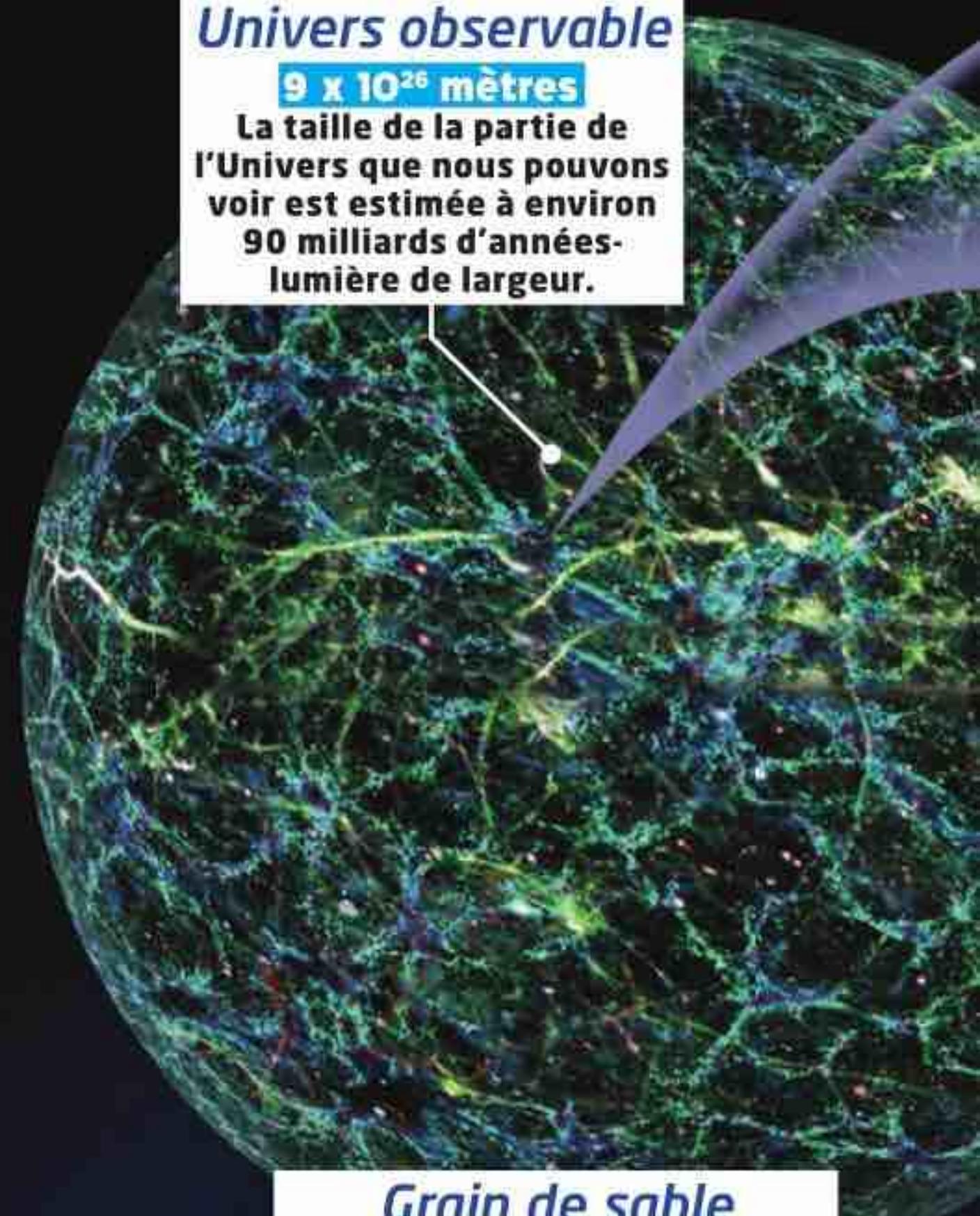
Lexique

- $10^6 = 1\,000\,000$
(1 million)
- $10^{-6} = 0,000\,001$
(1 millionième)
- Une année-lumière est la distance parcourue par la lumière en une année. Elle équivaut à environ 10^{16} mètres.
- Une heure-lumière est la distance que parcourt la lumière en une heure, soit environ 10^{12} mètres.

Univers observable

9×10^{26} mètres

La taille de la partie de l'Univers que nous pouvons voir est estimée à environ 90 milliards d'années-lumière de largeur.



Grain de sable

0,0005 mètre

Un grain de sable est 2 000 fois plus petit qu'un mètre.

Foulée humaine

1 mètre

Lorsque nous marchons, nos enjambées font presque 1 m de longueur.



Quark

10^{-18} mètre

On ne connaît rien de plus petit que les quarks, ces particules élémentaires (briques de la matière) qui s'associent pour former les protons et les neutrons, eux-mêmes constituant les noyaux atomiques.



Voie lactée

10^{21} mètres

Notre galaxie s'étend sur 100 000 années-lumière environ : un engin spatial qui voyagerait aussi vite que la lumière mettrait cent mille ans à la traverser.

Atomes

Oxygène
Silicium

Noyau atomique

10^{-14} mètre

Un noyau atomique est 500 milliards de fois plus petit qu'un grain de sable.

Proton
Neutron

Terre

12×10^6 mètres

Notre planète mesure 12 742 km de diamètre. Elle est à peu près quatre fois plus grande que la Lune.

Système solaire

9×10^{12} mètres

Jusqu'à l'orbite de la planète la plus externe, Neptune, le Système solaire mesure 9 000 milliards de mètres, soit environ 9 heures-lumière.

GIGA TOURS

Quand les gratte-ciel tutoient les nuages

Selon les estimations de l'ONU, nous serons 9,8 milliards à peupler la Terre en 2050. Un challenge pour les architectes qui construisent des immeubles de plus en plus hauts, quitte à défier les lois de la gravité.

Par Charlotte Cresson

Jeddah Tower

Hauteur prévue : 1 001 m

Nombre d'étages : 167

Nombre d'ascenseurs : 59

Usage : résidences, bureaux, hôtel de luxe, restaurants et boutiques

Dates de construction : chantier commencé en 2013

Lieu de construction : Jeddah (Arabie saoudite)

Architecte : Adrian Smith (américain)

Superficie : 530 000 m²

Statut : futur plus haut gratte-ciel du monde





Qu'il s'agisse de laisser une trace dans l'histoire, de défier la nature ou tout simplement de se loger, l'humanité prend régulièrement de la hauteur en construisant des monuments titaniques. Ce fut le cas dès l'Antiquité avec la grande pyramide de Gizeh, érigée en Égypte il y a plus de 4 500 ans. Bâtie pour abriter le tombeau du pharaon Khéops, cette construction de 147 m de hauteur (l'érosion lui a depuis fait perdre 10 m), pour une base carrée au sol de 230 m de côté, a été taillée dans des blocs de calcaire et de granit, dans des conditions qu'on imagine évidemment difficiles vu les moyens de l'époque! Véritable prouesse technique (c'est la seule des sept merveilles du monde antique toujours debout), elle est demeurée pendant plusieurs siècles le plus haut bâtiment dressé par l'homme. Et pourtant... ses dimensions semblent dérisoires au regard de certains édifices actuels!

Les prouesses du béton armé

Il faut attendre le XIX^e siècle et les avancées de la Révolution industrielle (comme le développement de la sidérurgie ou de la mécanisation) pour voir s'ériger des immeubles de plus de 150 m : les premiers gratte-ciel. Ces prouesses sont alors rendues possibles grâce à de nouvelles

On est désormais bien loin des 147 m de la pyramide de Khéops, ou des 312 m de la tour Eiffel



Vues d'artiste de la Jeddah Tower : ci-dessus la terrasse à ciel ouvert, ci-contre une vue aérienne et ci-dessous le dépote-minute au rez-de-chaussée.



techniques d'ingénierie et des matériaux plus solides, tels que l'acier et le fer. Jusque dans les années 1930, les matériaux utilisés sont cependant très lourds, ce qui fait qu'une tour ne peut excéder quinze étages en raison des risques d'affaissement.

Petit à petit, les techniques s'améliorent. Le fer, utilisé pour construire dès 1887 la célèbre tour Eiffel (312 m à l'origine), est remplacé par des matériaux à la fois plus résistants et plus légers, capables de supporter les contraintes liées à la hauteur et

au climat, comme le vent ou les séismes. C'est le cas du béton armé, un mélange de béton et de tiges d'acier. Relativement léger, ce matériau, dont la composition exacte varie en fonction des besoins, permet de construire des édifices bien plus hauts sans avoir à prendre beaucoup de place au sol. Les tours deviennent ainsi plus nombreuses, et peuvent atteindre quarante étages dès les années 1930.

Mais certains gratte-ciel dépassent les frontières de l'imaginaire. À Dubaï, la ...

... tour Burj Khalifa, inaugurée en 2010 et haute de 828 m, est sur le point de perdre son statut de plus grand gratte-ciel du monde, détrônée par la Jeddah Tower et ses 1 001 m. Vous avez bien lu... un kilomètre de hauteur! En construction depuis 2013 dans la ville du même nom, en

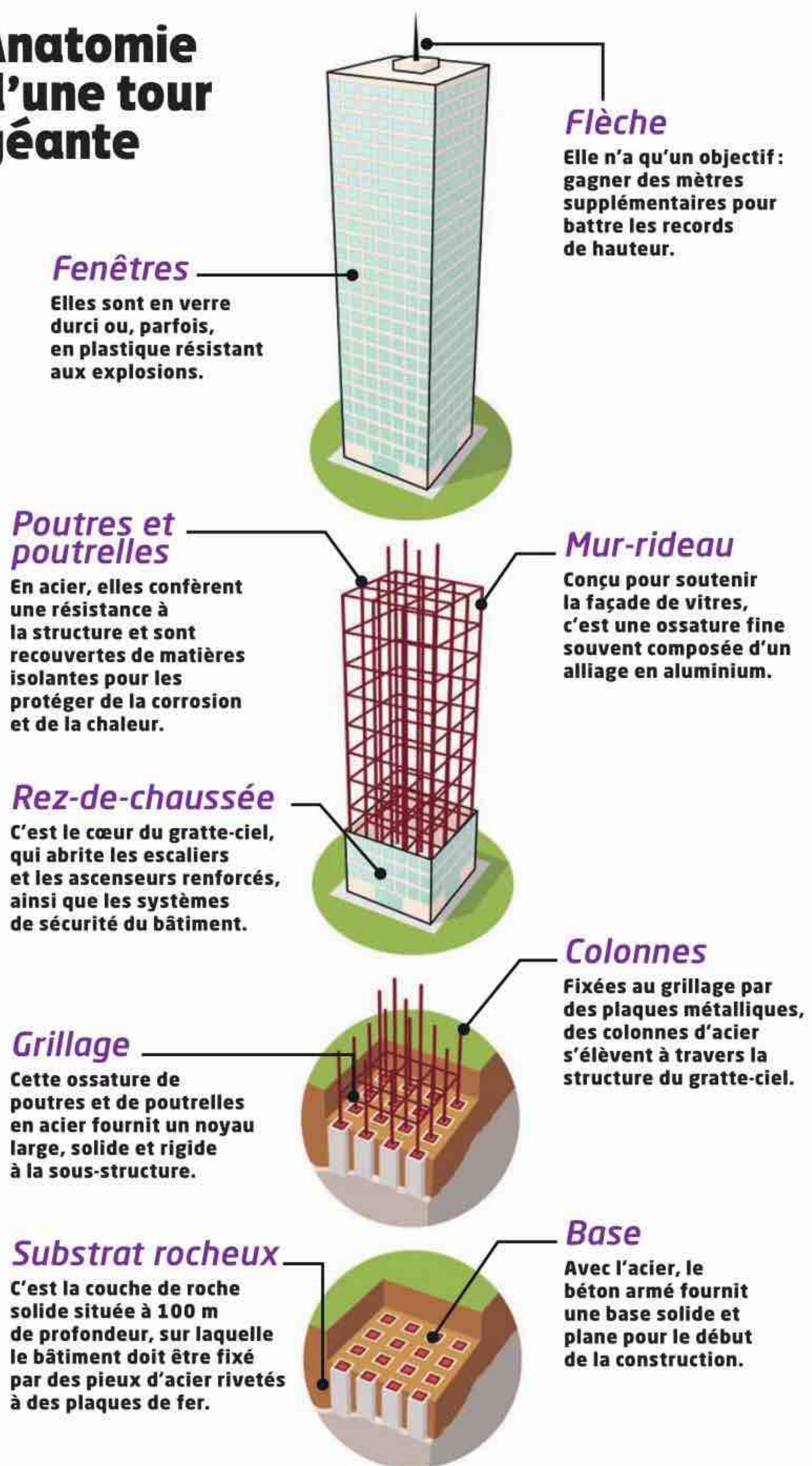
Arabie saoudite, ce building abritera sur 167 étages bureaux, appartements et hôtel de luxe, ainsi qu'un centre commercial.

La particularité de cet édifice futuriste qui cumule les superlatifs repose sur sa structure. Conçue pour résister aux tremblements de terre, fréquents dans la

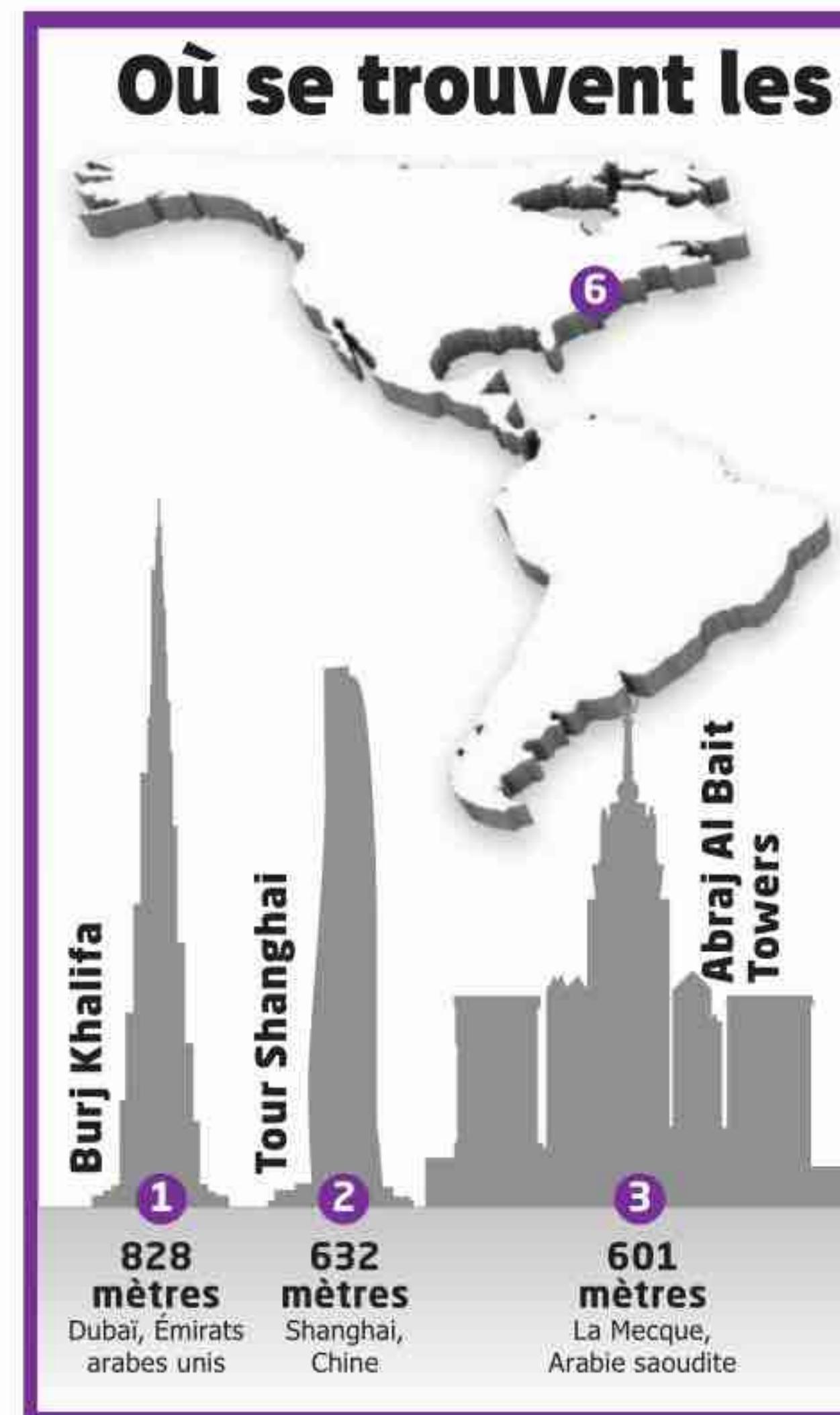
région, et à des vents pouvant atteindre les 150 km/h, elle est composée de 80 000 tonnes d'acier et de 500 millions de mètres cubes de béton. Pour soutenir son immense hauteur, un ensemble de colonnes et de poutres en acier forme un quadrillage qui concentre la force de gravité vers le bas, apportant ainsi une plus grande stabilité. L'intérieur de ce squelette est composé de 270 colonnes d'acier et de pieux solidement enfouis à 100 m de profondeur, soutenus par du béton armé.

Avides de compétition, la Chine – qui peut se targuer elle aussi de quelques impressionnantes édifices, telle la tour Shanghai, haute de 632 m – et les pays du Moyen-Orient se livrent une dure bataille pour posséder la plus haute tour du monde... Une question se pose alors : mais où s'arrêtera-t-on? ☺

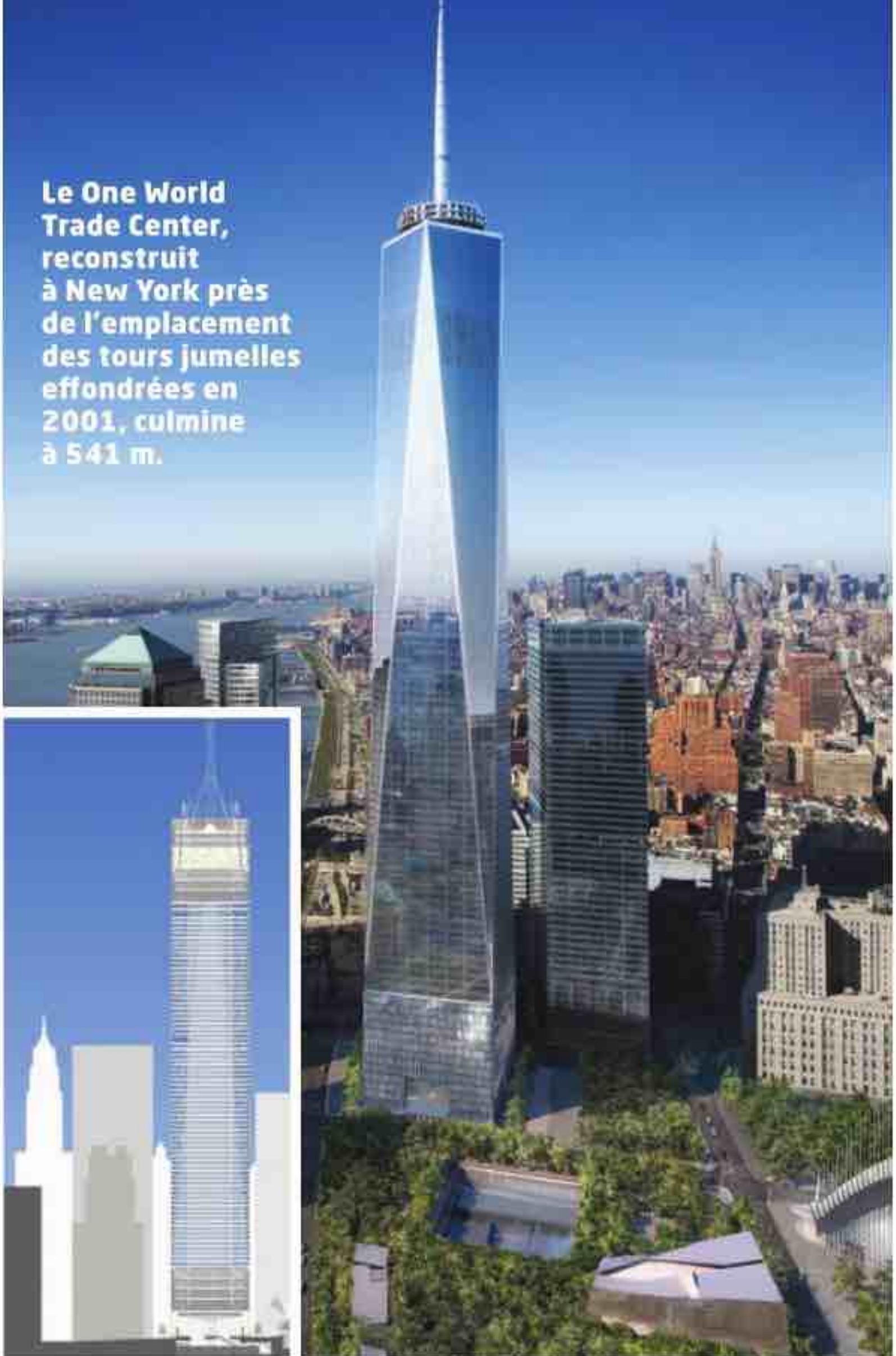
Anatomie d'une tour géante



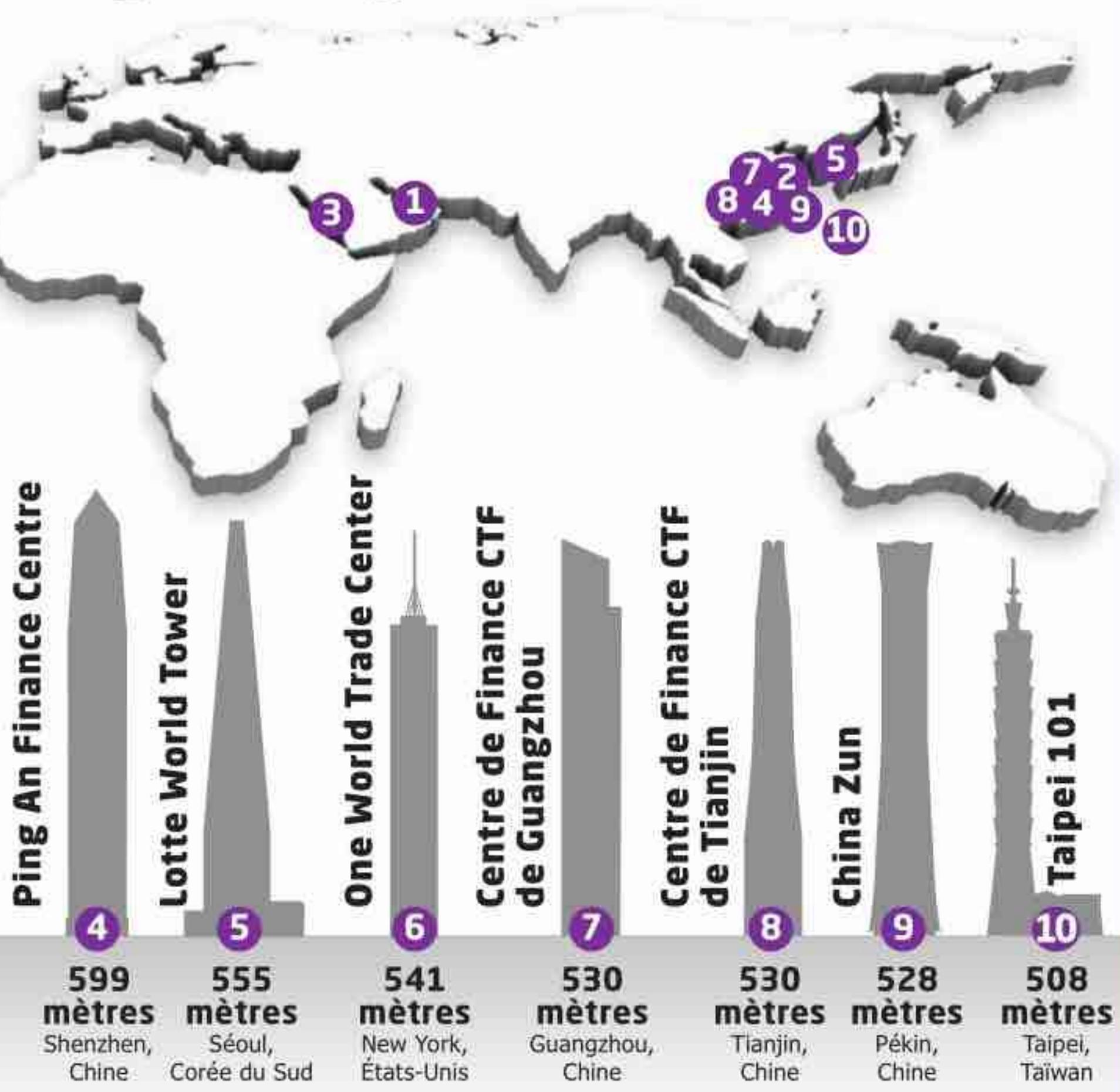
La Chine et le Moyen-Orient se livrent bataille pour la plus haute tour du monde



Le One World Trade Center, reconstruit à New York près de l'emplacement des tours jumelles effondrées en 2001, culmine à 541 m.



plus grands gratte-ciel ?



Zoom sur un ascenseur

Corde

Ce câble de traction en acier est capable de supporter le poids d'une cabine et d'un contrepoids. En général, les ascenseurs de gratte-ciel utilisent quatre à huit câbles chacun.

Gouvernail

Un système de câbles et de pouliés est relié à la cabine et à la base de la cage d'ascenseur afin de contrôler la vitesse de la cabine.

Cabine

Elle est dotée de capteurs de poids, de vitesse et de température sophistiqués. Dans le cas de la Jeddah Tower, elle pourra transporter jusqu'à douze personnes à une vitesse d'environ 10 mètres par seconde.

Contrepoids

Il réduit la charge supportée par le treuil à l'aide de rails de guidage, afin de réduire la vitesse en cas de rupture du câble.

Tampon

Conçu pour amortir la descente de l'ascenseur, il consiste généralement en un piston monté dans un cylindre rempli d'huile pour exercer une pression.



Cité des sciences

Une expo hors norme



Vous êtes curieux de connaître les secrets de construction des plus grandes réalisations du monde ? Du gratte-ciel Burj Khalifa de Dubaï au viaduc de Millau (Aveyron), en passant par le projet de rénovation de la tour Montparnasse à Paris, cette exposition immersive et numérique fait découvrir le savoir-faire des architectes et ingénieurs des superstructures.

« XXHL. Giga tours et méga ponts », jusqu'au 7 mars à la Cité des sciences et de l'industrie (Paris).

Plus d'infos sur : www.cite-sciences.fr

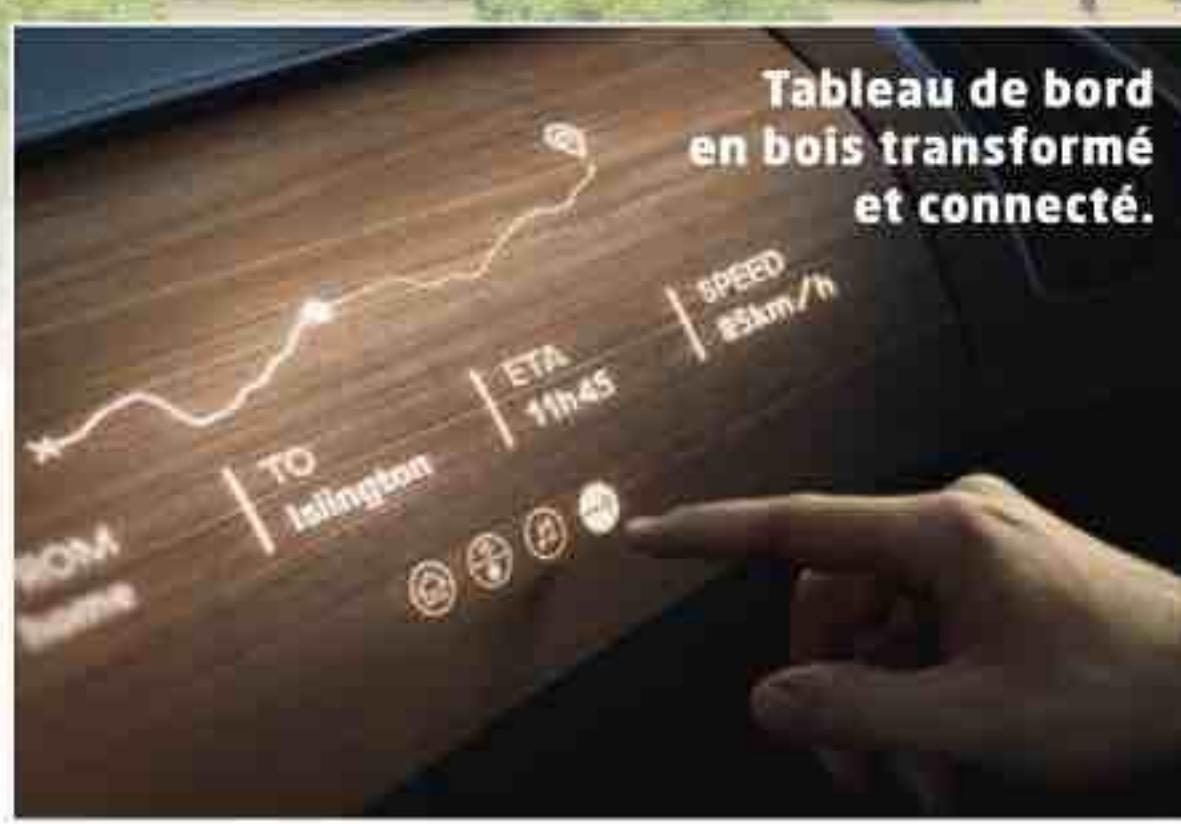
L'INNOVATION FRENCH TECH DU MOIS **Woodoo, le bois de la ville du**



Un bois translucide, ultrarésistant et évidemment... connecté. Conçu par un jeune architecte dijonnais, ce matériau révolutionnaire permet déjà de fabriquer des surfaces tactiles avant de s'attaquer, à terme, au marché des immeubles écologiques.

Par Sophie Noucher

Montage photographique représentant des tours en bois augmenté dans le quartier d'affaires de La Défense (Paris).



Imaginez un building en bois suffisamment résistant pour supporter plusieurs dizaines d'étages (sans structure en béton ni acier), qui ne risquerait pas de prendre feu, ne s'abîmerait pas au contact de l'eau et qu'aucun insecte ne pourrait grignoter. Ce matériau nouveau existe : Timothée Boitouzet, jeune Dijonnais de 33 ans, l'a inventé.

Après avoir travaillé en tant qu'architecte au Japon, le jeune Français, passionné par les matériaux, décide de chercher comment utiliser le bois, ressource présente abondamment sur la planète, pour sortir de la catastrophe écologique que représente

Olivier Grange, 48 ans,

CV en bref

1989 : obtient son bac, spécialité sciences de la vie et de la Terre

1993 : diplômé de l'école de commerce ESDE, à Marseille (elle n'existe plus)

1995 : diplômé de l'école de communication Ircam (Angers) ; il travaille dans différentes agences de communication, dont DDB, un grand groupe américain, et le français Publicis

2018 : intègre Woodoo après avoir créé, l'année précédente, son propre cabinet de conseil

17 millions
d'hectares : c'est la surface des forêts en France

futur

LE CONCEPT

le béton (qui engloutit chaque année des millions de tonnes de sable et d'eau). En 2010, il part étudier la chimie aux États-Unis, à Harvard puis au MIT (Massachusetts Institute of Technology), et trouve le moyen de rendre le bois trois fois plus résistant, ininflammable, imperméable et translucide. Comment? En extrayant la lignine, sorte de colle qui lie les fibres entre elles, et en la remplaçant par un polymère – une résine provenant soit d'un plastique recyclé, soit d'un bio-plastique issu des algues.

Dans la foulée, Timothée Boitouzet monte la start-up Woodoo, en 2017. Un an plus tard, trois laboratoires de chimie de l'Université technologique

de Troyes (dans l'Aube) lui ouvrent leurs portes, et Woodoo installe une usine à deux pas. La start-up continue ses recherches et place sous les feuilles translucides et très fines du nouveau bois des écrans connectés, qui lui permettent de proposer tout un panel de produits à différentes industries.

Vers une urbanisation plus propre

Mercedes, par exemple, a signé pour intégrer dans de futurs modèles de voitures des tableaux de bord tactiles. L'aviation privée pense à en équiper des jets et Woodoo donne également des idées de packaging aux bijoutiers (pour les montres, par exemple).

Le matériau peut aussi être utilisé pour les supports publicitaires qui ont une courte durée de vie – il sera ensuite reformé pour un autre usage. C'est par ces petits objets que la production de Woodoo commence cette année, en association avec des scieries de la région Grand Est.

Dans cinq à huit ans, la boîte, qui emploie aujourd'hui 19 personnes, espère être prête à produire en grande quantité un bois de construction pour une urbanisation propre et intelligente. Pour cela, ses ingénieurs ont testé 50 essences sur lesquelles le procédé fonctionne, dont des bois jusqu'ici très peu exploités, comme le peuplier, le charme ou le pin maritime. ☑

L'INTERVIEW

directeur marketing et communication

**Comment ça marche:
Quel est votre rôle
au sein de Woodoo?**

Olivier Grange:

Je suis responsable de l'image de la marque. Ensuite, je pilote toutes les prises de parole : ce qu'on dit et écrit sur notre site ou les réseaux sociaux notamment. Il s'agit d'expliquer ce que nous proposons mais aussi de lancer des débats, sur les nouveaux matériaux ou la fin du monde carboné, par exemple. Enfin, j'organise nos participations à des événements internationaux.

CCM : Pourquoi avoir choisi de quitter un groupe international, Publicis, pour rejoindre une start-up ?

O.G. Je sentais depuis plusieurs années qu'il se passait des choses du côté de l'innovation et je ne voulais pas rater ce tournant. J'ai créé une société de conseil qui m'a permis de rencontrer des inventeurs dans les domaines de l'alimentation, de l'organisation du travail ou des nouveaux matériaux, autant de secteurs qui peuvent servir le futur.

CCM : Aviez-vous besoin de donner plus de sens à votre travail ?

O.G. Mon métier participe à la surconsommation, c'est indéniable... J'ai refusé de travailler à la communication de certaines entreprises qui allaient contre mes convictions. Avec Woodoo, oui, j'ai la certitude de contribuer à quelque chose de bénéfique pour la planète. Les nouvelles technologies ouvrent des horizons pour approcher différemment la nature, et cela me passionne !



Woodoo

LES CHIFFRES

30%

*des émissions de CO₂ proviennent
du secteur du bâtiment*

Environ 70%

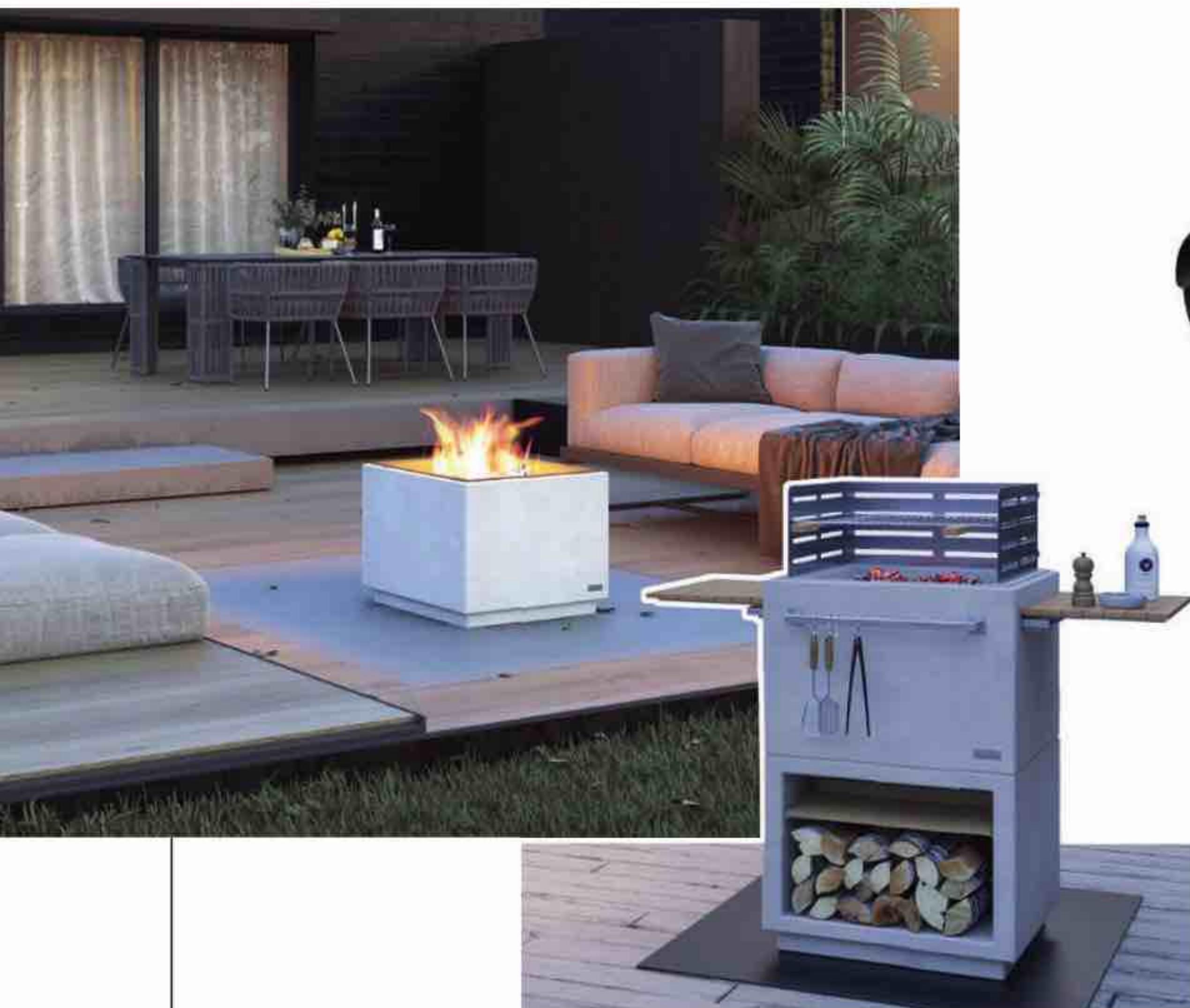
*des humains vivront en ville
en 2050*

Les objets du mois



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

Par Sophie Noucher



Air, du feu été comme hiver

Partager un café sur sa terrasse en hiver sans avoir froid, c'est possible avec un foyer extérieur. Air, de la société norvégienne Nordpeis, propose un système modulaire en béton qui permet de le faire évoluer en barbecue pour les beaux jours. Il est d'ailleurs livré avec un couvercle et un brasier en fonte.

Dimensions: 60 x 66 x 50 cm

Poids: environ 100 kg

Accessoires: casier à bois, grill, pare-vent,

banc latéral pour surveiller la cuisson

Prix: non communiqué, selon revendeur

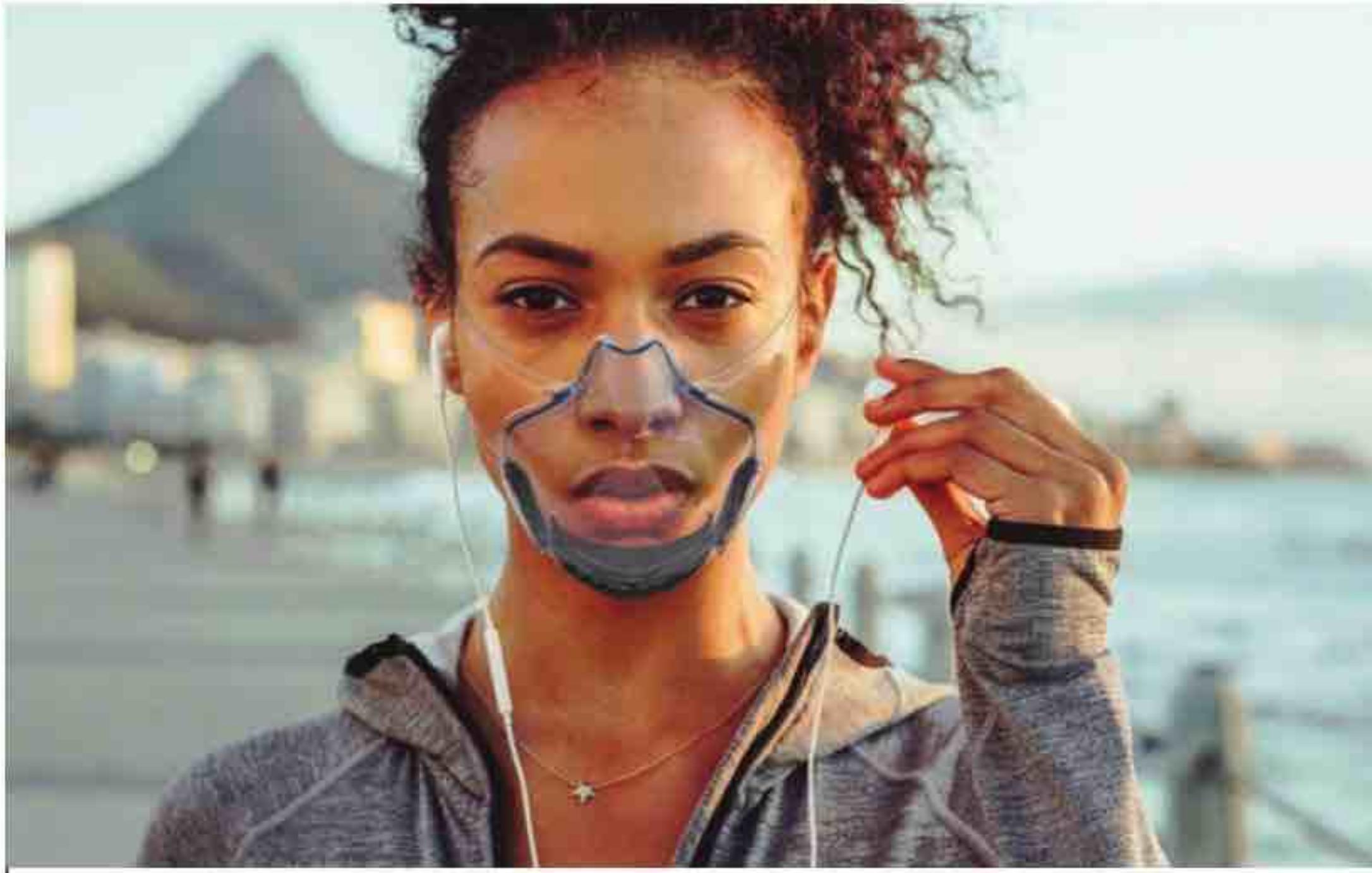
www.nordpeis.fr



Yamaha E700A, le casque à réduction de bruit

Sans fil, ce casque intègre un algorithme, le « listening optimizer », qui analyse le son et supprime les bruits de fond. Les microphones intra-auriculaires captent la musique et les bruits environnants. Ensuite, l'algorithme les sépare pour ne garder que les notes de musique !

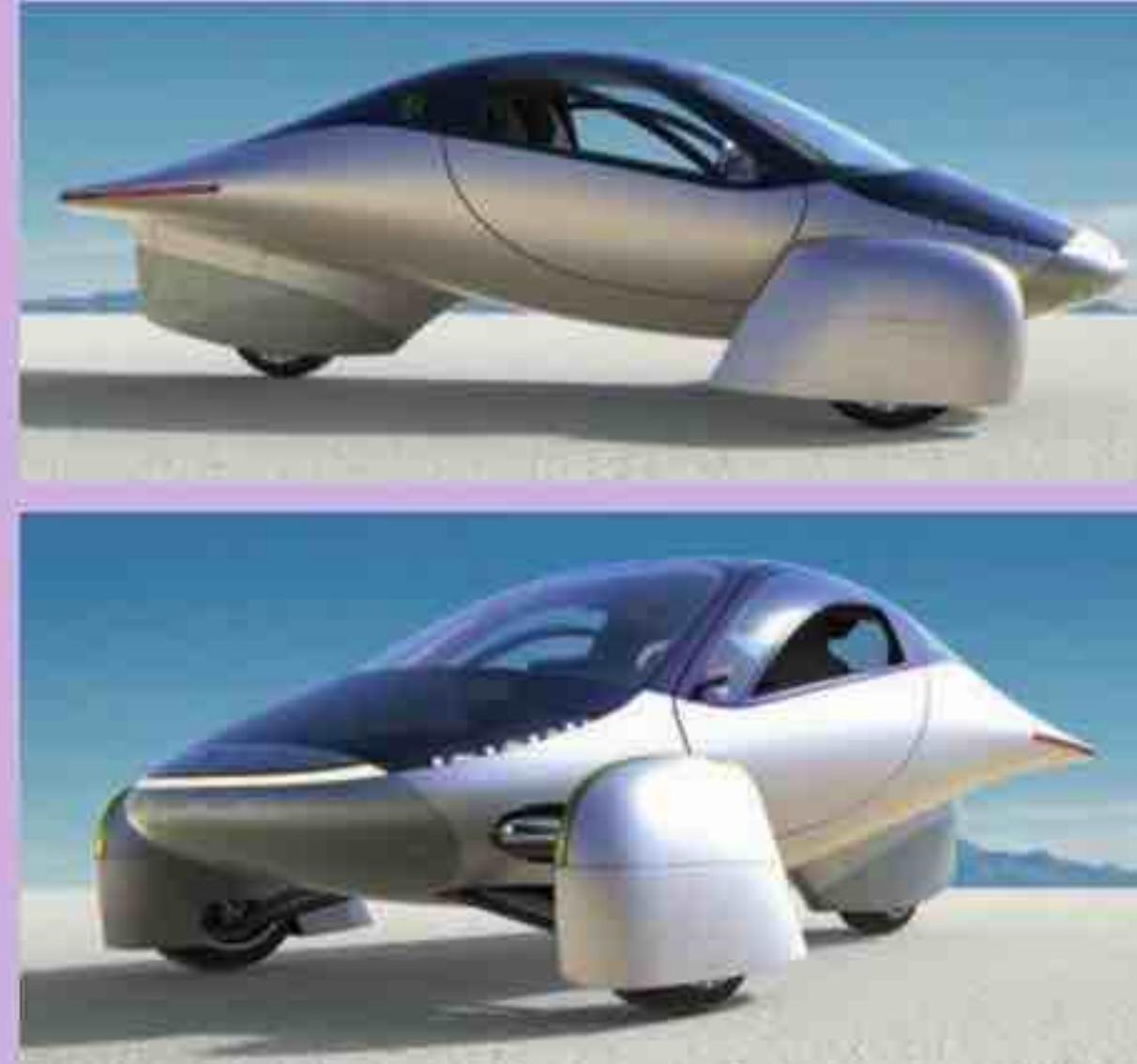
Trente-cinq heures d'autonomie
Arceau réglable, oreillettes
ajustables et pivotantes
Connexion Bluetooth,
commandes tactiles
Prix: 399 €
www.fr.yamaha.com



Leaf, le masque transparent et auto-désinfectant

Le visage n'est plus caché avec ce masque qui laisse voir sourires, moustaches ou barbichettes ! Conçu aux États-Unis, Leaf offre une protection contre la pollution mais aussi contre les virus grâce à deux filtres, l'un au charbon actif et l'autre, dit « HEPA », qui bloque les particules jusqu'à 0,3 micromètres. Il évite les sensations de démangeaisons ou la buée sur les lunettes. Le modèle « UV » offre en plus une stérilisation par rayonnement ultraviolet (UVC) : 3 LED s'activent chaque fois que le masque est branché.

En silicone flexible, s'adapte à la forme de chaque visage
3 tailles : 89 mm (enfants),
95 et 105 mm (adultes)
25 plis pour le filtre « HEPA »,
soit 5 fois la surface
d'un masque classique
Prix : à partir de 50 € +
filtre mensuel à 11 € (sans
l'option « UV »)
Modèle « UV » : stérilisation
en 2 min après branchement
sur port USB
www.leaf.healthcare



Aptera, la voiture solaire

C'est la première voiture électrique et solaire qu'il n'est pas utile de recharger... pour des déplacements quotidiens et si vous habitez dans un environnement suffisamment ensoleillé. L'énergie solaire, qui fournit les 100 Wh / mile (1,6 km) qui lui sont nécessaires, permettra de parcourir, en France, entre 17 et 58 km par jour selon l'ensoleillement de la région.

Silhouette	Un seul rechargement électrique permet de parcourir 1 600 km
aérodynamique	
3 roues	Pas encore disponible à la vente
Équipée de l'équivalent de 3 m ² de panneaux solaires	www.aptera.us

ScanWatch, une montre pour s'occuper de sa santé

La société française Withings commercialise cette montre qui propose un contrôle cardiaque permettant de détecter des signes d'arythmie (et de prévenir un médecin via l'appli). Elle offre aussi un suivi du sommeil. Grâce à un scan, les perturbations respiratoires sont surveillées : elles peuvent servir d'indicateurs dans les cas d'apnée du sommeil.

Compatible iOS et Android
Suivi de l'activité physique : nombre de pas, enregistrement de vos progressions en course, cyclisme ou natation

Trente jours d'autonomie
Étanche jusqu'à 50 m
Prix : à partir de 279,95 €
www.withings.com



ALERTE BIODIVERSITÉ EN DANGER

4 ÉCOSYSTÈMES À PROTÉGER

Ils foisonnent d'espèces animales et végétales, dont certaines n'existent nulle part ailleurs. Gros plan sur quatre « points chauds » de la biodiversité, des zones dont l'incroyable richesse est menacée par l'homme.

Par Louna Esgueva



Asie du Sud-Est / Océanie

Le Triangle de corail

Situé entre les océans Pacifique et Indien, le Triangle de corail est le plus riche écosystème marin du monde en matière de biodiversité. On le surnomme « l'Amazonie des mers ». Couvrant environ 6 millions de kilomètres carrés, il baigne les côtes et fonds marins de six pays : l'Indonésie, les Philippines, la Malaisie, la Papouasie-Nouvelle-Guinée, les îles Salomon et le Timor oriental. Il tient son nom des quelque 600 espèces de coraux (75 % de celles de la planète) qu'il abrite. Là, dans ses eaux turquoise, la vie foisonne : plancton, crevettes-mantes, hippocampes pygmées, éponges, tortues à écailles, mérous, thons, murènes, palourdes géantes, poissons-perroquets à bosse, napoléons et autres barracudas... Des mets de choix pour les requins-baleines, dauphins, lamantins et baleines qui y font escale lors de leurs migrations. C'est aussi là que, protégées des tempêtes du Pacifique par les récifs coralliens, la mangrove et les herbiers, de nombreuses espèces de poissons viennent se reproduire.

Des eaux plus chaudes et acides

Essentiel pour la vie marine, le Triangle de corail constitue également une ressource précieuse pour l'industrie de la pêche, du commerce ou encore du tourisme. La zone ferait vivre environ 100 millions de personnes. Mais ce trésor biologique est aujourd'hui menacé par le changement climatique. Il pourrait disparaître à l'horizon 2100 sous l'effet du réchauffement et de l'acidification (responsable du blanchiment du corail) des océans, si des actions visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre n'étaient pas engagées. Une urgence, car la disparition des récifs coralliens pourrait faire chuter de 80 % les ressources en nourriture de la zone, avec des conséquences dramatiques pour les populations qui en dépendent.

Les ressources marines du Triangle de corail font vivre environ 100 millions de personnes

© Alamy / Shutterstock

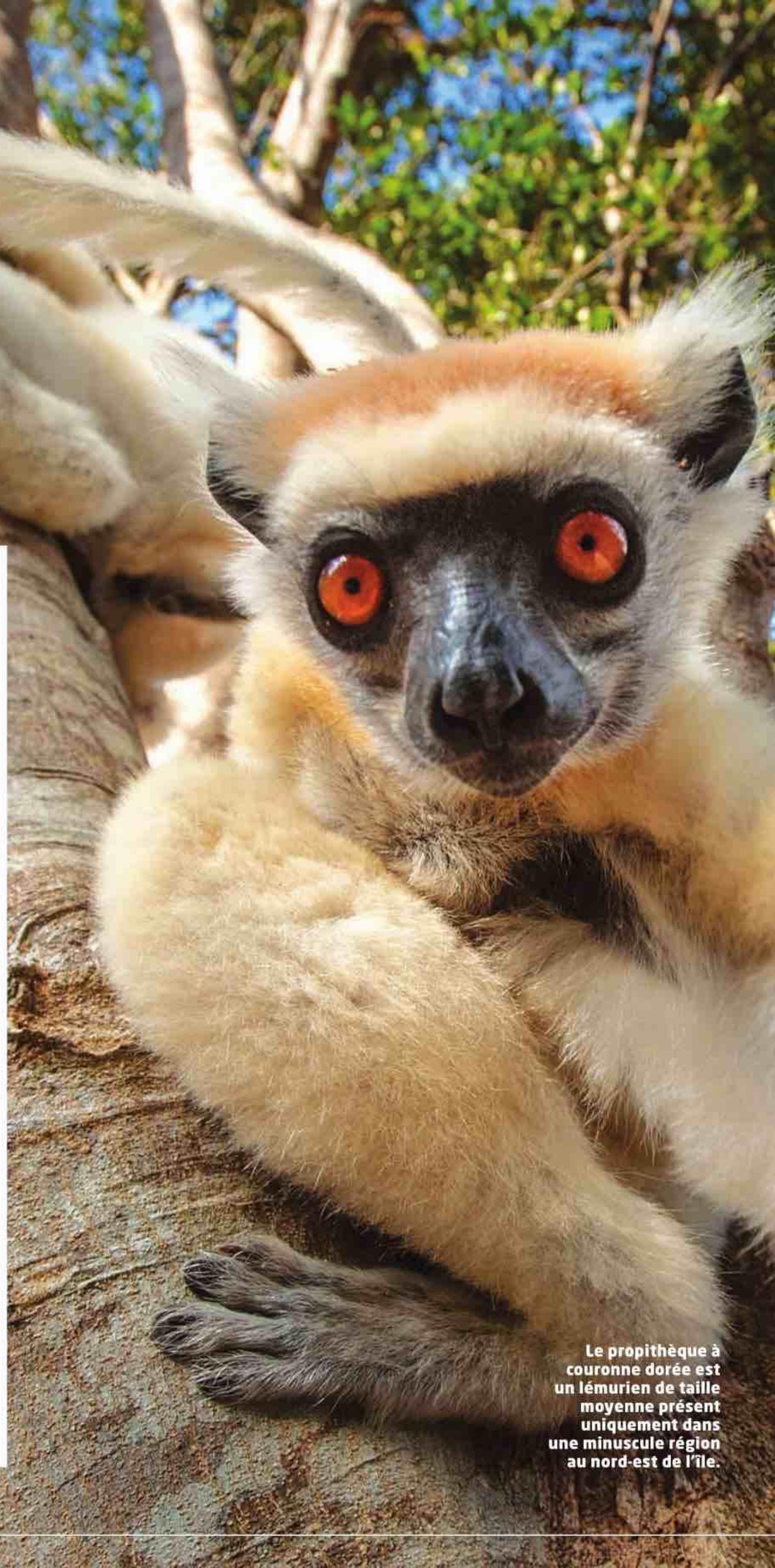




Afrique de l'Est Madagascar

Àvec ses 587 000 km² (un peu moins que la France), Madagascar est la cinquième plus grande île du monde (après l'Australie, le Groenland, la Nouvelle-Guinée et Bornéo). Située dans l'océan Indien, à l'est du continent africain, dont elle s'est séparée il y a environ 165 millions d'années, elle a développé une faune et une flore uniques au monde. Au total, 250 000 espèces, dont 70% sont endémiques (elles ne vivent nulle part ailleurs), peuplent des habitats très diversifiés : forêts tropicales, savanes, tsingy (formations rocheuses effilées), récifs coralliens, marécages et mangroves. Sur l'île, on trouve ainsi pas moins de sept espèces de baobabs... quand le continent africain tout entier n'en possède qu'une seule !

Autre exemple emblématique : les 107 espèces connues de lémuriens, ces petits primates aux grands yeux globuleux, ne vivent qu'à Madagascar. Mais quasi toutes (103) sont menacées d'extinction, en raison de la destruction par l'homme de leur habitat naturel.



Le propithèque à couronne dorée est un lémurien de taille moyenne présent uniquement dans une minuscule région au nord-est de l'île.

Le fossa est le principal prédateur de Madagascar. Il rôde dans les forêts à la recherche de lémuriens, ses proies favorites.



Le mâle du caméléon panthère, un saurien d'origine malgache (et introduit à La Réunion), arbore, selon la région où il vit, des couleurs différentes, mais toujours spectaculaires.

Sur les 107 espèces connues de lémuriens, des petits primates endémiques de l'île, 103 sont menacées d'extinction



Amérique du Sud L'Amazonie

Cette vaste région naturelle s'étend sur 5,5 millions de kilomètres carrés (plus de huit fois la France) et pas moins de neuf pays : principalement le Brésil, puis le Pérou, la Colombie, la Bolivie, le Venezuela, l'Équateur, le Guyana, le Surinam et la Guyane française.

Traversée par le fleuve Amazone et ses affluents, elle forme un réseau complexe de multiples écosystèmes : forêt tropicale bien sûr (la plus grande du monde), mais aussi savanes, marécages, prairies et plaines inondables.

Le poumon de la Terre

Pas étonnant, donc, que l'Amazonie offre une biodiversité d'une telle richesse : près de 400 milliards d'arbres, provenant de 16 000 espèces ; 2,5 millions d'insectes différents (un seul arbre héberge plus d'espèces de fourmis que certains pays sur tout leur territoire !) ; 2 200 espèces

de poissons ; près de 1 300 oiseaux ; plus de 400 mammifères ; autant d'amphibiens et de reptiles... Au total, une espèce animale ou végétale sur dix vit dans la forêt amazonienne (alors qu'elle ne couvre «que» 1 % environ de la surface terrestre).

Cet environnement exceptionnel joue un rôle primordial dans le climat de notre planète. On ne l'appelle pas le «poumon de la Terre» pour rien... La forêt amazonienne agit en effet comme un «puits de carbone» : elle absorbe plus de dioxyde de carbone (CO_2) qu'elle n'en rejette, contribuant à limiter l'impact du réchauffement climatique. Oui, mais... à cause de la déforestation (environ 20 % de sa surface ont été rasés depuis 1970), cette capacité de stockage a diminué de moitié depuis les années 1990, passant de 2 milliards à 1 milliard de tonnes de CO_2 stockées chaque année. L'Amazonie pourrait même finir par créer l'effet inverse, à savoir libérer le carbone emprisonné...

Dauphin rose de l'Amazone

Ce cétacé vit exclusivement en eau douce. Son corps gris apparaît rosé dans le bassin du fleuve Amazone, à cause de la vase et de la végétation décomposée.

Ocelot

Deux fois plus gros qu'un chat domestique, ce félin est un bon grimpeur, qui chasse aussi bien dans les arbres que dans les rivières. Ses proies : des rongeurs, des poissons et des singes.

Boa émeraude

Ce redoutable serpent peut atteindre 2 m de longueur. Il chasse la nuit, s'attaquant aux mammifères, aux oiseaux et aux reptiles.

Piranha

L'Amazonie abrite 20 espèces différentes de ce poisson aux dents acérées, qui se nourrit de poissons, de crustacés, de vers et de charognes.

Une espèce animale ou végétale sur dix vit dans la forêt amazonienne

Paresseux

Comme son nom l'indique, il se déplace dans les arbres avec une extrême lenteur : 0,2 km/h en moyenne !

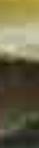
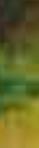
Tapir

Ce mammifère nocturne se nourrit de jeunes pousses, de fruits et de graines qu'il attrape à l'aide de sa courte trompe.



Saimiri

Celui qu'on nomme également le singe-écureuil est très bruyant et vit toujours en groupe. Il mange des fruits, des insectes et des graines.



Jaguar

Le plus grand félin de la forêt tropicale est un très bon nageur, qui n'hésite pas à plonger dans les rivières pour chasser poissons, tortues et caïmans.

© Alamy / Thinkstock

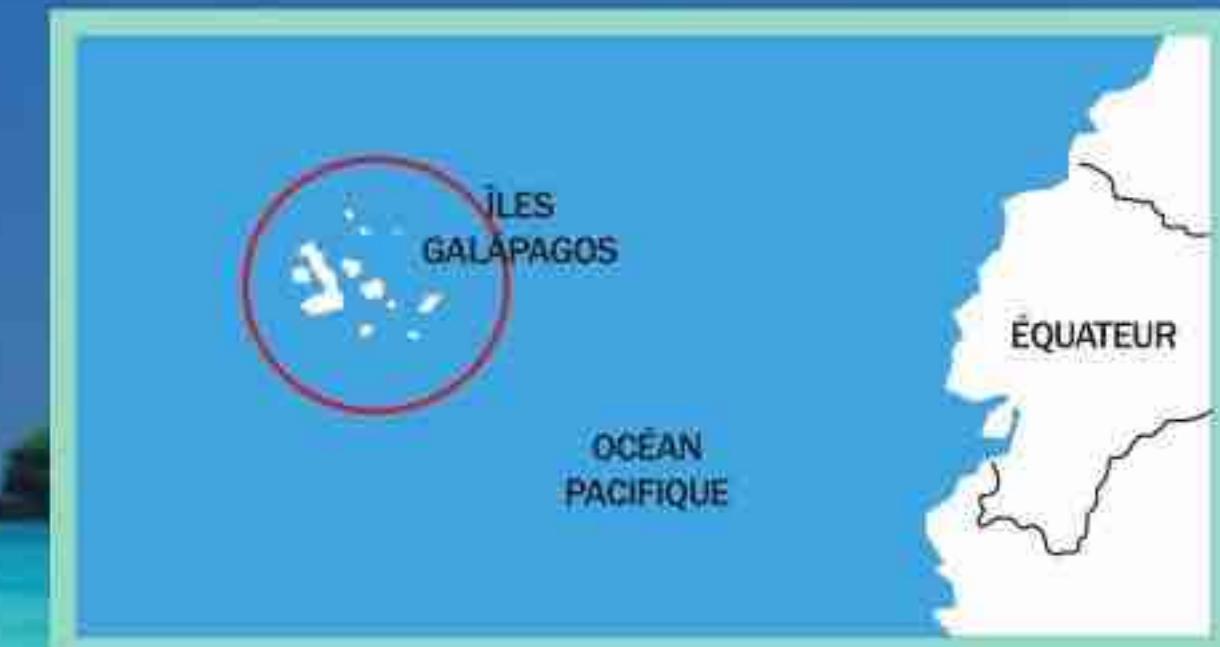
Ara rouge

Ce grand perroquet coloré (environ 85 cm de longueur) vit en moyenne 80 ans, et évolue dans un groupe d'une vingtaine d'individus.

Iguane vert

Vivant principalement dans la canopée (l'étage supérieur de la forêt), ce saurien est l'un des plus grands lézards d'Amérique du Sud (jusqu'à 2 m de longueur et 5 kg).





Amérique du Sud

Les îles Galápagos

Un archipel composé d'une quarantaine d'îles et d'ilots (treize îles principales, dont cinq seulement sont habitées), perdu au beau milieu de l'océan Pacifique, à 1 000 km des côtes équatoriennes : voici les Galápagos. Un endroit exceptionnel où le visiteur peut croiser des animaux uniques au monde, comme la tortue géante, l'otarie à fourrure des Galápagos, le fou à pieds bleus, le crabe rouge, l'iguane marin, etc. Parmi les innombrables insectes, poissons, oiseaux, reptiles, amphibiens et mammifères marins qui peuplent les lieux, sans oublier des arbres et des fleurs, on estime que 170 à 228 espèces sont endémiques, c'est-à-dire qu'on ne les trouve « naturellement » nulle part ailleurs. En effet, grâce à l'isolement de ces îles volcaniques, les espèces qui y sont arrivées il y a des milliers d'années se sont épanouies et ont évolué de façon indépendante, sans la moindre perturbation extérieure (comme la présence de prédateurs, dont l'homme).

Parc national et réserve marine

Chaque île abrite des espèces spécifiques. Ainsi, on recense dans l'archipel pas moins de 14 espèces de pinsons, des oiseaux chanteurs longs de 10 à 20 cm. Ils ont tous un très vieil ancêtre commun, dont les descendants ont évolué sur des îles différentes jusqu'à former des espèces distinctes, qui n'ont par exemple pas la même taille et forme de bec.

Depuis 1959, l'archipel des Galápagos est devenu un parc national dont 97 % des terres sont protégées. Le parc est même entré en 1978 au patrimoine mondial de l'Unesco, tandis que ses eaux sont devenues une réserve marine en 1998.

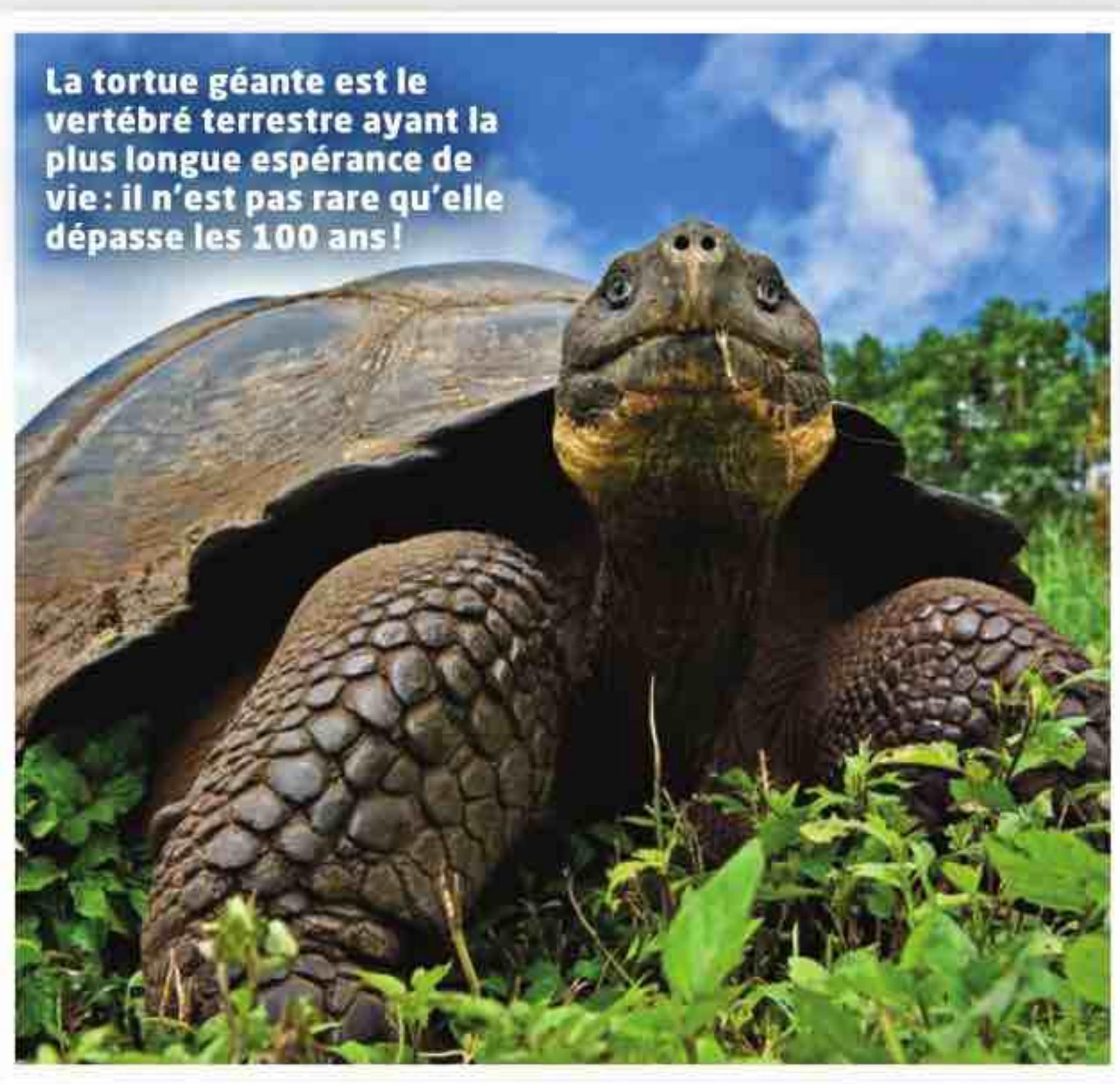


L'otarie des Galápagos vit en colonies d'une trentaine d'individus, qui se reposent la journée sur de grandes étendues de plage de sable.

**Sur ces îles
volcaniques coupées
du reste du monde,
les animaux ont
évolué sans crainte
de prédateurs
extérieurs**



L'iguane marin aime se prélasser sur le rivage. Il se nourrit presque exclusivement d'algues marines.



La tortue géante est le vertébré terrestre ayant la plus longue espérance de vie : il n'est pas rare qu'elle dépasse les 100 ans !



Le crabe rouge est un charognard qui se nourrit des débris organiques présents sur les plages.

Les écosystèmes en chiffres



1,7 %

C'est la part de la surface des océans couverte par le Triangle de corail



20 %

de l'oxygène mondial est produit par la forêt amazonienne



605

espèces de coraux forment le Triangle de corail, soit **30 %** de la totalité des récifs coralliens mondiaux



6 des 7 espèces de tortues de mer vivent uniquement dans le Triangle de corail

294 espèces d'oiseaux vivent à Madagascar, dont **107** endémiques



23

nouvelles espèces de lémuriens ont été découvertes ces dix dernières années

18 %

du volume total d'eau douce déversée dans les océans du monde provient du fleuve Amazone



2 228

des **6 000** espèces de poissons des récifs coralliens vivent dans le Triangle de corail, soit plus de **35 %**!



Les îles Galápagos comptent

60 espèces d'oiseaux

NE RATEZ PLUS AUCUN NUMÉRO
ABONNEZ-VOUS !

Comment
ça marche
----- LE MAG QUI DÉCRYPTE LE MONDE #121

NATURE
La formidable diversité des primates

SANTÉ
Comment réparer le cœur

CLONAG POURRA LES FAIRE REVIVRE

NOUVELLE FORMULE GRAND FORMAT

ILLUSTRATION HIGH-TECH IMPLANTS RFID Demain tous

Comment
ça marche
----- LE MAG QUI DÉCRYPTE LE MONDE #120

INTERVIEW BERNARD WERBER: «Personne ne détient la vérité»

ENQUÊTE Vapoter, c'est fumer?

ILLUSTRATION HIGH-TECH À quand l'ascenseur spatial?

NATURE Comment chassent les félin

ESPACE Les plus grands mystères de l'Univers

ROBOTS AUTONOMES

Ils opèrent des patients, éteignent des feux, veillent sur notre environnement...

à partir de
45 €
par an

AVEC VOTRE CODE PROMO



CCM21

RETROUVEZ LES OFFRES D'ABONNEMENT SUR FLEURUSPRESSE.COM

LA LONGUE ROUTE DES TÉLÉCOMMUNI

Le besoin d'échanger des informations a poussé l'humain à exploiter tous les moyens pour communiquer à distance : coursiers, signaux de fumée, drapeaux... jusqu'à la découverte des ondes radio.

Par Gisèle Foucher

Gravure représentant la démonstration d'un appareil téléphonique dans un hôtel parisien en 1892.

CATIONS

Dès l'Antiquité,
des messagers
pouvaient parcourir
des dizaines
de kilomètres

« **V**enez ici, Monsieur Watson, j'ai besoin de vous.» Cette célèbre phrase prononcée par l'inventeur écossais Graham Bell à l'attention de son assistant le 10 mars 1876, pour tester son téléphone filaire, a scellé la genèse de la transmission des sons à distance. Il a fallu bien des découvertes et inventions en

chemin. Que n'a pas imaginé l'humanité pour communiquer malgré les barrières de l'espace ! Dès l'Antiquité, des messagers parcouraient des dizaines de kilomètres pour transmettre des renseignements cruciaux. En Amérique et en Chine, des signaux de fumée alertaient les villageois de l'arrivée d'un envahisseur. Les pigeons voyageurs furent aussi des alliés de choix pour transmettre les messages.

Leur histoire remonte à l'Egypte antique, quand les navigateurs annonçaient leur arrivée au port plusieurs jours à l'avance, en lançant ces volatiles depuis leurs bateaux.

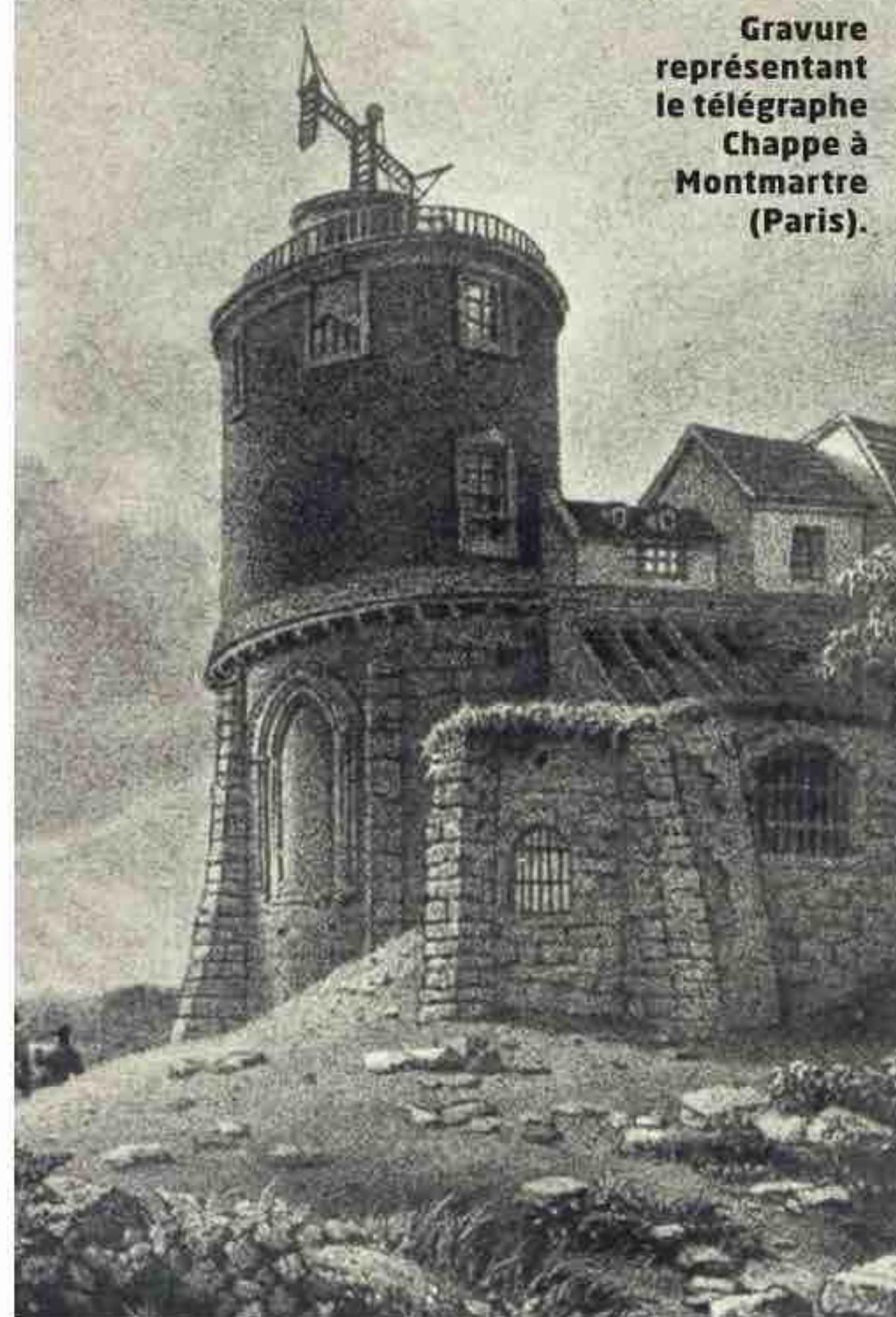
La Poste Metzger, un service de courriers à cheval organisé en Allemagne par la confrérie des bouchers (Metzger, en allemand), fut le premier service postal international du Moyen Âge. Toutefois, les messages mettaient un temps ...

... précieux avant d'arriver à destination (pour parcourir 100 km, le coursier devait chevaucher plus de sept heures!), un temps qu'il fallait absolument raccourcir.

Des inventeurs partout dans le monde

C'est à la fin du XVIII^e siècle que se produisent les plus grands bonds en matière de télécommunications. La première révolution industrielle bat alors son plein et la seconde ne va pas tarder à pointer son nez, avec l'acier, l'électrométallurgie et la chimie. Le télégraphe optique par sémaphore est créé en France, en 1793, par les frères Chappe. La Révolution française secoue alors le pays, la nécessité de communiquer sur de longues distances se fait pressante. L'un des quatre frères, l'ingénieur Claude Chappe, élabore un langage de transmission par sémaphore : des tours sont établies sur le territoire, au sommet desquelles des bras articulés, par leurs positionnements, symbolisent des messages.

Il faudra quarante ans et quelques inventions pour qu'apparaisse, en 1833, la première liaison de télégraphie électrique opérationnelle, mise au point par les physiciens allemands Carl F. Gauss et Wilhelm Weber. Quelques années plus tard, de l'autre côté de l'Atlantique, naît



Gravure représentant le télégraphe Chappe à Montmartre (Paris).

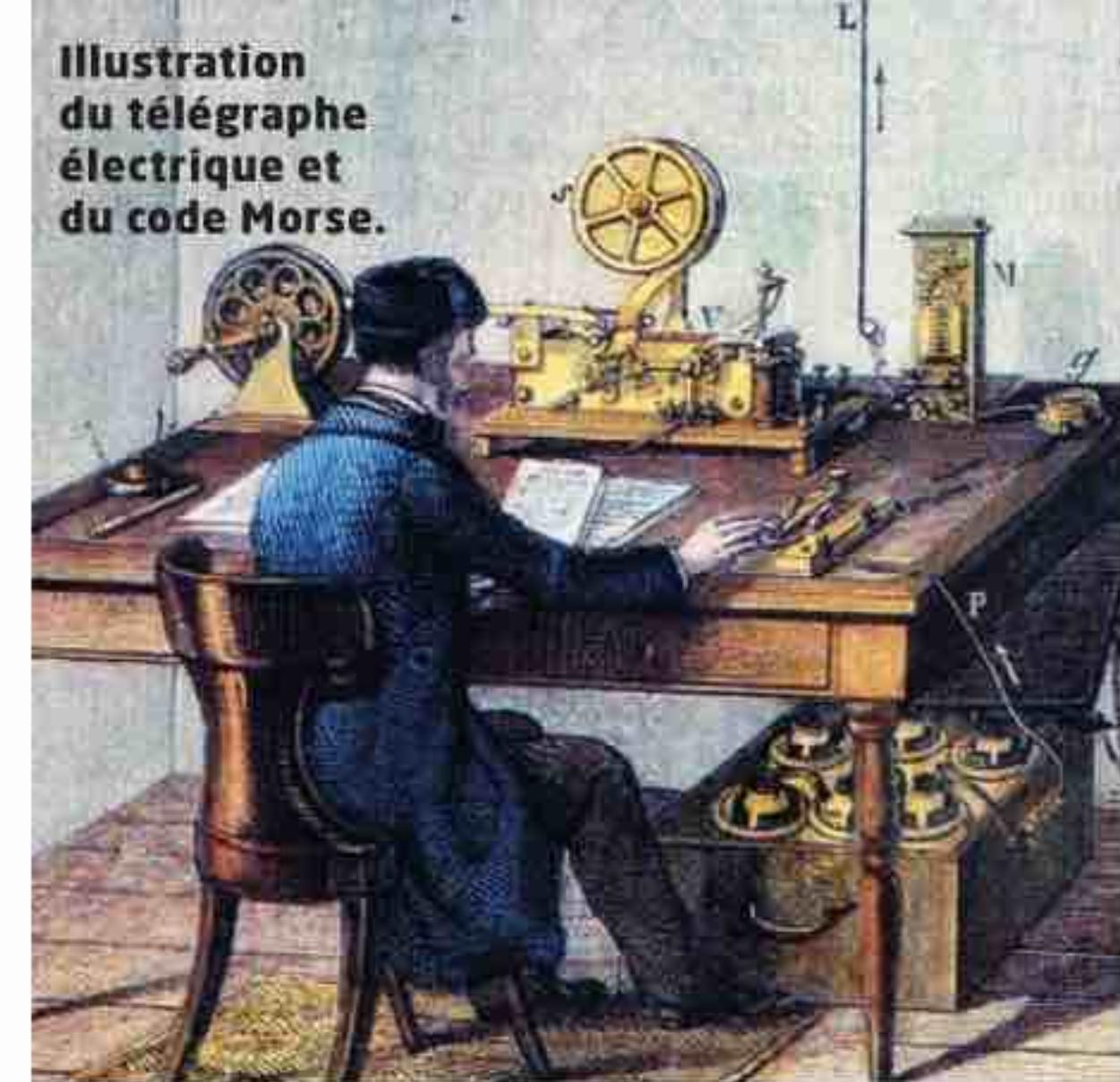


Illustration du télégraphe électrique et du code Morse.



Standard téléphonique Bell.

États américains. À partir de 1858, des câbles télégraphiques sous-marins commencent à relier l'Amérique à l'Europe. Les messages, codés en Morse, sont maintenant transmis outre-Atlantique en quasi-instantanéité (en 1866, il faut toutefois une minute pour transmettre huit mots). Mais qu'en est-il de la voix?

Dès 1820 et 1821, les chimistes danois Hans Christian Ørsted et britannique Michael Faraday avaient découvert les ondes électromagnétiques. Graham Bell décide de se pencher sur diverses théories et inventions portant sur la transmission du son. Le 24 février 1876, il dépose une demande de brevet pour un appareil capable de transmettre le son de

En 1866, il fallait une minute pour transmettre un message de huit mots codé en Morse

un nouveau code de transmission: le code Morse, du nom de son inventeur Samuel Finley Morse, un physicien américain. Dès 1844, des lignes de télégraphie s'ouvrent alors – sous son influence – dans divers



10 inventions qui ont mené aux télécommunications modernes

France

1 Le télégraphe optique par sémaphore (1793)

Les frères Chappe

Le système consistait en des tours équipées de bras mobiles, contrôlés par deux manettes et dont les diverses positions élaboraient un message. La première ligne de communications établie avec ces tours fut Paris-Lille, en 1794.

Etats-Unis

2 Le télégraphe électrique et le code Morse (1837-1838)

Samuel Morse

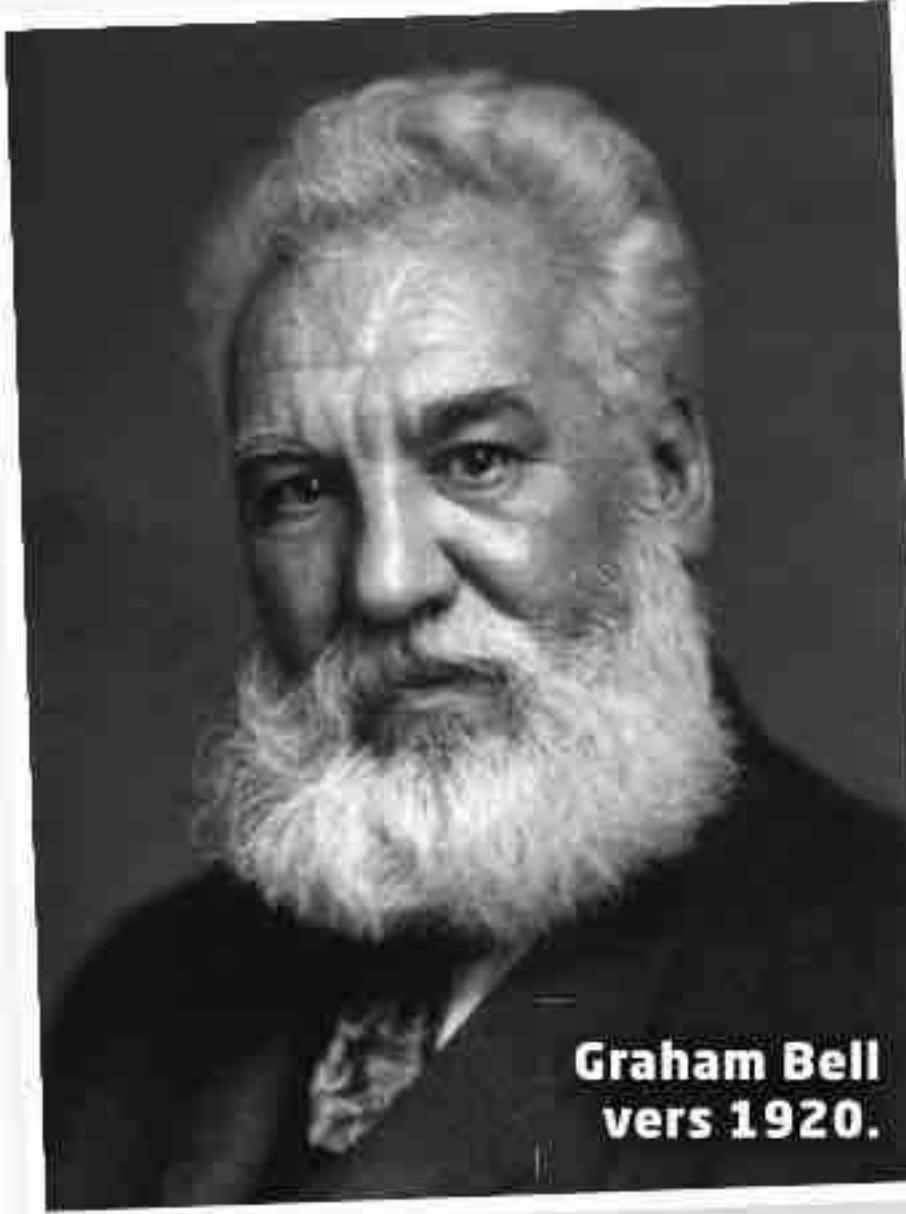
Le scientifique crée un télégraphe tirant parti des phénomènes électriques. Le courant est établi en appuyant une lame de métal de l'appareil sur un plot métallique situé en dessous, et interrompu lorsque la lame remonte. Samuel Morse élabore ensuite un système de communication sous forme d'impulsions électriques courtes et longues, transmises par cette lame et véhiculées le long d'une ligne télégraphique: le code Morse.

Etats-Unis

3 Le téléphone (1876)

Graham Bell





Graham Bell
vers 1920.

la voix. Le principe est ingénieux : une lame métallique fixée à une membrane vibre devant un électroaimant sous l'effet de la voix ; ces vibrations produisent un courant électrique variable transmis le long d'un fil électrique ; à l'autre extrémité du fil, un dispositif identique reproduit la voix.

La France en retard

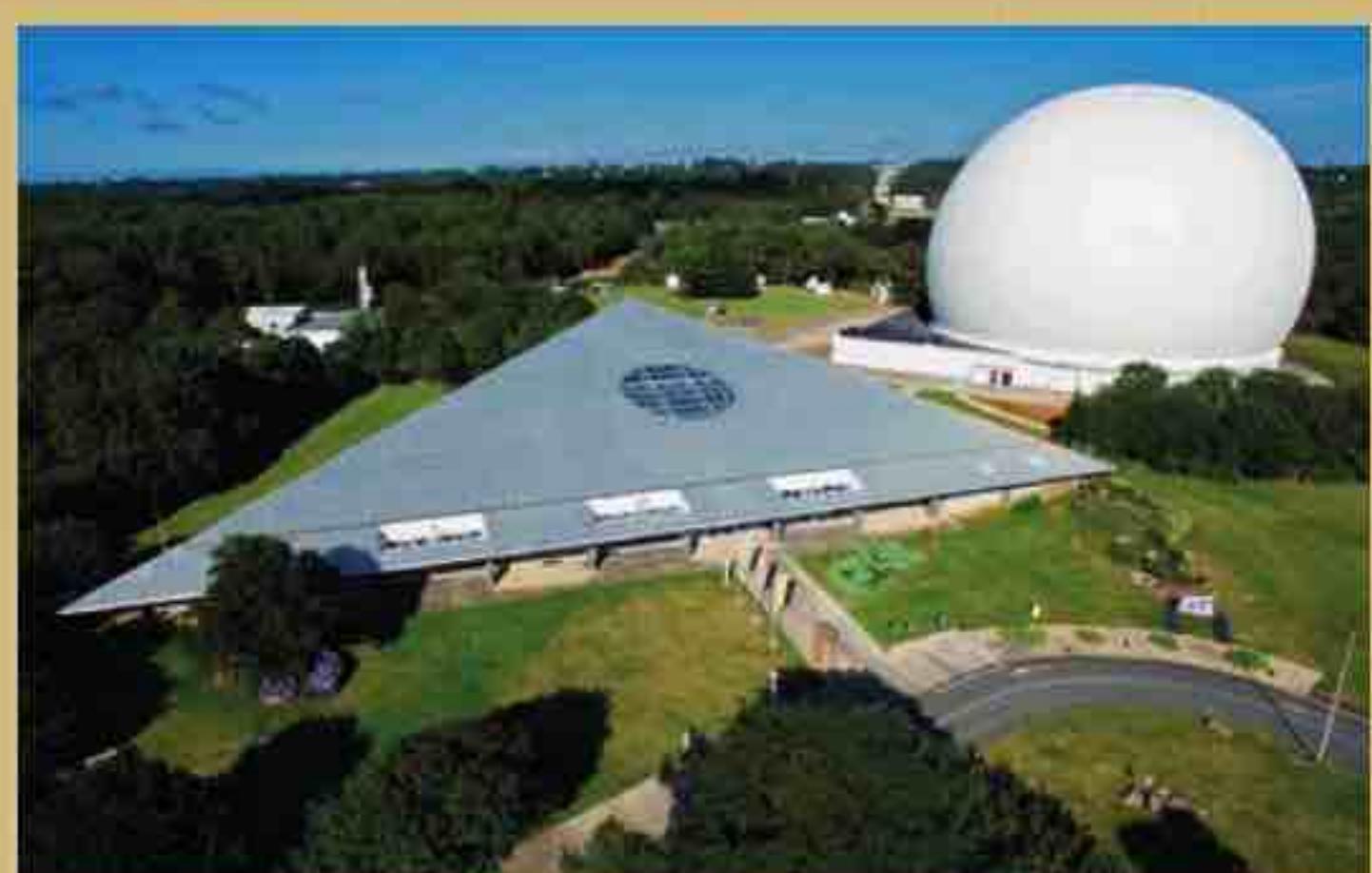
L'ère du téléphone est née. Les abonnés sont bientôt reliés à des centraux téléphoniques et des opératrices se chargent de les mettre en relation. Si les États-Unis s'équipent très vite, la France, elle, n'est pas au rendez-vous. Comme le souligne Pierre-Yves Paranthoën, muséographe de la Cité des télécoms (Côtes-d'Armor), « après la nationalisation de la Société générale du téléphone en 1889, celui-ci n'est installé que là où les collectivités locales financent son déploiement ». Il en résulte un réseau de médiocre qualité là où l'argent manque. Pierre-Yves Paranthoën ajoute : « Deux ...

L'ingénieur réussit à transformer l'onde acoustique en courant électrique grâce à une lame métallique fixée à une membrane, vibrant devant un électroaimant sous l'impact de la voix. Cette dernière est reconstituée par le phénomène inverse au niveau du récepteur. Le premier téléphone comporte un fil plongé dans un mélange d'eau et d'acide pour favoriser la transmission des ondes sonores.

Un lieu historique

La Cité des télécoms

Le centre d'exposition français de Pleumeur-Bodou abrite le musée des télécommunications ainsi que le Radôme, qui renferme l'antenne ayant permis les premières images de télévision transatlantique (*voir pages suivantes*). Un radôme (mot formé à partir de « ra » pour « radar » et « dôme ») sert à protéger une antenne ou une parabole des intempéries. Celui-ci est le plus grand du monde, avec 50 m



de hauteur, et a été classé monument historique en 2000. Le musée quant à lui retrace l'histoire des télécommunications, des pères fondateurs à la 5G, en passant par les premiers câbles sous-marins et les télécommunications spatiales. Il accueille de nombreuses expositions régulièrement

renouvelées, et propose des jeux interactifs ainsi que des animations. La fondation appartient depuis 2006 au groupe Orange. Avec ses 3 000 m², c'est le plus grand centre européen dédié à la découverte des télécommunications. Il reçoit environ 80 000 visiteurs par an.

*Cité des télécoms,
Parc du Radôme,
à Pleumeur-Bodou
(Côtes-d'Armor).
Ouvert en semaine
de 10 h à 18 h,
le week-end de 14 h
à 18 h. Tarifs : 9 €
adulte / 6 € 12-17 ans,
pour une visite libre
+ un spectacle son et
lumière sous le Radôme.
Plus d'infos sur :
www.cite-telecoms.com*



France

4 Le cohéreur (1890) Édouard Branly

En 1890, le physicien français invente une sorte de détecteur interrupteur de signal radio.

Russie

5 Le récepteur et l'antenne longue portée (1894) Alexandre Popov

L'ingénieur adapte le cohéreur et y adjoint le fil d'un paratonnerre pour améliorer la sensibilité du récepteur. C'est la première antenne long-fil, dédiée à la réception et l'émission radioélectriques.

... événements marquants stoppent de plus sa progression : la crise financière planétaire de 1929 et la Seconde Guerre mondiale. Il faudra attendre 1975 et le plan de rattrapage téléphonique pour que la France surmonte son retard».

Des progrès continuels

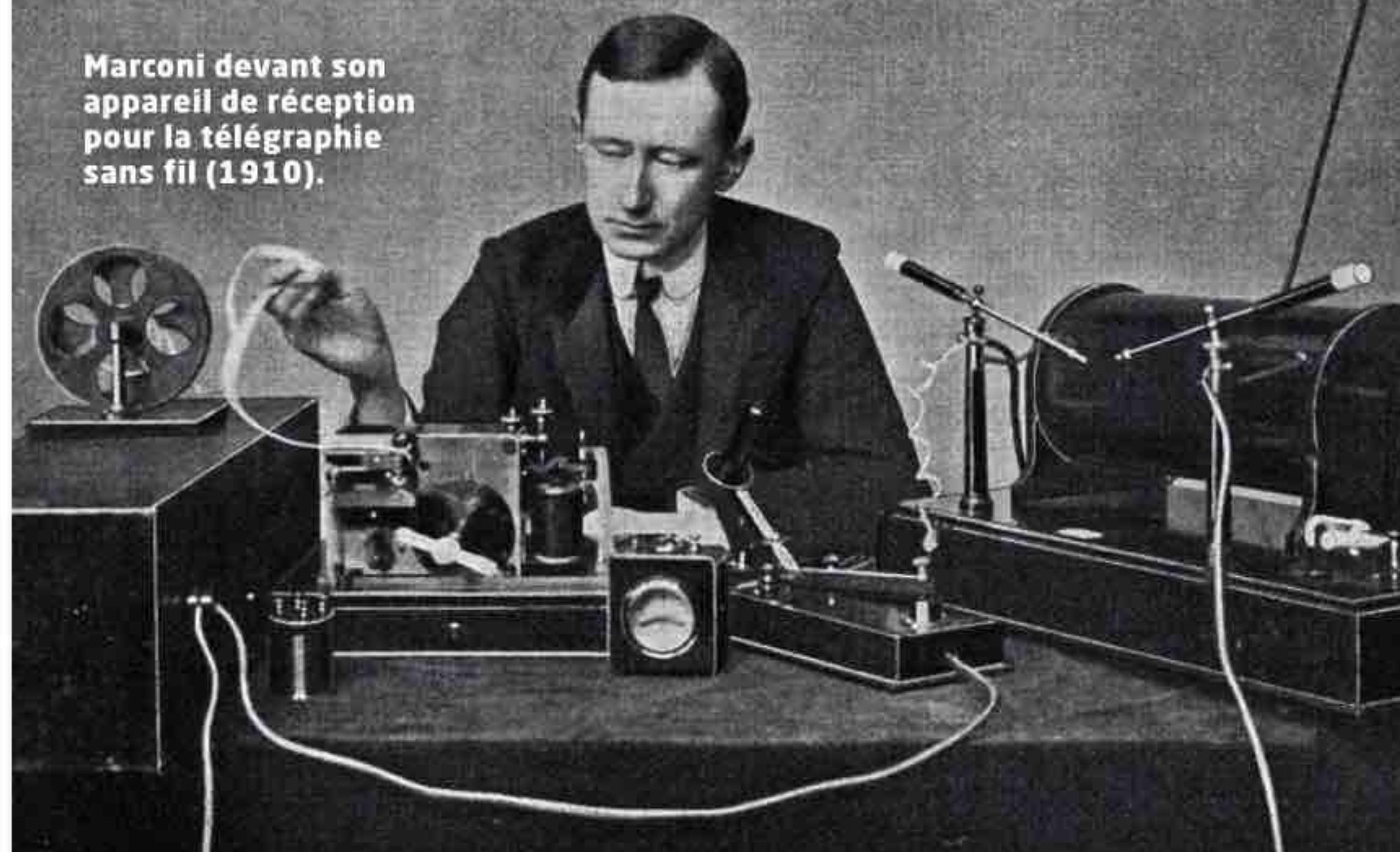
Le Français Édouard Branly met au point de son côté, en 1890, un radio-conducteur, un appareil montrant la variation de conductibilité sous l'effet des ondes hertziennes (des ondes électromagnétiques découvertes en 1886 par le physicien allemand Heinrich Hertz, et dont la fréquence est inférieure à 300 MHz – soit les ondes radio).

L'année 1894 est une année majeure : le physicien britannique Oliver Lodge réussit à établir la première transmission radio, tandis que l'ingénieur russe Alexandre Popov crée une antenne à même de capter ces signaux. L'inventeur italien Guglielmo Marconi fera la synthèse de ces découvertes pour développer la télégraphie sans fil à longue portée.



Poste radio des années 1960.

Marconi devant son appareil de réception pour la télégraphie sans fil (1910).



En 1906, l'inventeur américain Lee de Forest crée un appareil servant aussi bien de générateur d'ondes radio que d'amplificateur ou de détecteur. La télévision et la radio se développent au XX^e siècle, ainsi que le radar, à l'aube de la Seconde Guerre mondiale. Les années 1960 voient l'avènement des postes à transistor, permettant d'écouter la radio partout. À peine cinq ans plus tard, en 1965, la première connexion informatique à longue distance s'établit, grâce aux ingénieurs américains Larry Roberts et Thomas Merrill.

Quant au premier téléphone mobile personnel, il apparaît en 1973 chez Motorola sous l'impulsion de l'inventeur et homme d'affaires américain Martin Cooper. Le premier réseau de téléphonie mobile 1G est établi en 1983, à Chicago. La 1G, véhiculant un signal analogique

– une onde continue au cours d'une période donnée – occasionne toutefois de nombreuses interférences. De plus, les normes étant différentes d'un pays à l'autre, le téléphone mobile est inopérant à l'étranger. Tout change avec l'arrivée de la 2G, en 1991 : la téléphonie mobile devient numérique. Les ondes vocales sont converties en 0 et 1, envoyées par « paquets » et à l'arrivée, traduites en signal sonore. « Avec le numérique, nous sommes capables d'enlever tout ce qui n'est pas l'information utile – c'est-à-dire les interférences, le bruit, etc. – ou de la reconstruire si elle a été mal captée, car elle est constituée de 0 et de 1 », précise Pierre-Yves Paranthoën.

À partir de là, les générations suivantes n'auront de cesse de rendre la transmission toujours plus rapide, plus ciblée... et donc plus efficace. ☎

Le premier réseau de téléphonie mobile 1G est établi en 1983, à Chicago

Italie

6 La transmission radio à longue distance (1901)

Guglielmo Marconi

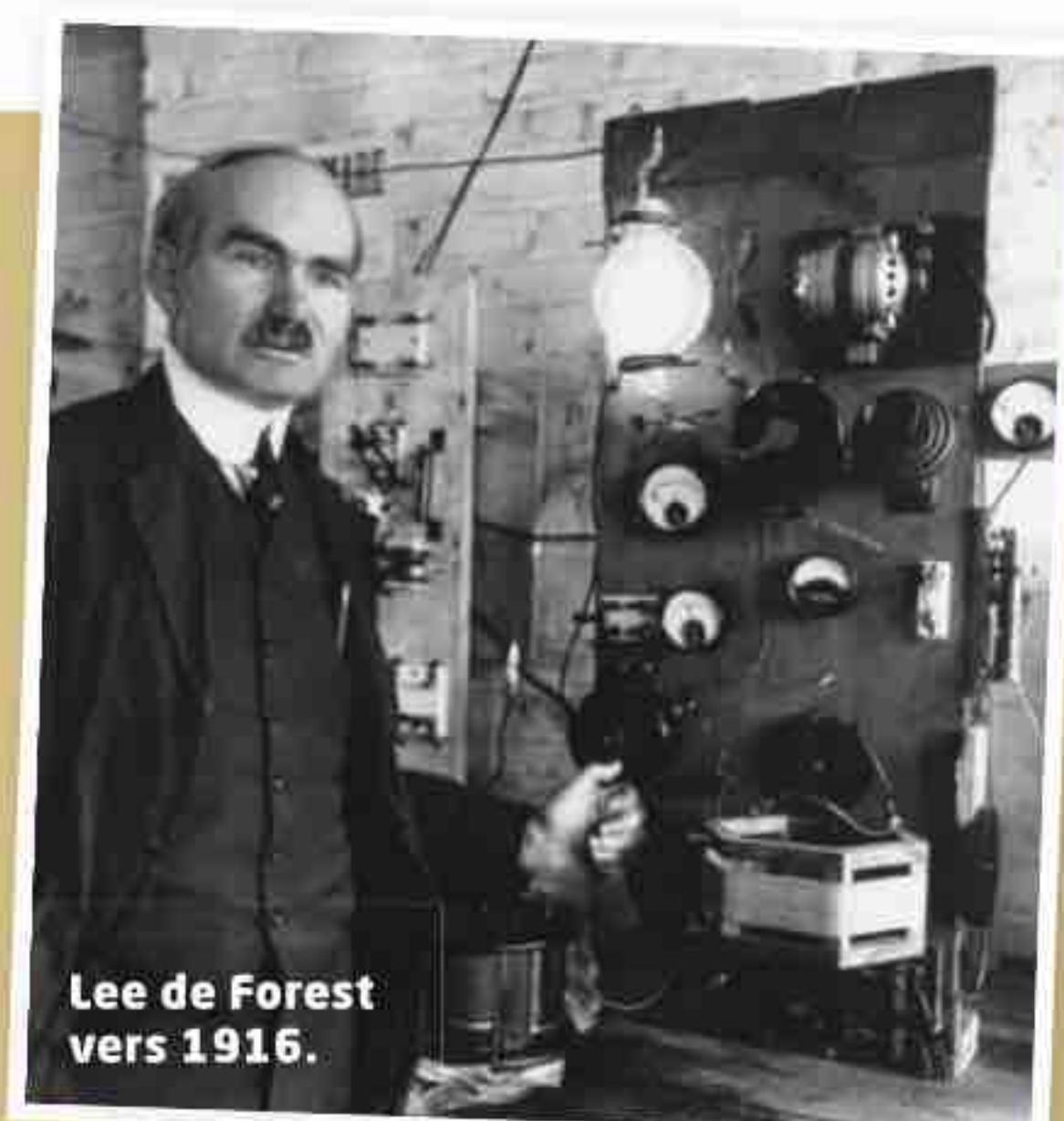
L'ingénieur italien réalise la première transmission radio transatlantique, entre le Canada et l'Angleterre, sur 3 500 km.



États-Unis

7 La lampe triode (1906) Lee de Forest

La lampe triode permet d'amplifier un signal électrique en contrôlant le flux d'électrons. Cette invention va favoriser l'avènement de la radiodiffusion et de la télévision (la transmission par voie hertzienne de sons et d'images).



Lee de Forest vers 1916.

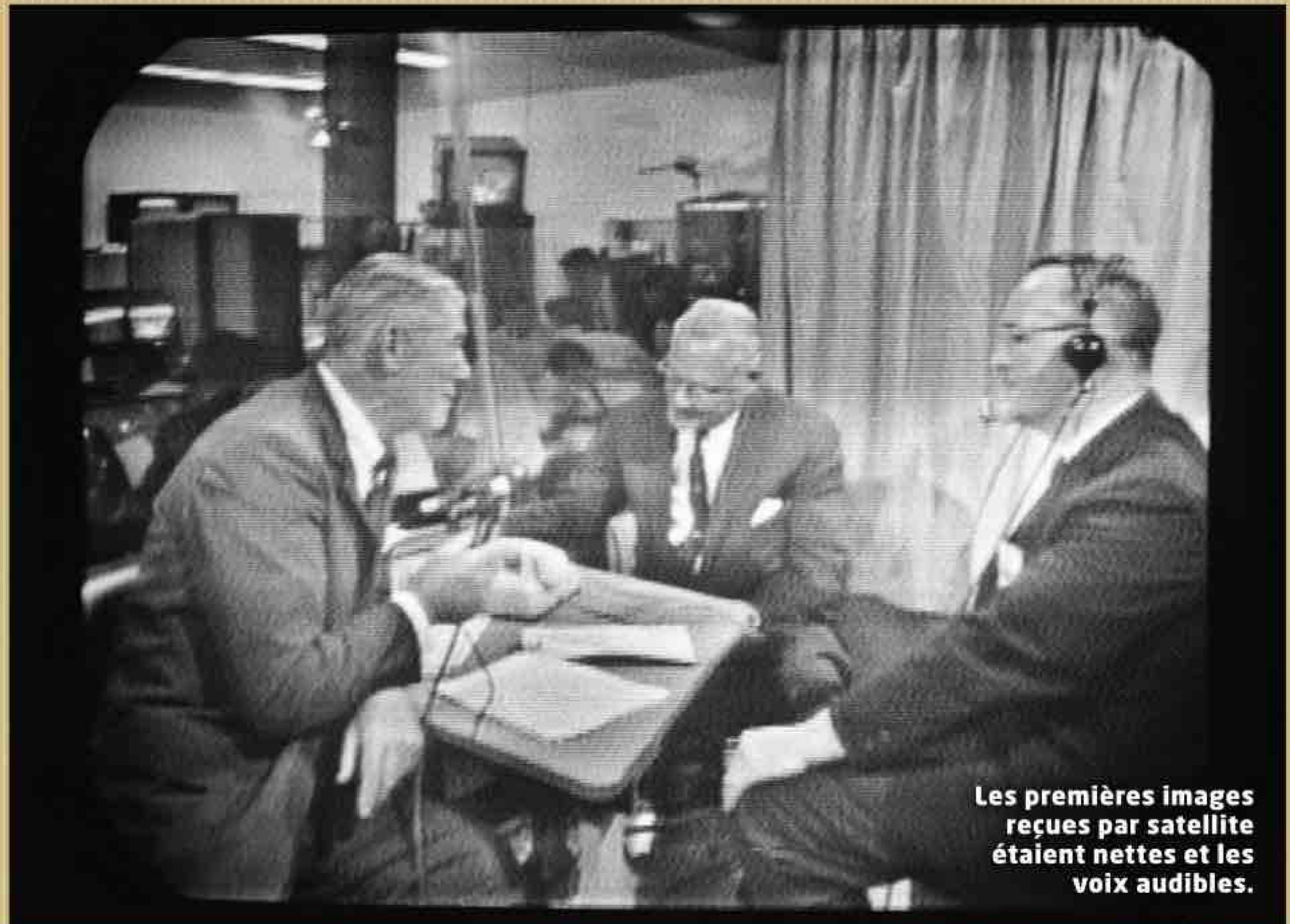
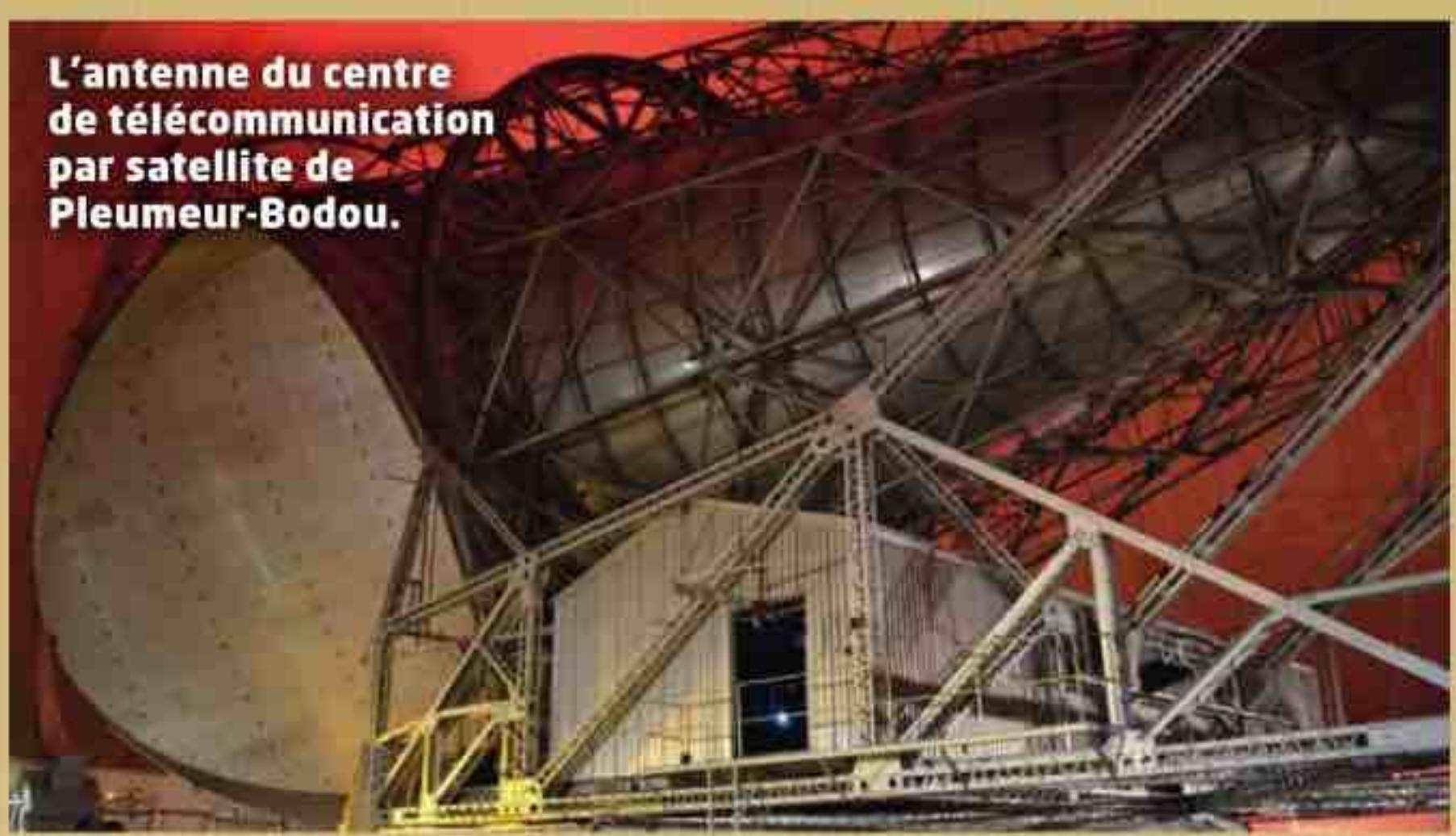
Un événement en direct

Les premières images de télévision transatlantique

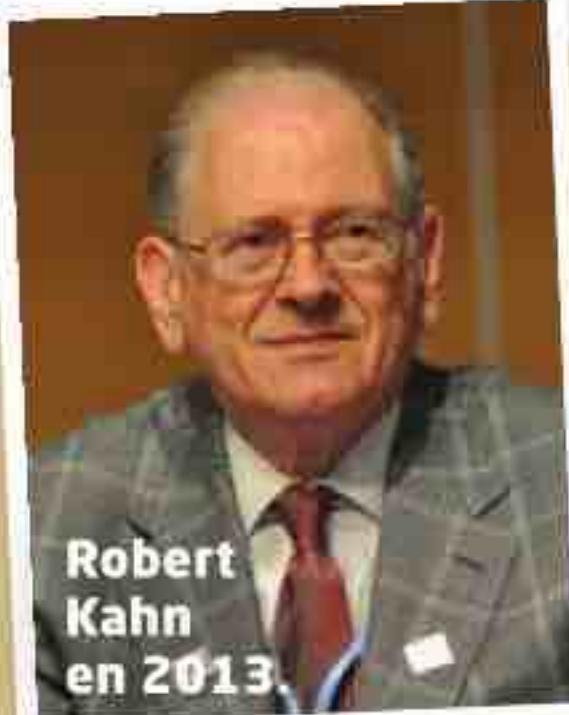
Dans la nuit du 11 juillet 1962, l'antenne du centre de télécommunication par satellite de Pleumeur-Bodou, en Bretagne, recevait en direct les premières images de télévision transatlantique, des États-Unis vers l'Europe. Il est 0 h 47 : des centaines d'yeux sont fixés sur le téléviseur, par le biais duquel est censé se passer le « miracle ». L'angoisse et l'excitation sont à leur comble. C'est alors qu'apparaissent les visages de trois hommes, filmés au même moment à Andover, Massachusetts, aux États-Unis (photo). Mieux encore, leurs voix sont audibles et leurs paroles distinctes ! Le prodige a été rendu possible grâce au lancement en orbite géostationnaire, le 10 juillet 1962, du satellite américain *Telstar 1*, relié ensuite

aux stations de Pleumeur-Bodou et d'Andover. Le lendemain, les Français diffuseront à leur tour des images vers le site d'Andover.

L'antenne du centre de télécommunication par satellite de Pleumeur-Bodou.



Les premières images reçues par satellite étaient nettes et les voix audibles.



Robert Kahn en 2013.

Etats-Unis

8 Internet (1989) Robert Kahn

L'ingénieur américain crée le TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol), des règles de communication sur Internet incluant le fractionnement des messages par paquets et l'utilisation d'un système d'adresses IP uniques permettant d'envoyer les données au bon destinataire.

Finlande

9 Téléphonie mobile : la 2G (1991)

Les systèmes de première génération pour la téléphonie mobile ont leurs limites : mauvaise qualité du son et interruptions fréquentes du signal. Le GSM (Système global pour les communications mobiles) devient la norme de deuxième génération, grâce au passage de l'analogique au numérique.



Europe et États-Unis

10 Le protocole WAP de navigation sur Internet (1997)

Le protocole d'application sans fil amorce la convergence entre les mobiles et Internet. On commence à pouvoir se connecter depuis son téléphone mobile et à travers des réseaux cellulaires mondiaux, à certains contenus d'Internet.



À L'INTÉRIEUR D'UN TEMPLE GREC

D'une architecture reconnaissable entre toutes, le temple grec antique, dont la beauté a inspiré le style d'autres époques, nous ouvre ses portes.

Par Laurène Bertelle

C'est l'une des premières images qui vient en tête lorsqu'on évoque la Grèce antique : ses grands temples blancs aux colonnes imposantes. Et pour cause : les Grecs ont développé une architecture très particulière, reconnaissable même lorsque le temple se situe dans de lointaines colonies. Les Grecs étaient polythéistes, autrement dit ils honoraient de nombreux dieux. En revanche, un temple n'était consacré qu'à une seule divinité, et chaque cité avait son dieu protecteur à qui elle dédiait son plus beau temple : à Athènes, le Parthénon honorait Athéna, tandis que Zeus veillait sur Olympie, Apollon sur Delphes et Arès sur Sparte. La religion était omniprésente dans la vie quotidienne des citoyens, qui priaient les dieux de leur porter chance et craignaient leur colère, mais aussi dans la vie politique et juridique. Offenser les dieux pouvait mener à la peine de mort, comme l'apprit à ses dépens le philosophe Socrate en 399 av. J.-C.

Un rôle politique également

Les temples étaient la demeure des dieux et un lieu de prières, mais ils pouvaient aussi avoir un rôle politique. Le Parthénon servait notamment de Trésor public pour Athènes. Les temples étaient situés en hauteur, sur l'Acropole, la partie haute de la cité où les citoyens pouvaient se réfugier en cas d'invasion. Sur le versant de la colline, on trouvait parfois un théâtre, et en bas, l'agora, la place publique.

Le temple grec était caractérisé par les grandes colonnes qui l'entouraient et formaient le « péristyle », ainsi que par son fronton triangulaire orné de sculptures. Les matériaux utilisés étaient ceux que l'on trouvait dans la roche, comme le marbre ou le calcaire. À l'intérieur du temple, une imposante statue du

Fronton ou tympan

L'intérieur de ce cadre triangulaire était souvent richement décoré de sculptures.



Fronton

Colonnes

Apprécier pour leurs magnifiques éléments architecturaux, les colonnes étaient également considérées comme les piliers du ciel.

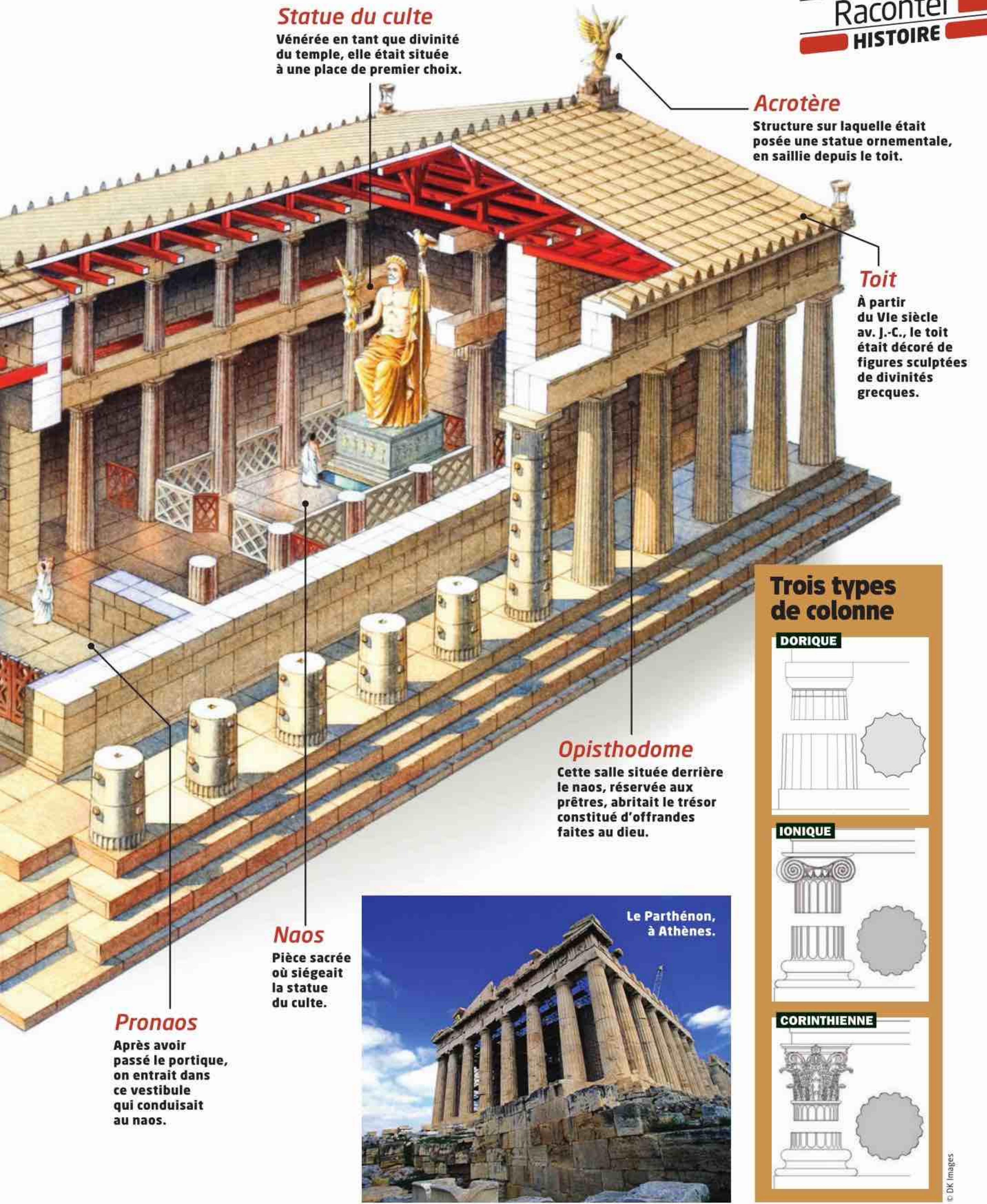
Rampe

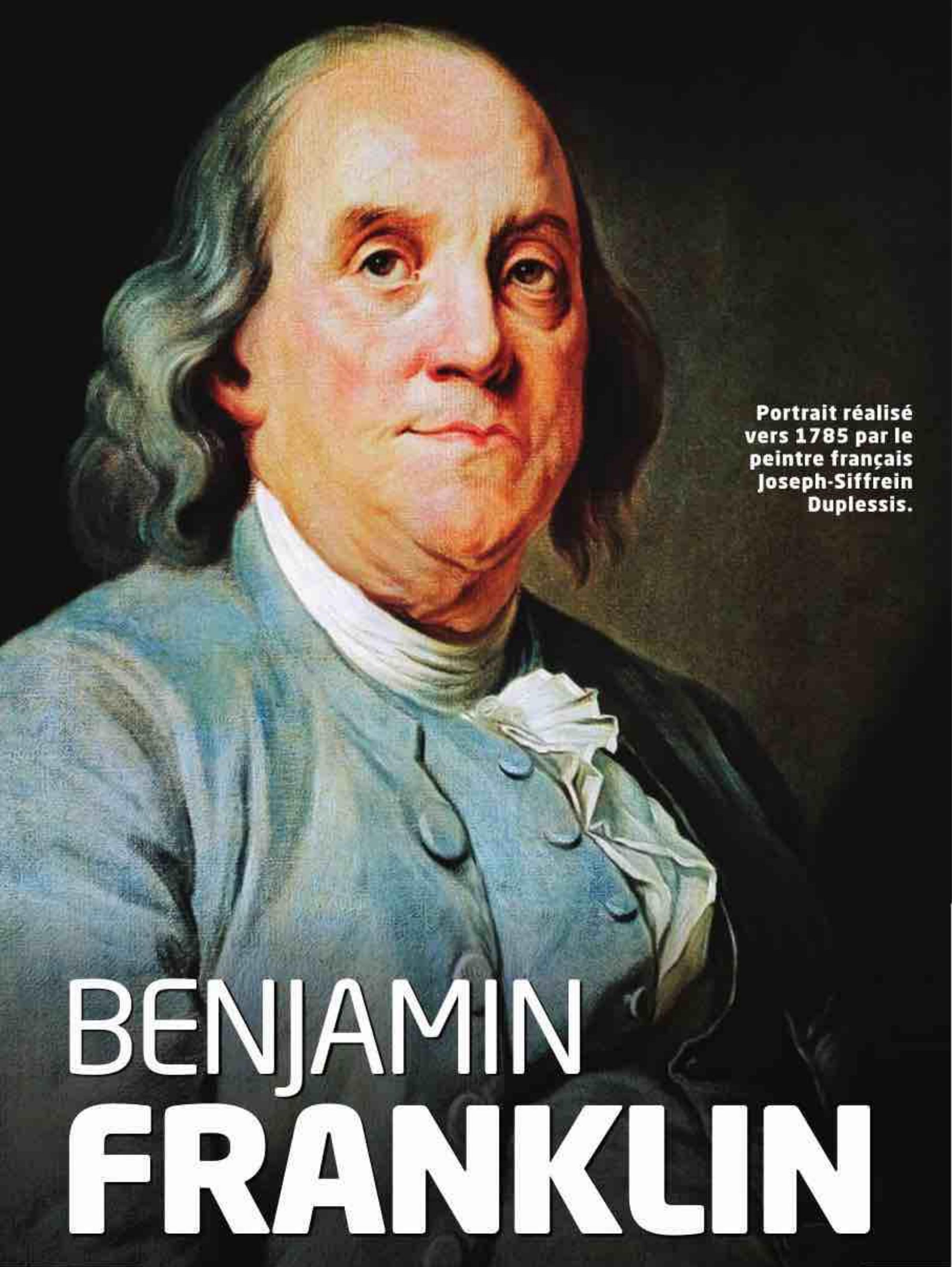
Cette chaussée de cérémonie accueillait l'individu depuis la plaine terrestre pour le guider jusqu'au divin.

Fronton

Colonnes

Fronton





Portrait réalisé vers 1785 par le peintre français Joseph-Siffrein Duplessis.

BENJAMIN FRANKLIN

Son portrait figure sur les billets de 100 dollars. Inventeur, écrivain, physicien, homme politique et diplomate polyglotte, il fut l'un des grands esprits du XVIII^e siècle.

Par Louna Esgueva

Les dates clés

1706

Il naît le 17 janvier à Boston, de Josiah et Abiah Franklin.

1718

À 12 ans, il commence son apprentissage dans l'imprimerie de son frère.

1721

Il écrit des articles sous le nom de plume M^{me} Silence Dogood, pour pouvoir être publié.

1729

Il rachète la *Pennsylvania Gazette* et, l'année suivante, fonde sa propre imprimerie.

1732

Franklin publie la première édition de son *Almanach du Bonhomme Richard*.

Benjamin Franklin voit le jour à Boston (États-Unis) le 17 janvier 1706, dans une famille modeste et puritaire. Cadet d'une fratrie de 17 enfants, il intègre à 8 ans une école d'écriture et d'arithmétique, où il ne brille guère par ses résultats... Deux ans plus tard, son père le rappelle près de lui pour le faire travailler dans sa boutique de bougies et de savons. Benjamin ne s'y plaît pas et, à 12 ans, rejoint en tant qu'apprenti l'imprimerie de son frère James. Ce dernier édite alors le premier journal indépendant des colonies. Cette fois, l'adolescent est passionné, il rêve d'être publié. Mais son frère s'y oppose.

À défaut de signer de son nom, Benjamin commence, à 16 ans, à écrire sous le pseudonyme de « M^{me} Silence Dogood », glissant ses articles la nuit sous la porte de l'imprimerie. Ses points de vue perspicaces et pleins d'esprit deviennent vite populaires. En 1723, il s'installe à Philadelphie, où il achète six ans plus tard la *Pennsylvania Gazette*. L'année suivante, il crée sa propre imprimerie et épouse une veuve, Deborah Read, avec qui il aura deux enfants : William et Sally.

Impliqué pour le bien de tous

Humaniste passionné de sciences, Benjamin Franklin estime que la culture et l'éducation doivent être accessibles à tous. Il crée dès le début des années 1730 des sociétés littéraires et des clubs de discussion, et fonde la première bibliothèque municipale accessible à tous moyennant une faible cotisation annuelle. En 1732, il publie sous le pseudonyme de Richard Saunders l'*Almanach du Bonhomme Richard*, un recueil de proverbes, d'adages, de conseils, de maximes et de textes. Un succès : il vend 10 000 exemplaires du premier et en publiera d'autres pendant vingt-cinq ans !

Cet hyperactif ne s'arrête pas là. Il établit une compagnie de pompiers volontaires et développe en parallèle la gestion d'entreprises à partir de 1741. Il met au point

le poêle Franklin, un poêle à bois visant à produire moins de fumée et plus de chaleur que les cheminées à foyer ouvert de l'époque. Mais son invention ne rencontre pas le succès escompté. Il se retire des affaires en 1749 pour se concentrer sur ses recherches, imaginant différents objets (voir colonne de droite) et se consacrant à ses travaux sur l'électricité. En 1752, il mène la célèbre expérience du cerf-volant et de la clé, qui démontre que la foudre est une décharge d'électricité statique. Il développe également la théorie du fluide unique, qui pose que l'électricité est un fluide invisible capable de passer d'un corps à un autre.

Il noue des liens étroits entre les États-Unis et la France, son pays de résidence entre 1776 et 1785

Durant les années 1750, il commence à s'impliquer dans la vie politique. En 1757, il se rend en Angleterre pour représenter les intérêts des colons de Pennsylvanie. À son retour, presque vingt ans plus tard, il combat en faveur de la souveraineté américaine et fait partie des cinq personnes (dont Thomas Jefferson) qui rédigent la Déclaration d'indépendance des États-Unis d'Amérique, adoptée le 4 juillet 1776. La même année, il est envoyé en France comme diplomate pour les États-Unis. Il y reste jusqu'en 1785 et devient une figure très appréciée. Il est notamment l'instigateur du Traité d'alliance entre les États-Unis et la France signé en 1778.

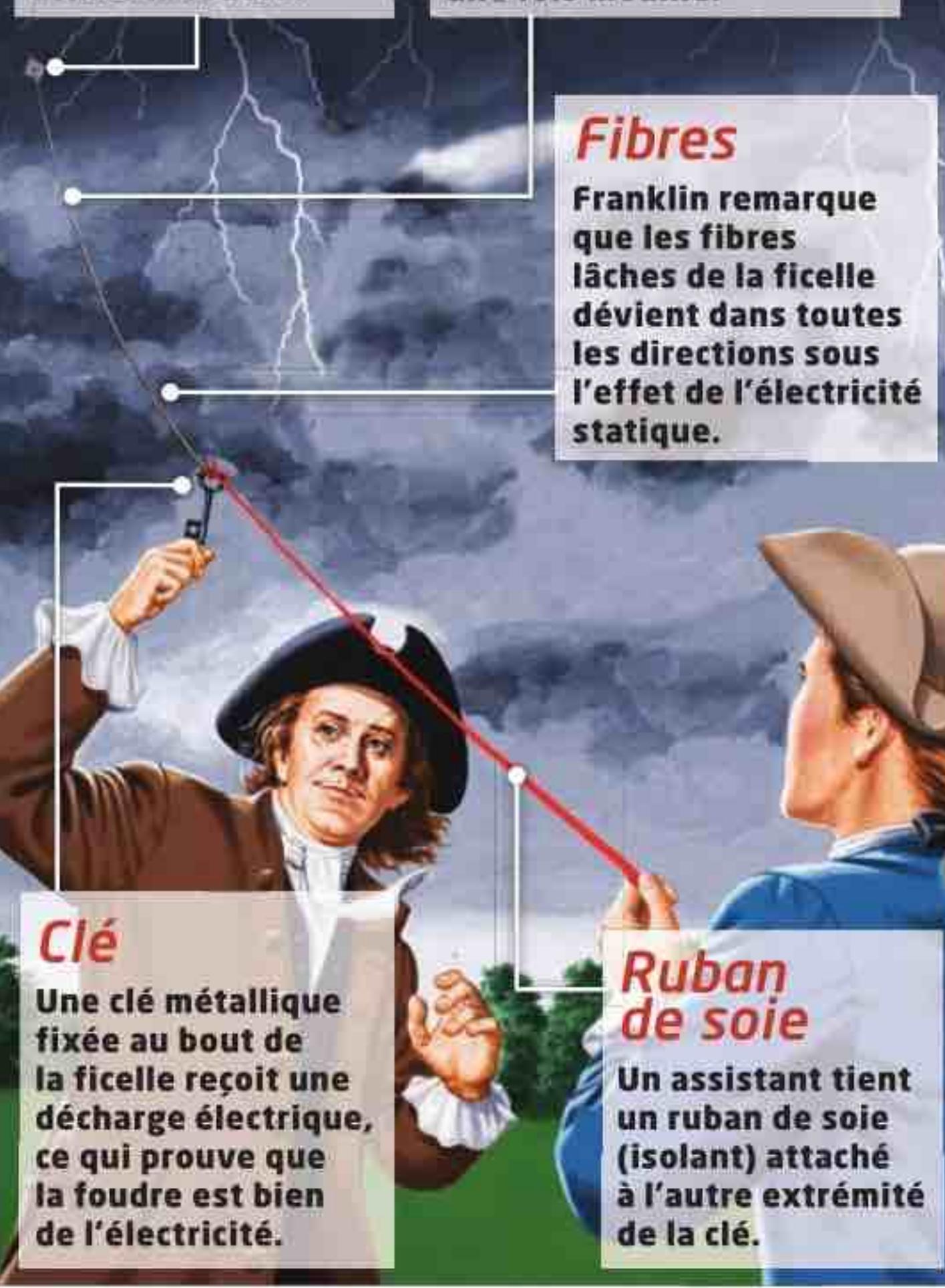
Quand il rentre à Philadelphie, âgé de 79 ans, il devient président de l'État de Pennsylvanie avant de participer à la rédaction de la Constitution américaine, publiée le 17 septembre 1787. Il meurt en 1790, quelques semaines après avoir fait paraître, en fervent abolitionniste, un pamphlet dénonçant l'esclavage. En France, l'assemblée constituante décrète un deuil officiel de trois jours en sa mémoire... ☺



L'expérience du cerf-volant

Cerf-volant

Il possède une pointe métallique fixée à son sommet pour attirer la foudre.



Clé

Une clé métallique fixée au bout de la ficelle reçoit une décharge électrique, ce qui prouve que la foudre est bien de l'électricité.

Ficelle

Le cerf-volant est attaché à un morceau de ficelle qui dirige la charge électrique une fois mouillé.

Fibres

Franklin remarque que les fibres lâches de la ficelle dévient dans toutes les directions sous l'effet de l'électricité statique.

1 Le poêle Franklin (1741)

En métal, ce poêle à bois se place au centre de la pièce, rayonnant dans toutes les directions. Il fournit plus de chaleur et produit moins de fumée que les cheminées à foyer ouvert.

2 Le paratonnerre (1752)

Franklin conçoit une tige de métal qui peut être fixée en haut d'un bâtiment et reliée à la terre par un fil, afin de décharger la foudre.

3 L'harmonica de verre (1761)

Un divertissement au XVIII^e siècle consiste à jouer de la musique avec des verres remplis d'eau. Franklin en invente une version mécanisée avec des boules de verre.

4 Les lunettes à double foyer (1784)

Souffrant lui-même d'une mauvaise vue, il a l'idée de tailler des verres de lunettes avec une partie supérieure pour voir au loin et une partie inférieure pour lire.

5 La pince à livres

Franklin aime la lecture et a même fondé plusieurs bibliothèques. Sur ses vieux jours, il a l'idée d'un bâton équipé d'une pince de préhension qui permet d'atteindre les livres sur les étagères en hauteur.

1752

Il prouve que la foudre est un phénomène électrique; il recevra en 1754 la médaille Copley de la Royal Society.

1753

Il est nommé Maître général des Postes de l'Amérique britannique, chargé de faire imprimer timbres et billets.

1776

Il signe la Déclaration d'indépendance, qui libère les États-Unis de l'intendance du royaume britannique.

1783

Il signe aussi le Traité de Paris, qui met fin à la guerre d'indépendance américaine.

1790

Benjamin Franklin meurt le 17 avril, à 84 ans.

Cinéma

PAR FRANÇOIS
BLISS DE
LA BOISSIÈRE

COMMENT LIRE NOTRE
DIAGRAMME D'ÉVALUATION

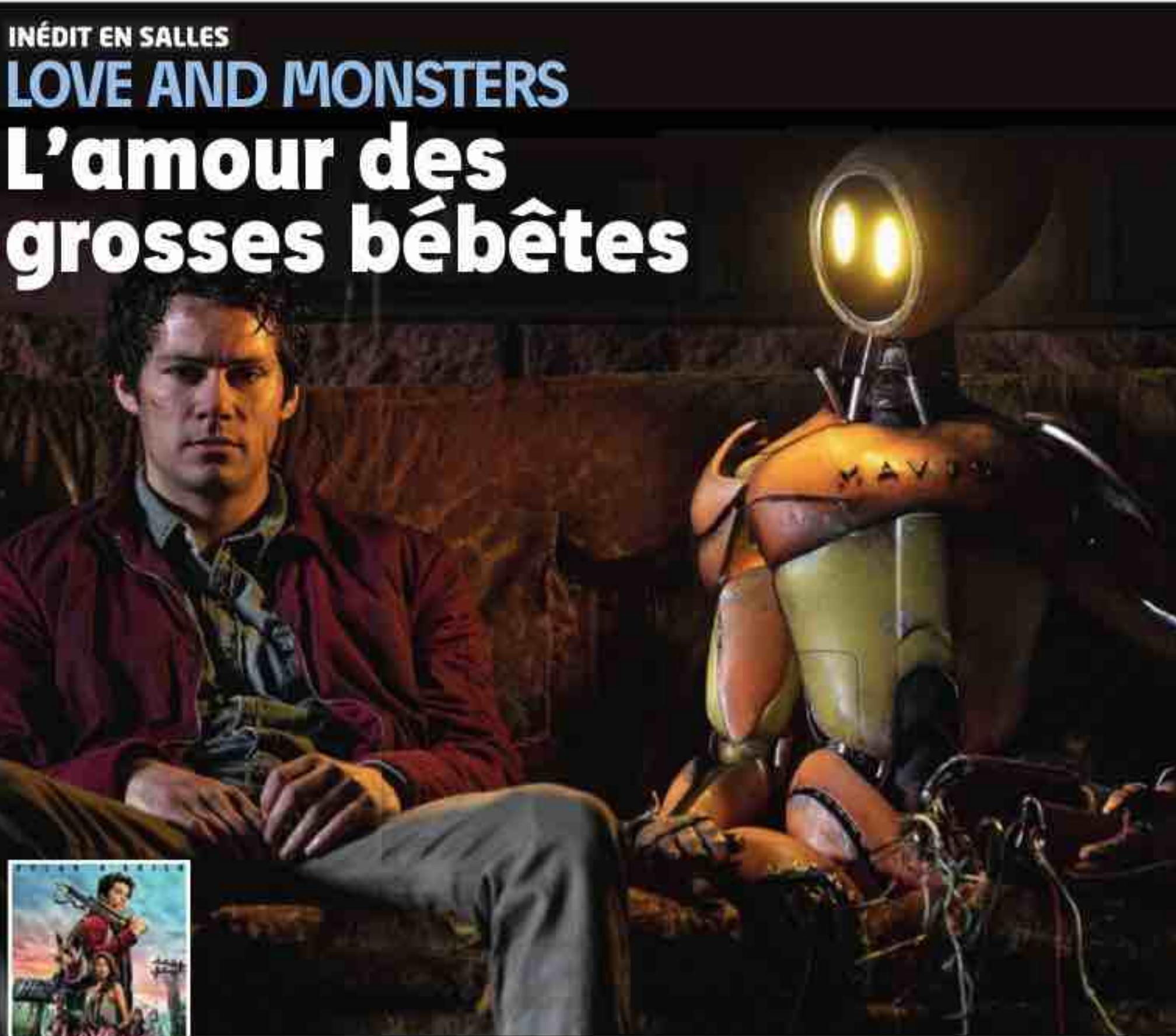


0. Mauvais, c'est zéro!
1. Moyen, décevant.
2. Pas mal.
3. C'est bien.
4. Excellent!
Plus la forme bleue est grande, plus notre avis est élogieux.

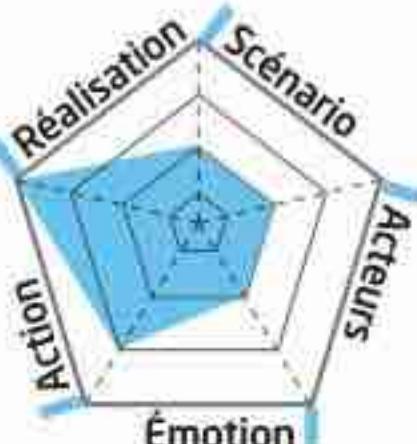
INÉDIT EN SALLES

LOVE AND MONSTERS

L'amour des grosses bêtises



De Michael
Matthews, avec
Dylan O'Brien,
Jessica Henwick,
Michael Rooker...
En VOD.



Depuis la disparition, en 2020, des productions hollywoodiennes au cinéma, les films à effets spéciaux et éventuellement de monstres vous manquent ? Nous aussi. Directement disponible en VOD, le gentil et presque sucré *Love and Monsters* du studio Paramount pourrait avoir été signé par les studios Disney.

La civilisation humaine laminée suite à la chute d'une météorite géante, les rares humains survivent dans des bunkers. Les animaux hier inoffensifs ont

muté en monstres géants et règnent en surface. Bien souvent hébété face au danger, l'apprenti héros qu'on aimeraient bien secouer (Dylan O'Brien, plus vif en sprinteur dans la trilogie *Le Labyrinthe*) part seul à la recherche de son ancienne petite amie rescapée dans un autre bunker. Sur sa route à travers une belle nature livrée à elle-même, tel un jeu vidéo contemporain, sac à dos, arbalète et chien docile à ses côtés, Joel esquive ou affronte des scarabées, limaces ou crabes géants parfois méchants, parfois...

aimables. Totalement crédibles en numérique, les monstres des forêts, des grottes ou des plages évoqueront aux plus cinéphiles les créatures d'argile du pionnier des effets spéciaux et de l'animation en stop-motion des années 1950-1960 Ray Harryhausen (*Le Septième Voyage de Sinbad, Jason et les Argonautes...*).

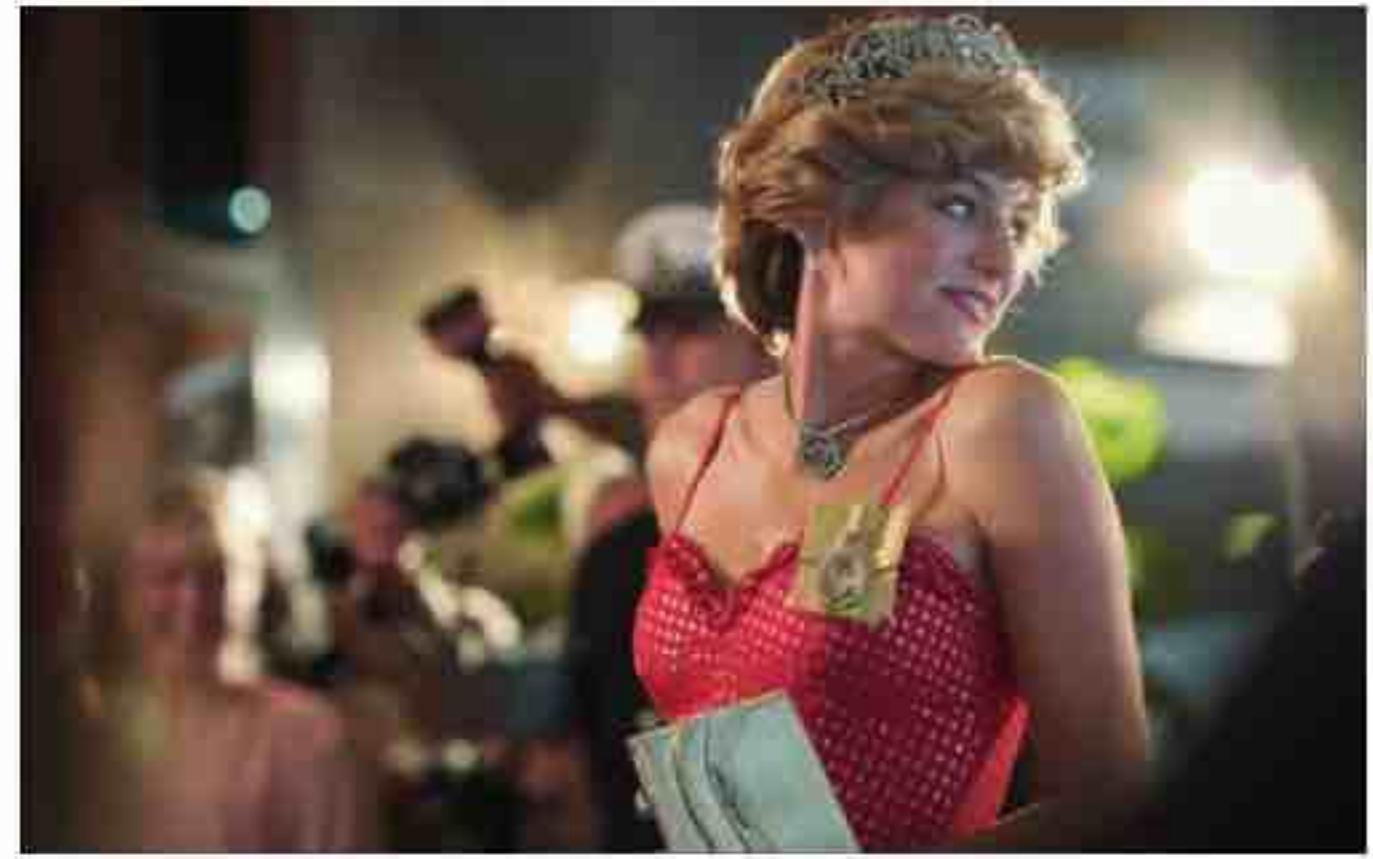
Visuellement réussi, voire poétique car, dans cette bluette entre les monstres, des poissons surgissent de terre et des méduses volantes illuminent le ciel nocturne.



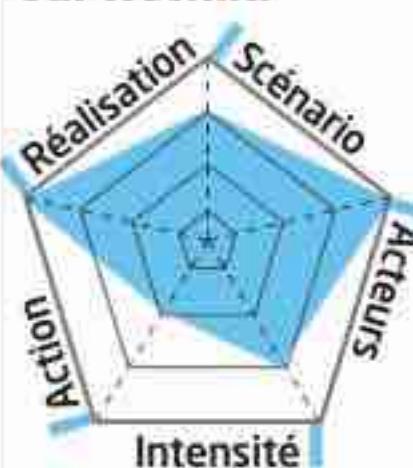
SÉRIE

THE CROWN - SAISON 4

Le prix de la couronne



De Peter Morgan, avec
Olivia Colman, Gillian
Anderson, Emma Corrin...
Série en 10 épisodes
sur Netflix.



En trois saisons, *The Crown* n'a jamais fait preuve de complaisance dans sa vision de la famille royale britannique

autour d'Elisabeth II (toujours sur le trône en 2020). L'entrée en scène de deux nouveaux personnages historiques des années 1980 souligne encore plus cruellement le mode de vie autarcique des privilégiés royaux.

Un tantinet surjouée par la cultissime Gillian Anderson (*X-Files, Sex Education*), la première femme Premier Ministre d'Angleterre, Margaret Thatcher, règne

d'une poigne de fer sur un gouvernement exclusivement masculin et méprise poliment la royauté. Prise au piège du conte de fées, la trop jeune Diana devient l'otage de la famille royale.

Avec le même classieux casting, la saison 4 écorne de nouveau le roman photo de la vie de château. Chaque épisode donne à voir le destin tragique d'une famille sclérosée étouffant sous le poids de sa propre histoire et de ses rigidités.



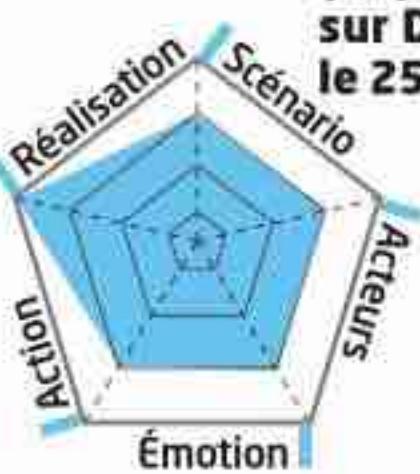
THE CROWN



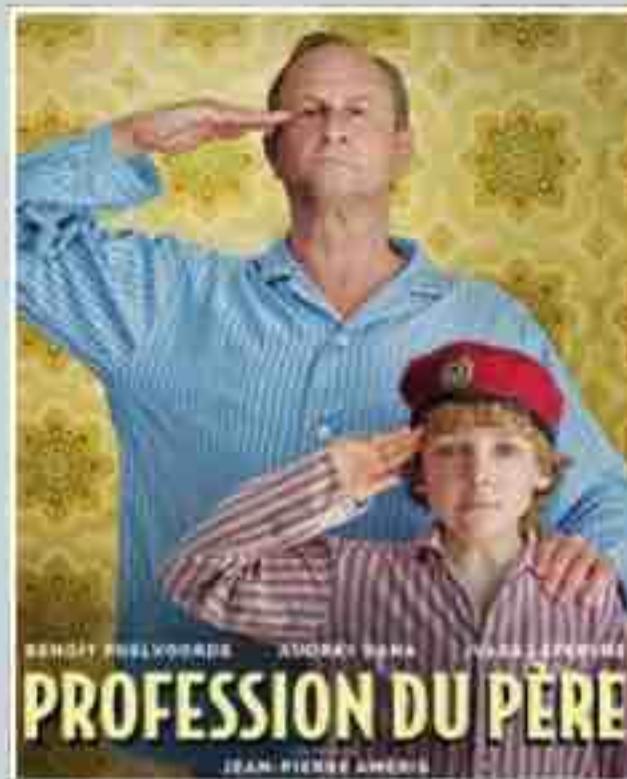
INÉDIT EN SALLES

SOUL**À la recherche de l'âme perdue**

De Pete Docter, avec les voix de Jamie Foxx, Tina Fey, Graham Norton (VO) / Omar Sy, Camille Cottin, Ramzy Bedia (VF)... En VOD sur Disney+ le 25 décembre.



INÉDIT EN SALLES

PROFESSION DU PÈRE**Mon papa est fou****TELS PÈRES TELS FILS...**

PROFESSION DU PÈRE
Mon papa est fou



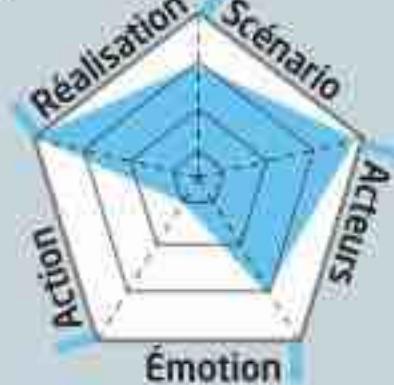
Poelvoorde dans le rôle d'un baratineur de mauvaise foi, cela ne surprend pas. Il devrait faire rire en père mythomane pathologique se laissant aller à hurler sur de Gaulle à la télévision pendant un dîner familial des années 1960, mais non. En réalité, un grand malaise s'installe devant le spectacle de son fils et son épouse à la merci d'un tyran domestique. Cliché appuyé des années 1960, l'épouse soumise s'occupe exclusivement des tâches ménagères sans se protéger ni protéger son fils de la démence dangereuse du mari. L'enfant lui, va croire toutes les affabulations du père qui l'entraînent dans des délires complotistes le mettant en danger. Un film suranné semi-autobiographique plus difficile à voir qu'à comprendre.

De Jean-Pierre Améris, avec Benoît Poelvoorde, Audrey Dana, Jules Lefebvre... Au cinéma le 20 janvier.

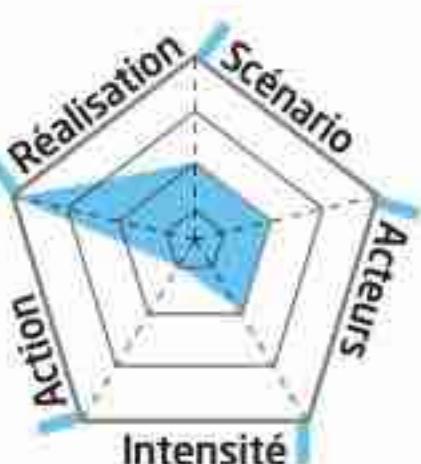
**HONEY BOY**
Fils de clown

Pourquoi une jeune star d'Hollywood implose-t-elle en plein succès ? Enfant acteur puis vedette de blockbusters (les *Transformers*), Shia LaBeouf a fini par craquer, se lancer dans des projets artistiques abscons avant de revenir au cinéma dans des films indés proches du cœur. Dans ce premier film plein d'humanité, léger malgré son intensité, Shia, méconnaissable cheveux longs et dégarnis, joue le rôle de son propre père caractériel, manager brutal de son jeune fils acteur. Écrit par Shia, un portrait implacable de père agité, clown de carrière raté, et de la douleur qu'il laisse à son fils. De son propre aveu, d'analyses en rôles de cinéma, Shia y puisera son intensité dramatique.

D'Alma Har'el, avec Shia LaBeouf, Lucas Hedges, Noah Jupe... En VOD.

**SÉRIE
OVNI(S) - SAISON 1****Années 1970 très identifiées**

De Clémence Dargent et Martin Douaire, avec Melvil Poupaud, Michel Vuillermoz, Géraldine Pailhas... Série en 12 épisodes sur Canal+.



Avant toute chose, saturés de couleurs à la *Scènes de ménage* (M6), les courts épisodes nous plongent dans une reconstitution très pop des années 1970. Le féti-chisme de l'époque est à son comble entre les vêtements, les tapisseries, le mobilier, les gadgets analogiques et les voitures. Les arrière-plans également ultra-soignés des décors et de la photographie

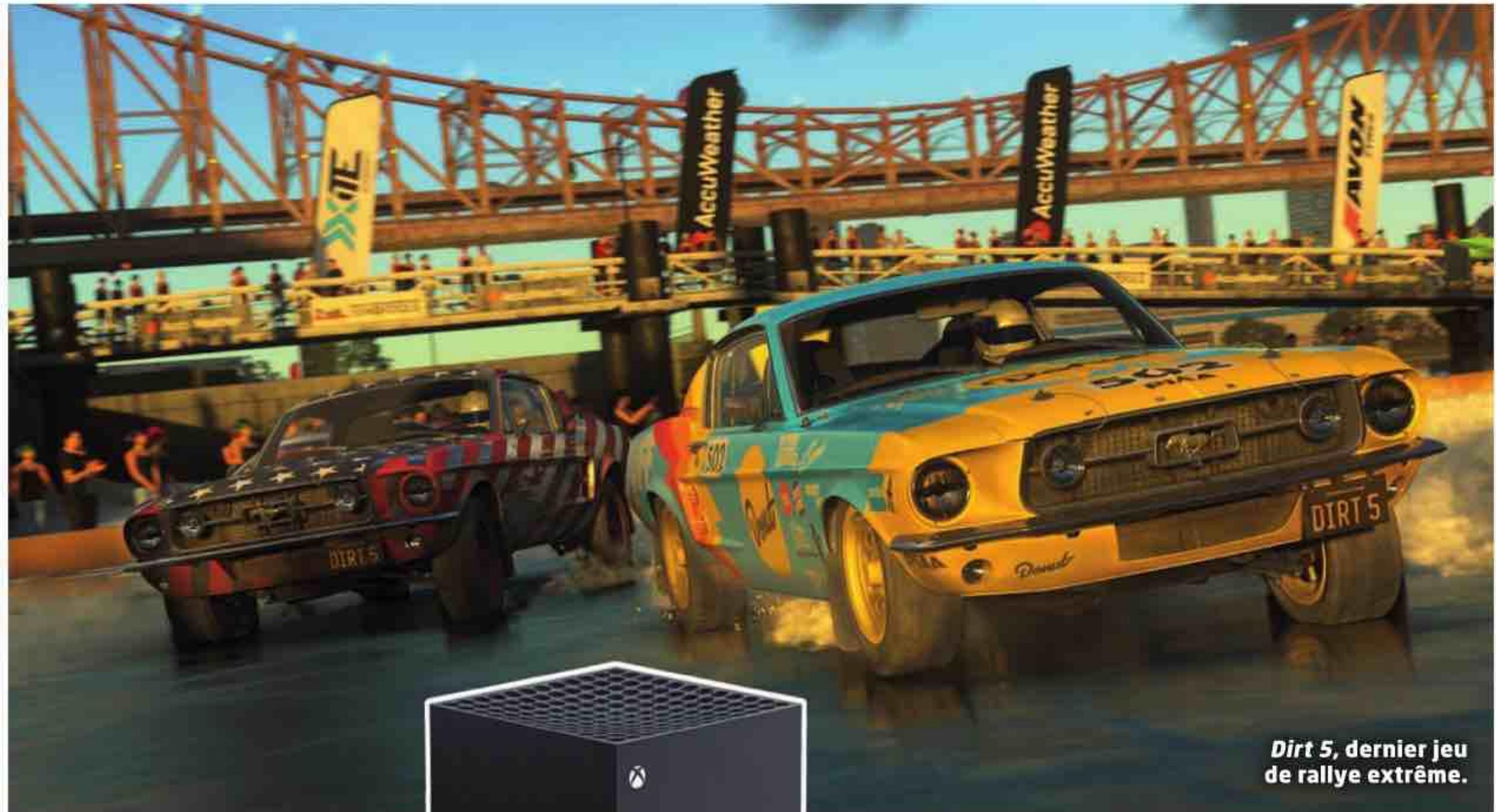
en extérieur (immeubles, sous-bois, campagne brumeuse...) cautionnent un scénario et des personnages hélas plus agaçants que drôles.

Sur le modèle *OSS 117* (sans l'action), cette création Canal+ mélange difficilement comédie et fantastique en parlant de programme spatial échoué et de fonctionnaires prétentieux, ringards ou idiots à la recherche d'ovnis.

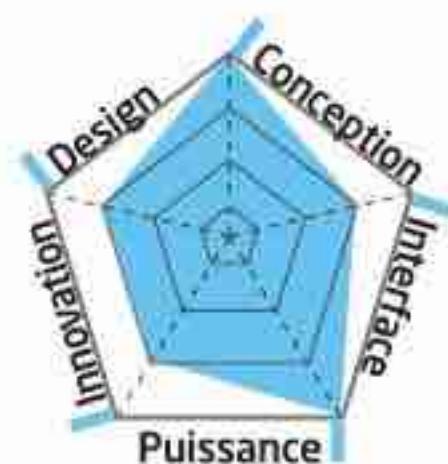
jeux vidéo

PAR FRANÇOIS BLISS
DE LA BOISSIÈRE

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



XBOX SERIES X La première console next-gen ET patrimoniale



À près une quarantaine de jeux Xbox 360 et One, la nouvelle Xbox Series s'affirme comme la première console next-gen à s'intéresser autant au passé qu'au futur. Microsoft brise ainsi quarante ans de malédiction du jeu vidéo où les jeux s'abandonnaient avec les anciens modèles obsolètes (*lire aussi notre article « La 9^e génération arrive », CCM n° 121*). La Xbox Series X devient ainsi le



GEARS 5

Support: Xbox Series X

Genre: console de salon next-gen

Inclus: une manette et câbles nécessaires

PEGI *: tout public

Microsoft, 499 €
(modèle moins équipé
Xbox Series S: 299 €)

garant patrimonial de centaines de jeux parus sur trois générations de consoles Microsoft depuis 2001. Un bouleversement culturel énorme, surtout que, automatiquement améliorés par la console, les anciens jeux retrouvent une jeunesse inespérée.

Optimisés ou pas, tous les jeux d'aujourd'hui essayés sur la Xbox Series X brillent d'un éclat particulier. Mieux définis et toujours nets, même à distance, y compris en pleine action, les décors, personnages et objets jaillissent de l'écran. Toujours stable, la vitesse de rafraîchissement

des images (de 30 à 120 images par seconde si TV compatible) de *Dirt 5*, dernier jeu de rallye extrême, démontre avec force les sensations inédites provoquées par la puissance de calcul de la console. La mise à jour en résolution 4K du jeu de tir *Gears 5* génère un déluge d'effets spéciaux au sein de décors et de textures détaillés comme jamais.

Noir, cubique, le design austère de la Xbox Series X a en réalité vocation à se fondre dans le décor une fois sa place trouvée, de préférence debout, près de la télévision. Effectivement discrète, silencieuse et hyper réactive, la Xbox Series X répond aux besoins des gamers les plus exigeants d'hier et de demain.



GENSHIN IMPACT Les jeux *made in China* arrivent !



Jusque-là spécialiste de jeux sur mobile, la Chine présente pour la première fois une production ambitieuse sur console de salon. Sorte de *best of* des J-RPG (jeux de rôle japonais) conçu par un jeune studio chinois, *Genshin Impact* emprunte aussi énormément de son gameplay et de ses visuels au *Zelda: Breath of the Wild*



Supports : smartphones et tablettes (Android et iOS), PC, PS4, PS5 (Switch à venir)

Genre : action-jeu de rôle en monde ouvert

Voix chinoise, japonaise, coréenne, anglaise sous-titrée

1 joueur, 4 joueurs en coop

PEGI * : à partir de 12 ans

Shanghai miHoYo, gratuit



de Nintendo. Loin d'indigner, le résultat respectueux se joue sans scrupules. Mis à part quelques hoquets graphiques sur PS4 (appelés à disparaître sur PS5), la réalisation pleine de grâce charme irrésistiblement. Tout en respectant à la lettre le style manga / anime japonais, les quatre élégants personnages explorent librement un royaume bucolique et féerique dominé par un dragon bleu. Rien n'empêche de se diriger à tout moment vers un détail aperçu à l'horizon.

Y compris en planant des hauteurs avec ses ailes d'ange ! À coups d'épée, de massue, d'arc ou de magie, chaque combat se déroule en temps réel, en extérieur ou dans des temples mystérieux.

Le plus stupéfiant ? Malgré le modèle free-to-play (gratuité avec achats intégrés facultatifs) dont il faut toujours se méfier, l'aventure se pratique joyeusement pendant des dizaines d'heures sans débourser un sou et sans incitation grossière à sortir son portefeuille.

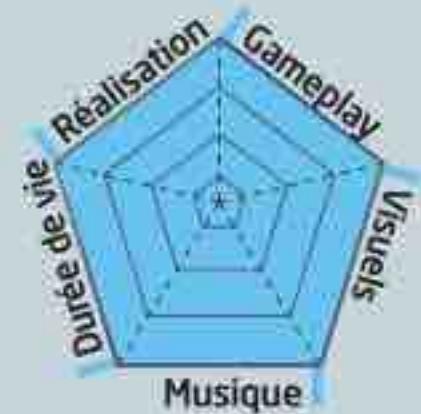


COUPS DE CŒUR



GHOSTRUNNER Ninja cyberpunk

Katana à la main, nous voilà voltigeur cyberninja sautant entre les immeubles, courant brièvement sur un mur, puis vite sur un autre avant de nous rattraper de justesse avec notre grappin. En plein saut périlleux, ralentir le temps façon *bullet time* à la *Matrix* permet d'éviter le tir des gardes à éliminer d'un coup d'un seul. Le tout sans filet, en vue subjective à travers une ville verticale, ambiance cyberpunk enfumée avec néons, machines mystérieuses et bandeau synthwave rétro-futuriste sophistiquée. Les influences sont multiples (*Tron*, *Mirror's Edge*, *Titanfall 2...*), le résultat unique et vertigineux.



Supports (téléchargement) : PC, PS4, Xbox One (upgrade gratuit Xbox Series et PS5 à venir)

Genre : parkour-die and retry en vue subjective

VO anglaise sous-titrée

1 joueur

PEGI * : à partir de 16 ans

505 Games, 30 €

OCEAN HORN 2 : KNIGHTS OF THE LOST REALM Petit Zelda industriel

Trancher des buissons, fracasser des cruches avec son épée, batailler contre des scarabées rouges et des aubergines venimeuses surgissant du sol... Pas de doute, voilà encore une lettre d'amour à *Zelda*. Qui s'en plaindra ? À l'instar de Link, le pudique chevalier ne parle pas, collecte des joyaux et des quarts de cœur, explore le royaume d'Arcadia à bord d'un petit bateau, résout des casse-tête dans des donjons et affronte des boss colorés et retors.

Un *Zelda* un peu industriel, avec canon de sorcier pour lancer des sorts et copain robot à qui donner des ordres. Plus agréable à jouer en mode portable que sur écran TV où l'image peut être ralenti.



Supports (téléchargement) : Nintendo Switch (déjà sur Apple Arcade)

Genre : action-aventure

1 joueur

PEGI * : à partir de 7 ans

Cornfox & Brothers, 30 €

BD & Livres

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

WESTERN

LUCKY LUKE UN COW-BOY DANS LE COTON

de Jul (scénario) et Achdé (dessin), d'après Morris



Lucky Comics,
48 pages, 10,95 €



Un cow-boy engagé

Si l'homme qui tire plus vite que son ombre, selon la formule consacrée, côtoie des Indiens plus ou moins belliqueux, des Mexicains endormis, un grand duc russe, un pied-tendre et une rambelle de bandits (parmi lesquels la fratrie Dalton), on s'étonne de ne pas croiser plus de Noirs... Tout juste en aperçoit-on quelques-uns dans *En remontant le Mississippi*. En héritant, à sa grande surprise, d'une plantation



de coton en Louisiane, Lucky Luke va pourtant prendre conscience de la ségrégation raciale. Et l'on devine que les suprématistes blancs encagoulés

du Ku Klux Klan, aussi bêtes que méchants, en prendront pour leur grade. L'occasion pour les auteurs, au-delà de la comédie, d'asséner quelques vérités.

ROMAN GRAPHIQUE

LA BÊTE, TOME 1/2

de Zidrou (scénario) et Frank Pé (dessin)

Un hommage au Marsupilami



Dupuis,
156 pages,
24,95 €



En ce milieu des années 1950, la pluie cingle le port d'Anvers, en Belgique. Dans les entrailles d'un vieux cargo subsistent les vestiges d'une cargaison d'animaux exotiques. Une scène triste à pleurer. Dans l'ombre, se terre un étonnant singe jaune à pois noirs, doté d'une queue démesurée. Une bête féroce et sauvage, recueillie *in fine* par le petit François, un pauvre gosse harcelé par ses camarades. Entre les deux êtres fracassés par la vie va se nouer une

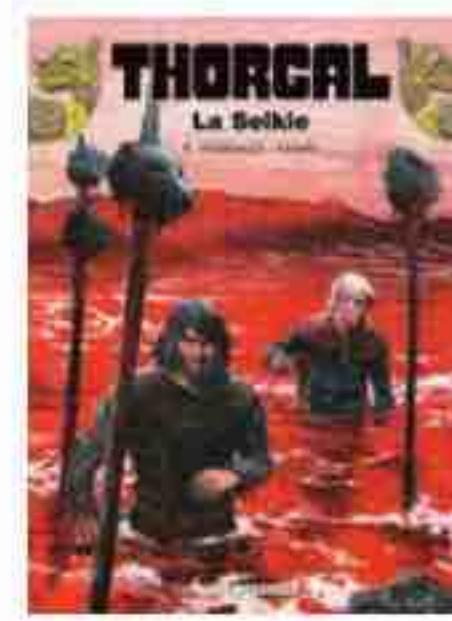


HEROIC FANTASY

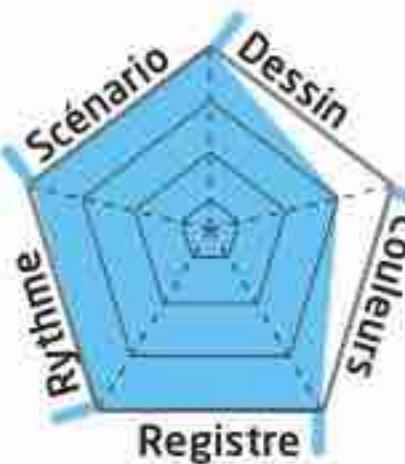
THORGAL, LA SELKIE

de Yann (scénario)
et Fred Vignaux (dessin)

Sang et glace



Le Lombard,
48 pages,
12,45 €



Louve, la fille de Thorgal, vient d'être enlevée par des marchands de peaux de phoques des îles Féroé, un archipel inhospitalier, balayé par les vents glacés, à



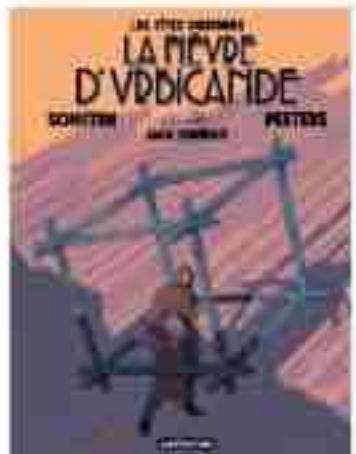
équidistance de l'Écosse et de l'Islande. À un âge où l'on commence à attirer les hommes, on peut craindre le pire...

Thorgal et Jolan, le grand frère de l'ado, se lancent à sa recherche. Après avoir manqué de

peu d'être déchiquetés par les récifs, ils affrontent une peuplade sanguinaire, découvrant au passage les mythes et légendes de ce bout du monde. Et l'on se laisse, une fois encore, embarquer dans la grande aventure.



ROMAN GRAPHIQUE

LA FIEVRE D'URBICANDEde Benoît Peeters (scénario),
François Schuiten (dessin) et Jack Durieux (couleurs)**Un réseau inexorable**Casterman,
104 pages,
24 €

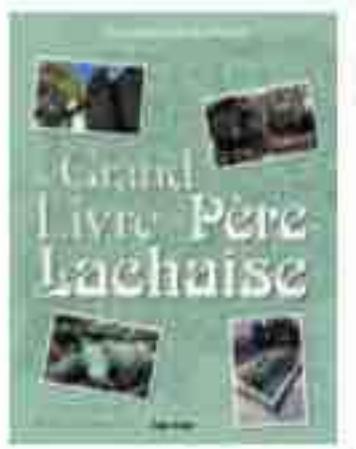
La Fièvre d'Urbicande fait assurément partie des œuvres-phares de la bande dessinée. Dans la cité conçue par Eugen Robick, tout n'est qu'ordre et symétrie, jusqu'à la découverte d'un étrange cube évidé qui se met soudainement à croître de manière exponentielle, formant bientôt un réseau dense et indestructible. Récompensé en 1985 par

le prix du Meilleur album de l'année au Salon international de la bande dessinée d'Angoulême, paru à l'origine en noir et blanc, ce chapitre des *Cités obscures*, imaginé par Benoît Peeters et François Schuiten, revient en couleurs, revisité par Jack Durieux. L'ouvrage, magnifique, se pare de parme et de vert d'eau, de rose orangé et de gris bleuté.

BEAU LIVRE

LE GRAND LIVRE DU PÈRE-LACHAISE

de Christian-Louis Eclimont

Le conte des cryptesHugo
Image,
256 pages,
24,95 €

Le Père-Lachaise est l'un des endroits de Paris à voir absolument. Paradoxalement, ce cimetière respire la vie. Il est comme un parc et un bois enchantés où pullulent des œuvres d'art. La beauté va jusque dans la disposition chaotique des tombes et des stèles due au temps, au travail du sol. Le promeneur sans ambition y trouve un ravissement simple, le

visiteur avide de renseignements en ressort frustré. Sans guide des tombes en main, c'est l'inconnu.

Le présent livre se révèle le compagnon de route idéal. Si l'index récapitule par divisions les locataires des lieux, le corps du livre, lui, nous les présente par époques ou thèmes : les premiers entrés, les personnalités de la Révolution, celles de l'Empire, des républiques, les écrivains, les comédiens... Avec maestria, l'auteur dresse leur courte – mais substantielle – notice biographique en établissant des liens entre protagonistes. À la vie, à la mort.

QUESTIONS/RÉPONSES

LE GOÛT, UNE AFFAIRE DE NEZ ?

de Loïc Briand

50 nuances de goûtÉditions
Quæ,
144 pages,
19 €

Soupçonnait-on que le goût passait aussi par la vue et l'ouïe ? Le rouge, par exemple, nous fait penser à plus sucré. Entendre une chips craquer la rend meilleure. Savait-on que notre attrait du sucré nous vient du ventre de notre mère, que notre rapport compliqué à l'amer nous est hérité de nos ancêtres préhistoriques (attention, poison !) ? Imaginait-on

que l'effet madeleine de Proust n'était pas qu'une expression populaire ?

On apprend également tout de cette saveur *umami* méconnue de l'Occident, pourtant incontournable de la cuisine japonaise. On dévore aussi les nombreux encadrés complétant un peu plus notre instruction sur le goût, ainsi que le chapitre concernant les animaux. Il y en a pour tous les goûts.

MAIS AUSSI...

BEAU LIVRE

STAR TREK SCIENCE OU FICTION ?

d'Ethan Siegel

La première série a commencé en 1966, le dernier film est sorti en 2016, et un nouveau est en préparation. Entre-temps, on ne compte plus les séries dérivées, les reboots cinématographiques, au point que *Star Trek* a fait des adeptes au fil des générations. Leur point commun : un côté geek et un penchant pour l'imaginaire technologique. Comment ne pas rêver des téléporteurs, des boucliers déflecteurs des vaisseaux, des implants cybérénétiques ? Le livre reprend les principales innovations – certaines devenues réalité –, les replace dans le contexte et en explique la science. « Fascinant », comme dirait Spock. De Boeck Supérieur, 216 pages, 29 €

ATLAS

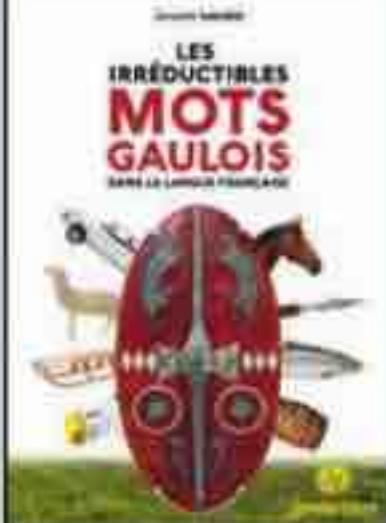
ATLAS D'HISTOIRE D'OÙ VIENT LA FRANCE ?de Jessie Magana, Laure Flavigny,
Aurélie Boissière, Julien Billaudeau

Les cartes (Europe, France, monde, selon les circonstances) soutiennent graphiquement une présentation écrite de l'événement incontournable. Elles fourmillent de dessins tous plus réjouissants les uns que les autres. Dans un premier temps, donc, on se familiarise avec l'épisode à graver dans sa mémoire et ensuite, on l'assimile en observant le croquis avec toute l'attention du ravi qui ne veut pas en manquer une miette. Géant ! Actes Sud Junior, 80 pages, 24,90 €

DOCUMENT

LES IRRÉDUCTIBLES MOTS GAULOIS DANS LA LANGUE FRANÇAISE

de Jacques Lacroix

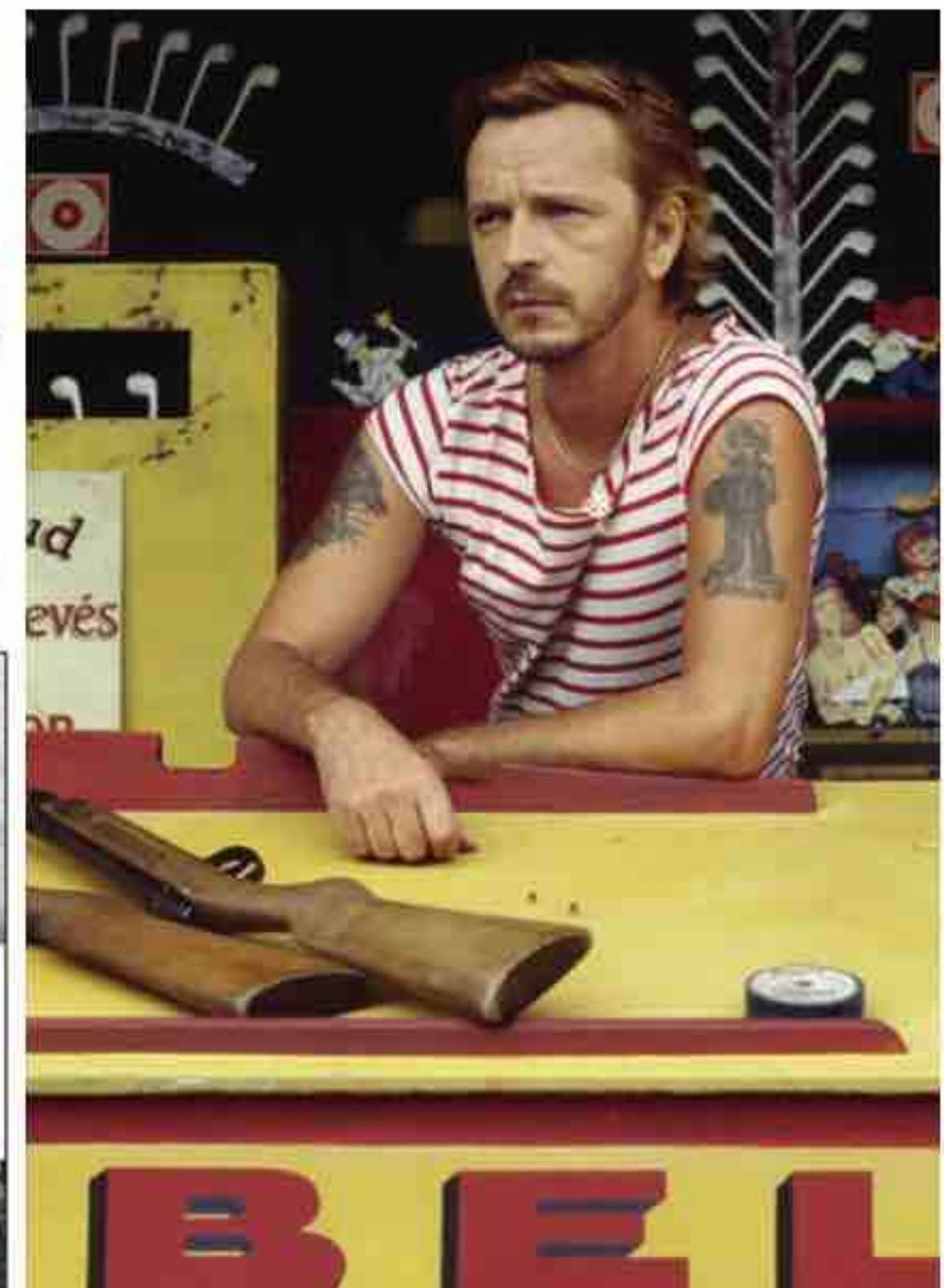
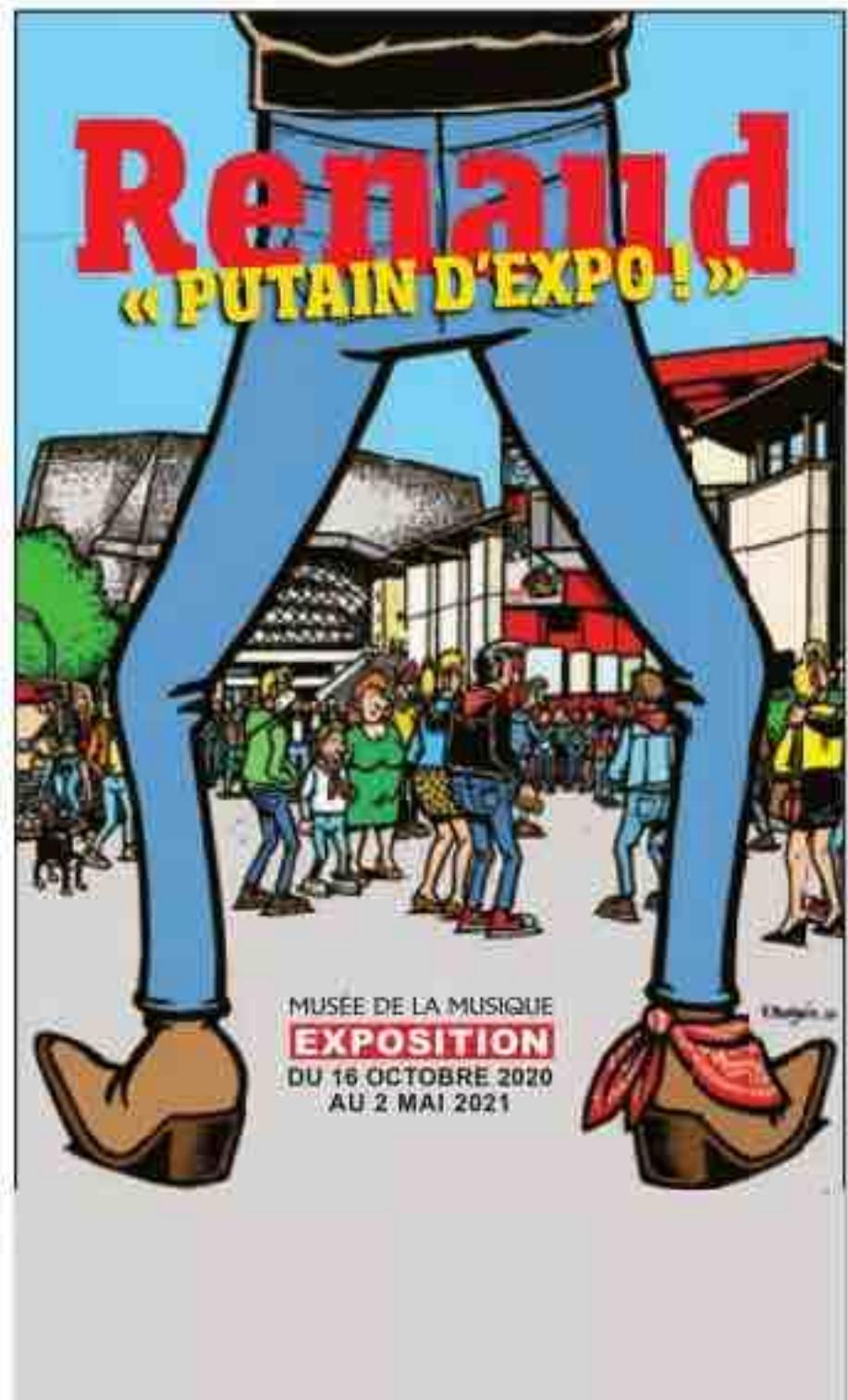


Si certains contestent la véracité historique de la formule « nos ancêtres les Gaulois », ce livre dévoile que notre langue française est bien imprégnée de celle parlée par ces Celtes et que des mots d'usage courant témoignent d'une résistance à l'envahisseur latin. Crème, jambe, ambassadeur, chêne, borne, saumon, berceau, benne, cloche, béret... L'auteur nous guide à travers le cheminement étymologique d'un mot, en même temps qu'il nous renseigne sur les pratiques, l'histoire des Gaulois. Doublement intéressant. Lemme Edit, 156 pages, 19 €

Sorties & Expos

PAR MICHELLE
FOUCART-ORSEL

À l'heure où nous écrivons ces lignes, nous ne savons pas si ces expositions seront maintenues et ouvertes au public au mois de janvier. N'hésitez pas à vous tenir informés sur leurs sites internet.



Paris

RENAUD

Un « putain » d'hommage



Dépuis sa première chanson, composée à 16 ans lors des émeutes de Mai 68, Renaud a séduit plusieurs générations et vendu plus de 20 millions d'albums. Retracer et honorer sa prolifique carrière n'est pas chose aisée. Pourtant, la Philharmonie de Paris a

relevé le défi avec cette « Putain d'expo ! ». Des objets personnels, des archives inédites (photos familiales, dessins, manuscrits de chansons...), des maquettes et des reconstitutions de décors, des interviews, etc., nous permettent d'approcher l'artiste à « la chetron sauvage ». Une application

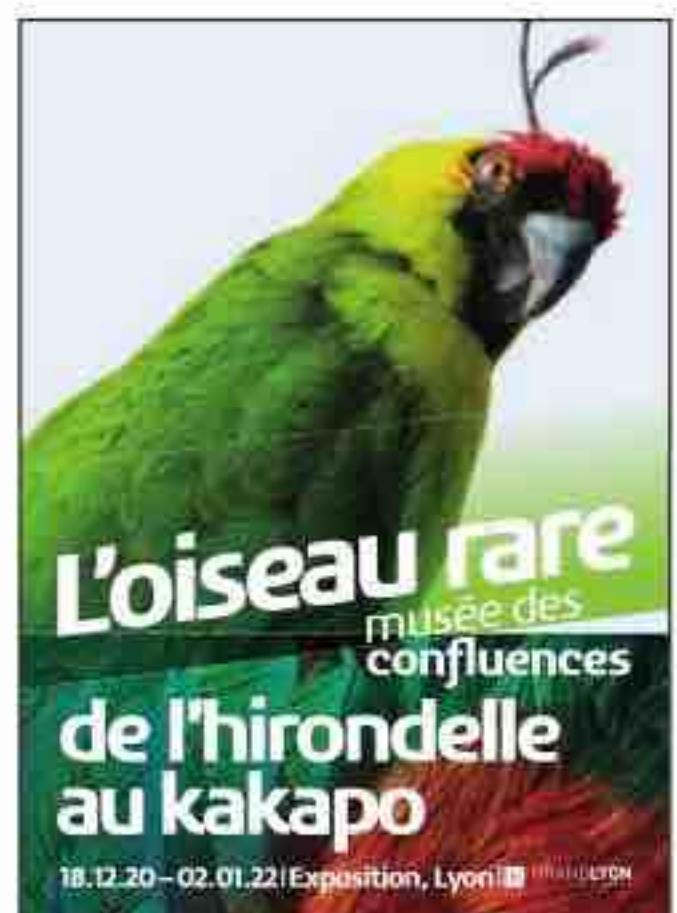
dédiée donne également accès, tout au long du parcours, à des commentaires et des extraits de chansons sur son smartphone (ne pas oublier ses écouteurs!). Les succès et les blessures de ce rebelle au grand cœur, sa poésie, ses coups de gueule et sa ténacité ne peuvent laisser indifférent.

« Renaud. Putain d'expo ! », à la Philharmonie (Paris), jusqu'au 2 mai. Tarifs : 9 € / 7 € / gratuit -26 ans. Plus d'infos sur : www.philharmoniedeparis.fr

Lyon

L'OISEAU RARE

Bestiaire à plumes



Aujourd'hui, dans le monde, une espèce d'oiseau sur huit est menacée d'extinction. Le musée des



Confluences à Lyon nous sensibilise sur la nécessité de préserver ces créatures à plumes avec une exposition présentant près de 240 spécimens naturalisés. Sélectionnés au sein de l'immense collection du musée – la deuxième plus grande de France avec 30 000 items –, ils offrent une idée de la diversité et de la beauté de cette



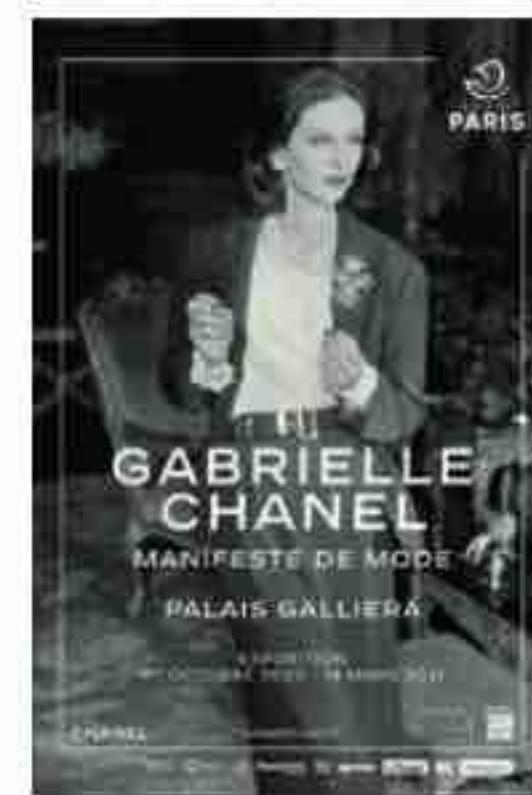
classe d'animaux. Du colibri et son poids plume (1,6 g) à l'autruche pesant près de 120 kg, découvrez leurs modes de vie, leurs habitats et pourquoi il faut les protéger.

« L'oiseau rare. De l'hirondelle au kakapo », au musée des Confluences (Lyon), jusqu'au 2 janvier 2022. Tarifs : 9 € / gratuit -18 ans. Plus d'infos sur : www.museedesconfluences.fr



Paris

CHANEL Féministe de la mode

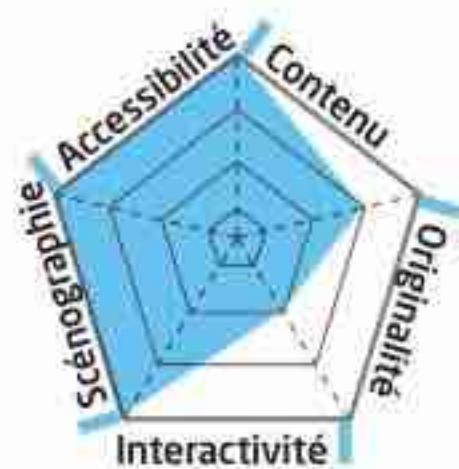
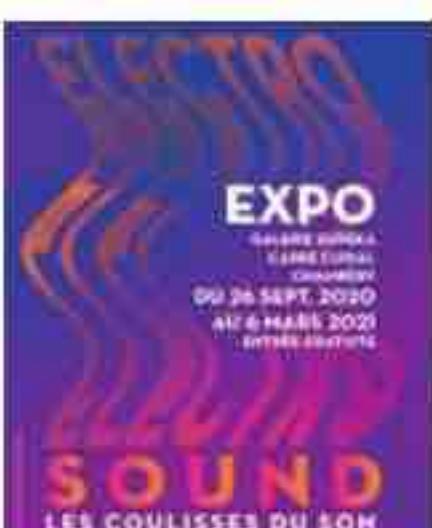


femmes. Chanel conçut pour elles des vêtements souples et confortables, osa les habiller de pantalons (interdits depuis la Révolution) et d'autres pièces réputées masculines (veste, chandail, bérét...). Sur 1 500 m², découvrez 350 pièces (dont la fameuse petite robe noire ou la mythique veste en tweed gansé) qui retracent son audacieux parcours.

«Gabrielle Chanel. Manifeste de mode», au palais Galliera - musée de la Mode (Paris), jusqu'au 14 mars. Tarifs : 14 € / 12 €. Plus d'infos sur : www.palaisgalliera.paris.fr

Chambéry

ELECTROSOUND Montez le son !



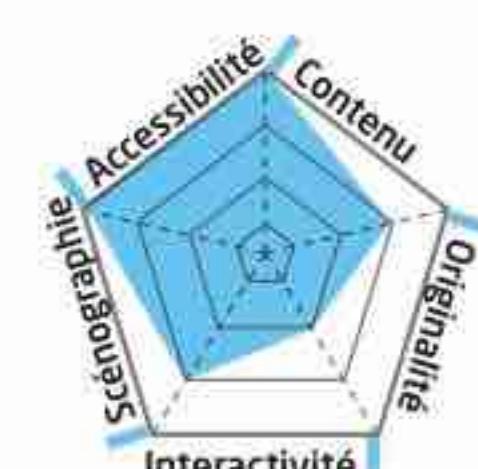
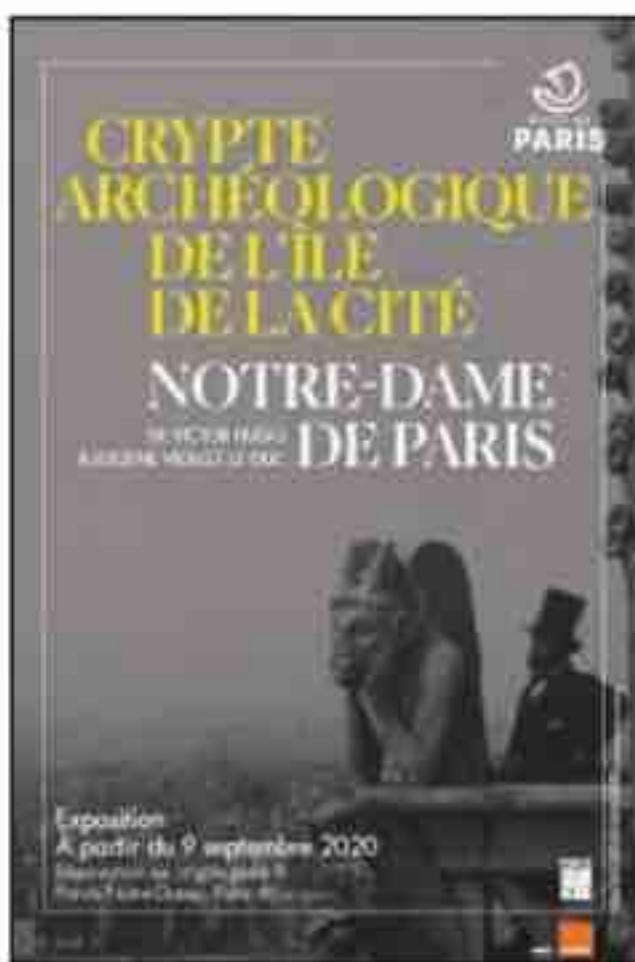
Amateurs de concerts et de spectacles vivants, vous vous demandez peut-être comment on sonorise une salle de plusieurs milliers de personnes ? Combien il faut de haut-parleurs et de mètres de câbles ? Comment on se sert d'une table de mixage ? Si vous rêvez de pénétrer dans les coulisses d'une salle de spectacle ou dans la cabine de la «régie», ne manquez pas cette exposition. Vous

y découvrirez ce qu'est le son (scientifiquement parlant), comment il est amplifié ou encore à quoi correspondent les décibels (et quels sont les risques liés à l'écoute de musique à haut volume...). La scénographie reconstitue une vraie salle de concert avec ses installations techniques tandis que des musiciens – présents sur place – expliquent les différents styles de musique. Que du bon son en perspective !

«Electrosound. Les coulisses du son», à la Galerie Euréka (Chambéry), jusqu'au 6 mars. Gratuit. Plus d'infos sur : www.chambery.fr/galerie.eureka

Paris

NOTRE-DAME Le premier sauvetage d'une très vieille dame



de Notre-Dame». En 1831, alors que l'édifice médiéval était mal en point et mal-aimé, près d'être démantelé, Victor Hugo publiait *Notre-Dame de Paris*, un roman dont l'immense succès allait contribuer à le sauver.

C'est cette histoire et celle d'Eugène Viollet-le-Duc, chargé de la rénovation et créateur de la célèbre – et regrettée –

flèche, qui vous est ici contée par des dessins (certains de la main de Victor Hugo lui-même), des écrits, mais aussi beaucoup de photographies dont c'étaient les débuts au moment de la rénovation. Tout nouveau photographe s'empressait en effet de prendre des clichés des travaux de la cathédrale, ce qui a fourni des images d'archives d'une valeur inestimable.

«Notre-Dame de Paris. De Victor Hugo à Eugène Viollet-le-Duc», à la crypte archéologique de l'Île de la Cité (Paris). Tarifs : 9 € / 7 € / gratuit -18 ans. Plus d'infos sur : www.crypte.paris.fr

Les chiffres du mois

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

Bientôt inaugurée en Arabie saoudite, la Jeddah Tower mesurera

1,001 km de hauteur

Sur la trentaine d'espèces de taupes recensées, seule **1** est vraiment aveugle

C'est à Benjamin Franklin qu'on doit les ancêtres des verres progressifs, inventés dès **1784**

7 On conserve environ **éléments** en même temps dans notre mémoire de travail (à court terme)

Le Smur intervient en moyenne **2200 fois** par jour en France en temps normal



Le noyau d'un atome est **500 MILLIARDS** de fois plus petit qu'un grain de sable



1/5^e de la forêt amazonienne a été rasée ces **50 dernières années**



500 m

C'est le diamètre de l'antenne du plus grand radiotélescope du monde, Fast, installé en Chine

1876
C'est la date du premier coup de fil de l'histoire, entre l'inventeur écossais Graham Bell et son assistant, Mr Watson

Le premier «escape game» a vu le jour au Japon en **2007** et en France en **2013**

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

SF

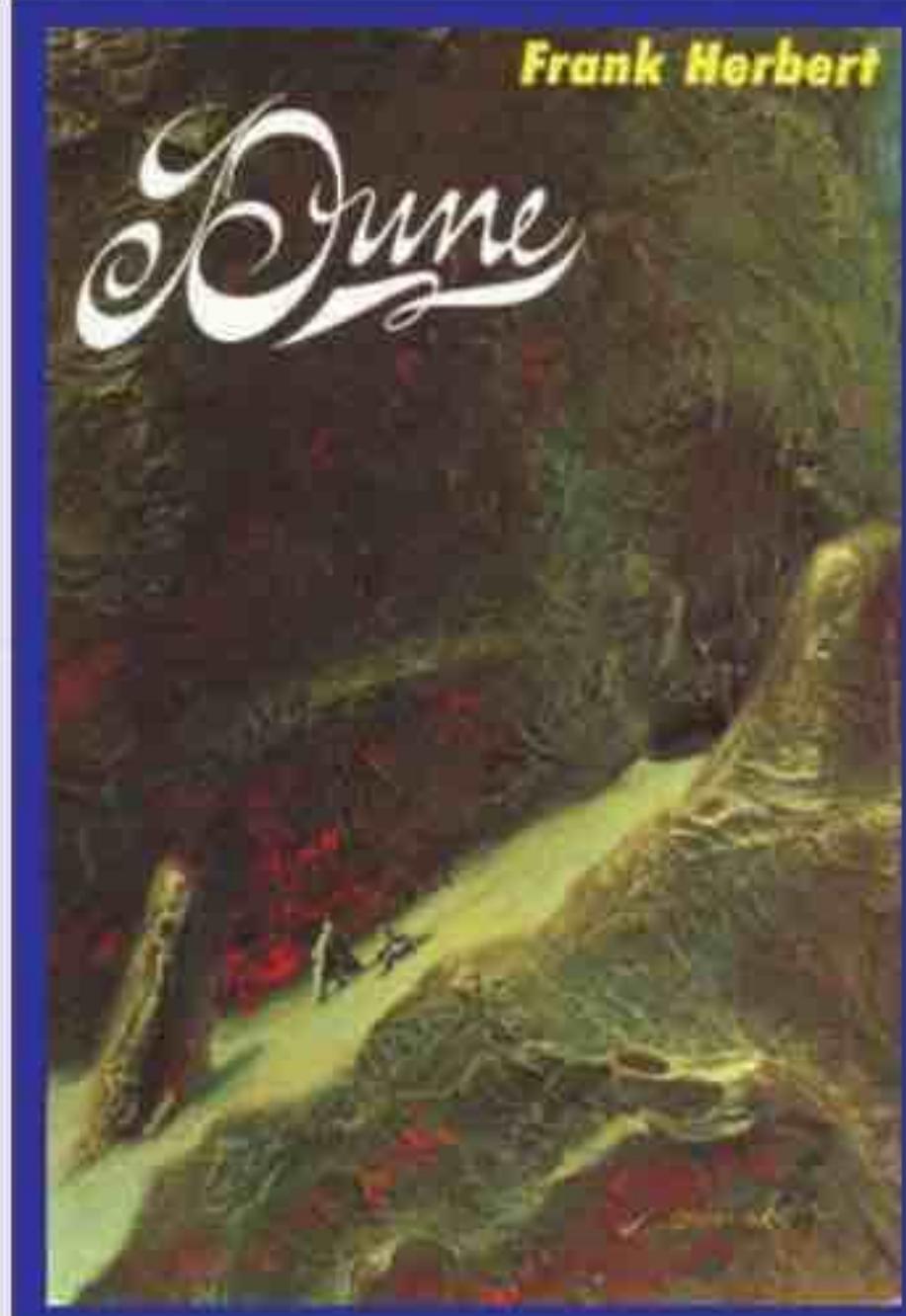
Le désert comme terre de tentations

Dans un lointain avenir, les hommes sont prêts à vivre sur une planète hostile et dépourvue d'eau afin d'y collecter « l'Épice », une incroyable richesse pour qui contrôle sa production...

Par Laurène Bertelle

L'auteur

Né le 8 octobre 1920 aux États-Unis, Frank Herbert commence sa carrière dans le journalisme avant de devenir auteur de science-fiction. Il s'intéresse à l'histoire, la politique, l'écologie, la religion... Autant de sujets que l'on retrouve dans le cycle de *Dune*, son œuvre la plus connue. *Dune* est le premier opus d'une saga de cinq romans publiés entre 1965 et 1985 – moins d'un an avant sa mort, le 11 février 1986.



DUNE
de Frank Herbert,
roman américain publié en 1965

Ses prémonitions

Dans *Dune*, les autochtones d'Arrakis (les Fremen) sont adaptés à une vie aride, mais souhaiteraient aussi « terraformer » la planète, c'est-à-dire y amener l'eau et la végétation pour la rendre plus hospitalière. Nos défis d'aujourd'hui ne sont pas si éloignés, qu'il s'agisse de sauver la Terre et ses habitants du réchauffement climatique, ou de se préparer à vivre sur Mars, un désert rouge aussi attirant qu'hostile pour l'homme...

L'histoire

En l'an 10191, le père du jeune Paul Atréides se voit confier la gouvernance d'Arrakis (aussi surnommée Dune), une planète désertique où l'eau est une ressource rare. Mais c'est également le seul lieu où l'on trouve l'Épice, une substance très prisée dans tout l'Empire galactique. Entre complots politiques, guerres saintes et conditions de vie extrêmes, Paul va découvrir à quel point Dune est dangereuse...

Les adaptations

Prévu pour une sortie en salles à l'automne 2021, le film de Denis Villeneuve (réalisateur de *Premier Contact* et *Blade Runner 2049*) promet des images spectaculaires et un casting de qualité : Timothée Chalamet, Oscar Isaac, Zendaya... Il succédera à l'adaptation de David Lynch – un échec lors de sa sortie en 1984 – et à une mini-série, mieux reçue par les fans, diffusée en 2000 sur la chaîne américaine Syfy.

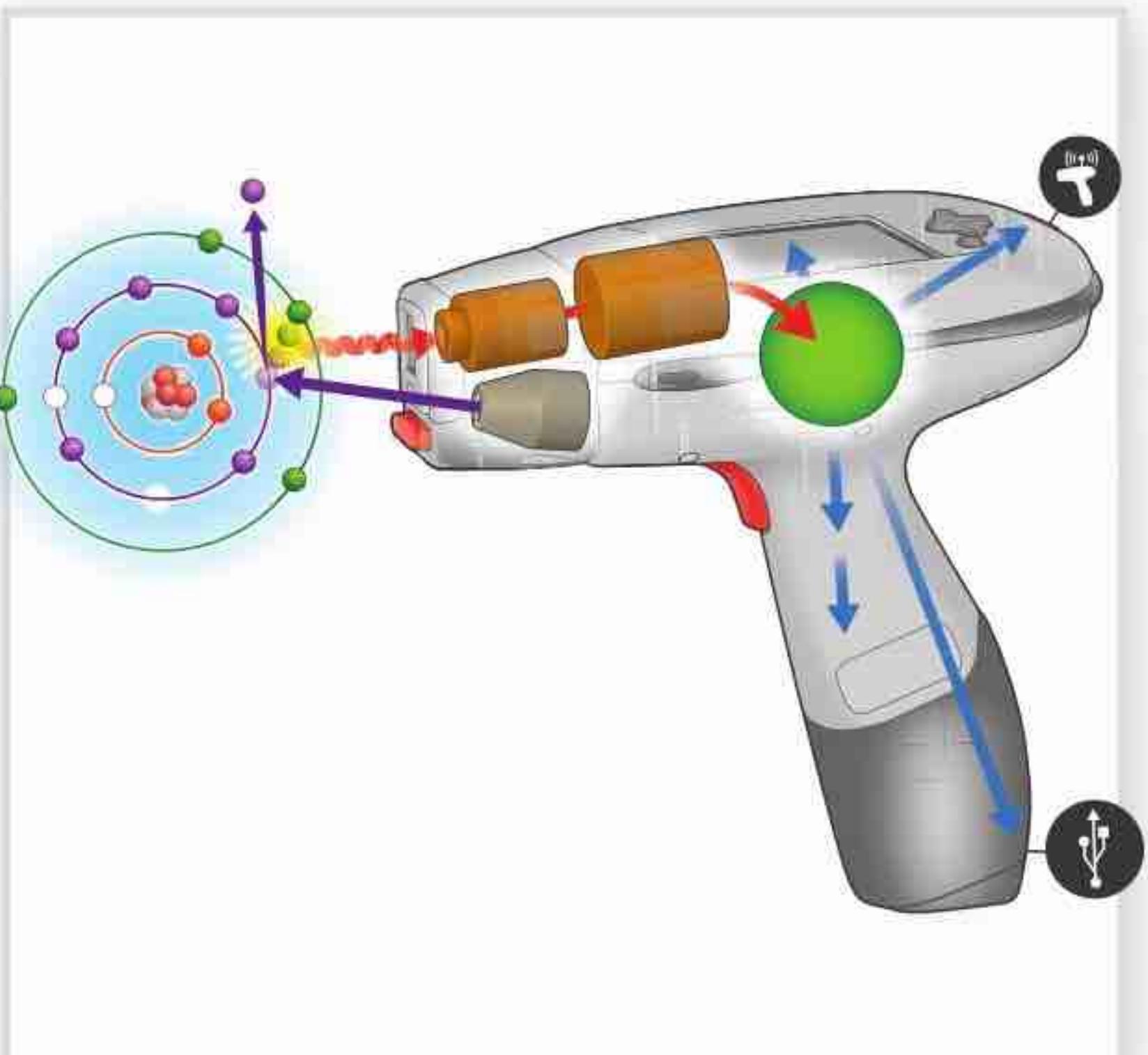
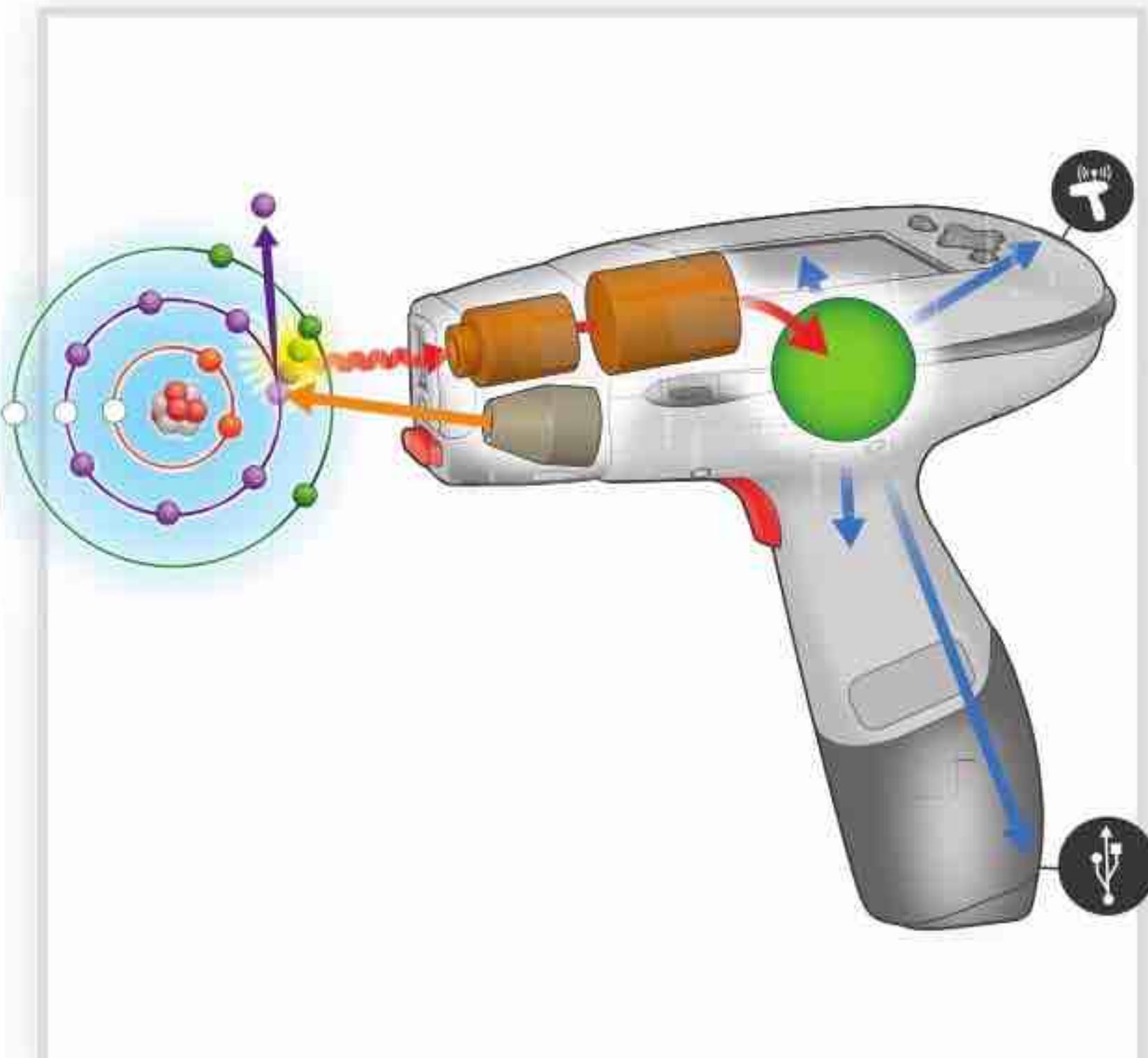
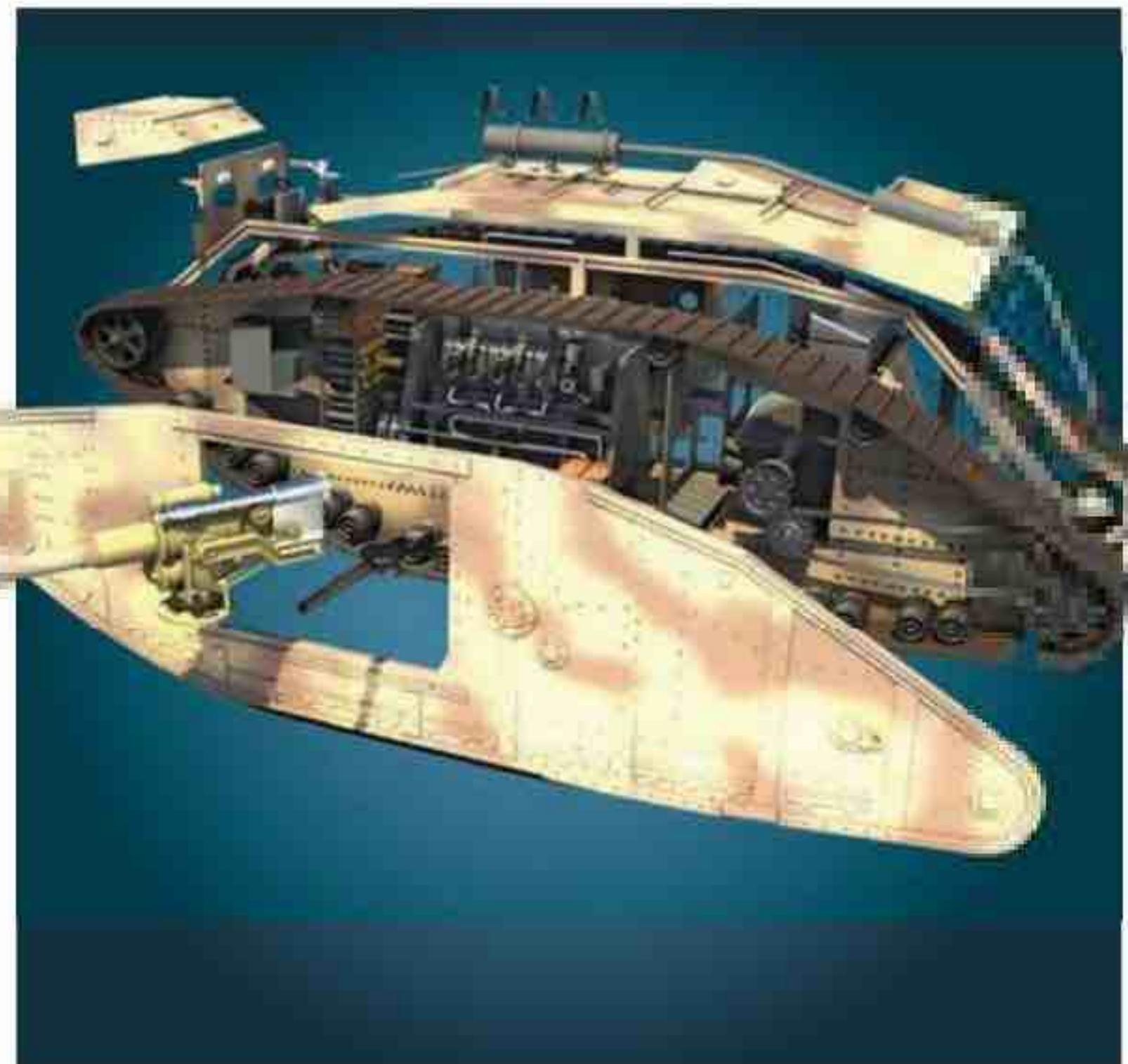
Le contexte

Durant les années 1960, les Russes et les Américains sont en pleine « course à l'espace » : les uns envoient le premier homme en orbite en 1961 ; les autres posent le pied sur la Lune en 1969. La conquête spatiale inspire alors la science-fiction : c'est l'époque de films comme *2001 : L'Odyssée de l'espace* de Stanley Kubrick (1968) ou encore de séries télévisées telles que *Doctor Who* (1963) ou *Star Trek* (1966), qui imaginent tout un éventail de planètes et de civilisations extraterrestres.

jeux



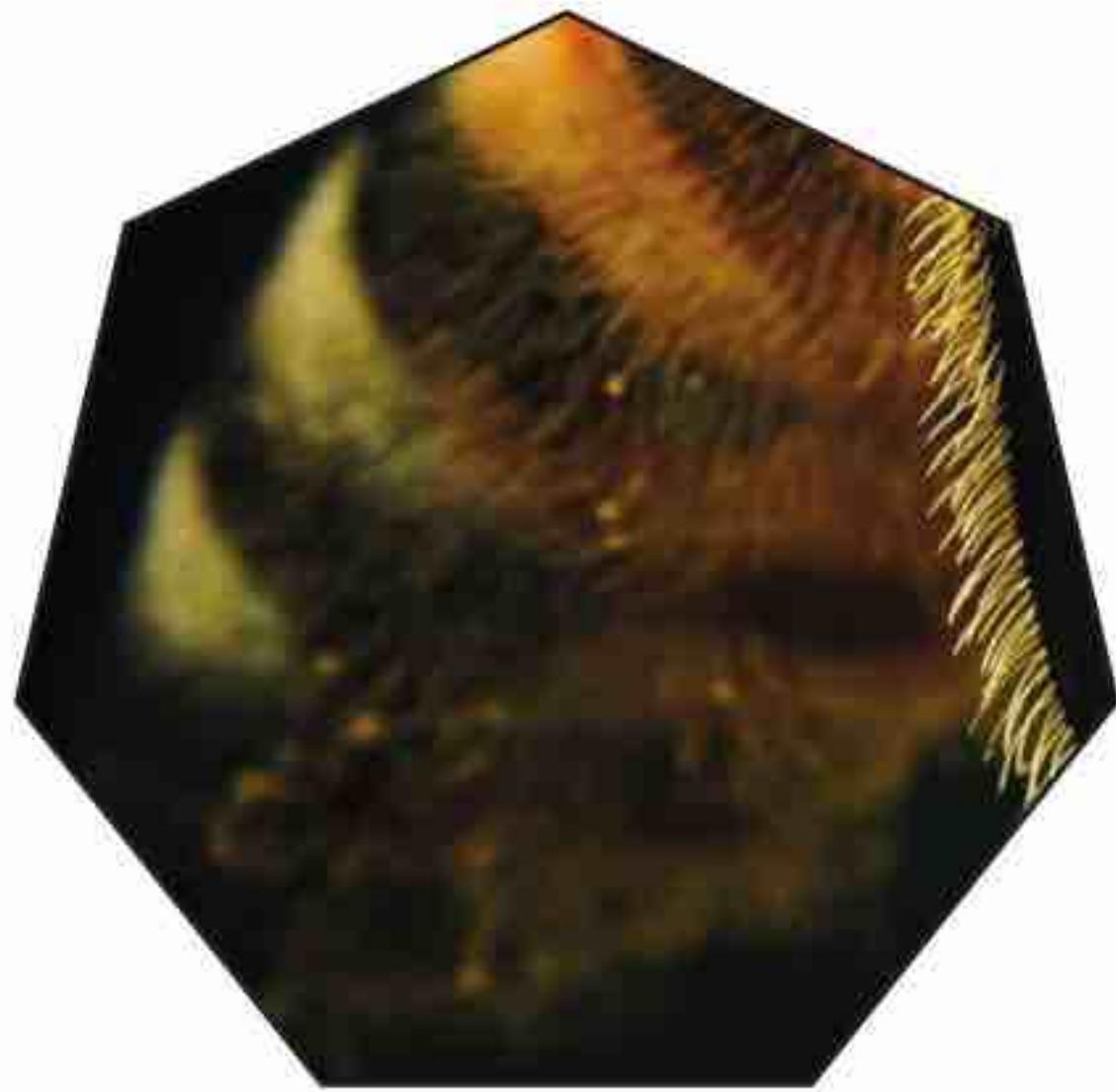
Les 6 différences



Solutions dans le n° 124

C'est quoi ?

Devinez ce qui se cache derrière ces détails de photos agrandies.



Solutions dans le n° 124

© Getty / Shutterstock

Sudoku

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



FACILE

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

DIFFICILE

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

Solutions du numéro précédent

Les 6 différences



C'est quoi ?



Une améthyste



Des écailles de serpent

© Getty / Shutterstock

Comment ça marche

est édité par **Fleurus Presse SAS** au capital de 500 000 € 141, boulevard Ney 75018 Paris Actionnaire : Unique Heritage Media

Comité de direction :

Emmanuel Mounier (Président et Directeur de la publication), Christophe Ruet (Directeur général), Alexandrine de Charon (Directrice administrative et financière), Juliette Salin (Directrice générale médias), Albin Quéré (Directeur marketing)

Rédaction :

Karine Jacquet (Rédactrice en chef), Clara Baudel (Secrétaire générale de rédaction), Denis Truchi (Rédacteur-graphiste), Jean-Philippe Baert (Directeur artistique nouvelle formule), Michelle Foucart-Orsel (Secrétaire de rédaction), Béatrice Bon (Iconographe)

Ont collaboré à ce numéro :

Laurène Bertelle, François Bliss de la Boissière, Marc Branchu, Hélène Colau, Charlotte Cresson, Louna Esgueva, Gisèle Foucher, Delphine Gaston-Sloan, Patrick Gaumer, Claire Guérou, Cécile Guichon, Victoria Milhomme, Julia Negroni, Sophie Noucher, Nathalie Picard, Maïa Wasserman

Relations abonnés :

Fleurus Presse - TSA 37505
59782 LILLE CEDEX 9
Tél. : (+33) 03 20 12 11 10
(lun-ven : 9 h-18 h)
relation.abo@fleuruspresse.com

Suisse : Edigroup
Tél. : (41) 022 860 84 01
abonne@edigroup.ch

Belgique : Edigroup

Tél. : (32) 070 233 304

abonne@edigroup.be

Canada : Express Mag,

expressmag@expressmag.com

Tarif abonnement :

45 €/an (11 parutions). Mensuel.

Gestion des ventes au numéro :

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

Distribution : MLP

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

Fabrication : Cratoprint
Tél. : 06 71 72 43 16

Impression : Artigrafiche Boccia
84 131 Salerno (Italie)

Origine du papier : Italie

Taux de fibres recyclées : 0 %

Certification : PEFC 100 %

Eutrophisation : Ptot 0,018 kg/t

Commission paritaire :

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

ISSN : 2557-3306.

Dépôt légal à parution.

Tous droits de reproduction réservés sauf autorisation écrite préalable

© Comment ça marche.

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

liés à la licence, incluant le nom How It Works appartiennent à Future Publishing Limited et ne peuvent être reproduits, en partie ou dans leur intégralité, sans consentement préalable écrit et délivré par Future Publishing Limited. © Future Publishing Limited. www.futureplc.com

F U T U R E

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



Prochain numéro

À LA RECHERCHE DES FOSSILES DE DINOSAURES



- DÉCRYPTER: L'AMOUR DU POINT DE VUE DE LA SCIENCE
- EXPLORER: LA GRANDE MENACE DES DÉBRIS SPATIAUX

- INNOVER: LES LIMITES DU CLONAGE HUMAIN
- OBSERVER: L'INEXORABLE FONTE DES GLACIERS

- RACONTER: L'ARMÉE DE TERRE CUITE DE L'EMPEREUR QIN
- AGENDA: CINÉ, JEUX VIDÉO, BD, LIVRES, EXPOS, SHOPPING...

DÉCOUVREZ AUSSI...

// COMPARATIF Notre best of des liseuses // BANC D'ESSAI 5 contours des yeux

RÉPONSE À TOUT!

LE MAGAZINE QUI ENRICHIT LA VIE

CONCOURS
GRAND JEU DE LA NOUVELLE ANNÉE

À GAGNER
1 SURMATLAS CLIMATISE CLIMSON ET BIEN D'AUTRES LOTS!



COVID, GRIPPE
Apprenez à faire la différence!



IMMOBILIER
LOCATION
4 ASTUCES
qui peuvent rapporter gros

AUTO, HIGH-TECH
C'est le moment d'acheter de l'occasion



www.reponseatout.com

01 308 00 400 - 01 308 00 401 - 01 308 00 402 - 01 308 00 403 - 01 308 00 404 - 01 308 00 405

UNIQUE HERITAGE MEDIA

N°367 Janvier 2021

EN 2021 Comment gagner PLUS D'ARGENT ?



EN VENTE CHEZ VOTRE MARCHAND DE JOURNAUX