

Comment ça marche

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

#150



LES BOVINS UN EFFET VACHE SUR L'ENVIRONNEMENT



SANTÉ

D'où viennent
les grains de beauté ?

CULTURE

Et New York
créa le rap

ESPACE

Au sommet du mont
Olympus... sur Mars

PiliPOP

DONNEZ À VOTRE ENFANT LE POUVOIR DE PARLER ANGLAIS!



Une application
innovante et ludique



Une reconnaissance
vocale pour évaluer
la prononciation



Plus de 200 activités



Un suivi régulier
pour les parents

ESSAYEZ GRATUITEMENT SUR WWW.PILIPOP.COM





Rouge, orange, vert et, bientôt, blanc... C'est l'une des solutions envisagées pour gérer l'arrivée plus massive de véhicules autonomes.

Le mot du mois

AUTONOME

Dérivé du grec *autonomos*, « qui se régit par ses propres lois », « qui agit de lui-même », cet adjectif caractérise notamment une chose qui fonctionne comme un tout indépendant.



DES FEUX QUADRICOLORES ?

Et si la généralisation annoncée des véhicules autonomes conduisait à revoir le code de la route et, en premier lieu, la signalisation lumineuse...

Comment réguler le trafic quand cohabitent sur les mêmes voies de circulation des véhicules conduits par des humains et d'autres commandés par une IA (intelligence artificielle)? Devra-t-on modifier le code de la route? Créer des routes spécifiques? Autant de questions qui se posent depuis l'apparition, même timide, sur le marché de véhicules autonomes. Des chercheurs de l'université de Caroline du Nord (États-Unis) ont planché sur cette problématique et, pour eux, la solution pourrait être l'inclusion d'une quatrième couleur aux feux de signalisation. Le blanc a leur préférence, car plus repérable pour l'œil humain. L'intérêt? Comme les voitures autonomes communiquent à distance entre elles mais également avec les feux d'intersection grâce à leur technologie embarquée (*voir dossier p. 20*), elles peuvent coordonner leurs mouvements et fluidifieraient le trafic en « prenant le contrôle » de ce quatrième feu. Concrètement,

au « blanc », une personne au volant serait autorisée à suivre le véhicule autonome qui précède le sien et pourrait donc profiter de la voie dégagée par « ce poisson-pilote » à quatre roues. D'après les modèles produits par les scientifiques, l'ajout d'un quatrième feu réduirait les embouteillages, notamment au niveau des croisements, de 3% avec une part de 10% de véhicules autonomes dans le trafic. Et quand ce pourcentage atteindrait 30%, les encombrements seraient diminués de plus de 10%. Un gain de temps certain pour l'ensemble des usagers de la route et une bonne nouvelle pour l'environnement, puisqu'un trafic fluide signifie une consommation de carburant moindre et, par conséquent, une baisse des émissions de CO₂. Toutefois, l'incorporation d'une quatrième couleur n'est encore que pure fiction. En effet, la technologie complexe de la conduite autonome n'en est qu'à ses débuts et les véhicules concernés ne constituent qu'une part infime du parc automobile actuel.

Karine Jacquet

Décrypter

34
RAP

50 ans déjà ! Du Bronx à Paris, toute la story de ce pilier de la culture hip-hop.



Rencontrer

30

GONÉRI LE COZANNET

Ce coauteur du rapport du Giec explore nos capacités d'adaptation au réchauffement climatique.

46

OLYMPUS MONS

Avec ses 21 229 mètres, il ridiculise notre « toit du monde » himalayen. Comment Mars a-t-elle pu enfanter un tel colosse ?

Explorer



58

FRENCH TECH

Avec ses panneaux photovoltaïques en kit, Beem Energy démocratise l'autoconsommation solaire.



Nature Techno Histoire Espace Science Société

06 FAQ

09 Les chiffres du mois

10 Actualités des sciences

18 4 choses à savoir sur les 24 Heures du Mans

20 Dossier : véhicule autonome, fantasme ou réalité ?

30 Interview : Gonéri Le Cozannet

34 Et New York créa le rap

42 Grains de beauté : d'où viennent-ils ?

46 Olympus Mons, le géant martien

50 Pongée dans les mines de sel

54 Pourquoi les balles de golf sont-elles alvéolées ?

56 La face cachée des stations-service

58 French Tech : Beem Energy

60 Les bovins, un effet vache sur l'environnement

66 Le Horseshoe Bend

68 La légion romaine

74 Blaise Pascal

76 Sorties, expos, BD, livres...

81 Un classique de la SF

Ce numéro comporte une offre de réabonnement.

42

GRAINS DE BEAUTÉ

Forme, nombre, localisation, évolution... Pourquoi ne sommes-nous pas égaux face à ces tâches pigmentaires ?

20

VÉHICULES AUTONOMES

Quels défis à relever empêchent de passer à la vitesse supérieure ? L'intelligence artificielle est-elle fiable ? Seront-ils vraiment écologiques ? Le point sur ce mythe moderne qui deviendra peut-être réalité.

dossier

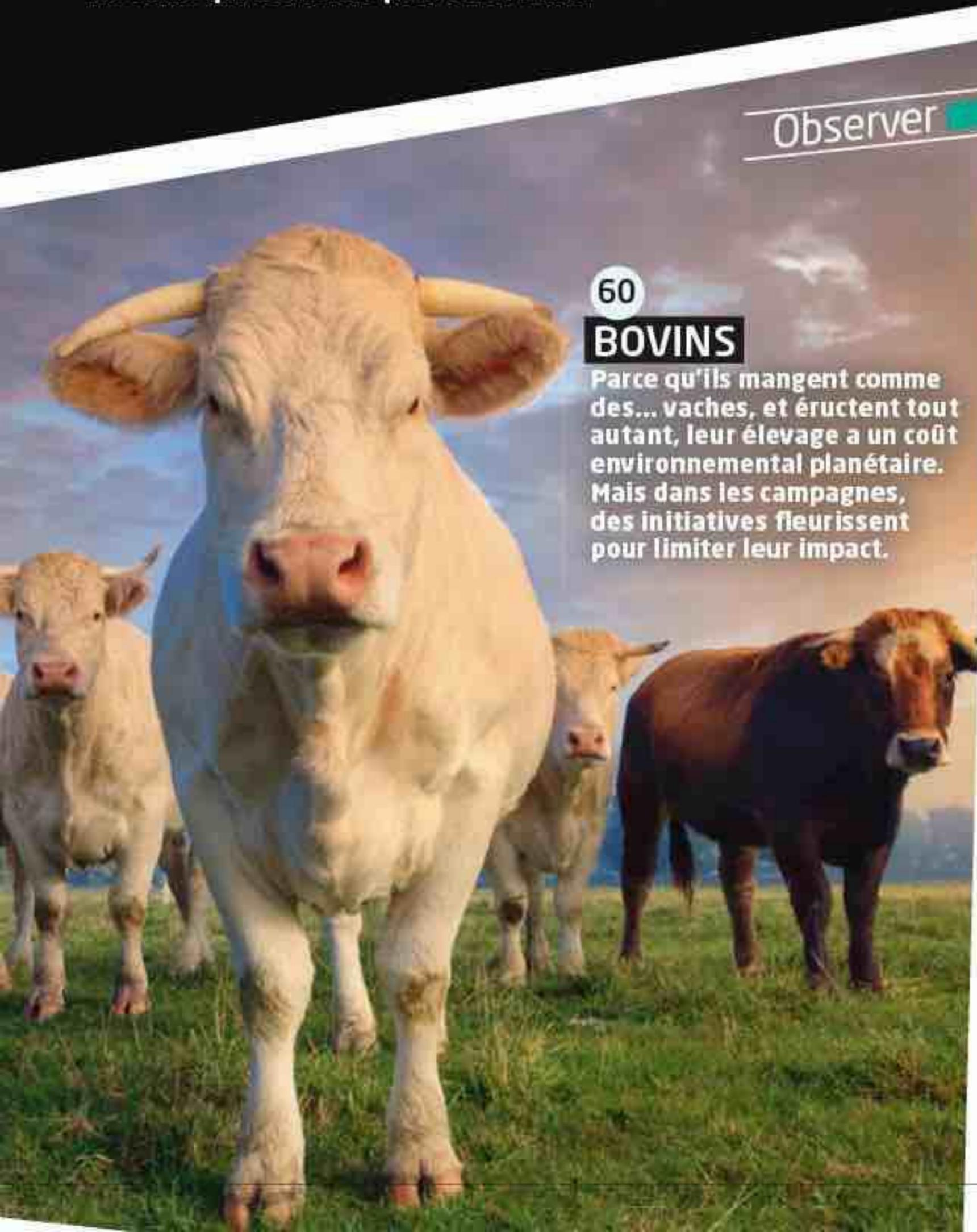


Observer

60

BOVINS

Parce qu'ils mangent comme des... vaches, et éructent tout autant, leur élevage a un coût environnemental planétaire. Mais dans les campagnes, des initiatives fleurissent pour limiter leur impact.



18

24 HEURES DU MANS

La course automobile d'endurance la plus célèbre au monde fête ses 100 ans.



Événement

54

BALLES DE GOLF

Par quelles lois physiques les recouvrir d'alvéoles leur a permis d'aller beaucoup plus loin...



Raconter

68

LÉGION ROMAINE

Super-entraîné, ultra-organisé, hyper-discipliné... Grâce à ce corps d'armée, Rome a dominé la Méditerranée et au-delà.



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



Délivrée dans toute la France depuis le 2 août 2021, la carte d'identité dite biométrique est plus sécurisée avec sa puce électronique et plus pratique grâce à son format carte bancaire.

Depuis quand a-t-on une carte d'identité ?

Question d' Isabelle D., Paris (18^e arrondissement)



Le 12 septembre 1921, Robert Leullier, préfet de police de Paris, lance la première visant à remplacer tous les papiers utilisés jusque-là pour attester de son identité – carte d'électeur, livret militaire ou de famille, permis de chasse, de conduire, certificat de domicile, passeport, carte de réduction de chemin de fer... – ouvrant la porte à toutes les fraudes. Mais l'initiative ne fait pas l'unanimité. Les Français, vent debout contre ce qui

leur apparaît comme une entrave à leurs libertés individuelles, dénoncent un fichage dû notamment à la présence d'une photo et d'empreintes digitales. Ils voient dans l'utilisation de données anthropométriques, mises au point par Alphonse Bertillon (1853-1914) pour identifier les criminels, une volonté de les faire passer pour des escrocs. On a beau leur expliquer que ce document va faciliter et sécuriser leurs démarches, l'opposition est telle qu'il ne parvient

pas à s'imposer et demeure facultatif. Les difficultés relatives à son établissement dans les commissariats n'ont pas aidé, et encore moins les femmes, tenues de produire une autorisation de leur mari. Le régime de Vichy rebat les cartes : la loi du 27 octobre 1940 institue la «carte d'identité de Français» obligatoire pour tous à partir de 16 ans. Depuis 1955, cette obligation, supprimée par décret, n'a plus cours.

Comment est déterminé l'âge d'une météorite?

Question de Gérard L., Le Mans (Sarthe)



En utilisant une technique fondée sur l'analyse de la proportion des isotopes (diverses formes d'un même élément chimique) d'uranium et de plomb présents dans un échantillon. Certains de ces isotopes sont radioactifs (instables), comme l'uranium, et d'autres stables (non radioactifs), comme le plomb. L'uranium 238 se désintègre au fil du temps et se transforme en plomb 206. En comparant la quantité de ces différents isotopes dans une météorite, on est à même de déterminer son âge. Pour établir cette comparaison, on se fonde sur une donnée connue : la demi-vie des atomes radioactifs, soit le temps qu'il faut à la moitié de ces atomes pour se dégrader. Cette datation uranium-plomb a été mise au point par le géochimiste américain Clair C. Patterson (1922-1995), en 1953, lui permettant de dater l'âge d'une météorite à 4,6 milliards d'années. La datation au carbone 14, découverte à la fin des années 1940 par l'Américain Willard F. Libby, était impossible, car elle ne s'applique qu'à des objets dont l'âge est inférieur à 50 000 ans.



© Shutterstock



© Shutterstock

Pourquoi la neige est blanche et non pas transparente comme l'eau ou la glace?

Question de Juliette C., Vevey (Suisse)



Ce n'est pas sans raison que l'on dit « blanc comme neige ». Cette blancheur, elle la doit à la réflexion de la lumière. La neige est constituée de microscopiques cristaux qui se forment dans les nuages lorsque la vapeur d'eau se change en glace dès que la température descend au-dessous de 0 °C.

L'atmosphère regorge de micrograins de poussières ou de sable sur lesquels se fixe l'eau gelée, permettant à d'autres cristaux de venir s'agglutiner. En tombant du ciel sous l'effet de la gravité, ils s'accrochent les uns aux autres et de cet assemblage naissent les flocons. Transparents à l'origine, ces cristaux dont le nombre varie

sont de formes différentes et ce manque d'homogénéité, créant une sorte de désordre, fait que la lumière ne se réfléchit pas en ligne droite. Comme ses rayons sont déviés sur les multiples facettes des cristaux, toutes les couleurs du spectre lumineux se mélangent et s'additionnent, produisant de la lumière blanche.

Les oiseaux peuvent-ils voler dans l'espace?

Question d'Aloïs D., Millau (Aveyron)



Non ! L'espace commence au-delà de l'atmosphère (enveloppe gazeuse entourant le globe terrestre), soit à 100 km (100 000 m) au-dessus du niveau de la mer. Comme tout corps, les oiseaux sont soumis à la pesanteur les empêchant de s'arracher à l'attraction terrestre. En outre, l'air est ce qui leur permet de voler ou de planer. Les pressions exercées de part et d'autre de leurs ailes (la portance) les soulèvent et les maintiennent en équilibre. Or, dans l'espace, il n'y a pas d'air. De même pour la respiration : l'oxygène, également absent de l'espace, est vital. S'élevant bien au-delà de leurs congénères ne dépassant pas les 1 500 mètres environ (dans le cadre des migrations), certaines espèces détiennent des records d'altitude. Le 29 novembre 1973, le vautour de Rüppell, originaire d'Afrique subsaharienne, a heurté un avion au-dessus de la Côte d'Ivoire, à 11 300 m. Les oies à tête barrée migrent en survolant l'Himalaya à près de 9 000 m. Quant aux cygnes, ils peuvent évoluer à plus de 8 000 m.



© Shutterstock

Qu'est-ce qu'un grand chelem?

Question de Sérena B., Guéret (Creuse)



OPEN
D'AUSTRALIE



ROLAND-
GARROS



WIMBLEDON



US OPEN



TOURNOI
DES 6 NATIONS



Chelem est une transposition approximative de l'anglais *to slam* qui, familièrement, peut se traduire par écraser, infliger une défaite. Cette expression, déformée en français, on a l'habitude de l'entendre dans le domaine du sport, surtout du tennis et du rugby. Pourtant, à l'origine, elle s'appliquait au bridge (XIX^e siècle) pour désigner le « grand coup » porté par un joueur ayant mis ses adversaires « capot » en remportant tous les plis de la partie. En 1933,

joueur de bridge et journaliste sportif au *New York Times*, John Kieran écrit que l'Australien Jack Crawford, déjà vainqueur cette année-là de l'Open d'Australie, Roland-Garros et Wimbledon, réaliserait un *grand slam* s'il remportait l'US Open, quatrième grand tournoi. Le tennismen s'est finalement incliné face au Britannique Fred Perry, la formule est restée. Alors que Roland-Garros bat son plein (jusqu'au 11 juin), rappelons que seuls les champions américain Don Budge

(1938) et australien Rod Laver (1962 et 1969), chez les hommes, ont réussi l'exploit du Grand Chelem. Les femmes ont fait mieux, avec trois joueuses sur la première marche : l'Américaine Maureen Connolly (1953), l'Australienne Margaret Smith Court (1970) et l'Allemande Steffi Graf (1988). Au rugby, le grand chelem revient à l'équipe victorieuse des cinq matchs du Tournoi des Six Nations, ce qui a été le cas de la France en 2022 (détrônée par l'Irlande en 2023).

© Shutterstock



Un légionnaire romain portait jusqu'à

45 kg

En 8 heures,
un véhicule autonome
consomme autant
de données que
40 disques durs
d'ordinateur

Avec
72 millions
*de disques, Eminem
détiennent le record
de vente d'albums
au XXI^e siècle*

1642

C'est l'année où
Blaise Pascal inventa
la machine à calculer

Les chiffres du mois

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

La plus grosse
mine de sel
produit

**7 200 000
tonnes/an**



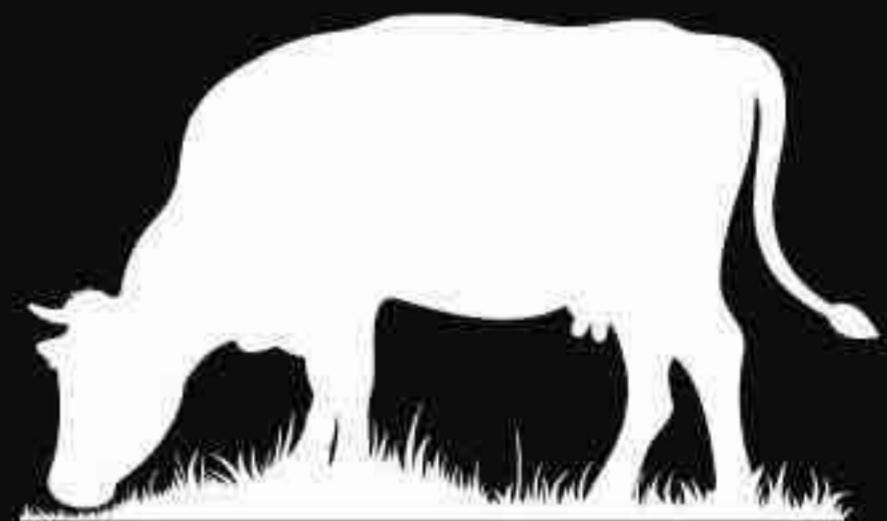
*Le volcan martien
Olympus Mons
culmine à
21 229 m*

Le taux de
personnes atteintes
de mélanomes
croît de
3 à 4 %
par an



*Les origines du
golf remontent au
XIII^e siècle*

Le niveau de la mer
va grimper de
20 cm
durant les
trente prochaines
années



Produire
de la viande bovine
nécessite
**700 litres
d'eau/kg**

Une vue 3D en perspective de Maat Mons, le plus haut volcan sur la planète Vénus.



ASTRONOMIE

Le volcanisme sur Vénus serait bien réel

La ténacité est certainement l'une des grandes qualités des astronomes. Et Robert Herrick, planétologue à l'université d'Alaska Fairbanks (États-unis), n'en manque pas. Voilà des années qu'il scrute, durant son temps libre, des images de la surface de Vénus, recueillies en 1991 par le radar de la sonde Magellan envoyée par la Nasa. Avec son atmosphère opaque (composée d'épais nuages toxiques), cette planète n'est guère observable depuis la Terre et seuls quelques clichés de son paysage nous sont parvenus. Grâce à eux, les scientifiques savent, depuis les années 1980, qu'elle est presque entièrement recouverte de volcans, mais jusqu'à présent, les indices probants d'une quelconque activité volcanique faisaient défaut. Ou du moins n'avaient pas été relevés. Car, en comparant les images d'archives, prises entre février et octobre 1991, du Maat Mons, le plus haut volcan vénusien, Robert Herrick et son collègue de la Nasa Scott Hensley ont remarqué une évolution du relief sur sa face nord. Le signe de la présence d'une cheminée volcanique, dont le cratère ouvert est passé en quelque mois d'une superficie de 2 à 3,8 kilomètres carrés. Pour les spécialistes, c'est sans doute la preuve directe qu'une éruption a bien eu lieu! En tout cas, c'est la première fois que l'on constate si nettement le changement de forme d'un volcan. Cette découverte ne sera toutefois confirmée qu'au début des années 2030, quand les deux missions lancées en 2021, Veritas par la Nasa et EnVision par l'Agence spatiale européenne, arriveront à proximité de celle que l'on surnomme l'Étoile du berger ou encore la sœur jumelle de la Terre tant elle lui ressemble par sa taille et sa composition.

Actualités[©] des sciences

Nature

Techno

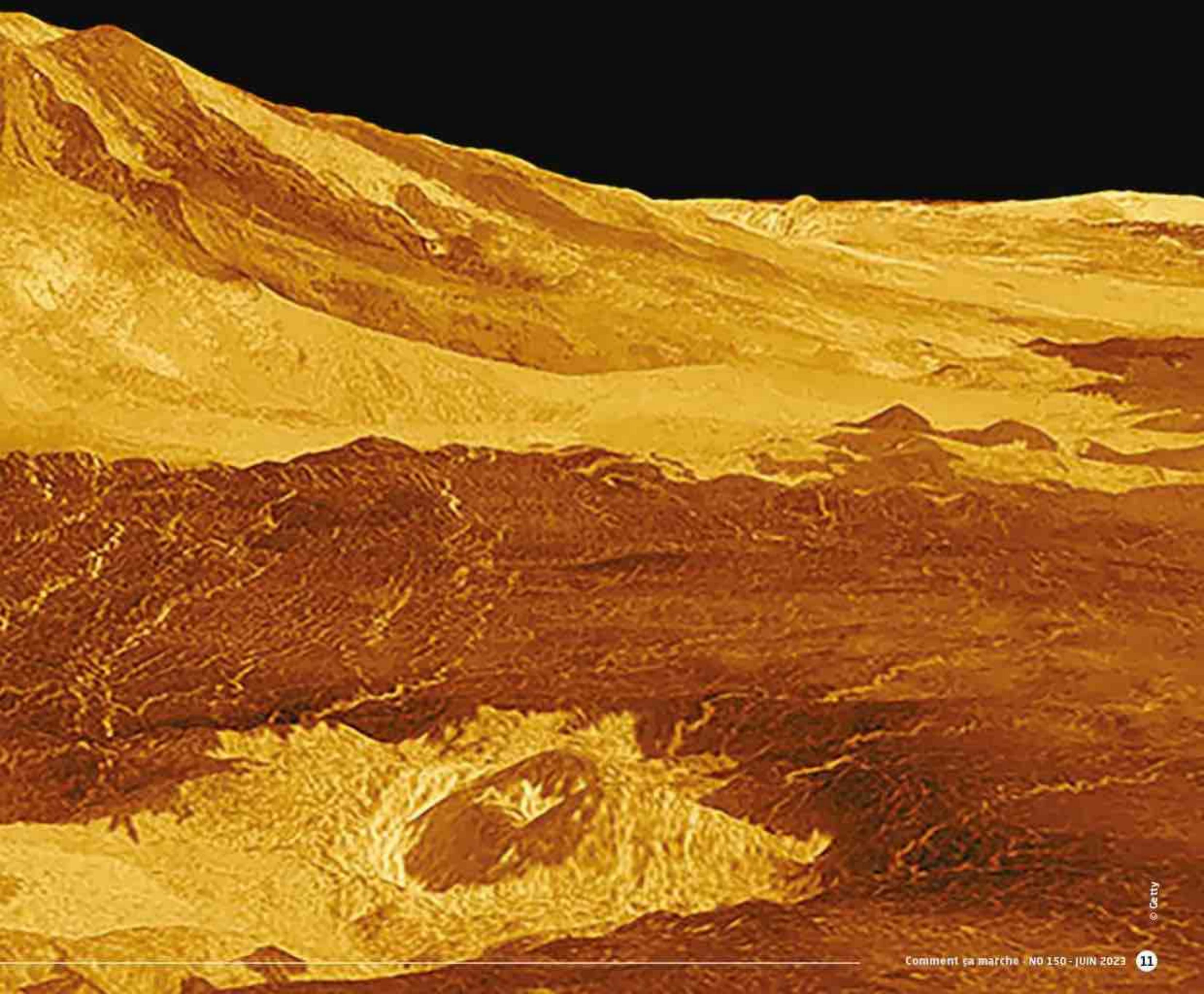
Histoire

Espace

Science

Société

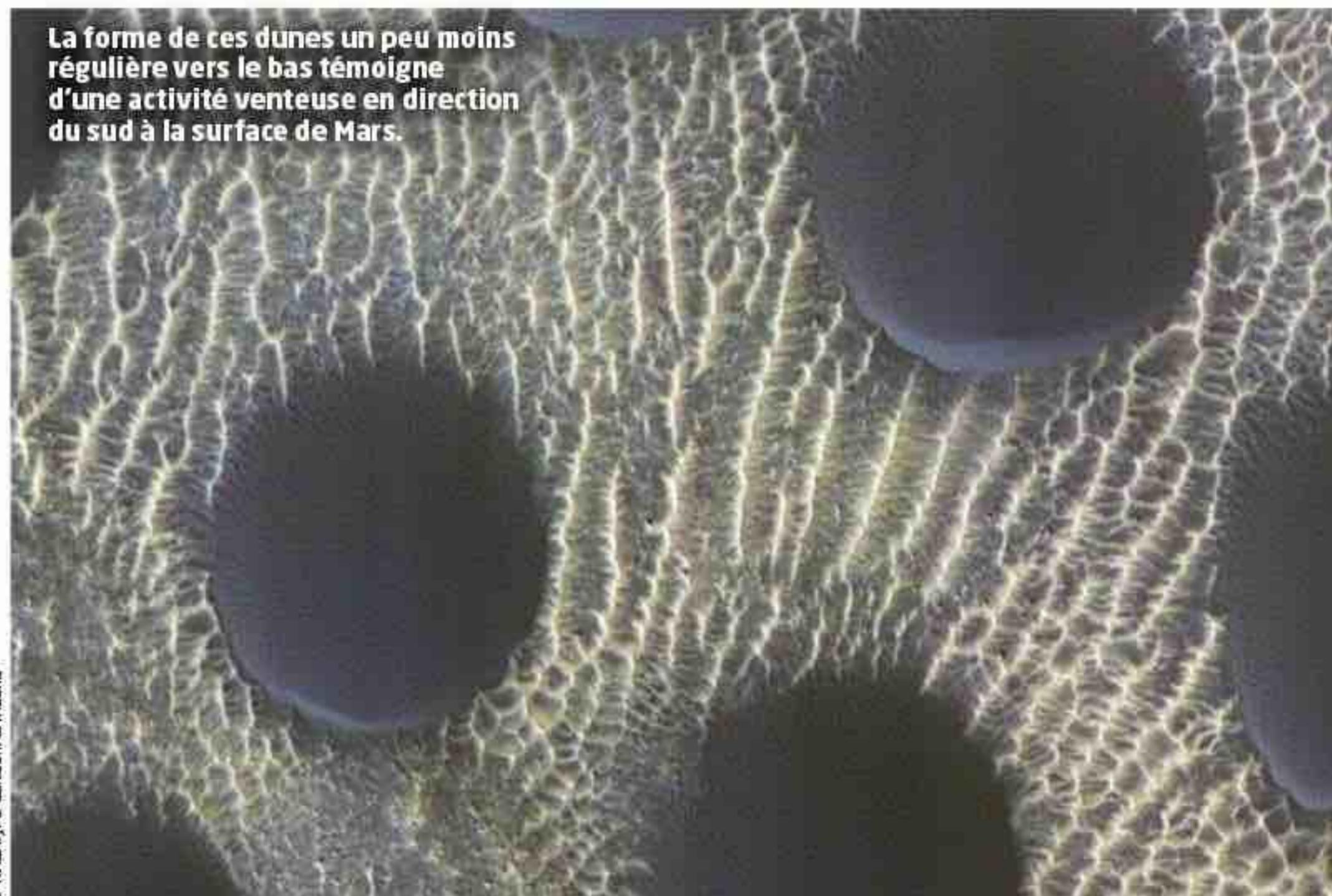
Par Muriel Valin et Louna Esgueva



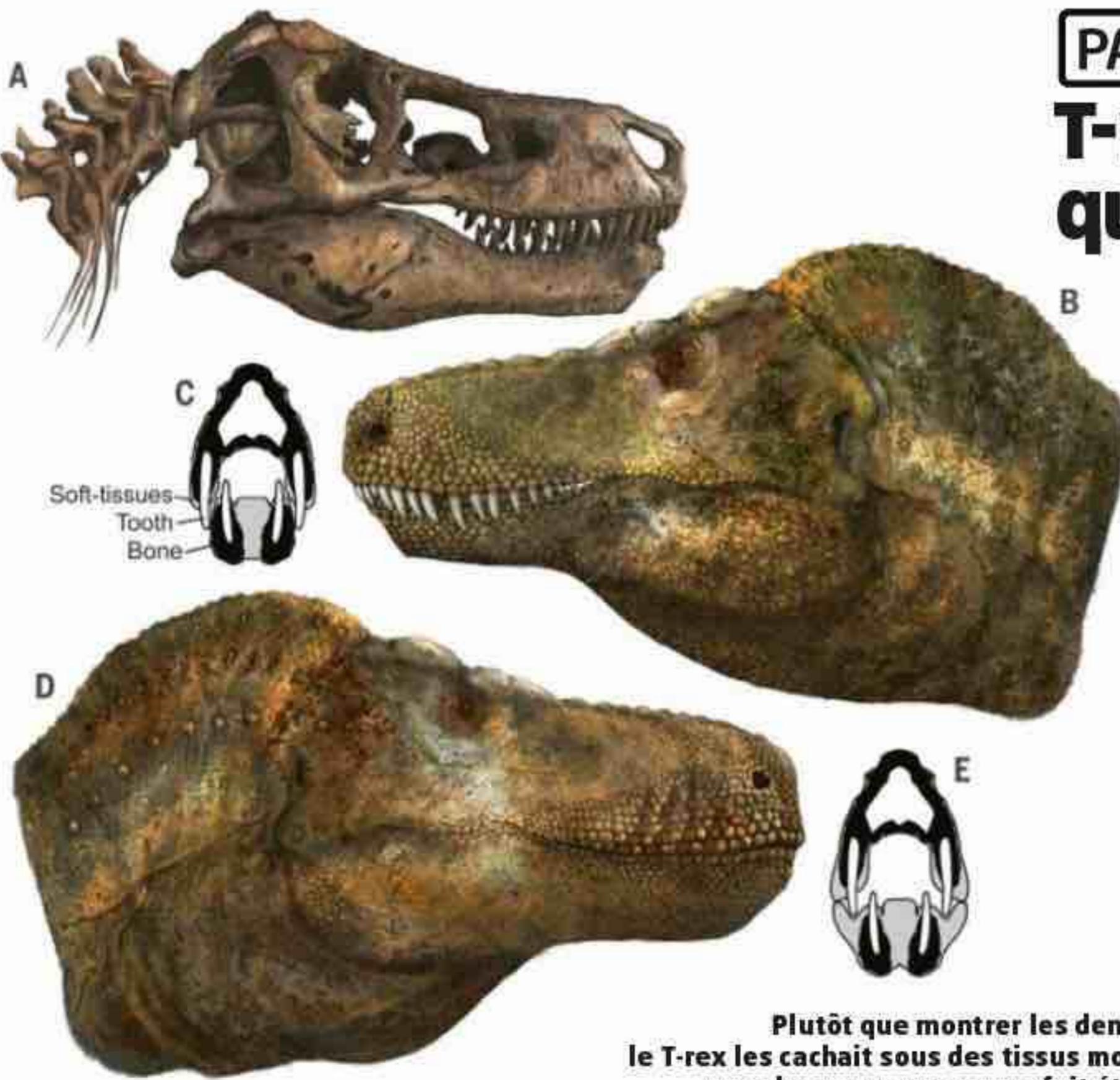
ESPACE

Mars sous un nouvel angle

Vu d'en haut, cela ressemble à un champ de trous quasi circulaires. En réalité, ce que l'on découvre là est un champ de dunes aux formes particulièrement régulières, situé au niveau du pôle nord de Mars. Ce cliché capturé par la caméra à haute résolution de la sonde spatiale Mars Reconnaissance Orbiter, en activité au-dessus de la Planète rouge depuis 2006, a été pris à 300 kilomètres d'altitude, fin novembre 2022. L'aspect inhabituel de ces dunes a interpellé les spécialistes qui, après analyses, ont conclu que la petite pointe vers le bas visible sur certaines de ces sphères indiquait des faces de glissement abruptes aux extrémités sud. Les dunes sont ainsi en train de se déformer sous l'effet de vents soufflant vers le sud. L'étude de ces mouvements au fil du temps va permettre aux scientifiques de mieux comprendre l'évolution des paysages martiens, mais également le climat et les météos saisonnières qui règnent à la surface de cette planète.



NASA/JPL-Caltech/Univ. Arizona



PALÉONTOLOGIE

T-rex: la question qui brûle les lèvres



Et si la représentation populaire que nous avons tous du *Tyrannosaurus rex* gueule fermée et dents acérées bien apparentes était inexacte? Jusqu'à présent on imaginait leur «bouche» un peu comme celle des crocodiles actuels, avec une dentition visible. Grossière erreur! Une équipe internationale de scientifiques a analysé l'usure des «quenottes» sur des fossiles de ces dinosaures, et comparé différents modèles de crânes et de dents chez des reptiles éteints et d'autres vivants. Verdict: les théropodes, dont font partie les T-rex, avaient très probablement des tissus mous, comme des lèvres, qui recouvriraient toutes leurs dents. En effet, pour rester sain, l'émail doit demeurer hydraté et donc protégé de l'air qui l'endommagerait. Or, chez le T-rex, l'usure de l'émail est identique sur l'ensemble des dents, ce qui n'est pas le cas chez les crocodiles. Ces terribles lézards étaient donc vraisemblablement plus proches des varans de Komodo que des crocodiles que nous connaissons. Du moins en apparence.

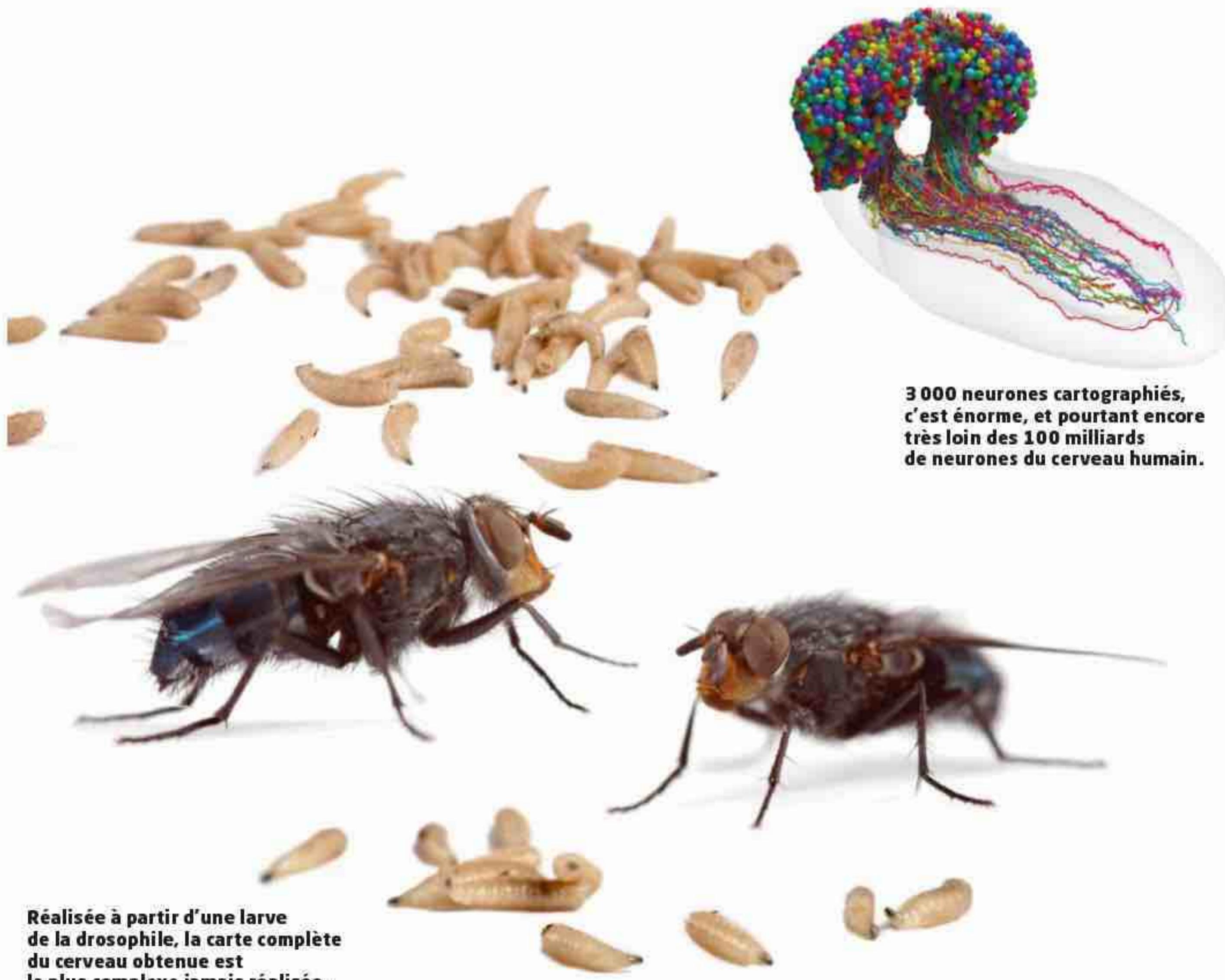
ZOOLOGIE

La première carte du cerveau d'une mouche

In'y paraît peut-être pas, pourtant, l'exploit est remarquable... Une équipe anglaise de l'université de Cambridge et une autre de l'université américaine Johns Hopkins ont réussi à modéliser le cerveau de la mouche des fruits (drosophile) dans ses plus fins détails. Leur carte, appelée connectome dans le jargon scientifique, contient les 3 016 neurones et les 548 000 synapses (la zone située entre deux neurones qui assure la transmission des informations entre eux) de cet insecte. Ce qui constitue l'ensemble de son

câblage neuronal. En 2019, des résultats similaires avaient été obtenus avec le cerveau de vers – *Caenorhabditis elegans* –, mais la structure était beaucoup moins complexe (302 neurones seulement). Avec celle de la drosophile, il s'agit donc de la carte cérébrale la plus poussée jamais réalisée. Une prouesse rendue possible grâce aux progrès en microscopie électronique haute résolution et en puissance de calcul. En effet, pour obtenir une telle représentation, il a fallu capturer l'image des milliers de tranches de cerveau d'une

larve de mouche des fruits, puis les analyser. Ces travaux devraient faire date dans la communauté scientifique, car la drosophile possède des capacités d'apprentissage et des circuits cérébraux élémentaires probablement présents chez d'autres animaux. Les mammifères comptent, eux, entre 100 millions et 100 milliards de neurones (pour les humains) en tout. Comme les capacités de calcul ne sont pas encore disponibles pour pouvoir les modéliser, ce connectome fournit un magnifique premier aperçu en attendant...



3 000 neurones cartographiés, c'est énorme, et pourtant encore très loin des 100 milliards de neurones du cerveau humain.

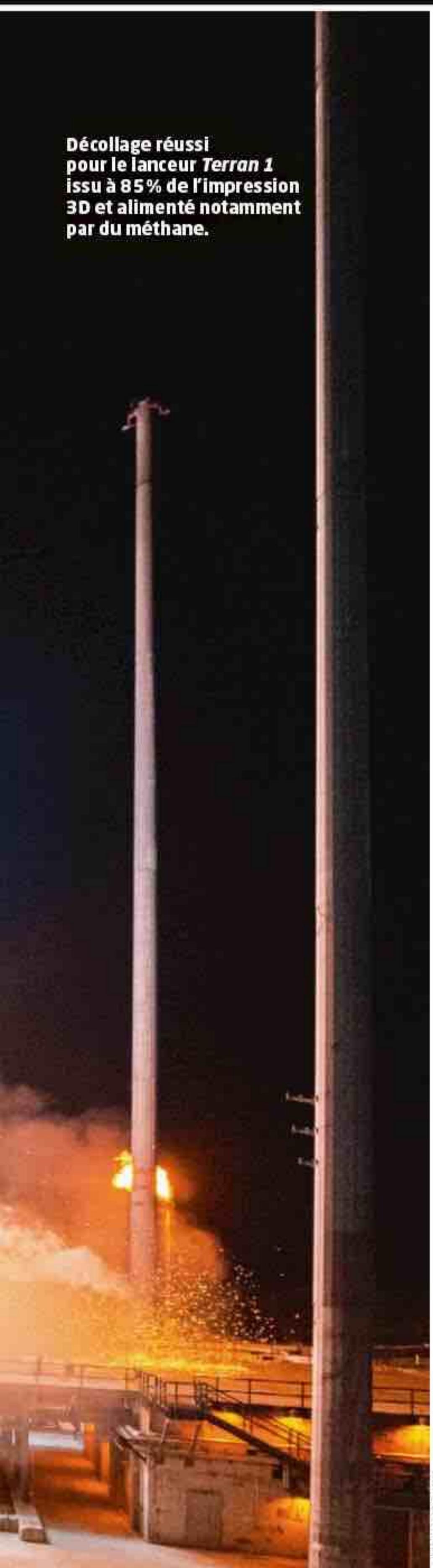
AÉRONAUTIQUE

Une fusée imprimée en 3D sur le pas de tir

C'est une première mondiale... Le 23 mars dernier, la start-up californienne Relativity Space a fait décoller un lanceur dont la majorité des composants avait été imprimée en 3D, soit 85 % de sa masse. *Terran 1*, c'est son nom, était un prototype à deux étages de 33,5 mètres de haut. Il ne transportait ni passager ni charge utile ce jour-là, puisqu'il s'agissait d'un vol d'essai. Et c'est une chance ! En effet, après son lancement, la fusée s'est élevée normalement pendant trois minutes, jusqu'à atteindre max-Q, le point de la trajectoire où l'ensemble des forces de pression s'exerçant sur l'engin spatial est à son maximum, soit à 120 km d'altitude. Puis, une anomalie est venue stopper net l'ascension de la fusée qui a fini par exploser. Un échec ? Non, car avec ce test inaugural, la start-up a montré qu'il était possible d'envoyer dans l'espace des lanceurs fabriqués dix fois plus vite et avec des coûts bien moindres que les modèles habituels. D'autant que l'objectif de Relativity Space est de parvenir sous peu à 95 % de la masse d'une fusée imprimés en 3D. Ce n'est pas tout : pour la première fois également, le lanceur a utilisé un carburant constitué d'un mélange d'oxygène liquide et de méthane. Cette nouvelle combinaison chimique est très convoitée puisqu'elle devrait simplifier les moteurs et réduire les coûts de propulsion par rapport aux mélanges oxygène/kérosène ou oxygène/hydrogène classiques. Dans le viseur de Relativity Space : atteindre un jour Mars grâce à la 3D !



Décollage réussi pour le lanceur *Terran 1* issu à 85% de l'impression 3D et alimenté notamment par du méthane.



© Trevor Mahlmann

HIPPOS HORS DE CONTRÔLE

Dans les années 1980, le trafiquant de drogue colombien Pablo Escobar avait acheté, entre autres, quatre hippopotames pour se constituer un zoo personnel. À sa mort, flamants roses, zèbres et compagnie ont été répartis entre des parcs zoologiques. Sauf les hippos, trop lourds pour être déplacés. Ils ont fini par s'échapper, se sont reproduits et sont à présent plus de 140 dans la nature ! Pour éviter que leur présence ne perturbe trop l'environnement, l'État colombien a décidé d'en expédier la moitié en Inde et au Mexique !

ARCHÉOLOGIE

Les bœliers de Ramsès II

Des offrandes au pharaon près de 1 000 ans après sa mort ? Une explication avancée par les découvreurs de ces 2 000 têtes momifiées.



© Anadolu Agency via AFP

Dans la cité antique d'Abydos, au sud de l'Égypte, les archéologues de l'université de New York (États-Unis) viennent de faire une bien jolie découverte. Ils ont exhumé plus de 2000 têtes de bœliers momifiées dans le temple de Ramsès II (1304-1213 av. J.-C.). Des momies de brebis, chiens, vaches et gazelles ont également été retrouvées au même endroit. Tous ces restes d'animaux dateraient de l'époque ptolémaïque

(323 à 30 av. J.-C.), soit bien après le long règne du pharaon. Selon les chercheurs, il pourrait s'agir d'offrandes, ce qui signifierait que Ramsès II était toujours très vénéré et célébré même un millénaire après sa mort. Sur le même site, les scientifiques ont aussi mis à jour ce qui pourrait être des vestiges d'un palais dont les murs mesuraient 5 mètres d'épaisseur, ainsi que des statues, du papyrus, des vêtements en cuir et des chaussures.



Des chercheurs israéliens ont réussi à capter les « cris » de plants de tomates, mais aussi à les décoder pour identifier l'origine de leur stress.

BOTANIQUE

Les plantes font du bruit quand elles stressent

On savait déjà qu'elles pouvaient changer de couleur, de forme et même d'odeur lorsqu'elles étaient stressées... Nouveau constat, et pas des moindres, les plantes peuvent également « crier » et leur signal sonore a une véritable signification! Une équipe de chercheurs de l'université de Tel Aviv (Israël) a ainsi étudié des plants de tomates et de tabac soumis à un manque

d'eau ou à des blessures (coupes de feuilles). Dans les deux cas, ces plantes ont émis des ultrasons (20-150 kHz), inaudibles par l'oreille humaine mais perceptibles par des micros. Mieux, les scientifiques ont montré que ces bruits pouvaient renseigner sur le niveau de stress des végétaux concernés. Concrètement, en utilisant des modèles d'apprentissage automatique (à base d'intel-

ligence artificielle), les chercheurs ont pu distinguer à quel moment la plante était stressée par la sécheresse ou blessée par la coupe d'une feuille, et cela simplement en différenciant les sons émis. Prochaine piste d'étude: cerner si ces derniers sont perçus par l'environnement (autres plantes ou animaux), et étudier comment ces signaux pourraient être utiles en agriculture.

CLIMATOLOGIE

Freddy, le cyclone le plus long de l'histoire

35 jours au total? Voire 36, 37 ou 38? Les données sur l'activité du cyclone Freddy doivent être encore dépouillées pour pouvoir affiner sa durée. Mais ce monstre météorologique devrait rentrer dans les annales et pulvériser le précédent record de longévité datant de 1994 : un ouragan avait alors sévi pendant 31 jours dans l'océan Pacifique.

Né le 6 février au large de l'Australie, Freddy a gagné en puissance en traversant l'océan Indien avant de venir frapper notamment l'île de Madagascar, le Mozambique puis le Malawi. Il a ainsi parcouru quelque 10 000 km, occasionnant sur son passage d'importants ravages matériels et causant la mort de plus de 400 personnes en Afrique australe. En cause, une trajectoire inédite, en forme de boomerang,

qui l'a fait s'abattre par deux fois sur le Mozambique et Madagascar. Selon l'Organisation météorologique mondiale, l'énergie accumulée par ce cyclone (ACE) est l'équivalent d'une saison cyclonique moyenne complète dans l'Atlantique nord. Un constat très alarmant, qui entre en résonance avec le dernier rapport du Giec, prévoyant une augmentation de la fréquence des cyclones tropicaux puissants.

Par sa longévité et sa violence, Freddy pourrait préfigurer l'intensification des cyclones tropicaux annoncée par le Giec.



5 choses à savoir

24h LE MANS®

Inaugurées en 1923, les 24 Heures du Mans célèbrent leur centenaire les 10 et 11 juin. Ce n'est pourtant que la 91^e édition de cet événement, l'un des plus emblématiques du sport automobile, soumis aux aléas de l'Histoire. Ce qu'il faut connaître à son sujet pour prendre la pole position.

Par Delphine Gaston-Sloan

1 LE PREMIER CIRCUIT MESURAIT 17,262 KM

En 1905, l'Automobile Club de France (ACF) décide la création d'un grand prix sur circuit fermé à la circulation. Le Mans, berceau de la Mancelle, première voiture de série (1878), remporte l'appel d'offres. Ce Grand Prix de l'ACF se court en 1906, sous l'égide du nouvel Automobile Club de l'Ouest (ACO). Pour l'organisation annuelle d'une course d'endurance de vingt-quatre heures dans la Sarthe, il faut attendre la rencontre, au Salon de l'Auto 1922, entre Georges Durand, secrétaire général de l'ACO, Charles Faroux, un journaliste automobile, et Émile Coquille, importateur des roues Rudge-Whitworth. Dès 1923, trente-trois bolides prennent le départ sur un circuit de 17,262 km. Aujourd'hui, il ne mesure plus que 13,626 km.

2 L'ÉDITION 1955 A FAIT PLUS DE 80 MORTS

Le samedi 11 juin 1955, vers 18h28, lors du 33^e tour, se produit le plus grand drame de l'histoire du sport automobile. La Jaguar de l'Anglais Mike Hawthorn et la Mercedes de l'Argentin Juan Manuel Fangio se livrent à une course-poursuite. Voulant creuser l'écart, Hawthorn double l'Austin de son compatriote Lance Macklin, puis freine pour s'arrêter à son stand. Surpris, Macklin donne un brusque coup de volant au moment où déboulent à plus de 250 km/h les Mercedes du Français Pierre Levegh et de Fangio. Celle de Levegh heurte l'Austin et s'écrase contre un muret en béton. Elle prend feu, puis explose. Le pilote est tué sur le coup. Des débris en fusion de sa monoplace sont projetés dans les tribunes. Le directeur de la course décide de la laisser aller à son terme, alors que l'on déplore 82 morts et 120 blessés.

LES CHIFFRES CLÉS

L'édition 1967 affiche la plus forte affluence avec 350 000 visiteurs (au XXI^e siècle, le record à battre est 263 500 spectateurs en 2016).

650 personnes participent au montage de ce circuit constitué essentiellement de routes ouvertes à la circulation le reste de l'année.

Sur un total de 56, **0 femme** a gagné les 24 Heures du Mans depuis la première participation d'Odette Siko et Marguerite Mareuse en 1930.



Le trophée du centenaire, réalisé en bronze par la Monnaie de Paris, dépasse 1,50 m.

SUR...



© ACO 2023

3 LE CIRCUIT A ÉTÉ RAVAGÉ LORS DE LA SECONDE GUERRE MONDIALE

 En 1940, les Allemands prennent Le Mans, le circuit des 24 Heures en subit les conséquences. Les nazis démantèlent les stands jusque-là occupés par les soldats anglais pour en récupérer les planches, afin de construire les baraquements du camp de prisonniers de Mulsanne (village proche du Mans, partie sud-est du circuit). À la Libération, plus de 8 000 combattants allemands y sont enfermés, jusqu'en 1947. Une autre portion du circuit, entre les virages de Maison Blanche et du Tertre Rouge, est dévastée par les bombardements ratés des alliés visant la gare mancelle. Le circuit a dû être entièrement reconstruit, à grands frais. La course n'a pu reprendre qu'en 1949.

5 DEPUIS 2022, LES BOLIDES TOURNENT AU BIOCARBURANT

 Sur les 36 000 tonnes de CO₂ émises lors des 24 Heures du Mans, selon un bilan effectué en 2019, 2,5% étaient imputables au carburant et aux pneus (le reste incombat aux spectateurs, médias, jets privés, à la logistique...). Cette part est tombée à 1,4% depuis que TotalEnergies a mis au point, en dix-huit mois, l'Excellium Racing 100, carburant 100% renouvelable. Sans une once de pétrole, ce bioéthanol est fabriqué à base de lies de vin et marcs de raisin déshydratés. La prochaine étape, une voiture électrique-hydrogène à l'horizon 2025. Le projet H24 Racing, un partenariat entre l'ACO et le laboratoire d'ingénierie suisse GreenGT, réduirait la pollution à zéro, les échappements ne rejettant que de l'eau.

1 600 commissaires de piste veillent bénévolement à ce que la course se déroule en toute sécurité.

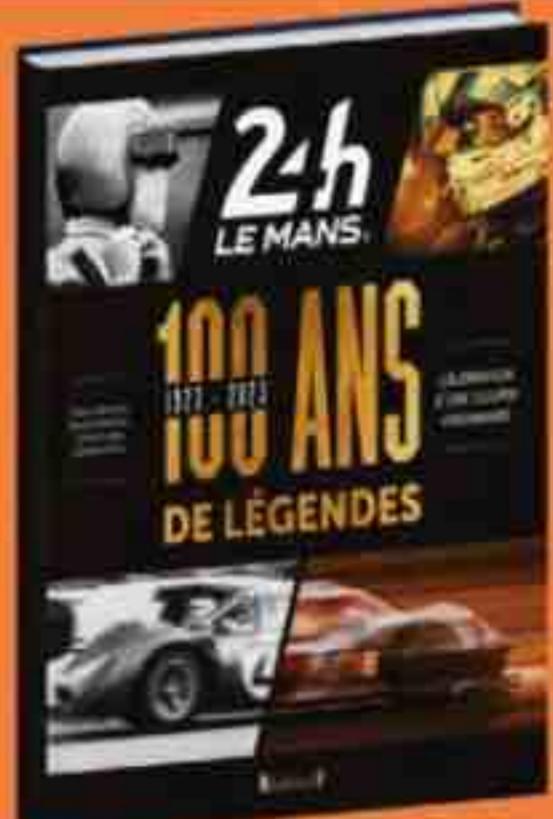
Avec 19 victoires, Porsche détient le record des constructeurs, devant Audi (13) et Ferrari (9).

L'ACO impose aujourd'hui aux voitures de ne pas dépasser 112 dB (le seuil de la douleur pour l'oreille humaine se situant à 120 dB).

EN SAVOIR PLUS

Tout amoureux des 24 Heures doit posséder ce livre luxueusement illustré, mêlant histoire, technique, portraits, et contenant le moindre détail chiffré.

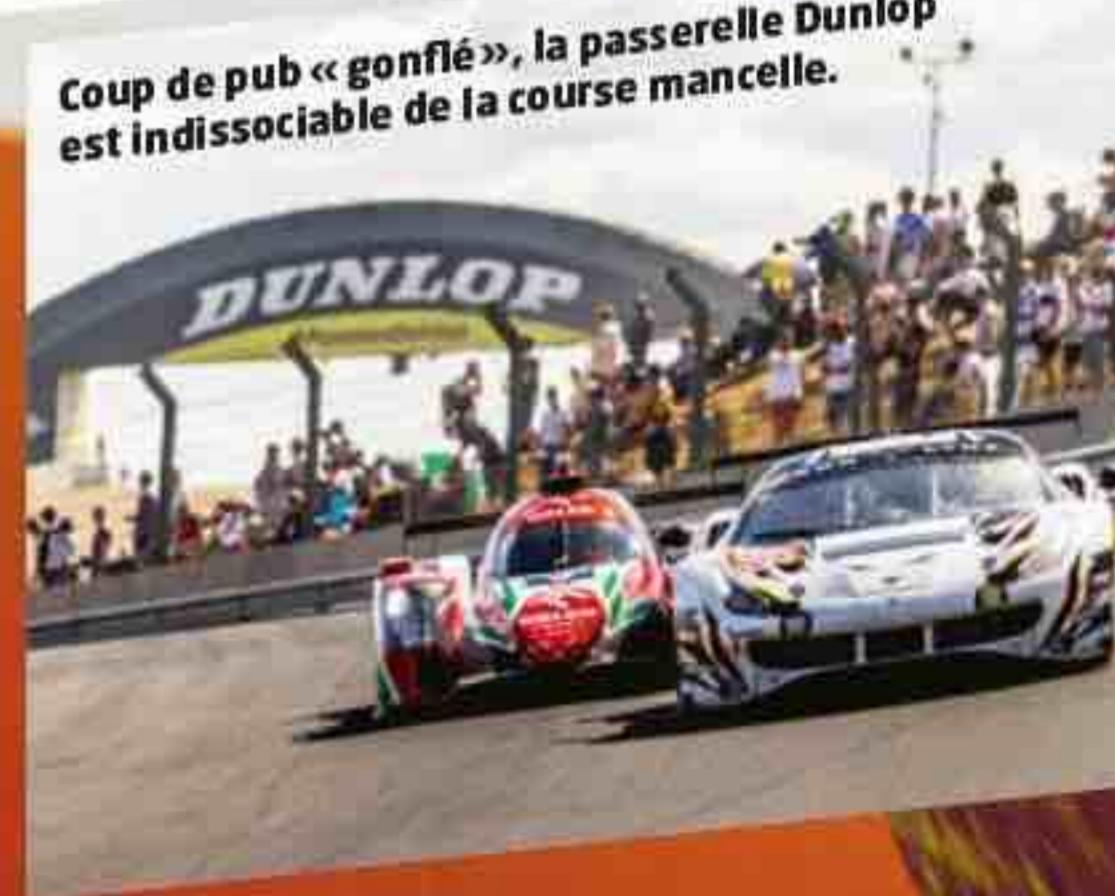
24h Le Mans (1923-2023), 100 ans de légendes, de Denis Bernard, Basile Davoine, Julien Holtz, Gérard Holtz aux Éditions Gründ, 336 pages, 49,95 €.



4 LA MYTHIQUE PASSERELLE DUNLOP A D'ABORD SERVI ÀACHETER DES FRITES

 La passerelle fait partie du décor d'un circuit automobile, passage aérien indispensable à sa traversée. La plus ancienne installée par Dunlop (inventeur britannique du pneumatique) se trouve au Mans. Dès 1923, elle permet au public d'enjamber la piste pour rejoindre les baraques à frites. En 1928, elle adopte la forme d'un demi-pneu Dunlop. Maintes fois déplacée, en 1978, elle prend de l'ampleur: forte de ses 50 mètres de long pour 13 de haut et de ses 70 tonnes, elle résiste à des vents de plus de 200 km/h et accueille 1 350 spectateurs. Depuis 1992, elle n'a plus guère changé d'allure.

Coup de pub « gonflé », la passerelle Dunlop est indissociable de la course mancelle.

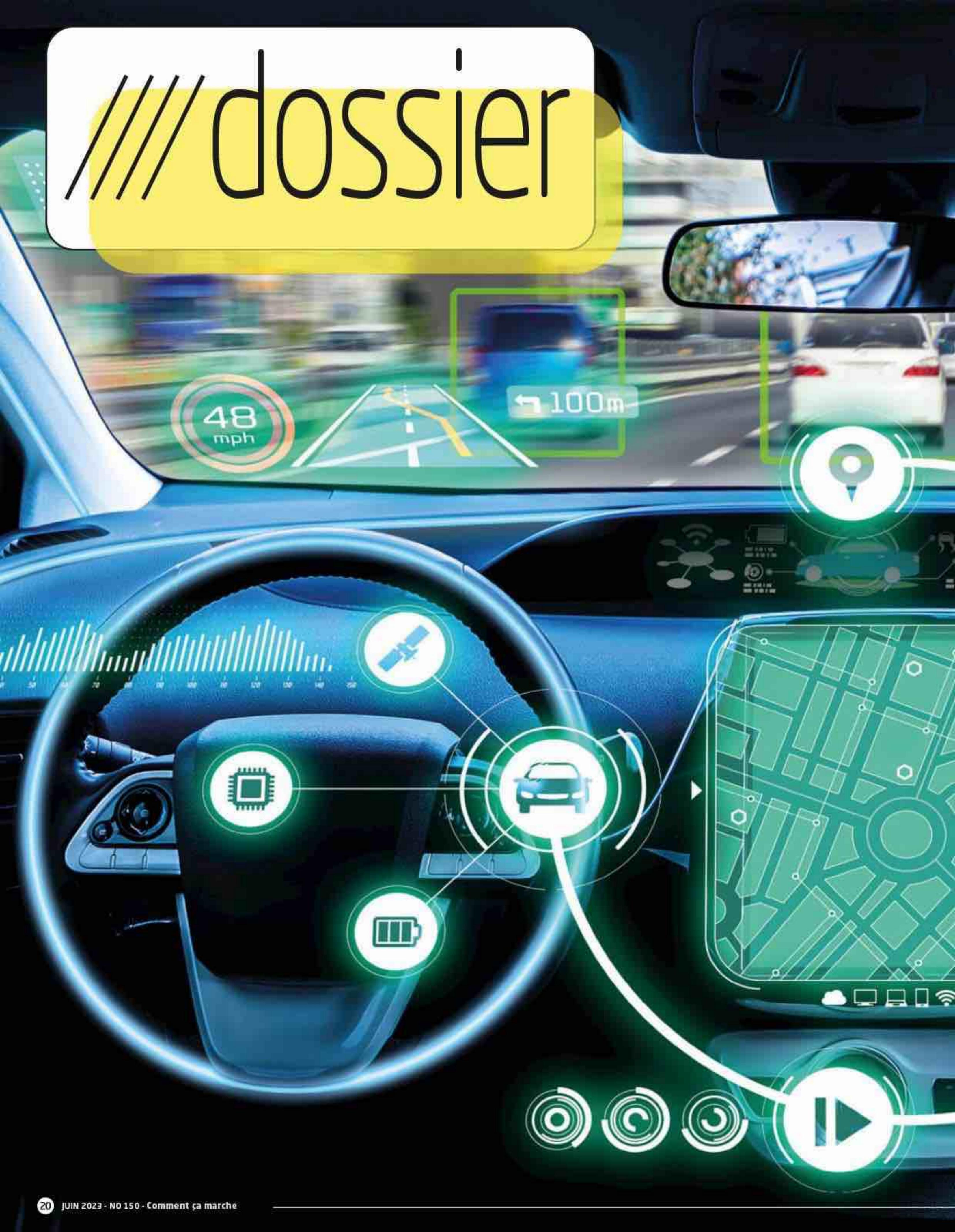


Shutterstock

En 2010, Timo Bernhard, Romain Dumas et Mike Rockenfeller, dans leur Audi R15 TDI+, s'adjugent le record de distance : 5410,713 km (397 tours).

Tom Kristensen est le recordman de succès au Mans. Il comptabilise 9 victoires et dépasse Jacky Ickx, qui n'en détient « que » 6.

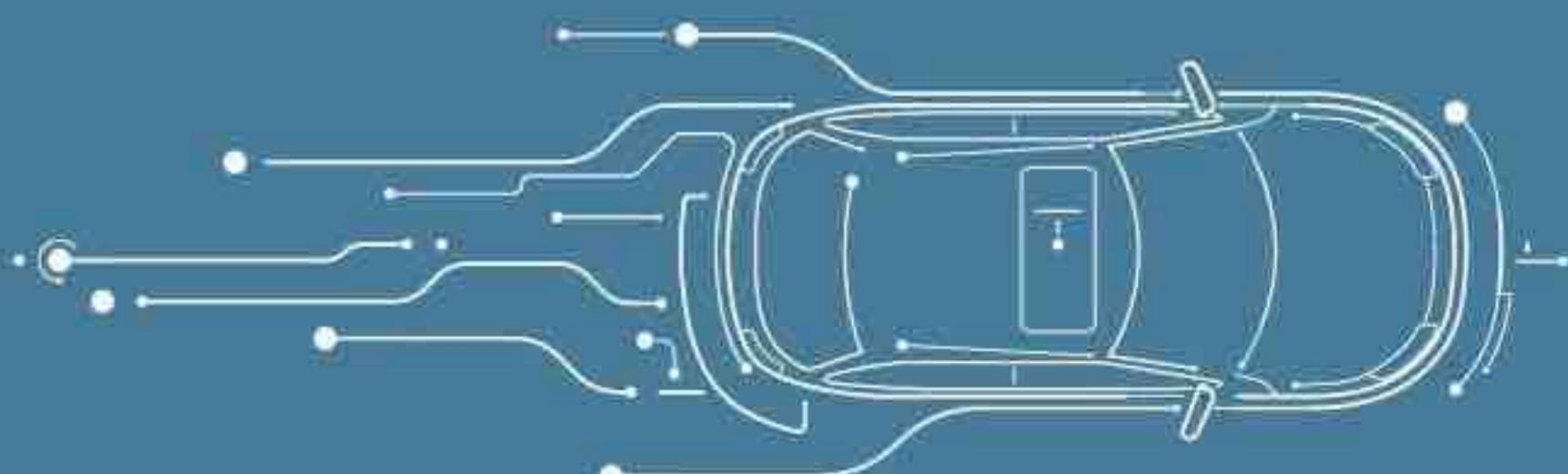
/// dossier

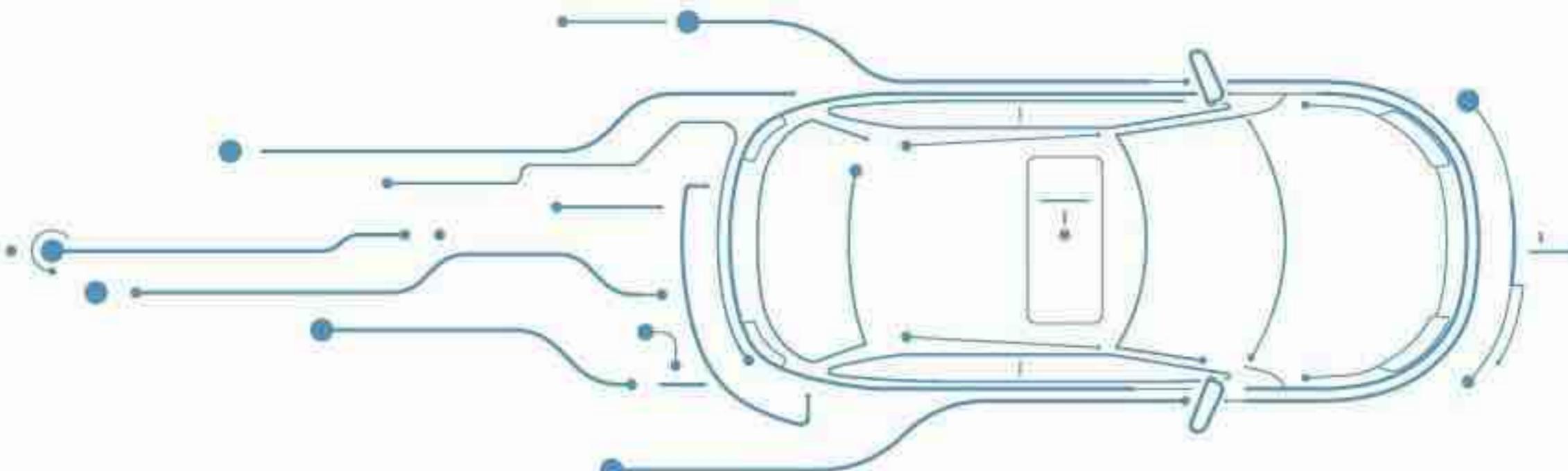


VÉHICULE AUTONOME FANTASME OU RÉALITÉ?

Concevoir un véhicule capable de rouler sans intervention humaine à bord est complexe et coûteux. Si les systèmes de conduite automatisée actuellement opérationnels ne représentent souvent qu'une extension des aides à la conduite déjà connues, la route vers l'autonomie complète est encore longue et semée d'embûches...

Par Clément Le Foll





L'image a de quoi faire rêver. Un véhicule qui, tout seul, vous conduit sur votre lieu de travail, pendant que vous consultez vos mails sur votre siège sans vous soucier de ce qu'il se passe sur la route. Si les progrès réalisés au cours des dernières décennies en matière d'intelligence artificielle permettent de progresser plus vite dans l'autonomisation, cette vision du véhicule entièrement automatisé, roulant en toutes circonstances sans assistance humaine, relève de l'utopie à l'heure actuelle.

Une voiture autonome doit pouvoir emprunter n'importe quelle route, alors qu'un robot-taxi effectue toujours le même trajet

sage profond (ou *deep learning*) dans les applications à l'automobile, Patrick Pérez distingue divers degrés d'autonomie selon les types de véhicules : les robots-taxis et les véhicules de transport, comme les camions, sont plus faciles à rendre

autonomes qu'une voiture. « *Un robot-taxi va toujours effectuer le même trajet et un camion, des trajets similaires, exclusivement sur autoroute. L'ordinateur de bord a donc moins de paramètres à analyser. De plus, les robot-taxis expérimentés actuellement sont téléopérables, ce qui veut dire qu'un agent peut reprendre leur contrôle à distance en cas de difficulté.* » En outre, si le développement des camions de transport autonomes est en plein essor, c'est aussi parce qu'il répond à une problématique plus large : la pénurie de chauffeurs avec, selon une étude publiée par Transport Intelligence en août 2021, un déficit de 400 000 conducteurs en Europe (43 000 en France).

S'agissant du véhicule autonome destiné aux particuliers, les difficultés sont bien plus nombreuses, car il doit pouvoir emprunter n'importe quelle route, n'importe quand. En circule-t-il déjà ? Rouleront-ils avec les modèles classiques ? Comment repèrent-ils qu'un piéton s'apprête à traverser ? Les systèmes d'aide à la conduite sont-ils assez matures pour éviter un accident ? Autant de questions qui laissent encore planer le doute sur la pertinence du développement de tels véhicules, auxquelles *Comment ça Marche* répond. ☉



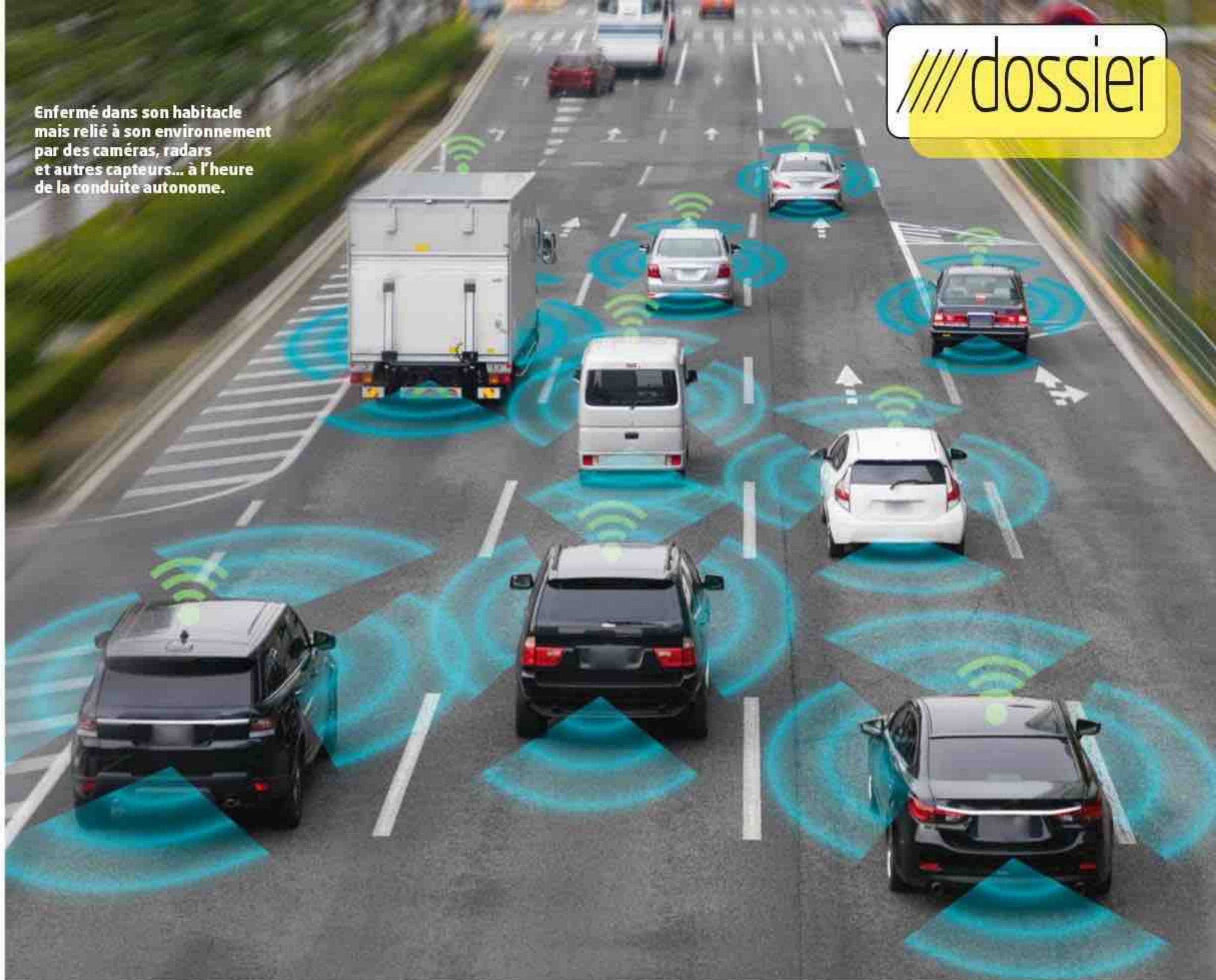
TROIS QUESTIONS À... **PATRICK PÉREZ**

Responsable scientifique de Valeo.ai, il nous explique quels freins, inhérents à l'intelligence artificielle (IA) actuelle, empêchent la transition vers une conduite autonome complète.

Comment ça marche : Selon vous, l'une des difficultés actuelles liées au développement du véhicule autonome est la capacité à disposer de données de départ fiables pour l'apprentissage profond ou *deep learning*, branche de l'intelligence artificielle (IA) qui, pour accroître ses connaissances, se base sur un réseau de neurones artificiels inspiré du fonctionnement du cerveau humain.

Pouvez-vous nous en dire plus ?
Patrick Pérez : Dans mon équipe, nous travaillons notamment sur des bases de données pour apprendre à identifier les intentions d'un piéton. C'est très compliqué d'avoir des données fiables, tout simplement car l'élucidation se fait généralement par un contact visuel entre le piéton et le conducteur. Un piéton peut avoir envie de traverser, puis changer d'avis ou bien juste

Enfermé dans son habitat mais relié à son environnement par des caméras, radars et autres capteurs... à l'heure de la conduite autonome.



© Shutterstock

marcher le long du trottoir... C'est très compliqué pour un réseau de neurones artificiels de prédire ce qu'il va se passer sur la base de telles informations. C'est l'une des limites techniques de l'IA actuelle.

CCM : Est-ce la seule ?

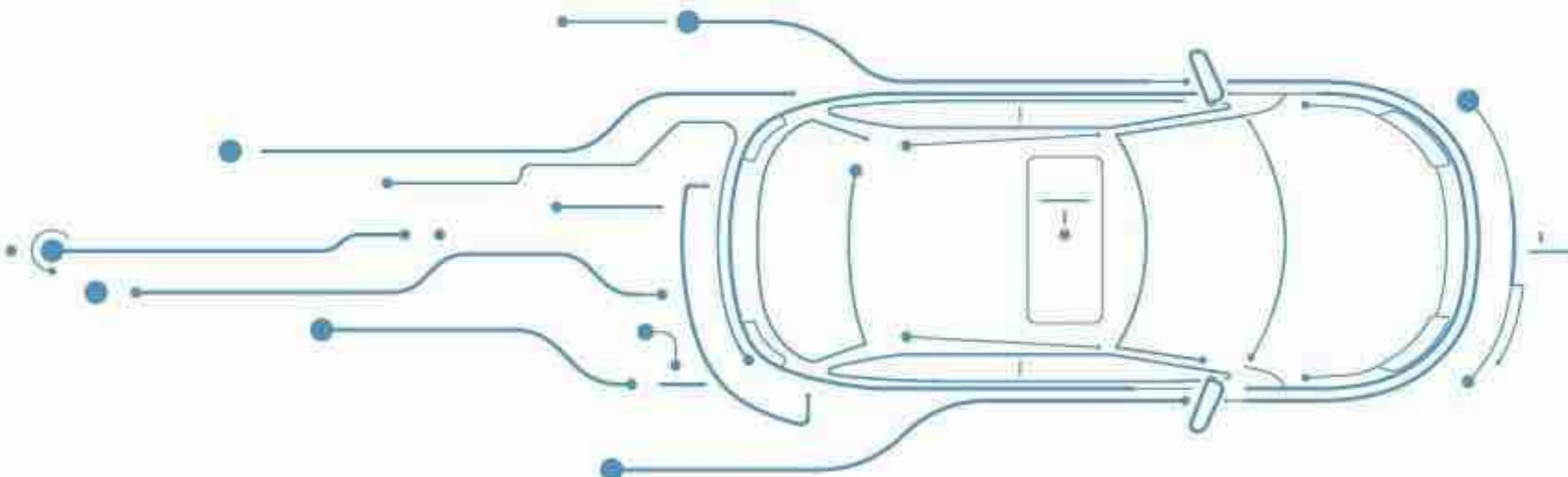
P. P. : Non, la seconde limite fondamentale, que l'on voit notamment dans d'autres systèmes d'IA générative tel Chat GPT [logiciel de conversation, NDLR], c'est qu'il est capable de choses stupéfiantes, tout en commettant des erreurs absurdes pour un être humain. Mais un système à base de réseaux de neurones artificiels ne s'en rend pas compte, car il n'a pas idée de sa propre incertitude. Concrètement, des véhicules autonomes de niveau 2 (voir p. 24) détectent parfois des objets

« L'IA est capable de choses stupéfiantes, tout en faisant des erreurs absurdes pour un être humain »

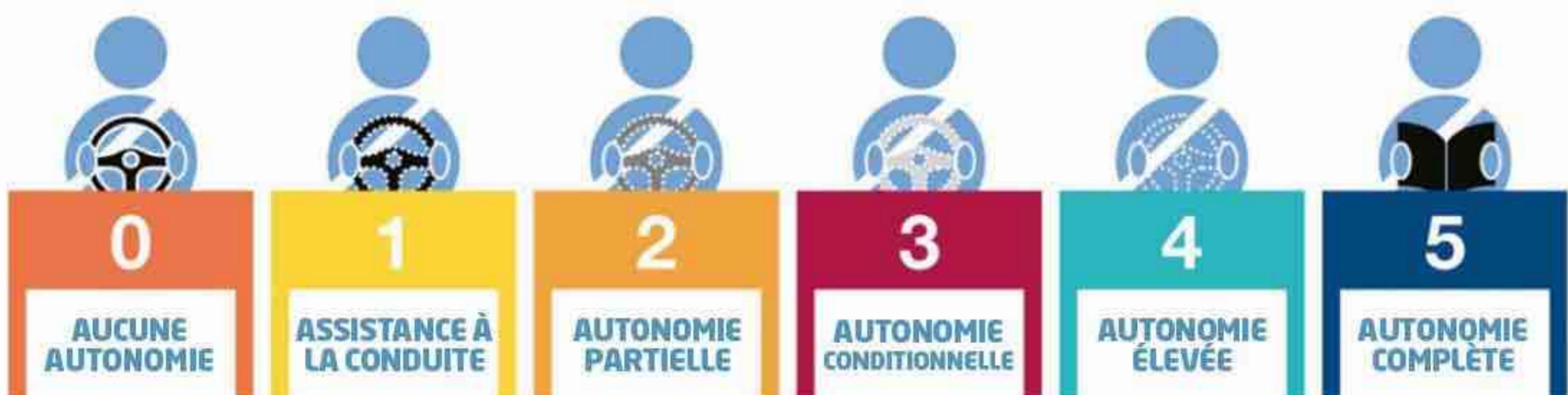
qui n'existent pas, peuvent penser qu'il y a un obstacle alors que ce n'est pas le cas, par exemple en interprétant un véhicule représenté sur un panneau publicitaire comme une voiture insérée dans la circulation. Suite à cela, ils pilent brusquement. *A contrario*, sur certains accidents, ils ne détectent pas l'obstacle [pour cause de brouillard ou en raison de la luminosité due au coucher du soleil par exemple, NDLR].

CCM : Ces problèmes sont-ils solubles ?
P. P. : Nous commençons à atteindre des barrières très compliquées à sauter.

Peut-être connaîtrons-nous d'autres révolutions en intelligence artificielle qui permettront de lever ces verrous. Il faut comprendre qu'une voiture autonome sans conducteur qui circule partout dans le monde est peut-être l'un des problèmes les plus durs à résoudre en matière d'IA et de robotique. Peut-être qu'il ne sera jamais entièrement résolu, ou peut-être uniquement dans des villes bâties à cet effet. Mais dans un avenir raisonnable, je ne crois pas à une transition d'une partie des véhicules de particuliers vers l'autonomie complète.



L'UTOPIE DE L'AUTONOMIE COMPLÈTE



Pour caractériser l'autonomie d'un véhicule, les niveaux varient de 0 à 5. Cette classification a été élaborée en 2014 par la SAE International, qui regroupe scientifiques et ingénieurs.

NIVEAU 0 Le conducteur est seul responsable à bord, sans aucune aide. Les seules fonctionnalités dites autonomes sont le freinage automatique d'urgence, l'avertisseur d'angle mort et l'avertissement de franchissement de voie.

NIVEAU 1 Sont présents un régulateur de vitesse adaptatif, qui permet à la voiture d'accélérer et de ralentir d'elle-même pour se conformer à la vitesse définie préalablement par le conducteur tout en respectant les distances de sécurité, ainsi qu'une aide au maintien dans la voie pour corriger la trajectoire.

NIVEAU 2 La voiture accélère, ralentit et conserve sa place dans la voie sans intervention du conducteur, qui est toujours responsable de la conduite.

NIVEAU 3 À partir de ce stade, le terme «véhicule autonome» apparaît adapté : le conducteur n'est plus responsable de la conduite, mais il doit être présent pour prendre le relais si nécessaire. Par ailleurs, la fonctionnalité autonome ne peut être activée que dans certaines

conditions : vitesse inférieure à 60 km/h, sur une route interdite aux piétons et aux cyclistes, et dotée d'un séparateur central.

NIVEAU 4 La présence à bord du conducteur n'est plus nécessaire. La voiture conduit de manière complètement autonome, mais uniquement sur des circuits types (taxis...) et dans certaines circonstances.

NIVEAU 5 L'autonomie du véhicule, dans lequel le volant a disparu, est totale. Le système de conduite autonome prend seul toutes les décisions, et se déplace en ville comme à la campagne, sur route comme sur autoroute, partout à travers le monde.

Ces deux dernières catégories représentent une vision aujourd'hui utopique du véhicule autonome selon Patrick Pérez, de Valeo.ai. «Actuellement, seule Mercedes-Benz commercialise des voitures de niveau 3. Cela reste très ciblé. Le conducteur n'est pas obligé d'avoir les yeux sur la route, mais uniquement sur autoroute, dans les embouteillages, lorsque la vitesse du véhicule n'excède pas 60 km/h. Il doit aussi être en capacité de reprendre le volant en 10 secondes maximum.» Quant aux voitures électriques de l'américain Tesla, vantées pour leur autonomie, elles sont classées au niveau 2.

Waymo, un des leaders américains de la voiture autonome, propose des systèmes de niveau 4, soit sans présence humaine requise à bord.



© Shutterstock

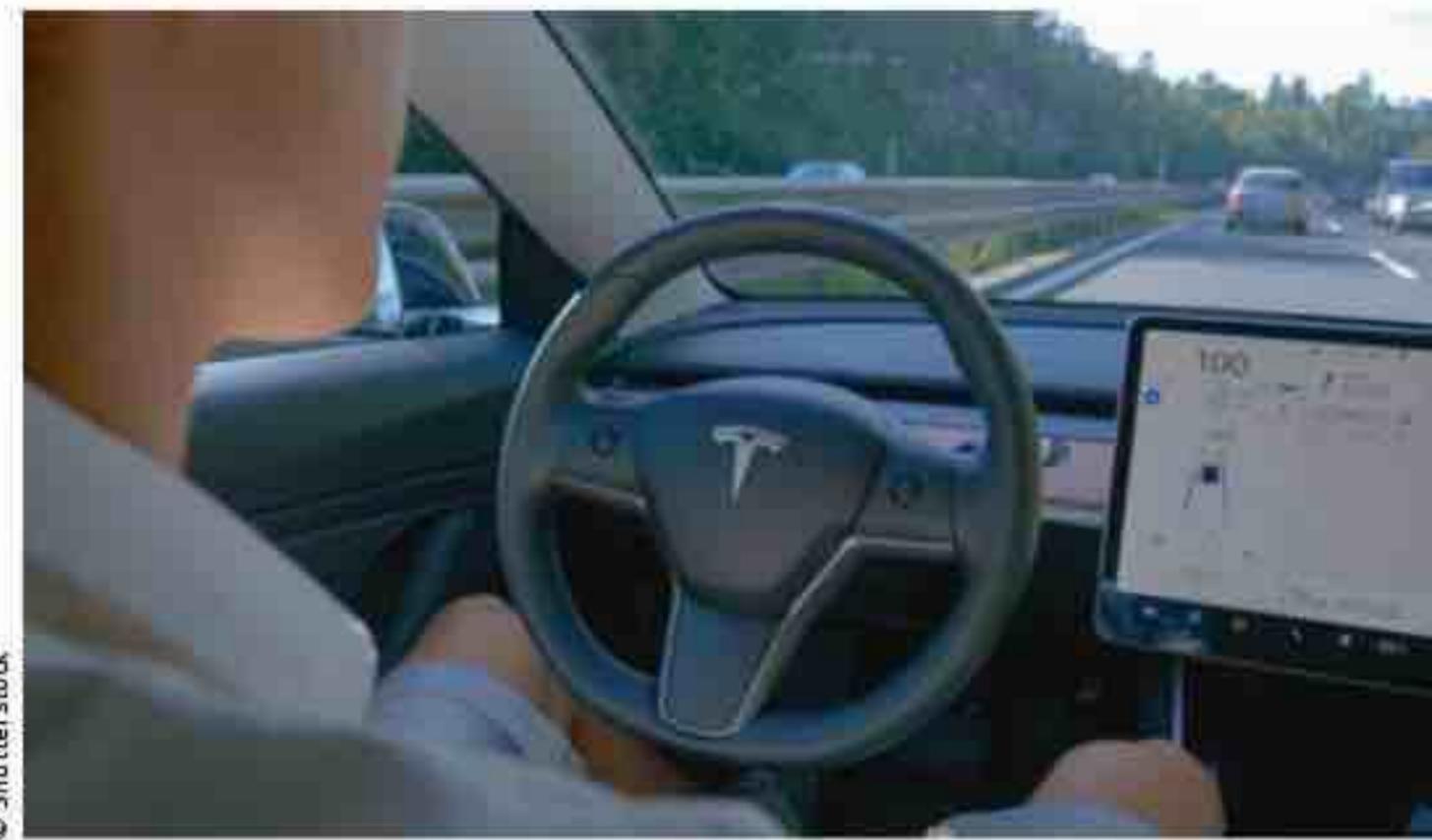
Avec l'Intelligent World Drive, Mercedes teste, à bord d'une Classe S, les fonctions de conduite automatisée sur les cinq continents.





Comment fonctionne l'Autopilot des véhicules Tesla ?

Technologie phare du constructeur américain de voitures électriques Tesla, l'Autopilot est l'un des systèmes de conduite semi-autonome les plus évolués à ce jour. Il n'équivaut pourtant qu'au niveau 2 de la classification établie par la SAE International (*voir page ci-contre*).



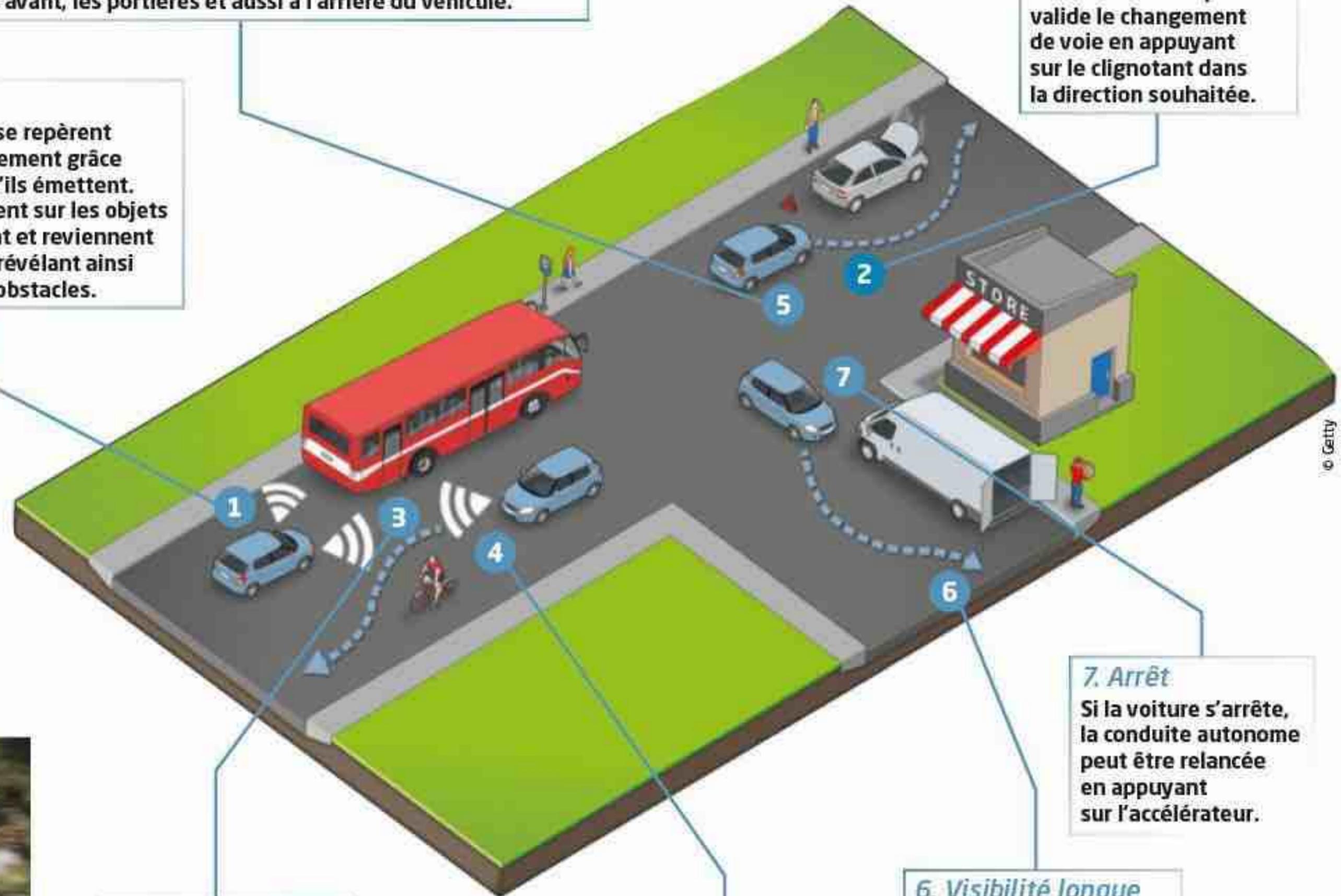
Shutterstock

5. Capteurs à ultrasons

Au nombre de douze, ils détectent n'importe quel obstacle jusqu'à 8 mètres. Situés dans les pare-chocs avant et arrière, ils sont notamment indispensables lors des manœuvres (stationnement...). Depuis mars dernier, les Tesla Model Y et Model 3 ne sont plus équipées de ces capteurs mais de la Tesla Vision, système basé sur les caméras réparties sur le pare-brise, les ailes avant, les portières et aussi à l'arrière du véhicule.

1. Radar

Les modèles Tesla se repèrent dans leur environnement grâce aux ondes radio qu'ils émettent. Celles-ci rebondissent sur les objets qu'elles rencontrent et reviennent vers des capteurs, révélant ainsi où se trouvent les obstacles.



© Getty



© Daimler AG

3. Freinage

Lorsque les capteurs détectent un objet proche devant la voiture, les freins s'activent pour maintenir une distance de sécurité suffisante.

4. Caméras avant

Elles surveillent la vitesse du véhicule pour s'assurer que les limitations de vitesse sont respectées.

6. Visibilité longue distance

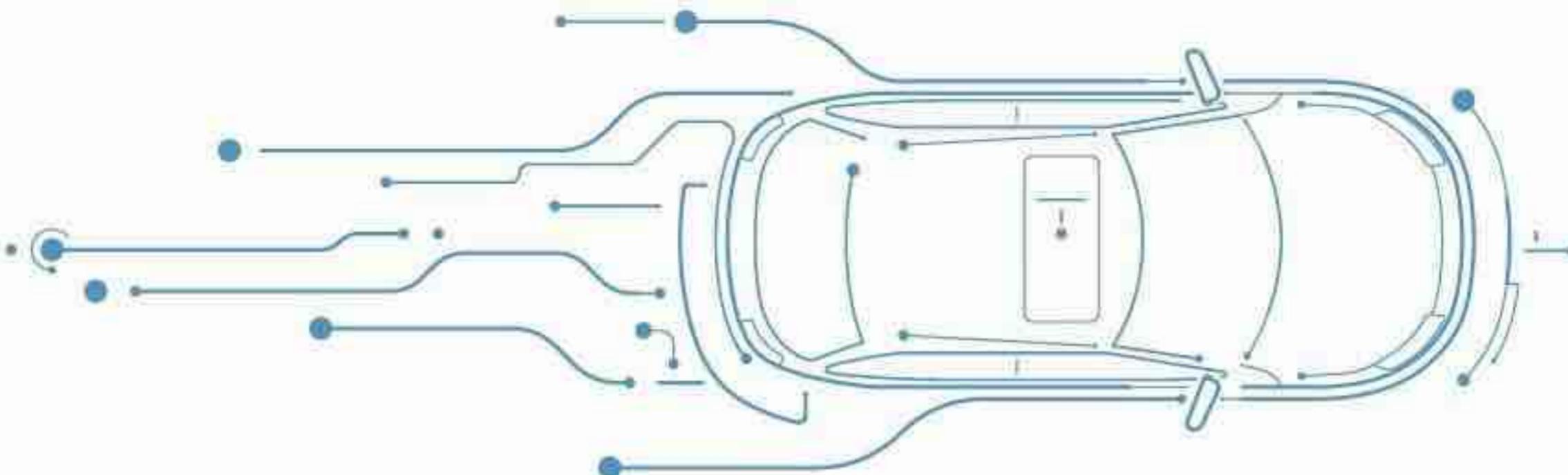
Huit caméras d'ambiance permettent une visibilité de 250 mètres autour du véhicule.

2. Dépassemement

La voiture peut dépasser d'elle-même, à partir du moment où le pilote valide le changement de voie en appuyant sur le clignotant dans la direction souhaitée.

7. Arrêt

Si la voiture s'arrête, la conduite autonome peut être relancée en appuyant sur l'accélérateur.



DES ORDINATEURS DE BORD TRÈS POLLUANTS

Selon certains scientifiques, la mobilité motorisée autonome aura un impact énergétique important lié aux énormes quantités de données récoltées et traitées par l'informatique embarquée.

En janvier dernier, des chercheurs du Massachusetts Institute of Technology (MIT) de Cambridge (États-Unis) ont déconstruit le mythe selon lequel le véhicule autonome serait écologique. Ses bénéfices supposés? Sa conduite serait plus fluide et son poids serait moindre grâce aux équipements de sécurité allégés. En version «transports en commun» (navettes, robots-taxis), il permettrait aussi de limiter les embouteillages. Dans leur étude, les scientifiques du MIT estiment qu'un milliard de voitures autonomes roulant chacune une heure par jour avec un ordinateur de bord consommant 840 watts généreraient la même quantité de gaz à effet de serre que tous les datacenters actuels

dans le monde (environ 0,6% des émissions mondiales de GES). En effet, ces automobiles du futur recourent à un grand nombre de caméras et de capteurs, qui récoltent de gigantesques quantités d'images et de données. Interrogé dès 2016 par le média américain *Network World*, Brian Krzanich, le P.-D.G. d'Intel, jugeait qu'un seul véhicule autonome consommait 40 téraoctets de données, soit l'équivalent de 40 disques durs d'ordinateur, pour huit heures de conduite. *“En circulation, chacun de ces véhicules produira autant de données que 3 000 utilisateurs d’Internet”*, complétait-il. L'ensemble de ces données sont ensuite analysées en temps réel par des systèmes d'intelligence artificielle. Le fonctionnement de ces ordinateurs de bord requiert une importante quantité d'électricité. Afin d'éviter que les émissions de gaz à effet de serre ne deviennent incontrôlables, chaque véhicule autonome devra, selon les chercheurs, consommer moins de 1,2 kilowatt d'énergie pour le calcul. Pour cela, il faudrait que le matériel informatique double son efficacité chaque 1,1 année environ, une performance qui semble pour l'heure impossible à atteindre.



© Shutterstock



© Inria / Christian Morel

TROIS QUESTIONS À...

ISABELLE RYL

Pour cette professeure d'informatique à l'université de Lille et directrice du Paris Artificial Intelligence Research Institute, l'IA se heurte aux multiples défis de la voiture autonome.

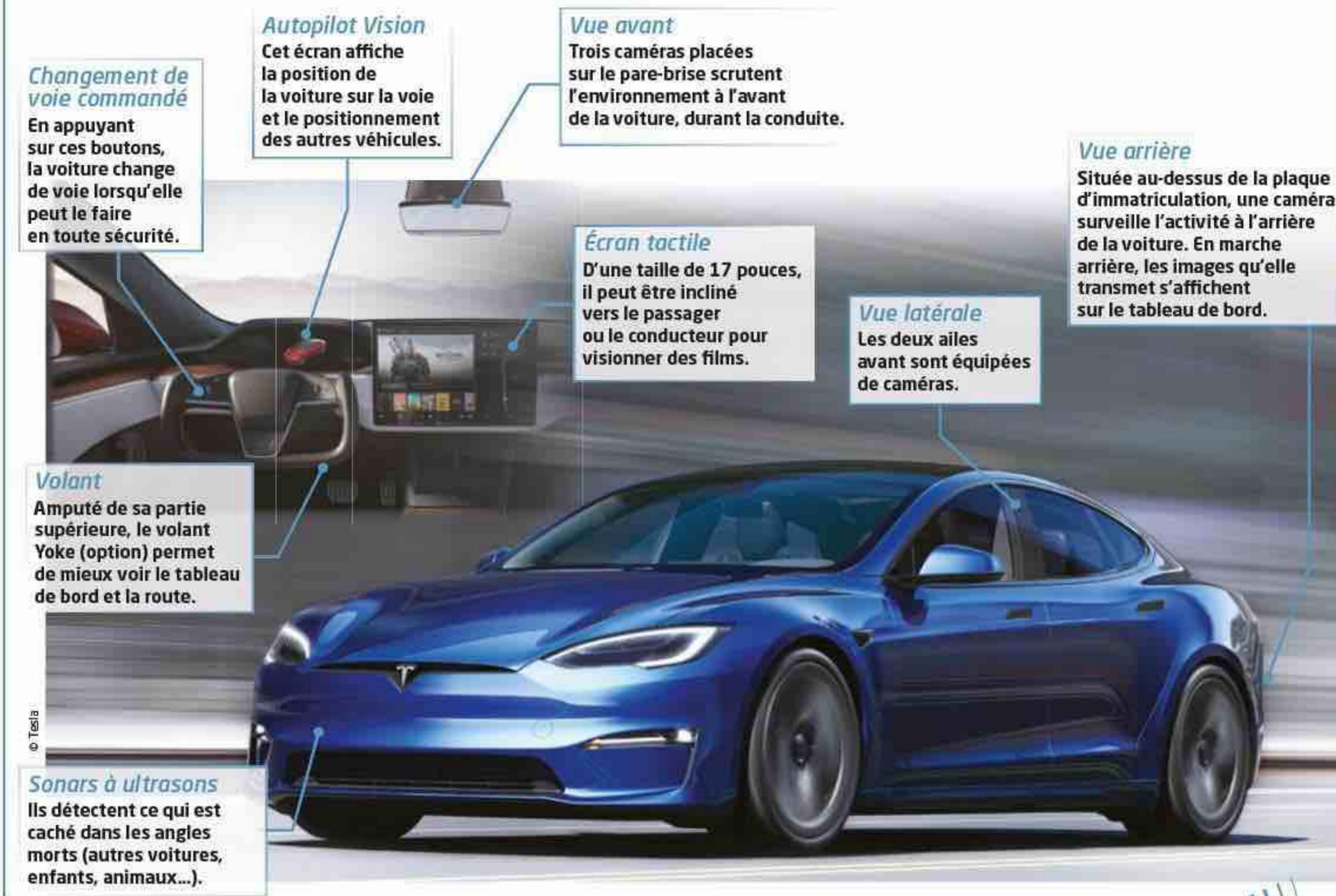
Comment ça marche: Quel est pour vous l'enjeu principal en matière d'intelligence artificielle concernant le véhicule autonome ?

Isabelle Ryl: Il y a un vrai enjeu de fiabilité lié au véhicule autonome, qui est aujourd'hui compliqué à résoudre. Intrinsèquement, l'un des problèmes de l'IA, c'est que son fonctionnement repose sur les données sur lesquelles les algorithmes ont été entraînés.

Si vous entraînez un système de véhicule autonome avec des images de Paris par exemple, le véhicule sera-t-il capable de rouler dans le désert? Ou en montagne lorsqu'il y a de la neige? Le monde est multiple et complexe. Même si, aujourd'hui, on arrive à garantir la fiabilité de certaines parties de l'IA, le véhicule autonome embarque des modules d'apprentissage, de perception, de navigation ou de planification...



Au volant de la Tesla Model S



« Si vous entraînez un système autonome avec des images de Paris par exemple, le véhicule sera-t-il capable de rouler dans le désert ? »



Intégrer cela dans un système fiable, sans qu'aucun opérateur à distance ne puisse reprendre le contrôle en cas de problème est un défi.

CCM : Vous pointez aussi des enjeux énergétiques et financiers...

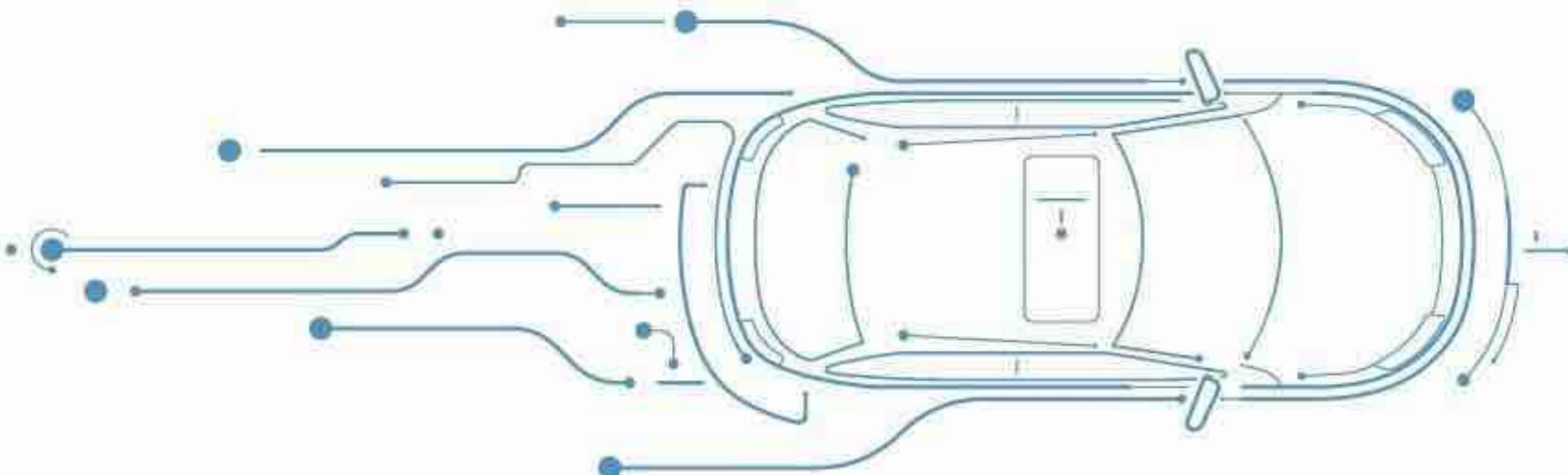
I. R. : Bien sûr, il ne faut pas que ces calculs embarqués vident la batterie du véhicule trop vite... Une voiture de série ne peut pas embarquer un calculateur

consommant plus que sa climatisation ou un lidar (un radar) haut de gamme à 80 000 dollars. Très peu de particuliers seraient en mesure de payer le prix de telles automobiles.

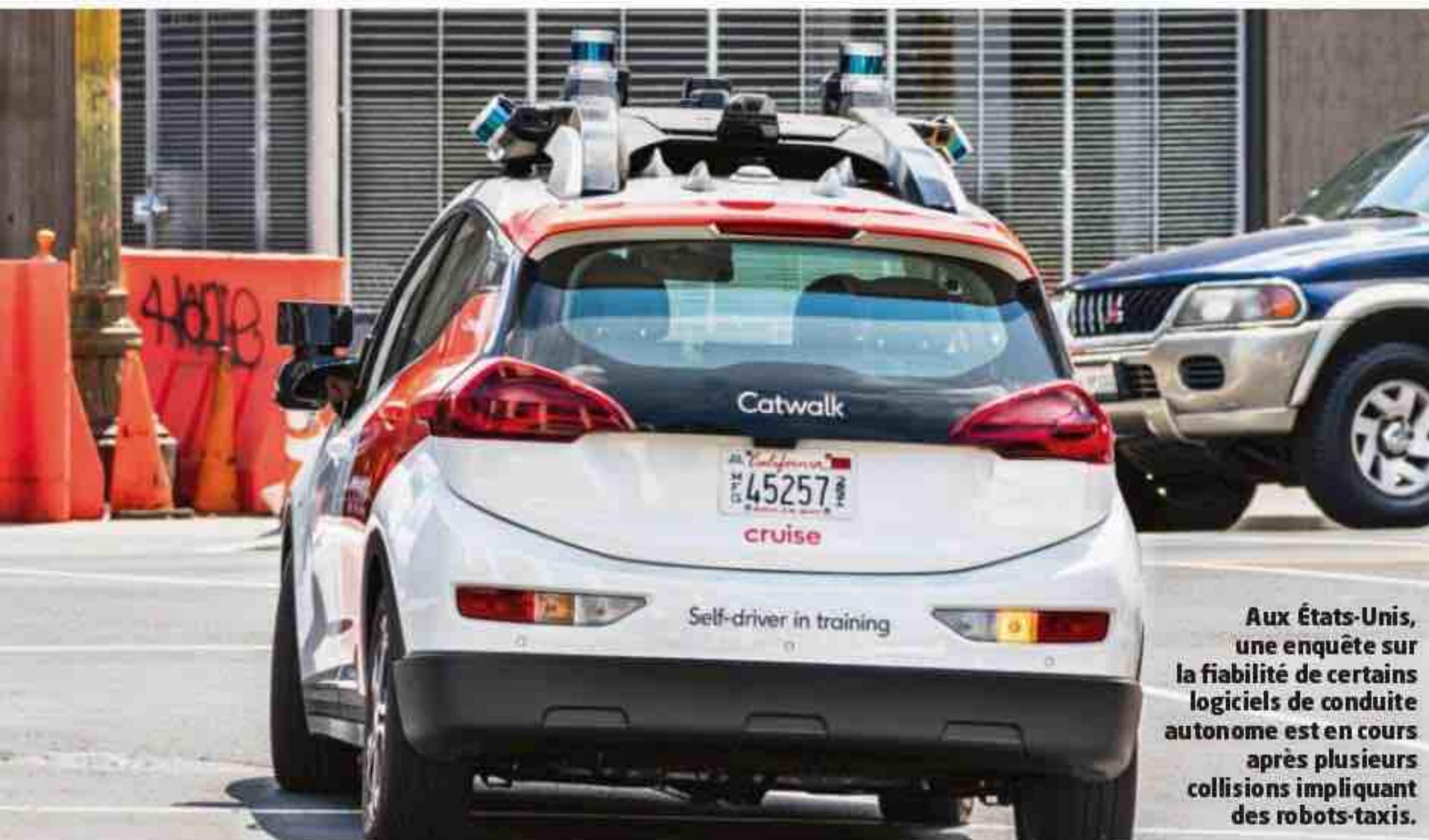
CCM : Croyez-vous au système de signalisation intelligent qui transmettrait des informations directement au véhicule ?

I. R. : Oui, j'y crois. On peut déjà imaginer une sorte de Waze++.

Des capteurs placés le long de la route qui « monitorent » le trafic en temps réel et transmettent des informations sur des freinages brusques ou des zones d'embouteillages, par exemple. Cela pourrait également changer le paradigme pour un véhicule autonome qui s'arrête à un feu rouge : ce ne serait plus la caméra qui détecterait la couleur du feu, mais une transmission d'informations qui dirait « arrête-toi, le feu est rouge ».



TROIS EXPÉRIMENTATIONS



Aux États-Unis, une enquête sur la fiabilité de certains logiciels de conduite autonome est en cours après plusieurs collisions impliquant des robots-taxis.

© Shutterstock

Quand des véhicules autonomes sont impliqués dans des accidents

Le 3 juin 2022 à San Francisco, un robot-taxi de la marque Cruise, filiale de General Motors, est impliqué dans un carambolage. Alors qu'elle s'apprête à tourner à gauche, la voiture sans chauffeur freine brusquement pour éviter un véhicule arrivant en sens contraire, et est percutée à l'arrière par un troisième véhicule. Suite à cet accident, quatre-vingts robots-taxis Cruise ont été rappelés pour des modifications logicielles après que la National Highway Traffic Safety Administration, agence américaine chargée de la sécurité routière, a constaté qu'ils pouvaient « mal prédire la trajectoire d'un autre véhicule ou ne pas être assez réactifs au soudain changement de direction d'un conducteur ».

Même si, selon la NHTSA, le deuxième véhicule, qui circulait à une vitesse excessive et n'était pas sur la bonne voie, est le principal responsable de la collision, elle a lancé, en décembre 2022, une enquête approfondie sur la sécurité des systèmes de conduite autonome de Cruise, après trois accidents aux États-Unis causés par des freinages brusques. Par ailleurs, dans un rapport publié en juin 2022, la NHTSA a indiqué que des modèles Tesla dotés d'un système de conduite autonome avaient été impliqués dans 273 accidents aux États-Unis. À tel point qu'en février dernier, le constructeur a rappelé 362 758 véhicules équipés d'un logiciel d'aide à la conduite en cours d'expérimentation.





Vers des voies dédiées à la conduite autonome ?



© Zhu Xudong / Xinhua via AFP

En Chine, deux des six voies (une dans chaque sens) de cette autoroute en projet seront réservées aux véhicules à conduite automatisée.

Deng Xiaoping avait Shenzhen, Xi Jinping aura Xiong'an. L'ancien président chinois avait fait de la première sa ville, un centre industriel bâti à coups de gratte-ciel. La seconde, rêvée par l'actuel chef de l'État chinois, est une « smart-city » connectée jusque dans ses moindres recoins. Une étape de ce projet a été initiée en 2020 : la construction d'une autoroute de 120 km reliant Pékin, la capitale, à Xiong'an (province du Hebei), avec deux voies réservées à la conduite automatisée. Péages intelligents, infrastructures routières connectées à la 5G et permettant la transmission d'informations entre véhicules, tout sera fait pour faciliter la circulation de ces derniers, limités à 100 ou 120 km/h selon les tronçons. De telles voies propres aux véhicules autonomes sont étudiées depuis plusieurs années. Aux États-Unis, la société Cavnue a lancé, en août 2020 dans le Michigan, un projet de corridor de 65 km réservé aux véhicules sans conducteur pour relier le centre-ville de Detroit et Ann Arbor. Dès 2017, deux étudiants à l'université de

Berkeley (Californie) imaginaient une plateforme autoroutière de quatre voies affectée aux véhicules autonomes et soulignaient ses atouts : temps et coût du trajet réduits. « *Aller de Berkeley à Palo Alto prendrait 40 minutes. Avec cinq ou six personnes par véhicule, cela abaisserait les coûts* », vantait Baiyu Chen, l'un d'entre eux. Ce trajet d'une soixantaine de kilomètres sur une autoroute surchargée peut excéder deux heures. En 2021, en Australie, des enseignants-chercheurs de l'université de Sydney pointaient, à l'aide de la modélisation informatique, un autre argument en faveur de voies spéciales : elles diminueraient les embouteillages. « *Ils coûtent à l'économie des milliards de dollars chaque année pour tout le temps supplémentaire consacré aux trajets quotidiens*, détaille Shantanu Chakraborty, l'un des auteurs de l'étude. Avec les véhicules autonomes, le mouvement est mieux coordonné grâce à leurs capteurs. Lorsque le feu passe au vert, tous se déplacent en même temps, ce qui améliorera la fluidité du trafic. »



La navette, débuts de la mobilité autonome en France



© Fanny Vandevelde / AFP

Cette expérience drômoise de mobilité autonome sur voie ouverte s'effectue en partie en zone rurale, plus complexe car moins balisée qu'un parcours urbain.

Le minibus électrique s'arrête sur le parvis de la gare et laisse descendre ses passagers. Large vitres, portes coulissantes... en apparence, rien de nouveau, à un détail près : il s'agit de la première navette automatisée à circuler sans chauffeur en France sur route ouverte. Seul un opérateur de sécurité est présent à bord. Sa carrosserie est floquée du logo de la société impliquée dans le projet : Navya, leader des navettes automatisées. Depuis le 7 septembre 2020 dans la Drôme, Beti, c'est son nom, effectue quotidiennement le trajet de 4,5 km entre la gare SNCF de Crest et l'Ecosite du Val de Drôme à Eurre. Prévue pour accueillir quinze personnes, elle roule à 25 km/h grâce à son système de navigation globale satellitaire qui lui permet de se situer automatiquement dans son environnement alternant zones urbaines et rurales. Ses capteurs et caméras assurent la détection des événements sur sa route. Une prouesse facilitée par les éléments de signalisation : un marquage routier et des panneaux réglementaires ont été installés et mis à niveau le long du parcours qui comprend

notamment un tunnel de végétalisation. Si les premiers pas du véhicule autonome sont balbutiants, ceux de la navette autonome sont plus probants. D'autres expérimentations sont en cours, notamment avec une navette sans chauffeur de l'entreprise EasyMile, en service depuis 2022 sur le campus de l'université Paul Sabatier (4,5 km), à Toulouse. Après un décret en juin 2021, un cadre réglementaire autorise, depuis septembre 2022, les navettes autonomes à circuler sur la voie publique sans opérateur à bord. Aujourd'hui, leur développement se heurte toutefois à certaines contraintes, notamment financières. « *Les questions qui se posent ne sont pas particulièrement technologiques mais économiques. Ce ne sont pas des services rentables. Le coût peut être important pour la collectivité* », précise Anne-Marie Idrac, haute responsable pour la stratégie de développement du véhicule autonome. En avril 2019, suite à un appel à projets, le ministère des Transports a ainsi lancé un plan de seize expérimentations d'utilisation de véhicules autonomes, financé à hauteur de 42 millions d'euros par l'État.

INTERVIEW

GONÉRI LE COZANNET

«La réalité du dérèglement climatique est là, il faut le stabiliser le plus bas possible et s'adapter»

Coauteur de l'un des volets du dernier rapport du Giec, ce chercheur spécialiste des risques côtiers revient sur les effets du changement climatique et les solutions pour y faire face.

Par Clément Le Foll

Les mesures prises à ce jour pour lutter contre le réchauffement climatique sont «insuffisantes». Le 20 mars dernier, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Giec) a publié la synthèse de son sixième rapport. Dans ce texte, l'instance scientifique reprend notamment les éléments de ces trois précédents documents, respectivement consacrés à l'état des connaissances sur le changement climatique, à ses conséquences et aux solutions à y apporter.

Chercheur au Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) d'Orléans, spécialiste

des risques côtiers liés au changement climatique, Gonéri Le Cozannet a été l'un des huit Français à travailler sur l'un de ces trois documents préalables. Plus précisément le deuxième volet du rapport 2023 du Giec, qui s'est intéressé aux effets, aux vulnérabilités et aux capacités d'adaptation à la crise climatique. Parmi les conclusions de ce travail scientifique, ces deux constats: d'une part, 100% du changement climatique est causé par l'homme; d'autre part, une augmentation supérieure à 1,5 °C de la température moyenne à la surface de la Terre aurait des effets irréversibles sur nos modes de vie ainsi que sur la biodiversité. ☎



© Philippe Lissac / Godong / Stone / Getty Images



BIO EXPRESS

1996

Obtient un baccalauréat scientifique à Rouen.

1999-2022

Obtient un diplôme d'ingénieur en aérospatiale, aéronautique et astronautique à l'ISAE-Supaero de Toulouse.

Depuis 2006

Chercheur au Bureau de recherches géologiques et minières, à Orléans.

Janvier 2019-

Février 2022

Participe à la rédaction du groupe 2 du rapport du Giec.

Comment ça marche: Depuis quand vous intéressez-vous à la science et au climat ?

Gonéri Le Cozannet: Je dirais depuis le milieu des années 1990. À l'époque, on parlait déjà de réchauffement climatique, même s'il n'était perceptible qu'à certains endroits, en montagne notamment. Je me souviens du glacier de la Pilatte, dans le massif des Écrins (Isère), dont la langue de glace diminuait. Depuis, ce recul s'est accentué. À tel point qu'en 2021, le refuge de la Pilatte, situé sur un promontoire au-dessus de cette langue glaciaire, a dû fermer ses portes. La fonte du glacier a engendré



des fissures qui fragilisent le socle sur lequel il est construit.

CCM: La Cité des sciences et de l'industrie, à Paris, propose «Urgence climatique», une nouvelle exposition permanente. Que pensez-vous de son titre et de la notion d'urgence climatique?

G. L. C.: Le mot «urgence» est utilisé à plusieurs reprises dans le résumé aux décideurs du rapport du Giec, approuvé ligne par ligne par les gouvernements. Il y a donc évidemment urgence. En 2015, 193 États de l'ONU ont établi dix-sept objectifs de développement durable

pour transformer notre monde. Parmi ceux-ci: la lutte contre la pauvreté, la faim, une éducation de qualité, la préservation de la vie aquatique et terrestre ou encore la mise en place de villes et communautés durables. Il y a urgence à agir pour le climat et la biodiversité.

CCM: Êtes-vous inquiet?

G. L. C.: Oui, car les actions sont longues à être mises en place. Je me souviens que dans les années 2000, on pensait qu'à partir de 2010, on pourrait déployer le stockage géologique de CO₂ de manière industrielle. C'était il y a quinze ans

et, aujourd'hui, on est toujours en train de développer des démonstrateurs... Le rapport montre néanmoins que les solutions existent et que c'est le moment pour en mettre en place des ambitieuses, par exemple en matière de végétalisation des villes, de développement de modes de transports sobres ou d'agroécologie.

...

« Réduire sa consommation de viande et de poisson rendra possible un système agricole et de pêche durable »

... **CCM : Notre adaptation est-elle trop "lente" ?**

G.L.C. : On observe aujourd'hui que des acteurs commencent à s'adapter. Les agriculteurs changent les périodes de récolte ou stockent de l'eau pour irriguer, par exemple. Mais ces solutions maintiennent le même mode de production qui n'est pas soutenable. Au-delà des aspects purement agricoles, l'agroécologie passe par des changements alimentaires : réduire sa consommation de viande et de poisson pour rendre possible un système agricole et de pêche durable. C'est la différence entre des solutions dites incrémentales et des solutions transformationnelles, qui tendent, elles, vers un système durable.

CCM : Au cours des vingt dernières années, quels phénomènes traduisent ce dérèglement climatique ?

G.L.C. : La sécheresse de l'été dernier est déjà révélatrice. Et elle pourrait être encore plus extrême en 2023, car il y avait eu des précipitations avant l'été 2022, de sorte que les nappes phréatiques étaient relativement chargées. Ce ne sera vraisemblablement pas le cas cet été, ce qui pourrait exacerber les tensions sur la ressource en eau. Mais le premier épisode extrême attribué au réchauffement climatique est la canicule de 2003. Elle a marqué les esprits en raison des effets sur la santé humaine et des morts, mais il y a d'autres coûts. Par exemple, les sols argileux ont tendance à se gonfler lorsqu'ils sont humides et à se rétracter quand ils sont secs. On parle de retrait-gonflement des argiles et ce phénomène a engendré des fissures dans les fondations de certaines habitations. Rien que pour la canicule de 2003, on estime aujourd'hui les dommages assurés à 1 milliard d'euros.

© Monica Bertolazzi / Moment / Getty Images



CCM : Vous êtes l'un des auteurs du groupe 2 du Giec. Quel est le message que vous voulez transmettre à la lecture de ce rapport ?

G.L.C. : Le constat du rapport, c'est que l'on est pris de vitesse par le changement climatique, que l'on s'adapte lentement, mais que tout n'est pas perdu. Des solutions existent et il faut les mettre en place pour assurer un avenir meilleur à tout le monde. La réalité du dérèglement climatique est là, il faut le stabiliser le plus bas possible et s'adapter.

CCM : Aujourd'hui, près de la moitié de la population mondiale est déjà très vulnérable au réchauffement climatique. Qu'est-ce que cela vous inspire ?

G.L.C. : Ce qui me marque, c'est que quand vous regardez leur répartition sur une carte, ce sont en majorité les populations du Sud, donc l'Asie du Sud-Est et l'Afrique qui sont concernées : elles ont un accès difficile à l'eau, des infrastructures de santé qui ne sont pas à la hauteur et leur adaptation est limitée financièrement. En Europe, nous avons de meilleures infrastructures, mais les risques existent.

Notamment pour les personnes âgées lors des canicules. Les conséquences économiques du dérèglement climatique auront aussi des impacts pour les groupes sociaux vulnérables, comme les personnes isolées.

CCM : Vous êtes spécialiste des risques côtiers. Quels sont précisément les risques à ce niveau-là ?

G.L.C. : L'élévation du niveau de la mer est insidieuse. Durant plusieurs milliers d'années, le niveau de la mer a été stable. Mais il a augmenté de 20 cm entre 1900 et aujourd'hui, et va croître de 20 cm au cours des trente prochaines années. Il faut comprendre que l'on ne peut pas arrêter la fonte des glaces, par exemple. En limitant le réchauffement climatique à 1,5 °C ou 2 °C, on peut stabiliser la montée du niveau de la mer à 3 mm par an. Mais il va continuer à monter pendant des siècles. On risque d'avoir des submersions chroniques à marée haute, qui vont inonder des zones côtières. En France, cela concerne en premier lieu les départements d'outre-mer, comme la Guyane ou la Guadeloupe, et probablement le littoral de la Méditerranée.

Conséquence du réchauffement climatique, une mare s'est formée à la surface de l'iceberg que croisent ces baleines à bosse.

Actu



Depuis le 16 mai, la Cité des sciences et de l'industrie (Paris) accueille une nouvelle exposition permanente. Intitulée « Urgence climatique », elle se penche notamment sur les manières de faire évoluer les villes, les déplacements et l'alimentation afin d'atteindre la neutralité carbone en 2050. Elle aborde aussi les moyens dont disposent les individus, les États et les industriels pour agir en faveur de la transition écologique.

OFFRE SPÉCIALE D'ABONNEMENT

LE MAG QUI DÉCRYPTE LE MONDE



à partir de
49 €
par an

■ JE M'ABONNE

11 numéros - 1 an

49 €
59,40 € - 18 %⁽¹⁾

POURQUOI S'ABONNER ?

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

- Accès gratuit à la version numérique dans votre espace client

**ABONNEZ-VOUS
SIMPLEMENT
SUR INTERNET**



**SCANNEZ
MOI !**

FLEURUSPRESSE.COM

AVEC VOTRE CODE PROMO

CCM223

OU

PAR TÉLÉPHONE
01 87 64 05 32

Du lundi au vendredi de 9 h à 19 h.

OU PAR COURRIER À RETOURNER ACCOMPAGNÉ DE VOTRE RÈGLEMENT :

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

MES COORDONNÉES

NOM*, PRÉNOM*

COMPLÉMENT D'ADRESSE (RÉSIDENCE, BÂTIMENT, LIEU DIT...)

NUMÉRO DE VOIE*

VOIE* (AVENUE, RUE...)

CODE POSTAL*

COMMUNE*

TELÉPHONE (pour vous communiquer des informations sur votre abonnement)

E-MAIL (pour vous adresser votre confirmation de commande et correspondre avec vous)

COORDONNÉES DU VENANT ABO

POUR :

NOM*, PRÉNOM* DE L'ENFANT

ADRESSE DE L'ENFANT (à remplir si différente de la vôtre)

COMPLÉMENT D'ADRESSE (RÉSIDENCE, BÂTIMENT, LIEU DIT...)

NUMÉRO DE VOIE*

VOIE* (AVENUE, RUE...)

CODE POSTAL*

COMMUNE*

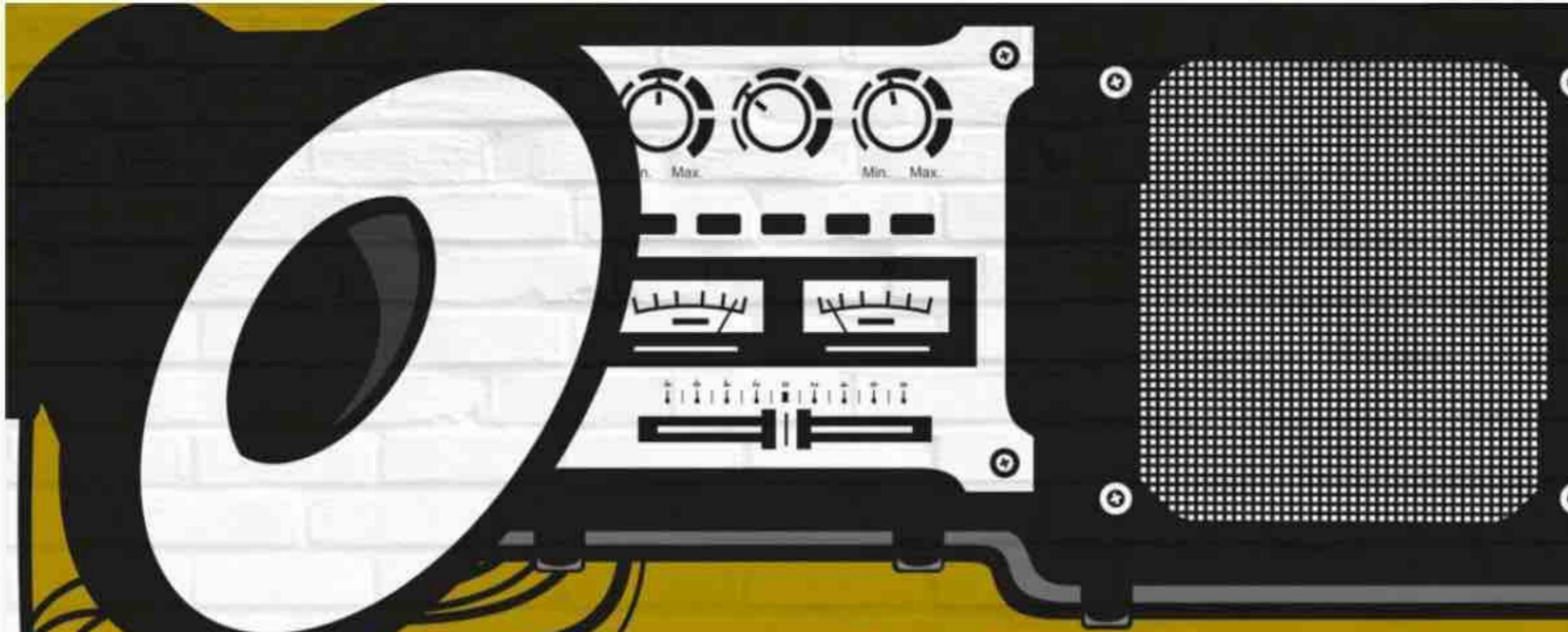
DATE DE NAISSANCE (pour lui souhaiter son anniversaire et lui envoyer des surprises)

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

DATE

SIGNATURE OBLIGATOIRE

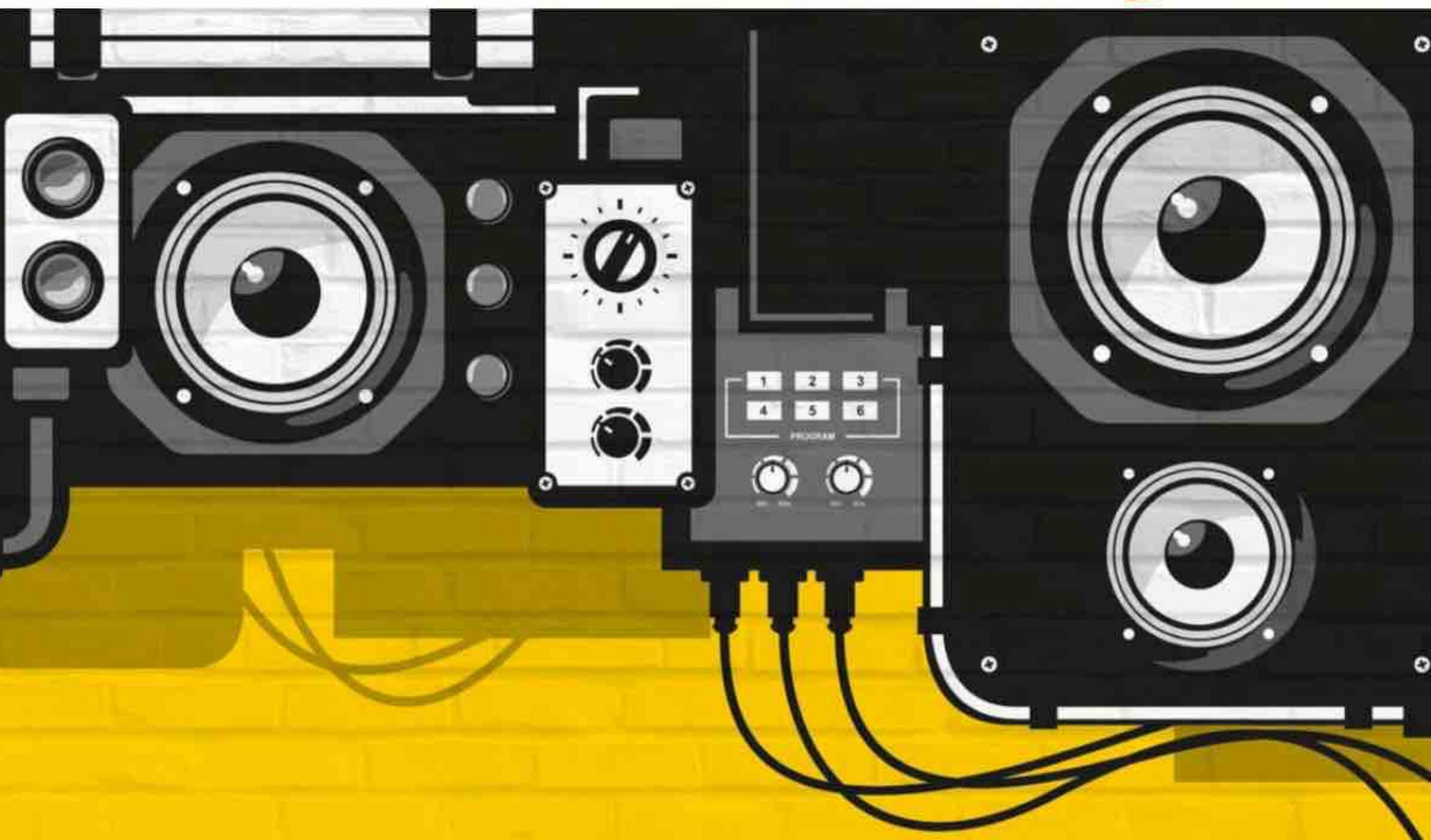
⁽¹⁾ La remise est calculée par rapport au prix de vente au numéro + frais d'expédition. Offre valable jusqu'au 31/12/2023 en France Métropolitaine. L'envoi de votre bulletin vaut prise de connaissance et acceptation de nos Conditions Générales de Vente, accessibles sur www.fleuruspresse.com. Vous disposez d'un droit de rétractation de 14 jours à réception du 1^{er} numéro. Pour le faire valoir, il suffit de contacter le service client à l'adresse relation.abo@fleuruspresse.com. Unique Heritage Presse (UHP) est responsable du traitement et de la collecte de vos données. Les champs marqués d'un astérisque sont indispensables pour le traitement de votre commande. Vos données pourront être transmises à d'autres organismes (presse, tourisme...). Si vous ne le souhaitez pas, il suffit de nous écrire. Vous pouvez exercer vos droits d'accès, de rectification, de limitation, de portabilité, d'opposition, d'effacement de vos données et définir vos directives post-mortem à relation.abo@fleuruspresse.com en y joignant une copie de votre carte d'identité. La société UHP dispose d'un délégué à la protection des données pouvant être contacté au 141, boulevard Ney 75018 Paris ou par e-mail : dpo@uniqueheritage.fr.



ET NEW YORK
CRÉA LE

RAP





Il apparaît éternellement jeune, pourtant il souffle ses 50 bougies. Du premier cri poussé dans le Bronx un soir d'été 1973 à son rang actuel, son histoire est celle d'une ascension. Suivez-la, au travers des actes de ses apôtres, de leurs meilleurs chants... qui ont bâti une musique culte.

Par Delphine Gaston-Sloan

Le rap est la pièce majeure de la culture hip-hop, dont la légende a fixé l'acte de naissance le 11 août 1973 et lui a attribué une mère, Cindy Campbell. L'adolescente du quartier new-yorkais défavorisé du Bronx manque d'argent pour s'acheter de nouveaux vêtements. Elle n'a qu'à organiser une soirée payante, avant la rentrée des classes imminente, pour en tirer un bénéfice. Son frère Clive, 18 ans, dit Kool Herc quand il joue les DJ, se met aux platines. D'origine jamaïcaine, les Campbell ont l'idée de diffuser la musique sur un *sound-system*, sorte de discothèque ambulante du pauvre, composée de gros haut-parleurs, d'un ampli, de platines, d'une table de mixage. Devant environ trois cents personnes, Kool Herc invente un genre musical : il ne se contente plus d'enchaîner les morceaux, mais isole les parties rythmiques et les répète afin d'électriser les danseurs. Cette fête initiale et réussie gagne à partir de 1975 les rues du Bronx (puis Brooklyn,

Harlem, le Queens) au point de devenir une catégorie en soi, la *block party*, fête de quartier. La jeunesse noire fauchée prend le contrepied de la bourgeoisie de Manhattan, accro au disco. Imitant Kool Herc, d'autres DJ manipulent les vinyles pour faire danser les foules, grâce au fameux break, le passage où seules les percussions résonnent. Le MC, maître de cérémonie (futur rappeur), vient en renfort, lançant des messages d'encouragement à se trémousser.

Tube de l'automne

Voilà comment est apparu le hip-hop, (contre-) culture pluridisciplinaire où se mêlent expression musicale, danse et arts graphiques. Dans le *jive talk*, argot noir américain, *hip* dérive de *hep*, « affranchi, libre, à l'aise » et *to hop* signifie « danser ». Il prend ses racines dans les courants préexistants : gospel, jazz, blues, rhythm and blues, soul, funk, eux-mêmes issus des chants des esclaves noirs aux XVIII^e et



**Battle**

Duel d'improvisation entre rappeurs tranché à l'applaudimètre par le public.

Flow

Qualité d'expression, de débit du rappeur. C'est son style, sa façon de dire ses lyrics (son texte).

Freestyle

Improvisation sur le vif du texte en train d'être rappé. Il peut être fait en concert, à la radio et... a cappella.

Hardcore

Tendance pure et dure d'un rap sans concession, caractérisé par son expression violente et crue.

Rap game

Façon de désigner la réalité du rap, celle d'un univers compétitif où tous les coups sont permis.

XIX^e siècles. L'origine jamaïcaine est incontestable, via les *sound-systems* utilisés pour les *block parties* et le *toasting*, improvisation verbale mi-parlée, mi-chantée. Évoquons aussi The Last Poets, groupe né à la fin des années 1960, à Harlem. Leur message, revendiquant un *black power*, importe plus que la musique (percussions et cuivres). Sur un ton lituanique, ils scandent des vers rimés pour évoquer l'identité de l'homme noir et ses valeurs, appeler à son soulèvement.

Après Cindy Campbell, une autre Américaine entre en scène, Sylvia Robinson. Productrice de rhythm and blues, elle découvre

le rap dans un night-club et sent le potentiel commercial. Peinant à faire enregistrer des pionniers, elle monte de toutes pièces un trio de MC inconnus qu'elle baptise The Sugarhill Gang. En une prise de quelque quinze minutes, sur un sample de *Good Times* du groupe disco Chic, *Rapper's Delight* est dans la boîte. Il sort en septembre 1979. Le grand public découvre le rap et prouve son enthousiasme en le hissant dans le Top 40 américain. Les charts ou tops des ventes du monde entier s'affolent (n° 1 aux Pays-Bas, n° 2 en France, n° 3 en Allemagne...). Au vu de ce succès phénoménal, les artistes du milieu ne font plus la fine bouche pour enregistrer, dont le collectif Grandmaster Flash & the Furious Five qui, grâce à Sylvia Robinson, encore elle, entre dans l'Histoire avec *The Message* (1982). Ou la genèse d'un rap contestataire et narratif, dépeignant l'enfer des quartiers pauvres. Ces deux titres emblématiques, l'un festif, l'autre protestataire, portent en eux les deux tendances perdurables du rap.

Cette expérimentation musicale de quartier a conduit à la fondation d'une culture globale. Le hip-hop a diffusé son influence au cinéma (*Boyz 'n the Hood*, 1991; *Menace II Society*, 1993; *N.W.A: Straight Outta Compton*, 2015...), bouleversé la danse et l'art moderne avec ses expressions corporelles et graphiques, le breakdance et le graff, imposé ses diktats à la mode avec le streetwear. Ses accents, son argot sont sortis de ses lyrics pour être intégrés à la langue commune.

Après avoir essaimé aux États-Unis, en commençant par sa côte Ouest (voir pages 38-39), converti une Amérique blanche, à première vue étrangère aux problématiques de ses concitoyens noirs des *projects*, ces cités HLM délabrées, il a conquis l'international.

Il y a trouvé un écho sur fond de crise économique, d'exclusion, d'échec scolaire, de violence. Ses adeptes sont devenus des acteurs du mouvement en exprimant leur ressentiment, leur colère dans leur langue maternelle. À cette enseigne, la France est un modèle d'assimilation du hip-hop (voir pages 40-41).

Au-delà de la réponse au malaise, de son habileté à s'adapter, du génie marketing mis en œuvre, le rap a sans doute réussi son coup parce qu'il s'est renouvelé avec les générations et a su rester, en dépit du temps qui passe, une musique de jeunes. Une jeunesse à la fois séduite par son caractère révolté, transgressif et, paradoxalement, tenue d'adhérer à cette culture dominante parmi ses semblables, par conformisme. Alors, le rap, porte-voix des invisibles ou fabrique à moutons de Panurge? De quelque côté que penche la balance, il a de l'avenir devant lui. ☺

Les titres *Rapper's Delight*, festif, et *The Message*, protestataire, portent en eux les deux tendances perdurables du rap



TROIS QUESTIONS À... OLIVIER CACHIN

L'auteur de l'encyclopédique *Rap Story* (ci-contre) est l'un des spécialistes français du rap.

Comment ça marche:

Comment expliquez-vous que le rap domine, surtout chez les jeunes et dans sa version française ?

Olivier Cachin: Il a été tellement critiqué, mal jugé que ça l'a rendu attractif. Le côté interdit et mauvais garçon suscite l'intérêt. Dans les années 1990, il était plutôt engagé et hardcore.

Aujourd'hui, beaucoup d'artistes s'inscrivent dans un courant plus dansant, populaire. Comme dit Gims: le rap est la nouvelle variété. Le rap français a pris le dessus par identification avec ceux qui parlent la même langue, ont les mêmes références.

CCM: Que répondre aux critiques sur ce qui fait

1. Rap

Le terme vient de l'anglais *to rap*, donner des coups secs, référence au débit saccadé. Le rappeur ou MC (maître de cérémonie) est d'abord intervenu sous forme d'onomatopées pour animer la soirée, puis s'est mis à improviser des textes et, selon son talent, à intégrer assonances et rimes.

3. Human beatbox

Littéralement boîte à rythmes humaine. Sa pratique, le beatboxing, offre un rythme au rappeur en reproduisant avec la bouche (et les cordes vocales) les battements de batterie (sons de tambours, cymbales, scratchs...). Elle naît du dénuement des pionniers, sans moyens de se payer une boîte à rythmes électronique.

4. Breakdance

To break, casser, caractérise une danse aux mouvements heurtés, voire robotiques. Elle n'est pas composée de pas, mais de figures acrobatiques comme des tours sur la tête ou sur une main, pour beaucoup réalisées au sol, dans la rue, sur des cartons en guise de tapis. Équivalent anglais de Schtroumpfs, allusion aux gants blancs des danseurs, le smurf consiste à faire onduler son corps, debout.

LES 5 PILIERS DU

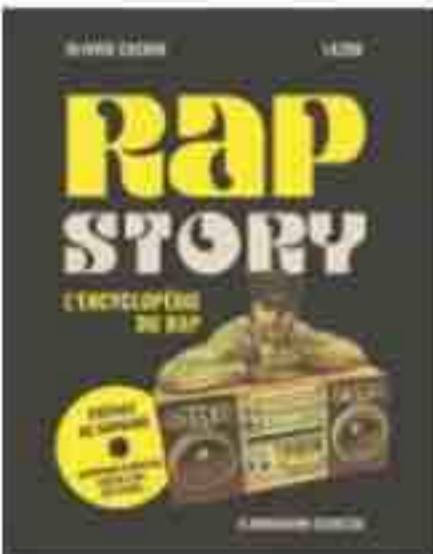


2. DJING

Le DJ (prononcez didjay), disc-jockey, manipule des 33 tours sur deux ou trois platines, selon la technique du scratching. Les mouvements de va-et-vient imprimés manuellement créent un effet rythmique de rupture. Son mix mélange, superpose des passages de disques préexistants (samples) de manière à produire un morceau continu.

5. Graffiti

Plus élaboré que le tag, simple signature calligraphiée, le graff est une peinture, une fresque multicolore réalisée à la bombe sur toute surface urbaine disponible : mur, ouvrage d'art, couloir ou wagon de métro... Plus l'accès est difficile, mieux c'est pour exercer ce street art, en toute illégalité. À l'avant-garde, l'icône Jean-Michel Basquiat (1960-1988).



Rap Story
d'Olivier Cachin
et Lazoo,
Flammarion
Jeunesse,
176 pages,
16,90 €

polémique : violence, misogynie, homophobie... ?

O. C. : La facilité de provoquer pour le buzz existera toujours, mais je pense que ça s'est calmé. Des *mea culpa* ont été faits sur l'homophobie et la misogynie. Le rap vient de milieux durs. Quand on est une bande de jeunes mecs dans une cité, on a ce genre de mentalité macho. Puis, plus un artiste

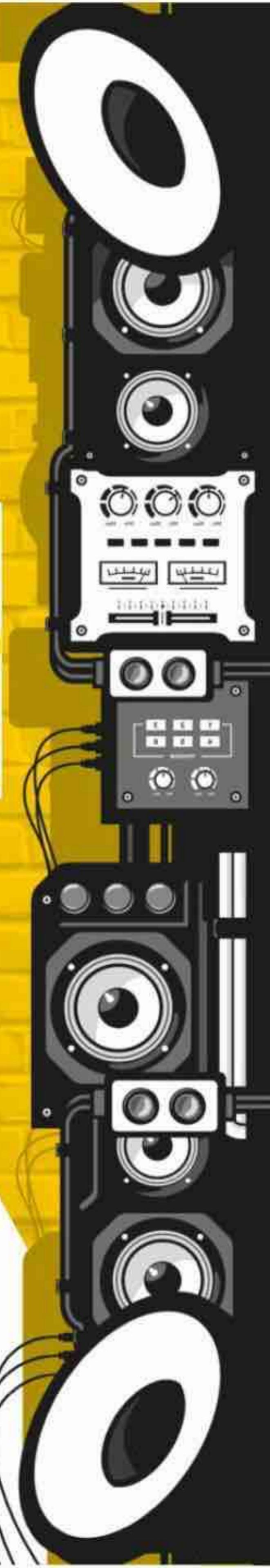
entre dans la carrière musicale, découvrant le monde extérieur, plus il prend conscience que blesser des gens, ce sont des bêtises de gamins et qu'il a pratiqué la discrimination comme lui la subit.

CCM : Quels sont vos conseils d'écoute actuellement ?

O. C. : Comme il y a surproduction (une dizaine

de sorties d'albums de rap français par semaine), c'est plus dur de trouver des disques originaux. Le dernier album de Dosseh, *Trop tôt pour mourir*, est très bien. Un retour aux sources du storytelling. Côté US, l'excellent Kendrick Lamar conjugue texte et charisme. Plus reconnus par les spécialistes, Migos, Travis Scott ont de très bons morceaux.

« La facilité de provoquer pour le buzz existera toujours, mais je pense que ça s'est calmé »



RAP US RPZ*

*RPZ, c'est-à-dire RePreZente (représente) est un signe d'origine.

La story du rap US s'est construite grâce aux idoles de son âge d'or. La galerie de portraits est haute en couleur, jalonnée de records, et révèle une fracture géographique.

Si New York a été la mère du rap, Compton, ghetto noir de la banlieue sud de Los Angeles où règnent misère et criminalité, a accouché au milieu des années 1980 d'un « bâtarde », le gangsta rap, fondé sur la culture des gangs. Dans *Straight Outta Compton* (1988), Eazy-E, un dealer, Dr. Dre, Ice Cube, DJ Yella, Arabian Prince, MC Ren, les membres de N.W.A (Niggaz Wit Attitude) dénoncent les violences racistes de la police (*Fuck tha Police*). En dépit de la censure, l'album dépasse les deux millions d'exemplaires et engendre un nouveau courant, promis à prendre l'ascendant. Ainsi naquit la rivalité *East Coast/West Coast*.

© Wile E/Dalle



DR. DRE

(né en 1965)

West Coast

1^{er} album avec N.W.A
en 1988
*Straight Outta
Compton*

Artisan du son de N.W.A et donc du gangsta rap, Andre Young a aussi lancé Snoop Dogg, 2Pac, Eminem, 50 Cent... en les produisant au sein du mythique label Death Row, puis d'Aftermath. Après *The Chronic* (1992), sa carrière solo a connu son point d'orgue dans *2001* (1999).

© E. Mulet/Dalle



SNOOP DOGG

(né en 1971)

West Coast

1^{er} album en 1993
Doggystyle

Calvin Broadus Jr. ou l'incarnation du cool dans le rap West Coast. Passé par un gang, il remporte le succès dès son premier opus, *Doggystyle* (1993), directement n° 1 des charts. En 2018, il a son étoile sur Hollywood Boulevard, preuve d'une popularité dépassant la sphère hip-hop.

© C. Madu CZ/Dalle



2PAC

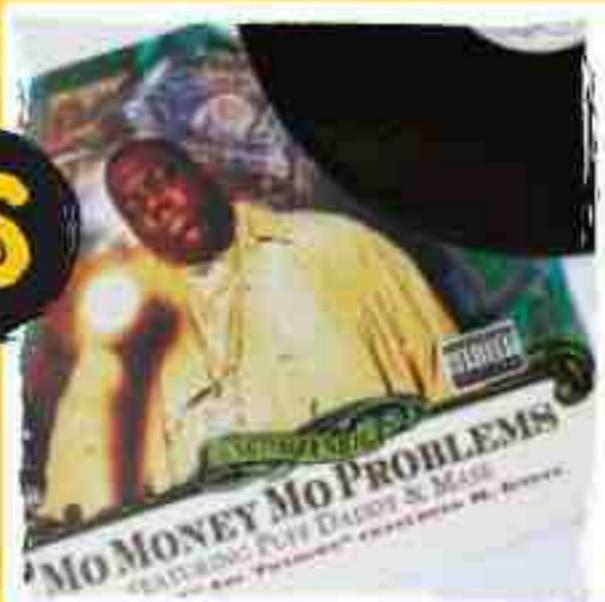
(1971-1996)

West Coast

1^{er} album en 1991

2Pacalypse Now

© Shutterstock



THE NOTORIOUS B.I.G.

(1972-1997)

East Coast

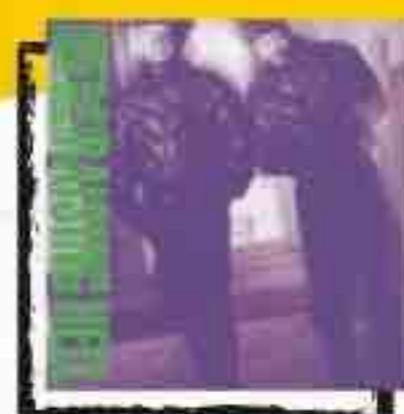
1^{er} album en 1994
Ready to Die

Tupac Shakur et Christopher Wallace, martyrs de la guerre East Coast/West Coast, menée à balles réelles. Le premier est assassiné en 1996, le second six mois plus tard. Avec *All Eyez on Me* (1996) et son classique *California Love*, 2Pac était l'enfant chéri du gangsta rap. Sous l'aile de Puff Daddy, The Notorious B.I.G. avait poussé son cri hardcore dans *Ready to Die* (1994), l'espoir d'un renouveau new-yorkais.

LES ALBUMS CULTES US



1985
Radio
de LL Cool J
(New York)



1986
Raising Hell
de Run-DMC
(New York)

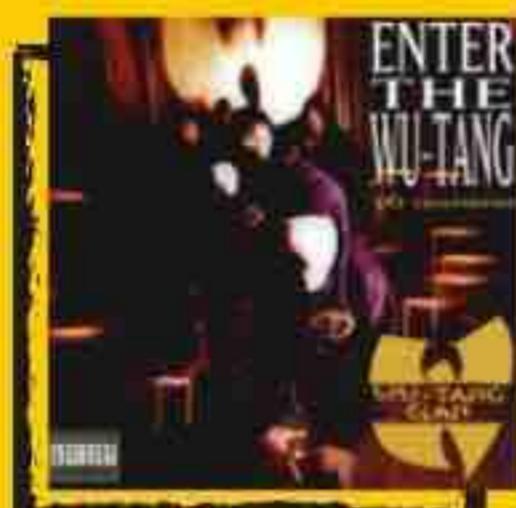


1988
*It Takes a Nation
of Millions to Hold Us Back*
de Public Enemy
(New York)



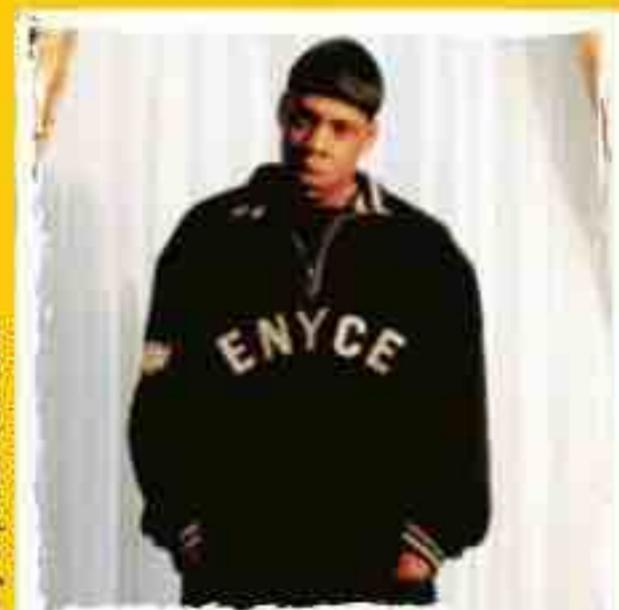
Queen Latifah
(née en 1970)
East Coast
1^{er} album en 1989
All Hail the Queen

Dana Owens, du New Jersey, s'impose dès son premier album *All Hail the Queen* (1989) avec un rap militant pour l'émancipation des femmes, en particulier noires. La reine des rappeuses a ouvert la voie à Lil' Kim, Missy Elliott, Foxy Brown, Lauryn Hill, Eve... Actrice, en outre, elle a été nominée aux Oscars pour *Chicago* (2002).



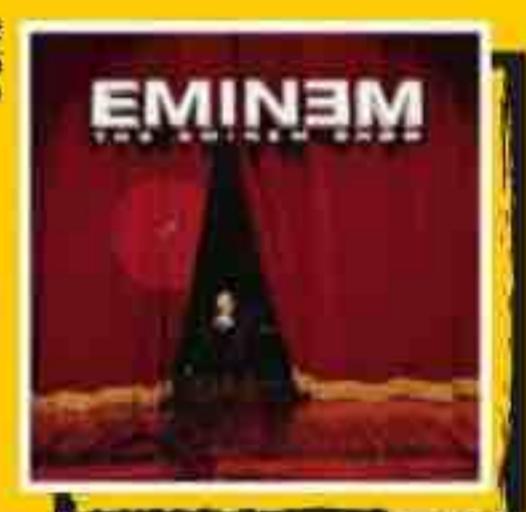
Wu-Tang Clan
(formé en 1992)
East Coast
1^{er} album en 1993
Enter the Wu-Tang (36 Chambers)

Method Man, Ghostface Killah, Ol' Dirty Bastard, RZA, GZA, Raekwon... tous en sont issus. Plongée dans l'ombre de la West Coast, la renaissance de l'East Coast vient en 1993 avec *Enter the Wu-Tang (36 Chambers)*. Une descente dans les bas-fonds de Big Apple en adéquation avec un son brut, un rap martial.



Jay-Z
(né en 1969)
East Coast
1^{er} album en 1996
Reasonable Doubt

Shawn Carter, le King of New York (titre disputé à Nas), premier milliardaire de l'industrie hip-hop, grâce à une discographie prolifique (13 albums studio) et des collaborations avisées (son épouse Beyoncé, The Neptunes...). Dire qu'il avait dû monter son label, personne ne voulant de son premier disque (*Reasonable Doubt*, 1996).



Eminem
(né en 1972)
From Detroit
1^{er} album en 1996
Infinite

Marshall Mathers III, rappeur blanc, élevé dans une banlieue misérable de Detroit, devenu le plus gros vendeur de disques du XXI^e siècle (72 millions), grâce notamment à *The Eminem Show* (2002). Il joue dans le film *8 Mile* (2002), inspiré de son destin extraordinaire.



2003
Get Rich or Die Tryin'
de 50 Cent
(New York)



2004
The College Dropout
de Kanye West
(Chicago)



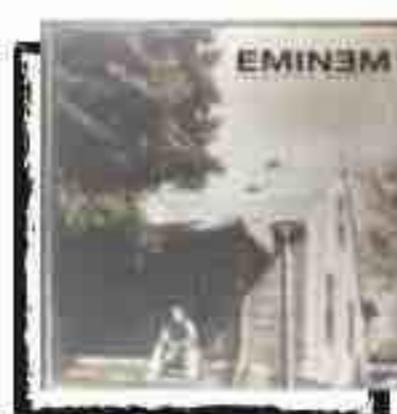
2008
Tha Carter III
de Lil Wayne
(La Nouvelle-Orléans)



1994
Illmatic
de Nas
(New York)



1996
The Score
des Fugees
(South Orange,
New Jersey)



2000
The Marshall Mathers LP
d'Eminem
(Detroit)

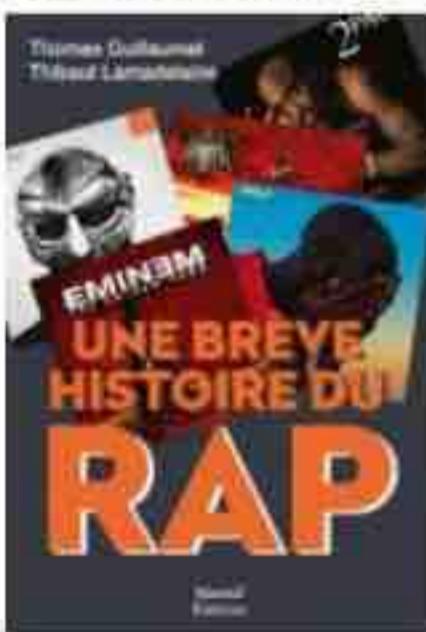


2001
The Blueprint
de Jay-Z
(New York)

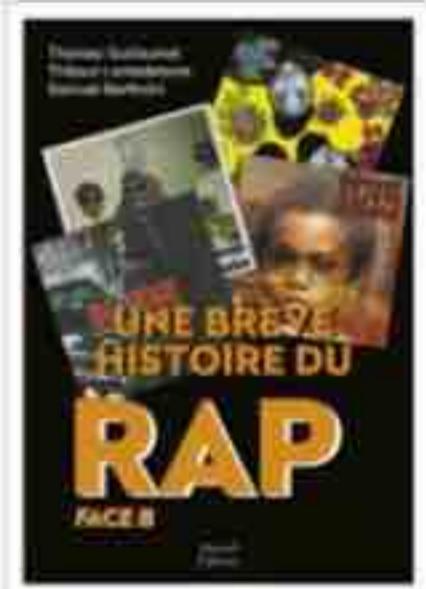
PLANÈTE RAP



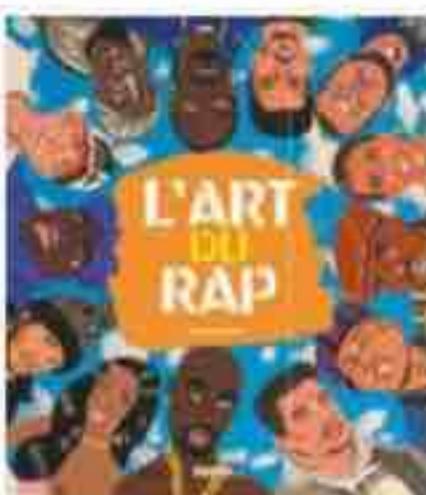
POUR ALLER PLUS LOIN



Une brève histoire du rap
de Thomas Guillaumet,
Thibaut Lamadelaine,
Mareuil Éditions,
272 pages, 25 €



**Une brève histoire
du rap / Face B**
de Thomas Guillaumet,
Thibaut Lamadelaine,
Samuel Bartholin,
Mareuil Éditions,
272 pages, 25 €



L'Art du rap
de Jean-Éric Perrin,
Palette, 79 pages,
24,50 €

Il en va du rap comme de McDonald's, la France est le deuxième marché mondial après les États-Unis. Sitôt débarqués, les tubes américains connaissent le succès grâce à l'émergence des radios libres en 1981. Dès 1982, à Paris, le Bataclan accueille le New York City Rap Tour, où sont présents quelques-uns des poids lourds du moment : Afrika Bambaataa, Grandmixer DST, Fab 5 Freddy... Dans la salle, de futures figures du rap français comme DJ Dee Nasty. En 1984, il autoproduit le premier disque, *Paname City Rappin'*, et en 1986, il organise des *block parties* à la mode parisienne sur un terrain vague du quartier de La Chapelle. Toutefois, cette nouvelle culture reste confidentielle, malgré la première émission au monde à lui être dédiée, *Achipé Achopé* (h.i.p.-h.o.p.). Diffusée en 1984 par TF1, présentée par le pionnier Sidney, elle dure à peine un an, signe que ce style n'est vu que comme un effet de mode. Au contraire, toute une jeunesse était ferrée, d'une France terreau rêvé avec ses cités reléguées en banlieue, majoritairement peuplées d'immigrés, où poussent des adolescents marginalisés, en quête d'exutoire, de sens, de reconnaissance. 1990, année décisive, de la sortie de la compilation *Rapattitude*, où l'on peut entendre Assassin, Suprême NTM, à l'émergence de la première star du rap en français, MC Solaar avec son single *Bouge de là*. S'il participe à l'essor du genre, son côté intello et décontracté ne sert pas une scène plus hardcore et authentique,

ignorée des radios et du grand public. Jusqu'à ce qu'en 1995 Skyrock bouleverse sa programmation pour mettre en avant le rap français, alors l'offre et la demande se rencontrent, et cette musique peut commencer sa mue en industrie.

Rap 2.0

Coup porté au marché du disque dans les années 2000, la révolution numérique a paradoxalement hissé au sommet le rap, genre le plus consommé au monde, à touche-touche avec la pop. Au creux de la vague, faute d'exposition dans les médias, les artistes du rap ont montré résilience et réactivité, saisissant les nouveaux outils, puisant dans leur caractère indépendant pour s'autoproduire, s'autopromouvoir. MySpace, YouTube, Facebook... permettent de publier une vidéo, de se frayer (gratuitement) un chemin direct vers le public et d'instaurer une relation de proximité. Ces outils ont fait évoluer structurellement le rap. Pour parer à la manie du zapping de l'utilisateur de plateformes de streaming, l'auteur raccourt ses morceaux : 2 mn 30 chrono. Exit la longue intro, il pose sa voix au plus vite. Tous les moyens sont mis en œuvre pour atteindre le nouveau graal, le banger, une chanson géniale et un hit énorme, au rythme puissant, au texte tranchant, dont les punchlines, ces phrases percutantes, resteront gravées pour longtemps.



© TSCHAEFFNIKON/NV/SHUTTERSTOCK



MC SOLAAR
(né en 1969)
1^{er} single en 1990
Bouge de là

Claude M'Barali, né à Dakar (Sénégal), élevé dans le 94, démocratise le rap avec le hit *Bouge de là* et l'album *Qui sème le vent récolte le tempo* (1991), 400 000 exemplaires vendus. Médaillé en 1998 par l'Académie française pour « l'ensemble de ses chants poétiques », il est accusé de compromission avec le système par les purs et durs du hip-hop.

© Shutterstock



SUPRÊME NTM
(formé en 1988)
1^{er} album en 1991
Authentik

Le sigle de « nique ta mère ». Sans renier sa radicalité, le duo de Saint-Denis (93), réunissant Kool Shen (Bruno Lopes) et Joey Starr (Didier Morville), occupe le devant de la scène. 500 000 exemplaires vendus de son *Paris sous les bombes* (1995), 300 000 de plus pour *Suprême NTM* en 1998, année où les compères commencent à prendre leurs distances.

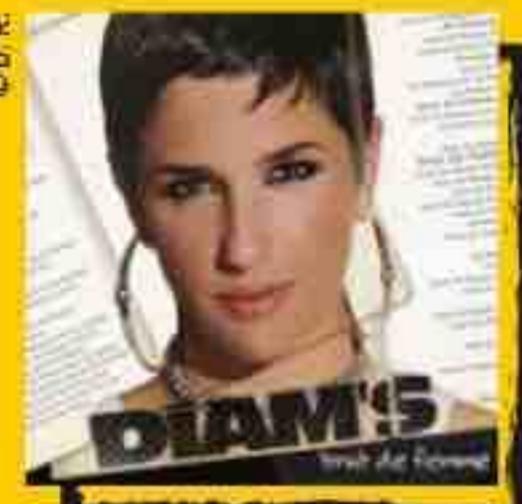
FRANÇAIS



IAM

(formé en 1989)
1^{er} album en 1990
Concept

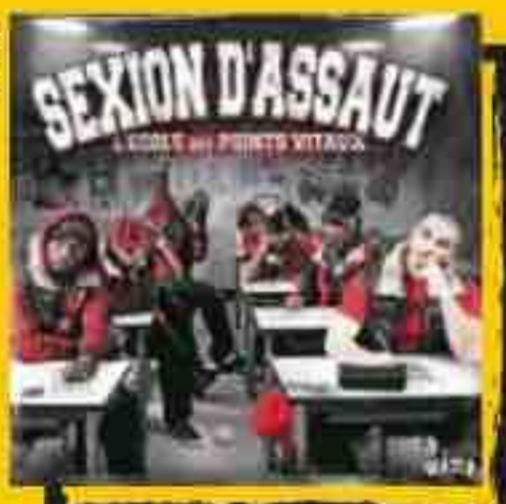
«Je suis» en anglais, six individus au total: Akhenaton (Philippe Fragione), Kheops (Éric Mazel), Shurik'n (Geoffroy Mussard), Freeman (Malek Brahimi, parti en 2008), Imhotep (Pascal Perez), Kephren (François Mendy). Groupe phare de Marseille, il a dépassé ses frontières, entre le tube *Je danse le MIA* (1994) et *L'École du micro d'argent* (1997), album de rap français le plus vendu de l'histoire (1,6 million).



DIAM'S

(née en 1980)
1^{er} album en 1999
Premier Mandat

En deux albums, *Brut de femme* (2003, avec son tube DJ) et *Dans ma bulle* (2006), Mélanie Georgiades, Chypriote du 91, a conquis aussi bien la jeunesse de banlieue que la mère de famille de centre-ville, avant de se détourner de la scène au début des années 2010, concomitamment à sa conversion à l'islam.



Sexion d'assaut

(formé en 2002)
1^{er} album en 2010
L'École des points vitaux

Collectif parisien désireux de renouer avec un rap puissant et sociétal, réduit au fil du temps à huit membres dont Gims, Black M, Lefa. Freestyles, buzz préparent le terrain à *L'École des points vitaux* (2010), fort des titres *Désolé*, *Casquette à l'envers...* Des propos homophobes leur font pendre au nez des boycotts. Après rétropédalage, ils confirment leur poids sur la scène hip-hop avec *L'Apogée* (2012).



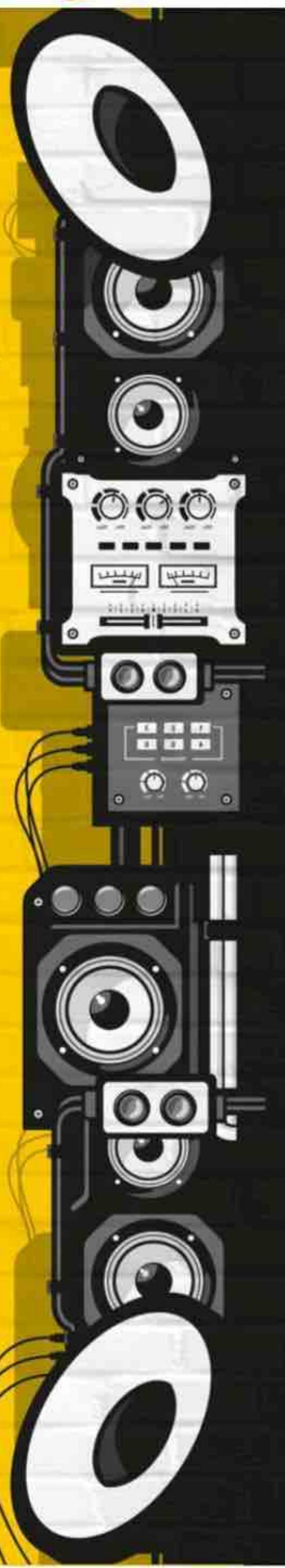
Ministère A.M.E.R.
(formé en 1989)
1^{er} album en 1992
Pourquoi tant de haine

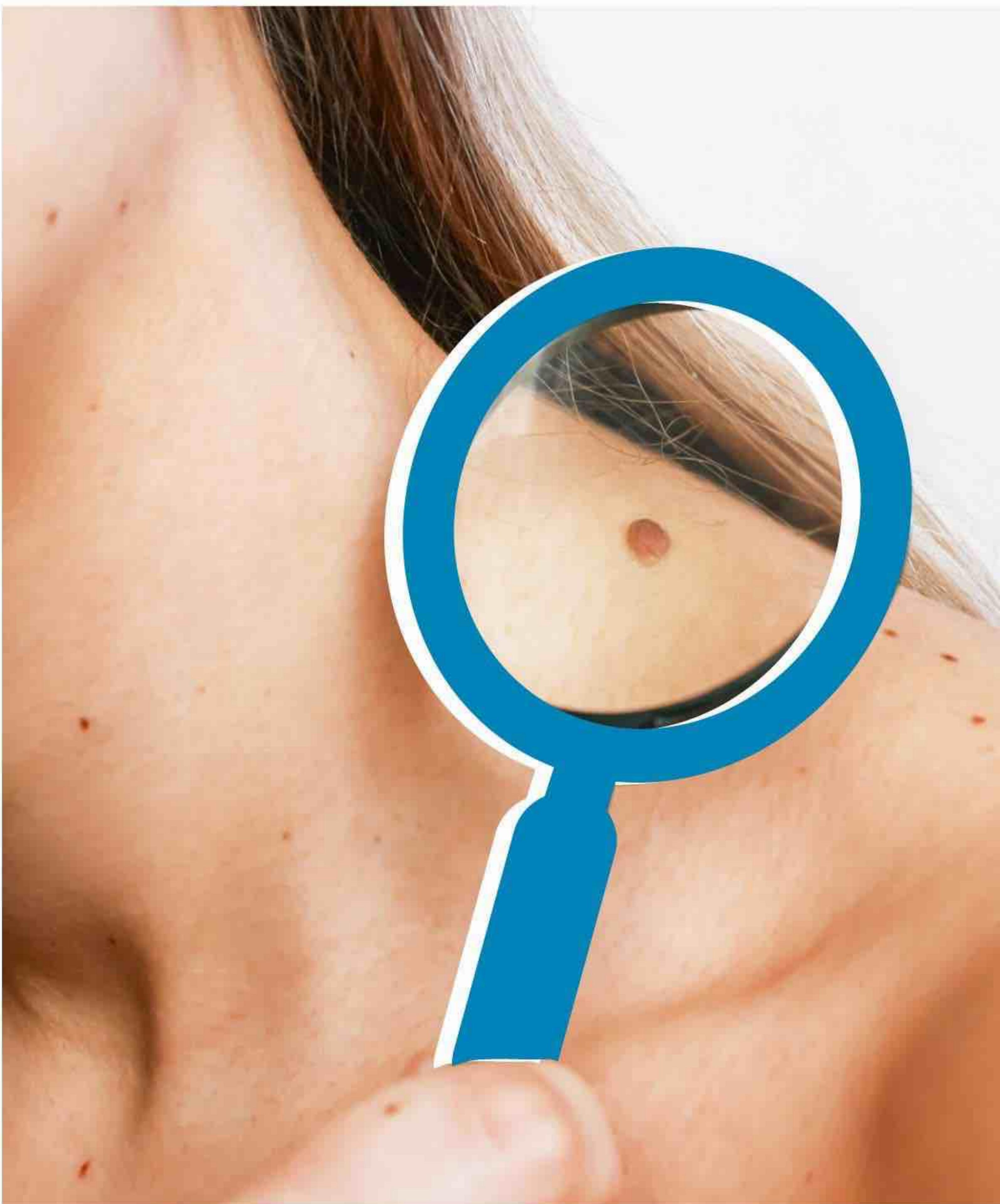
Action, musique et rap au programme des Sarcellois Passi et Stomy Bugsy, gangsta rappeurs *made in France*. *Brigitte femme de flic* (1992) attire les foudres du ministère de l'Intérieur. Récidive avec *Sacrifice de poulets* sur la compilation *La Haine, musiques inspirées du film* (1995). Le Secteur A, son cercle élargi, a mis en lumière des artistes fameux du premier âge d'or: Doc Gynéco, Arsenik, Nèg' Marrons, Pit Baccardi...



Lunatic
(formé en 1994)
1^{er} album en 2000
Mauvais œil

Booba et Ali, du 92, passent par des collectifs (Beat de Boul, Time Bomb) avant de marquer les esprits avec *Le crime paie* (1996) et l'album brut et sombre *Mauvais œil* (2000 : plus de 100 000 exemplaires vendus sans passages radio, sans maison de disques). En 2002, l'aventure solo de Booba (*Temps mort*) met fin au tandem. B20, premier sur le clash (avec Rohff ou Kaaris), prospère entre streetwear (Ünkut) et hits (*Pitbull*, *Garde la pêche*, 2006).





GRAINS DE BEAUTÉ D'OU VIENNENT-ILS?

Ces petites taches brunes sont issues des mêmes cellules qui donnent à notre peau sa couleur, les mélanocytes. Mais si nos gènes et l'exposition au soleil sont les principaux facteurs expliquant leur présence, celle-ci reste en partie un mystère.

Par Benjamin Robert

Les vôtres sont peut-être ronds, plats et foncés, alors que ceux de votre amie peuvent être ovales, avec du relief, et clairs. Nous pouvons également en avoir de toutes les tailles, allant de petits points d'à peine 1 millimètre à environ 2,5 centimètres de diamètre. «*En général, chez une même personne, les grains de beauté ont tout de même un aspect semblable*», constate le professeur Gaëlle Quéréux, chef du service dermatologie au CHU de Nantes. Les grains de beauté peuvent aussi se situer n'importe où sur le corps, leur présence étant notamment liée au système de pigmentation de la peau.

La mélanine, un pigment incontournable

En effet, l'organisme humain est programmé pour produire une certaine quantité de pigments appelés mélanines. Ces molécules brunes, voire noires, absorbent le rayonnement ultraviolet du soleil afin d'en protéger nos cellules. Ce sont elles qui nous dotent d'une couleur de peau plus ou moins mate. Les mélanines sont fabriquées par des cellules, les mélanocytes, réparties uniformément sur l'épiderme afin que l'ensemble de notre corps bronze de façon homogène. Mais parfois, sans explication claire, les mélanocytes se regroupent à un endroit, formant un amas de cellules. Ils produisent alors beaucoup de mélanines sur une zone donnée, conférant ainsi sa teinte brune au grain de beauté.

Nous sommes très inégaux face à ces taches brunâtres. Si la majorité d'entre nous n'en compte que quelques-unes, certains en développent davantage, quelquefois jusqu'à plusieurs dizaines. À l'inverse, les personnes qui en sont totalement dépourvues sont très rares. «*Nous ne savons pas ce qui pousse les mélanocytes à se regrouper et à former des grains de beauté*, précise Gaëlle Quéréux. *Ce qui est certain, c'est que les différences entre individus s'expliquent avant tout par les gènes, raison pour laquelle il y a des familles qui en ont plus que d'autres. En outre, l'exposition au soleil durant l'enfance va également favoriser leur apparition, même si les raisons restent, là encore, inconnues.*»

La peau d'un nouveau-né est généralement vierge de tout grain de beauté. Ces amas de mélanocytes apparaissent progressivement, jusqu'à l'âge de 20 ans environ. Quelquefois, leur taille augmente proportionnellement à la croissance de la peau, avant de se figer. Chez certains jeunes, des grains de beauté peuvent s'entourer d'un halo blanc. «*C'est un processus physiologique de dépigmentation, nommé phénomène de Sutton. Au fur et à mesure, le grain de beauté s'éclaircit. Il peut aller jusqu'à disparaître dans ce halo blanc, qui ne présente aucun danger*», rassure la dermatologue. À partir de 45 ans, les grains de beauté ont le plus souvent tendance à s'en aller d'eux-mêmes. Mais, là encore, les scientifiques n'ont trouvé aucune explication biologique pour l'instant. Nos petites taches brunes demeurent encore bien mystérieuses... ☺

*Autodiagnostic avec
la règle ABCDE comme...*



Asymétrie

Les deux moitiés du grain de beauté ne sont pas semblables.



Bords

Au lieu d'être bien définis et lisses, les contours sont flous et irréguliers.

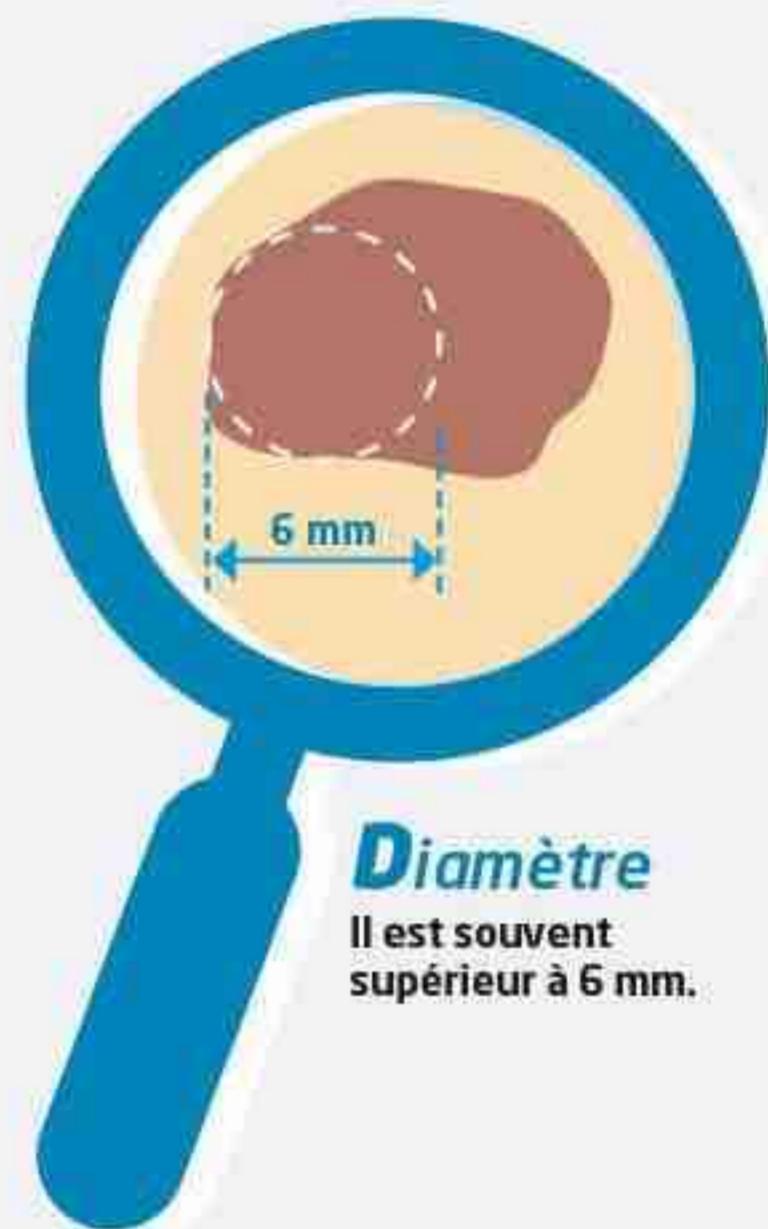
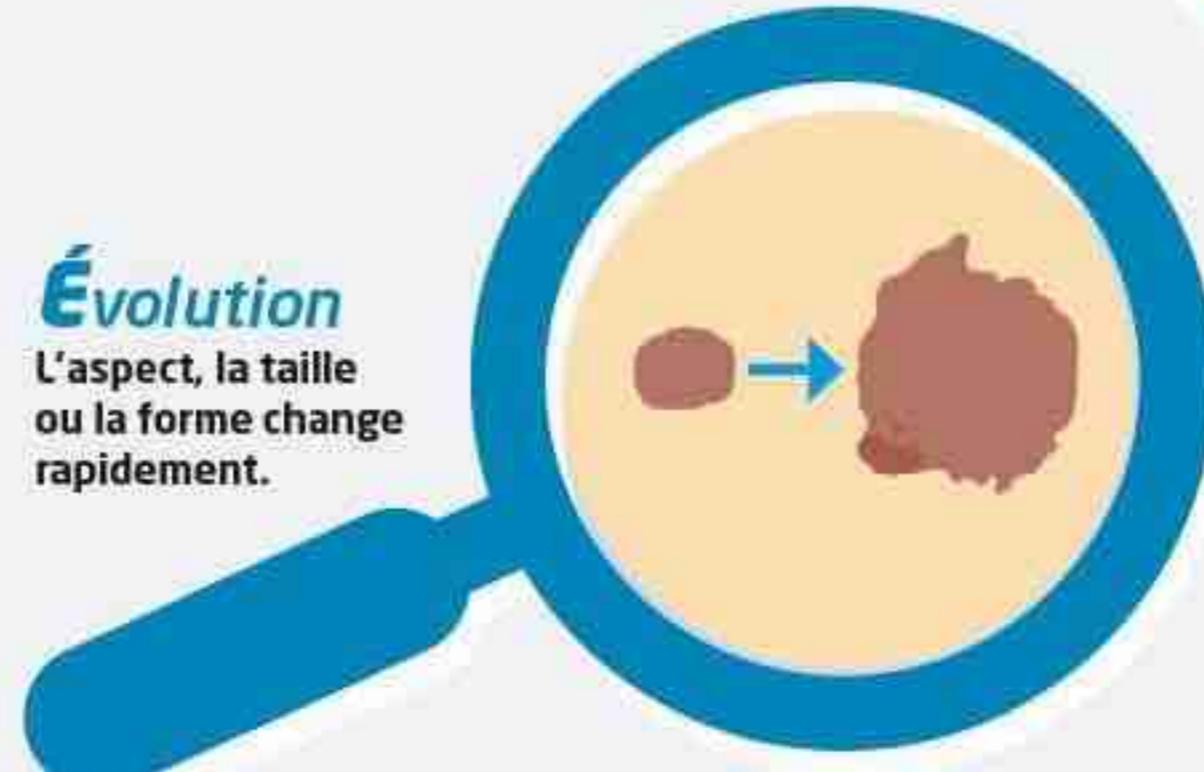


Couleur

Elle n'est pas homogène d'une zone à l'autre.

Évolution

L'aspect, la taille ou la forme change rapidement.



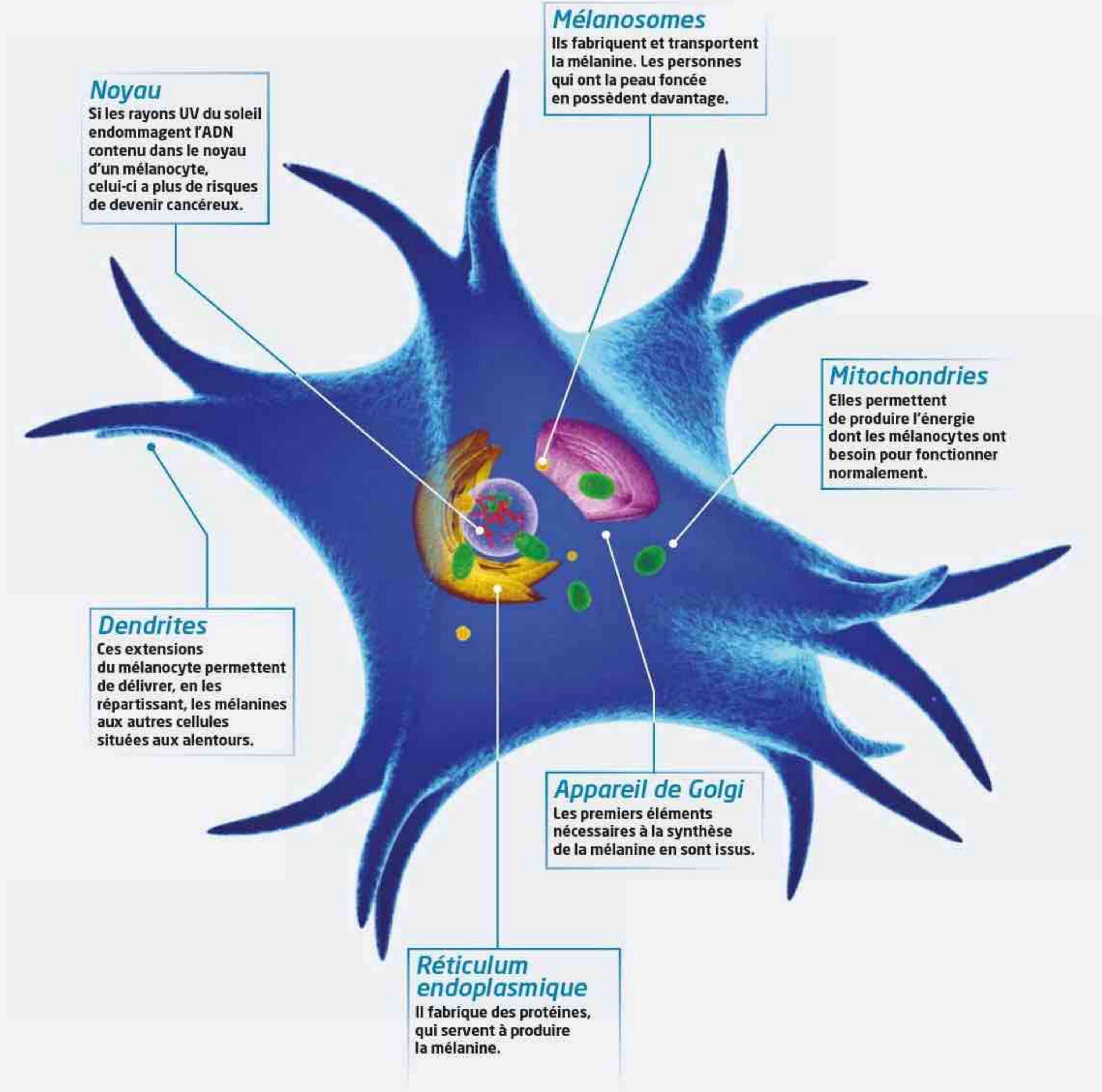
Diamètre

Il est souvent supérieur à 6 mm.

Pourquoi faut-il surveiller les grains de beauté ?

Les mélanocytes peuvent être de nature maligne. Ils forment alors un mélanome, l'un des cancers de la peau parmi les plus agressifs et mortels. Le risque d'en développer un dépend de nombreux facteurs comme la couleur de la peau, la survenue d'un mélanome chez un parent ou encore l'exposition au soleil. En France, quelque 15 500 nouveaux cas de mélanomes sont enregistrés chaque année. Surtout, c'est le cancer dont le taux d'incidence augmente le plus : environ 3 à 4 % de personnes supplémentaires atteintes par an. Pour s'assurer au maximum de l'efficacité des traitements, il faut détecter les mélanomes le plus tôt possible, et donc apprendre à les traquer parmi nos grains de beauté pour éviter toute confusion. Dans 80 % des cas, les mélanomes apparaissent par eux-mêmes, sans être issus d'un ancien grain de beauté. « *Chez un individu, tous les grains de beauté sont souvent comparables. Si l'un d'entre eux se distingue, il faut le montrer à son médecin, car il pourrait s'agir d'un mélanome !* », prévient Gaëlle Quereux. L'évolution dans le temps est aussi un paramètre important à surveiller, car un mélanome a tendance à changer d'aspect, alors qu'un grain de beauté est immuable. C'est d'ailleurs l'un des cinq critères de la règle ABCDE. Simple à retenir, cette méthode aide à repérer les signes suspects (voir infographie), qui doivent alerter.

Le mélanocyte, une véritable usine à pigments



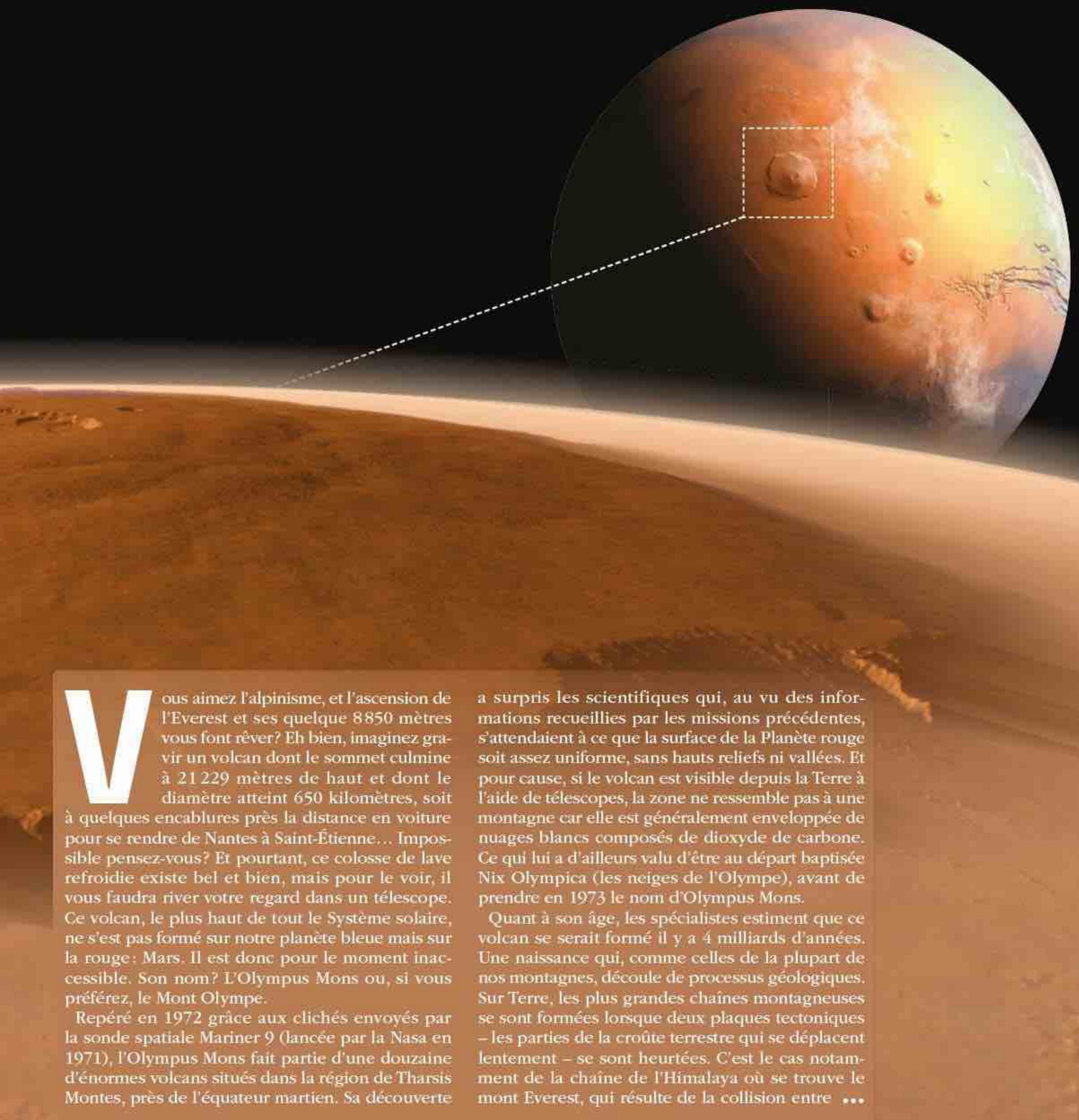
OLYMPUS MONS,

Nul ne sait s'il est, à l'instar de celui de la mythologie grecque, le jardin secret des dieux. Mais gare à la colère de Zeus quand il apprendra que cet Olympe-là dépasse le sien de quelque 18 000 mètres !

Par Louna Esgueva

Plus haut relief volcanique du Système solaire, Olympus Mons s'élève à 21 000 mètres au-dessus du « niveau de la mer » de la planète Mars.

LE GÉANT MARTIEN



Vous aimez l'alpinisme, et l'ascension de l'Everest et ses quelque 8850 mètres vous font rêver? Eh bien, imaginez gravir un volcan dont le sommet culmine à 21 229 mètres de haut et dont le diamètre atteint 650 kilomètres, soit à quelques encablures près la distance en voiture pour se rendre de Nantes à Saint-Étienne... Impossible pensez-vous? Et pourtant, ce colosse de lave refroidie existe bel et bien, mais pour le voir, il vous faudra river votre regard dans un télescope. Ce volcan, le plus haut de tout le Système solaire, ne s'est pas formé sur notre planète bleue mais sur la rouge: Mars. Il est donc pour le moment inaccessible. Son nom? L'Olympus Mons ou, si vous préférez, le Mont Olympe.

Repéré en 1972 grâce aux clichés envoyés par la sonde spatiale Mariner 9 (lancée par la Nasa en 1971), l'Olympus Mons fait partie d'une douzaine d'énormes volcans situés dans la région de Tharsis Montes, près de l'équateur martien. Sa découverte

a surpris les scientifiques qui, au vu des informations recueillies par les missions précédentes, s'attendaient à ce que la surface de la Planète rouge soit assez uniforme, sans hauts reliefs ni vallées. Et pour cause, si le volcan est visible depuis la Terre à l'aide de télescopes, la zone ne ressemble pas à une montagne car elle est généralement enveloppée de nuages blancs composés de dioxyde de carbone. Ce qui lui a d'ailleurs valu d'être au départ baptisée Nix Olympica (les neiges de l'Olympe), avant de prendre en 1973 le nom d'Olympus Mons.

Quant à son âge, les spécialistes estiment que ce volcan se serait formé il y a 4 milliards d'années. Une naissance qui, comme celles de la plupart de nos montagnes, découle de processus géologiques. Sur Terre, les plus grandes chaînes montagneuses se sont formées lorsque deux plaques tectoniques – les parties de la croûte terrestre qui se déplacent lentement – se sont heurtées. C'est le cas notamment de la chaîne de l'Himalaya où se trouve le mont Everest, qui résulte de la collision entre ...

... le sous-continent indien et le reste de l'Asie il y a environ 40 millions d'années. Un autre processus géologique peut aussi présider à l'apparition de reliefs : le volcanisme. C'est lui qui est à l'origine du plus grand volcan de notre planète, le Mauna Loa situé dans l'archipel américain d'Hawaï. Atteignant 4 170 mètres (au-dessus du niveau de la mer), il fait toutefois office de nain au regard des 21 229 mètres de l'Olympus Mons.



Cette image composite montre le fort escarpement entourant la base d'Olympus Mons.

pouvait, à ses débuts, être formée de plaques mouvantes. Mais en se refroidissant, la roche fondu sous ces dernières s'est solidifiée, et la formation des plaques tectoniques se serait arrêtée. Résultat : pendant des milliers et des milliers d'années, les coulées de lave se sont empilées jusqu'aux plus récentes, datant d'à peine 2 millions d'années. Ce qui n'implique pas pour autant que le volcan de 21 kilomètres de haut est éteint.

On peut néanmoins se demander comment une planète si petite (la masse de Mars est dix fois moindre que celle de la Terre) a pu « accoucher » d'un tel mastodonte. Grâce à la longévité de son volcanisme bien sûr, mais pas seulement. S'y ajoute la faible gravité. Sur Terre, les montagnes finissent toujours par devenir trop lourdes et sont limitées dans leur croissance par la force gravitationnelle. Ce n'est pas le cas sur Mars où la gravité est trois fois inférieure à celle en action sur Terre.

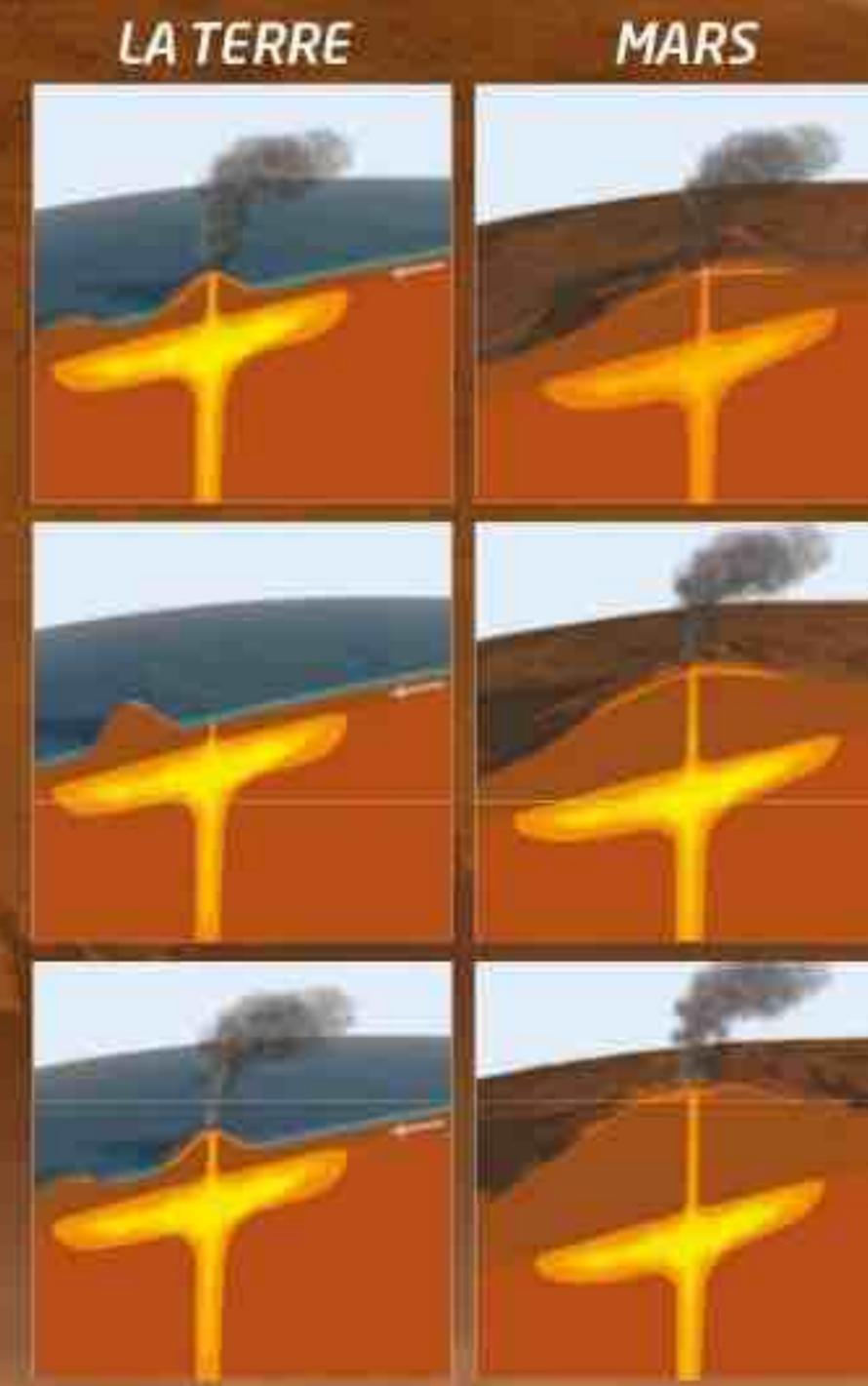
Avis aux alpinistes

De la même manière, on peut s'interroger sur le calcul de la hauteur d'Olympus Mons, sachant qu'en l'absence d'eau de surface sur Mars, il est délicat de déterminer un niveau de référence. Les scientifiques ont cependant vite écarté cette difficulté en définissant un « niveau de la mer » effectif pour la Planète rouge, correspondant à son rayon équatorial moyen.

Quant à l'ascension, si elle est rendue possible un jour – après avoir réglé, entre autres, les problèmes d'oxygène et de températures –, elle devrait être moins difficile et éprouvante que celle de l'Everest, car la pente moyenne n'est que de 5° alors qu'elle dépasse par endroits les 50° dans l'Himalaya. La montée sera tout de même longue, mais les alpinistes partiront avec un avantage de poids : en raison de la gravité martienne, 10 kilogrammes de charge ne représenteront plus que 3,3 kilogrammes sur Olympus Mons. Des amateurs ? ☺

Sur Mars, une croissance ininterrompue

Autrefois, lorsque la chaleur interne de Mars était bien plus élevée, l'activité volcanique était aussi intense que sur Terre. Et le processus géologique à la base de la formation des volcans y est à peu près le même : des roches en fusion, le magma, sont expulsées par des cheminées de l'intérieur de la planète jusqu'à la surface, où elles émergent sous forme de lave. La différence réside dans l'évolution du processus. Sur Terre, où la croûte superficielle est constituée de plaques tectoniques qui dérivent lentement, celles-ci se déplacent au-dessus du point chaud d'où la lave émerge. Il en résulte une chaîne de volcans distincts, comme dans l'archipel d'Hawaï. Sur Mars, en l'absence de plaques tectoniques semblables à celles de la Terre, le même morceau de croûte superficielle reste immobile au-dessus du point chaud. Les éruptions successives ne font donc qu'agrandir le volcan d'origine.



Topographie d'Olympus Mons

1. Vue depuis l'espace

Voici une mosaïque d'images capturées par l'orbiteur Mars Express, avec un code couleur correspondant aux différents courbes de niveau.

1

3. Point culminant

Le sommet du volcan se trouve à 21 229 mètres au-dessus de la plaine environnante.

4. Caldera

Cette dépression qui forme le cratère du volcan mesure 25 kilomètres de diamètre pour environ 3 000 mètres de profondeur.

5. Cratère d'impact

L'un des rares cratères d'impact (dus notamment à des astéroïdes) repérés sur Olympus Mons en raison de la relative jeunesse de ce volcan: 4 milliards d'années.

2. Escarpement

Le bord extérieur du volcan est marqué par une falaise abrupte atteignant plus de 6 000 mètres de haut.

COURBES DE NIVEAU
Le bleu représente l'altitude la plus basse et le blanc l'altitude la plus élevée.



120 km



Tunnel de mine de sel, Rhosydd Quarry,
Porthmadog, Pays de Galles.

PLONGÉE DANS LES MINES DE SEL

Tout au long de l'histoire humaine, on a fouillé les entrailles de la Terre en quête de cette denrée qui fait aujourd'hui partie de notre quotidien.

Par Valérie Greffoz

Depuis l'époque préhistorique, les hommes utilisent le sel pour relever le goût de leur nourriture et la conserver, tanner les peaux ou encore fabriquer du savon, voire payer, puisque le mot salaire est issu du latin *salarium* (ration de sel). Ce chlorure de sodium (NaCl) si précieux possède, en effet, bien des vertus : il augmente la perception du goût d'un aliment en stimulant les papilles gustatives et en affaiblissant la saveur «amer», tout en augmentant la saveur «sucré» d'un mets. Il peut aussi absorber l'eau des aliments à son contact, empêchant ainsi les bactéries d'y proliférer. D'où son utilisation pour la conservation des viandes et des poissons, et pour celle des peaux d'animaux. Et c'est également lui qui apporte dureté et propriétés antiséptiques au savon. Sa valeur était d'ailleurs si grande au Moyen Âge qu'on le surnommait «l'or blanc».

La méthode la plus aisée pour le récolter est l'évaporation de l'eau de mer, pratiquée sur la côte Atlantique, autour de la Méditerranée ou en Amérique du Sud. Le principe est simple : on laisse s'assécher de grands bassins d'eau salée de faible profondeur, appelés marais salants, faisant alors apparaître sous l'effet du vent et de la chaleur les cristaux de sels marins. Mais ce qui fonctionne pour les peuples côtiers n'est pas pertinent pour ceux qui vivent dans les terres. Ceux-ci ont recours à une technique bien plus élaborée : l'excavation souterraine. Il s'agit là d'exploiter un gisement naturel de sel gemme et de l'extraire de la roche. Toutefois, celui-ci, également appelé halite, n'est pas toujours comestible, contrairement

au sel de mer, car il peut contenir d'autres minéraux, comme du soufre par exemple.

L'héritage de mers disparues

Aujourd'hui en France, une seule mine de sel gemme est encore en activité. Située à Varangéville, en Meurthe-et-Moselle, elle est exploitée depuis 1855 et produit en moyenne 500 000 tonnes de sel gemme par an, sur une production française globale de 5 millions de tonnes. Ces sels sont utilisés uniquement pour le déneigement et l'agriculture (pour l'ensilage, une méthode de conservation des fourrages). Cette mine se visite du 1^{er} mars au 31 octobre, sur réservation.

D'où viennent ces gisements de sel souterrains ? Ce sont des restes d'anciennes mers. Quand elles se sont évaporées, leur sel a formé de larges dépôts, qui ont fini par être enfouis jusqu'à plusieurs centaines de mètres sous la surface. En France, les principaux gisements de sel se sont formés il y a 250 à 200 millions d'années avant notre ère, au Trias, et il y a 33 à 23 millions d'années, durant l'Oligocène. Mais ce n'est qu'au Néolithique (6000 à 2 200 av. J.-C.) qu'ils ont été exploités. 



La mine de Varangéville, en Meurthe-et-Moselle, est la seule mine de sel gemme encore en activité dans notre pays.

4 MINES HORS NORME



1. Sifto

Localisation: Canada

Profondeur: 600 mètres

Sous le lac Huron se situe la plus grosse mine de sel au monde (7,2 millions de tonnes de sel produites par an), en activité depuis 1866. Son contenu est issu de l'assèchement d'un ancien océan qui couvrait le bassin des grands lacs, il y a environ 400 millions d'années.



2. Khewra

Localisation: Pakistan

Profondeur: 228 mètres

Lors d'un voyage en 326 av. J.-C., Alexandre le Grand s'arrêta à Khewra. Son cheval, léchant la roche salée, permit la découverte du gisement. Cette mine de sel gemme est aujourd'hui la plus grande du Pakistan (350 000 tonnes produites par an) et ses réserves sont estimées à 600 millions de tonnes.



3. Slănic Prahova

Localisation: Roumanie

Profondeur: 208 mètres

Le nom de cette ville dérive du slave *slanicu*, « lieu salé ». Au XX^e siècle s'y trouvait l'une des plus grandes mines de sel d'Europe, exploitée entre 1943 et 1970. Depuis, ses galeries ont été reconvertis en sanatorium pour les personnes souffrant d'asthme. Des visites touristiques y sont également organisées.



4. Asse II

Localisation: Allemagne

Profondeur: 765 mètres

Entre 1906 et 1965, du sel et du potassium ont été extraits de ce site de Basse-Saxe. La mine a ensuite été utilisée comme centre d'essais pour le stockage de déchets radioactifs. Sa fermeture est en discussion depuis 1995, en raison du danger que représentent ces déchets pour l'environnement.



2. Chapelle Sainte-Kinga

Portant le nom de la patronne des mineurs, la princesse Kinga (XIII^e siècle), cette chapelle a été entièrement construite en cristaux de sel, y compris l'autel, les statues et jusqu'aux chandeliers.



5. Galerie Sielec

À cet endroit, des chevaux entraînaient un tapis roulant qui remontait le sel.



7. Chambre Weimar

Dans les années 1960, cette chambre a été inondée, donnant naissance à un lac salin souterrain.



Au cœur de la mine de Wieliczka

Localisation: Pologne. **Profondeur:** 327 mètres

La mine royale de sel de Wieliczka a été exploitée en continu entre le XIII^e siècle et 1996. Classée au patrimoine mondial de l'Unesco, elle possède neuf niveaux, des chapelles souterraines et des sculptures gravées dans le sel. Cette mine de sel, l'une des plus vieilles accessibles au monde, accueille chaque année par 1,5 million de visiteurs.

1. Points d'entrée

La mine de Wieliczka a trois puits d'accès.



6. Chambre Casimir le Grand

Elle porte le nom du roi Casimir III (1333-1370), qui réglementa les activités minières et contribua à leur développement.

4. Chambre Spalone

Spalone signifie « brûlé » en polonais : le méthane gazeux (grisou) dégagé par les grandes quantités de sel a déclenché ici un feu dévastateur qui dura huit mois, en 1644.

3. Chambre Michałowice

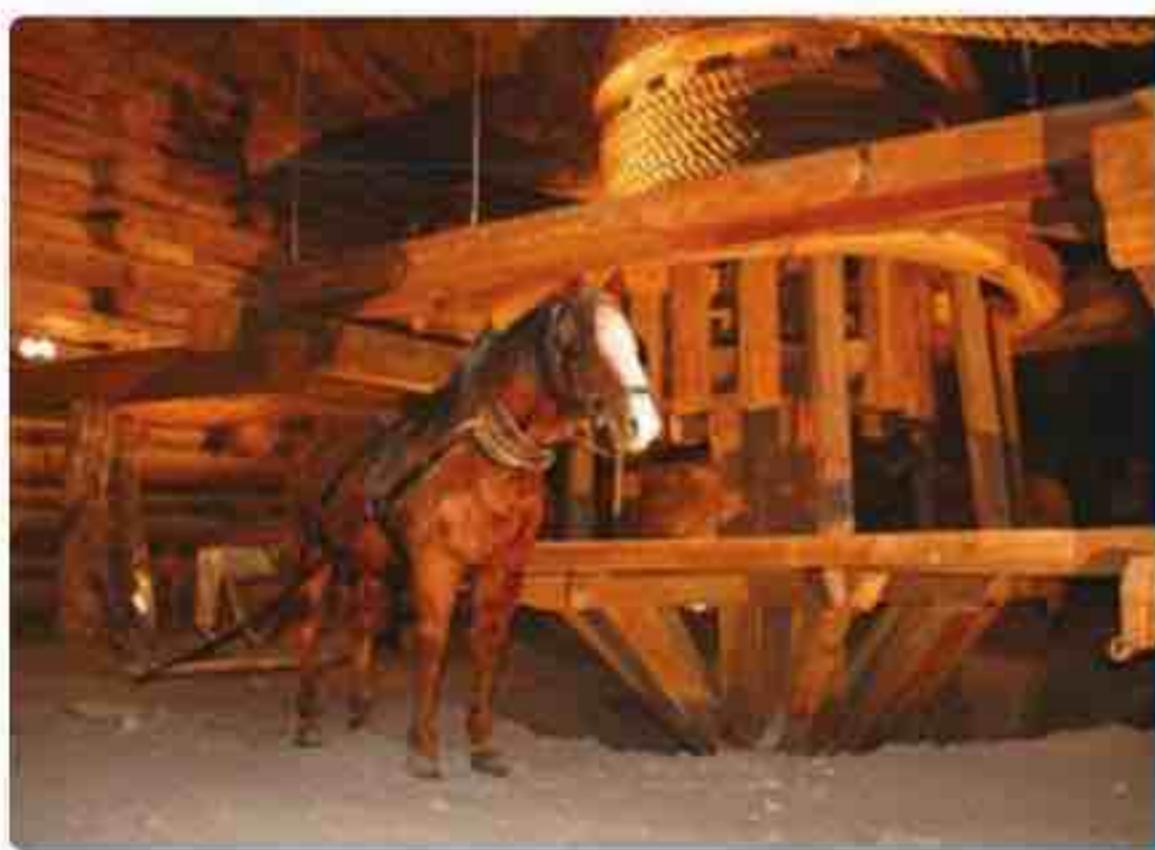
C'est l'une des plus grandes chambres de la mine, qui a été exploitée dès le XVII^e siècle et pendant plus de cent ans.

9. Chambre Saurau

Elle a été conservée dans l'état où elle était lorsque la mine était encore en activité.

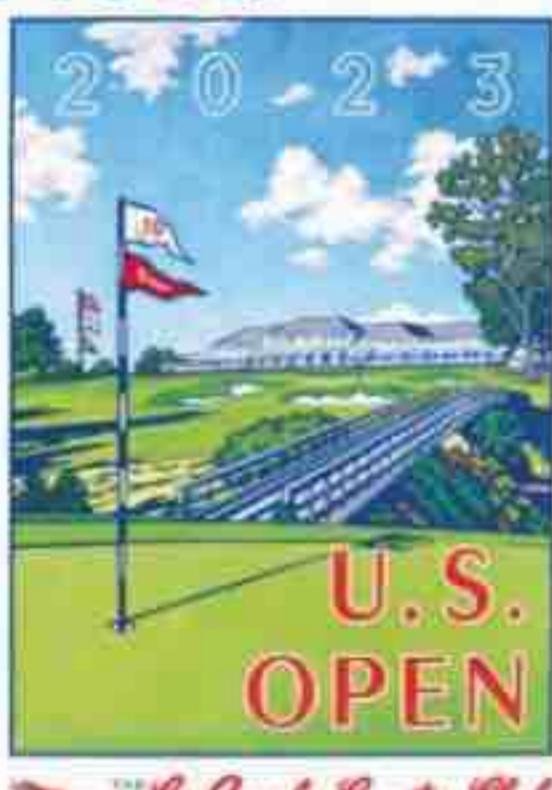
10. Chambre Modena

Elle contenait une machine sur laquelle prenaient place quatre couples de chevaux et qui permettait de remonter 2 tonnes de sel sur 80 mètres de hauteur.



Des hommes et des chevaux

La mine royale de Wieliczka a fonctionné pendant sept siècles, un record. Vers la fin du Moyen Âge, au XV^e siècle, environ 350 personnes y travaillent tout au long de l'année. Les mineurs effectuent le plus gros de l'extraction du sel manuellement : ils creusent les galeries à la pioche et portent les blocs de sel sur leur dos. À partir du XVI^e siècle, ils sont rejoints par des chevaux. Jusqu'à 100 animaux vivent ainsi dans la mine sans jamais voir le jour, pour tirer des chariots et actionner des tapis roulants qui servent à remonter le sel. Compte tenu de leur importance, leur nourriture, leur soin et leur temps de repos sont très encadrés. Au XX^e siècle, ils seront progressivement remplacés par des machines.



Du 15 au 18 juin, les meilleurs golfeurs de la planète s'affrontent lors de l'US Open, l'un des quatre tournois majeurs du golf professionnel masculin. Durant la compétition, des dizaines de petites balles blanches alvéolées parcourent les 18 trous du Los Angeles Country Club, aux États-Unis.

POURQUOI LES SONT-ELLES

Bien plus techniques qu'il n'y paraît, les centaines de cavités recouvrant ces petites sphères jouent un rôle essentiel dans leurs performances de vol.

Par Clément Le Foll

Loin d'être uniquement décoratives, ces cavités permettent d'améliorer la pénétration des balles dans l'air et, donc, aux joueurs de gagner en distance de frappe. Né à la fin du XIII^e siècle en Hollande, le golf tel que nous le connaissons aujourd'hui n'a pourtant pas toujours été pratiqué avec des balles alvéolées. Jusqu'au XIX^e siècle, la discipline utilisait des balles en bois, puis en cuir et remplies de plumes. À partir de 1850, les «plumeuses» sont remplacées par des sphères en gutta-percha, gomme issue du latex de *Palaquium gutta*, un arbre que l'on trouve principalement en Malaisie. L'utilisation de ces nouvelles balles, au départ moins performantes mais au coût plus abordable, constitue une étape clé. En effet, certains golfeurs se rendent compte que les déformations générées par les coups de clubs successifs finissent par augmenter leur pénétration dans l'air. Une distorsion qui était facile avec les balles en cuir rembourrées de plumes et cousues à la main, par nature irrégulières.

C'est en réponse à ces "défauts" que vont émerger les balles que l'on trouve désormais sur tous les greens. Patron d'une entreprise d'ingénierie à Leicester (Grande-Bretagne) depuis 1887 et golfeur amateur, William Taylor constate que plusieurs joueurs essayent de créer des aspérités sur leurs balles, persuadés qu'elles iront ainsi plus loin.

Il met à profit les capacités de son usine pour étudier la question en soufflerie durant l'entre-deux-guerres. Il valide ainsi l'hypothèse selon laquelle des alvéoles placées régulièrement sur la surface de la balle améliorent ses performances et développe les équipements nécessaires à la fabrication de telles balles.

Plus de portance, moins de traînée

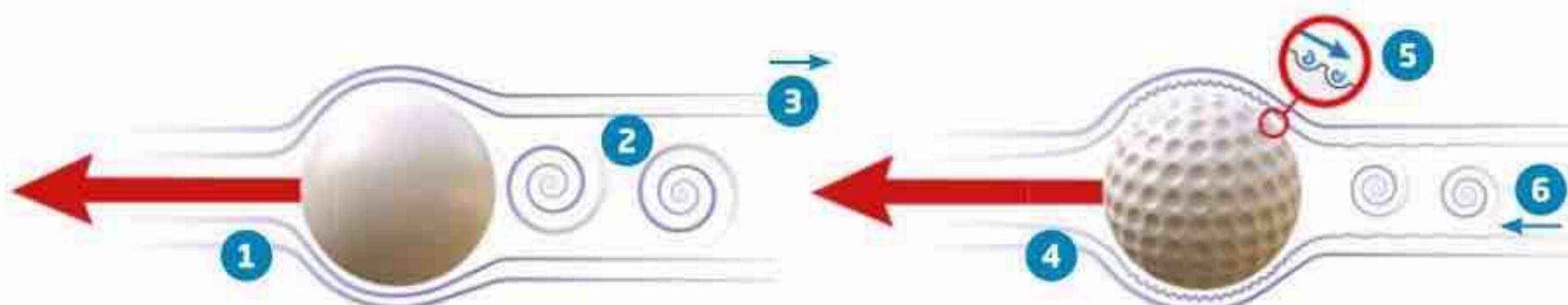
Pour comprendre le phénomène, il faut savoir que lorsqu'une balle de golf s'envole, deux forces agissent: la portance et la traînée. Lorsqu'elle est frappée par un club, elle subit une rotation arrière, ce qui accélère l'air qui passe au-dessus: la balle est aspirée vers le haut et vole plus loin. C'est la portance. La force de traînée concerne, elle, les frottements – ou résistance à l'air – qui s'opposent au mouvement de la balle et ralentissent sa progression. Grâce aux alvéoles, l'air s'accroche à la surface de la balle et diminue l'impact de la force de traînée. Ce qui confère à la balle une force de pénétration bien plus importante et l'entraîne plus loin.

Aujourd'hui, cette innovation permet aux golfeurs professionnels de frapper régulièrement une balle à plus de 200 mètres. C'est Jack Hamm qui détient le record de la plus longue envolée: le 20 juillet 1993, dans le Colorado (États-Unis), il a propulsé la sienne à 418,78 mètres. ☑



BALLES DE GOLF ALVÉOLÉES?

Comment les alvéoles permettent aux balles de parcourir une plus grande distance



1. Force de portance

Elle permet à la balle de rester plus longtemps dans l'air après l'impact du club.

2. Rotation vers l'arrière

Une fois en rotation dans l'air, la balle interagit avec l'air qui l'entoure. Lorsqu'elle tourne en arrière, elle accélère l'air qui passe au-dessus. Elle est aspirée vers le haut et vole plus loin.

3. Force de traînée

À l'opposé de la force de portance, elle entraîne les frottements qui freinent la balle. Cette résistance est due à l'air qui frappe la balle de face.

4. Alvéoles

En « accrochant » l'air, ces cavités réduisent la force de traînée et augmentent la force de portance.

5. Turbulente

Quand la balle est lisse, la couche d'air qui l'entoure est "laminaire", c'est-à-dire continue et homogène. Quand la balle est alvéolée, l'air s'introduit dans ses cavités et crée des minitourbillons.

6. Force de pénétration

Le frottement de l'air sur la balle étant réduit grâce aux alvéoles, la force de pénétration de la balle est plus importante : elle va donc plus loin.

Les alvéoles peuvent être rondes, mais aussi ovales ou hexagonales. Leur forme n'est pas réglementée, contrairement à la taille et au poids des balles.



LA FACE DES

Les installations nécessaires pour faire fonctionner les pompes à essence sont situées pour la plupart loin du regard des automobilistes.

Par Gaël Dremmel

Lors de votre visite à la station-service, restez vigilant. Il faut saisir le bon pistolet pour nourrir votre moteur. Les pompes face à vous sont toutes reliées à des cuves de carburants de plusieurs milliers de litres, cachées sous vos pieds. Certes, l'essence et le gazole (ou diesel) sont tous deux des hydrocarbures, c'est-à-dire des chaînes d'atomes de carbone issus du pétrole. Mais il ne faut pas les confondre, car l'essence se compose de chaînes courtes, de 4 à 12 atomes, faisant ainsi partie des hydrocarbures légers. À l'inverse, le diesel contient des fractions plus lourdes, allant de 10 à 28 atomes. Or, votre motorisation n'est adaptée qu'à l'un des deux. Dans l'un comme dans l'autre, des additifs (composés organiques, additifs oxygénés, antioxydants...) sont ajoutés en petite quantité pour améliorer les propriétés des carburants : les aider à brûler plus proprement, éviter qu'ils gèlent ou encore faire fonctionner le moteur de manière plus efficace.

Outre le gazole adapté pour les moteurs diesel, les stations-service proposent souvent de l'essence, sans-plomb 95 (SP95) ou sans-plomb 98 (SP98). Ces appellations font référence à l'histoire récente. Dans les années 1930, du plomb tétraéthyle était mélangé aux carburants afin de limiter le pouvoir détonant de l'essence. Autrement dit, pour éviter que la combustion du carburant n'ait lieu trop rapidement dans le moteur. Mais le plomb est une substance toxique, qui peut induire de graves troubles

neurotoxiques et rénaux : il a donc été interdit dans l'ensemble de l'Union européenne en 2000.

Sans-plomb et Excellium

Mais quid des nombres 95 ou du 98 ? Ces derniers indiquent l'indice d'octane, c'est-à-dire le taux de cet hydrocarbure dans l'essence. Plus le chiffre est élevé, plus l'essence sera capable de freiner cette potentielle auto-inflammation du carburant. À l'heure actuelle en Europe, l'indice 95 est le taux d'octane minimum dans l'essence. Dans certaines stations, le choix du carburant demande une réflexion supplémentaire, car de l'essence ou du diesel "Excellium" est proposé. Plus chers, ces carburants possèdent des additifs supplémentaires, comme des détergents, et des agents anticorrosion. Ceux-ci sont notamment capables de réduire l'encrassement des injecteurs, chargés d'introduire le carburant dans les cylindres, où il sera ensuite allumé. Le moteur reste ainsi propre plus longtemps, entraînant une meilleure longévité.

Une fois le pistolet sélectionné, un débitmètre va enregistrer le volume de carburant prélevé. Ce capteur n'est néanmoins pas suffisant, car le pétrole n'a pas la même densité suivant sa température. Il occupera plus d'espace s'il fait plus chaud. Une sonde de température est donc indispensable pour connaître les fluctuations de volume et vous assurer de ne payer que la quantité de carburant réellement transférée dans votre réservoir. Par ailleurs, faire le plein est désormais une opération bien plus sécurisée. Autrefois, les vapeurs d'essence nocives s'échappaient du réservoir au fur et à mesure de son remplissage. Aujourd'hui, une pompe à vide dissimulée dans le pistolet aspire les vapeurs, afin de les stocker dans les cuves. Enfin, lorsque le niveau de carburant atteint la pointe de la buse du pistolet, un capteur le détecte et stoppe automatiquement le remplissage. Il n'y a plus qu'à fermer votre réservoir avant de reprendre la route ! ☺

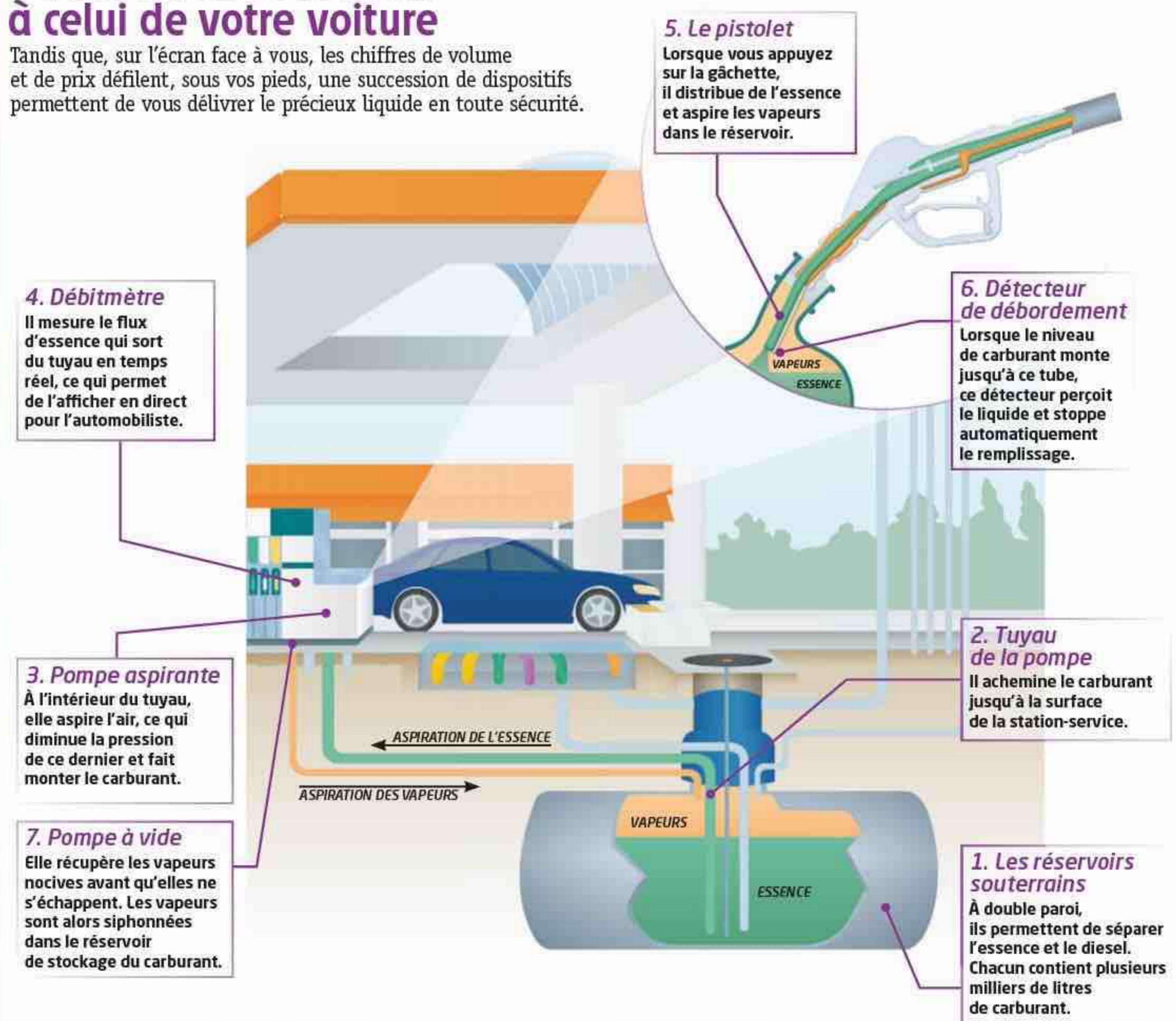


Outre leurs noms, chaque type de carburant est facilement identifiable à la pompe grâce à une signalétique couleur : vert pour les essences (SP95 et SP98), jaune et orange pour les diesels.

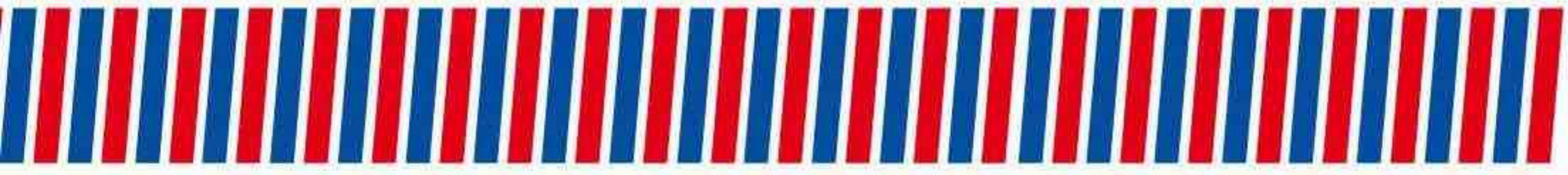
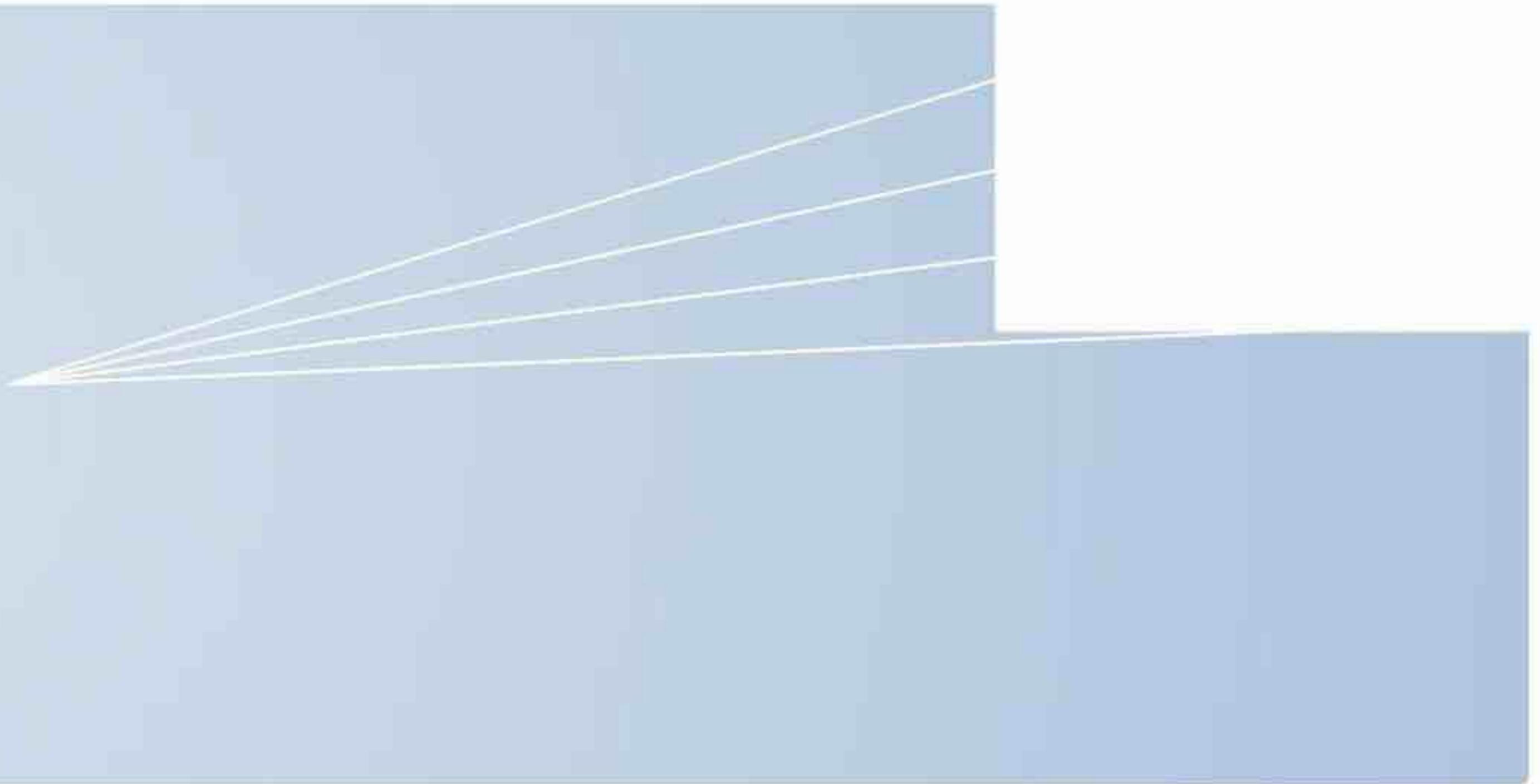
CACHÉE STATIONS-SERVICE

Du réservoir souterrain à celui de votre voiture

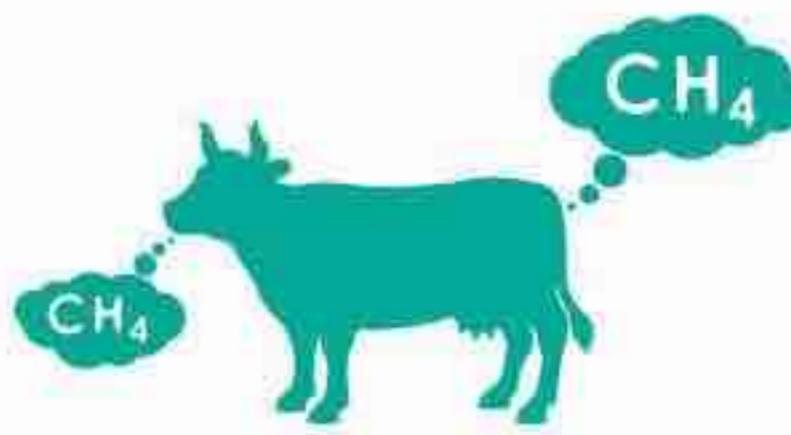
Tandis que, sur l'écran face à vous, les chiffres de volume et de prix défilent, sous vos pieds, une succession de dispositifs permettent de vous délivrer le précieux liquide en toute sécurité.











LES BOVINS, UN EFFET VACHE SUR L'ENVIRONNEMENT

Avec plus d'un milliard et demi de têtes de bétail, l'impact de leur élevage sur notre planète est pointé du doigt. Pour quelles raisons exactement? Et est-il encore temps de prendre le problème par les cornes?

Par Riva Brinat-Spiesser

Du lait dans le thé du matin, un hamburger à midi, une veste en cuir pour sortir le soir... les produits issus de la vache sont omniprésents dans notre quotidien. Il faut dire que la relation entre l'homme et ce ruminant à cornes ne date pas d'hier. Les premiers bovins ont été identifiés au Moyen-Orient et en Inde, et remontent à environ 8 000 ans av. J.-C.

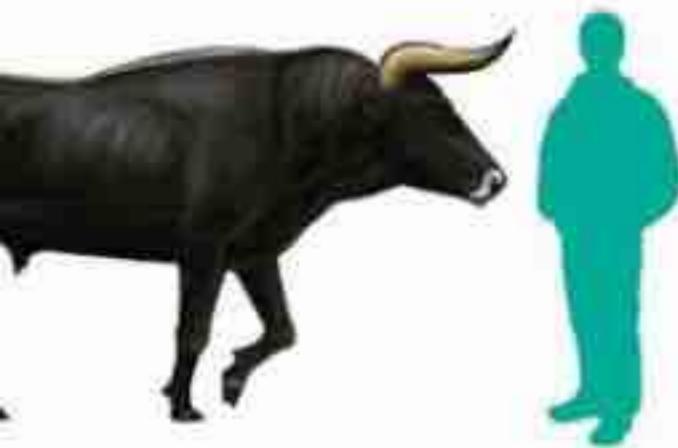
À cette époque, l'ancêtre de la vache, *Bos taurus*, appelé aussi "aurochs", ressemblait davantage à

un taureau, avec des cornes particulièrement longues, et mesurait près d'un mètre quatre-vingts au garrot. Grâce à des analyses ADN, des scientifiques ont révélé que l'ensemble des bovins modernes descendent de seulement

quatre-vingts vaches, toutes domestiquées à partir de l'aurochs sauvage. Au fil de leurs migrations à travers le monde, elles se sont adaptées

à leur environnement. Aujourd'hui, on en recense 1,5 milliard sur la planète! Le résultat de milliers d'années d'élevage pour nourrir une population humaine toujours croissante.

La viande bovine (vache, bœuf, génisse, taureau, taurillon) est un pilier de notre alimentation. Longtemps reconnue pour ses vertus nutritives et pour ses apports en vitamines (groupe B) et en minéraux (sélénium, zinc, fer, cuivre), elle représente environ 25% de notre alimentation carnée. Si sa consommation stagne, voire diminue dans les pays développés (*voir encadré p. 65*), elle augmente fortement dans les pays en développement. C'est le cas en Chine où elle devrait grimper de 10% d'ici 2031, succédant à une hausse de 50% au cours de la décennie précédente. Or, l'élevage bovin n'est pas sans conséquences pour notre planète, d'autant que sa pratique intensive s'est accélérée depuis les années 1970. La production d'animaux domestiques est ainsi responsable d'environ 15% des émissions mondiales de gaz à effet de serre, dont près de 10% pour les seuls bovins (en comptant les émissions des ruminants mais aussi celles liées à leur alimentation). L'élevage bovin est, en effet, ...



Espèce sauvage primitive éteinte, l'aurochs (à g.) est l'ancêtre de nos bœufs domestiques (à dr.).



Comment ça marche - NO 150 - JUIN 2023 61

Outre les gaz à effet de serre, l'autre problème environnemental posé par l'élevage bovin est la nutrition des troupeaux

25 et 300 fois supérieur à celui du dioxyde de carbone (CO_2). L'un comme l'autre sont contenus dans les déjections des animaux utilisées comme engrais. Mais le protoxyde d'azote provient également des engrains azotés minéraux utilisés dans les cultures. Le méthane, quant à lui, est un gaz spécifique aux bovins. Les vaches en libèrent quotidiennement environ 450 à 550 grammes en éructant, c'est-à-dire par leurs rôts! En cause, leur système de digestion très particulier (voir infographie p. 64). Leur estomac principal, le rumen, produit par fermentation du gaz, qui est ensuite libéré par la bouche ou les naseaux de l'animal. Ces cinq dernières années, les émissions de méthane au niveau mondial ont augmenté deux fois plus vite que lors des cinq précédentes. L'élevage tous animaux confondus et l'agriculture génèrent environ 35% du méthane lié aux activités humaines, le reste venant principalement des énergies fossiles.

Mais l'élevage bovin pose un autre problème environnemental : celui de la nutrition des troupeaux. Une vache laitière s'alimente d'herbe, mais aussi de maïs fourrager, de céréales et d'oléoprotéagineux, dont le soja. Or, la culture de ces végétaux nécessite une grande quantité d'eau prélevée dans les nappes phréatiques, les rivières, les fleuves et les retenues. Alors que 38 litres d'eau suffisent pour faire pousser un kilogramme de haricots, il en faut au moins 15 fois plus pour produire un kilogramme

... à l'origine de rejets dans l'atmosphère de quantités importantes de méthane (CH_4) et de protoxyde d'azote (N_2O), deux gaz qui ont un potentiel de réchauffement respectivement de méthane entérique (produit par la digestion). Pour ce faire, des compléments alimentaires sont donnés aux animaux afin d'agir sur leur flore intestinale. L'un des plus anciens est une levure, *Saccharomyces cerevisiae*, qui facilite la digestion. Plus récemment, des compléments naturels à base de composés actifs d'ail et de flavonoïdes dérivés d'agrumes ont été mis sur le marché. Ils promettent de limiter les émissions de méthane de 30% en modifiant la composition bactériologique du rumen. On trouve aussi des extraits de plantes aromatiques et d'épices qui, tout en réduisant les rejets de méthane, favorisent la production de lait. Enfin, une autre voie vise à changer l'alimentation des bovins, en remplaçant une partie des glucides (les sucres lents) par des lipides qui, eux, ne sont pas digérés par les micro-organismes du rumen et donc n'émettent pas de méthane. Par exemple, l'apport de lin cuit, riche en acide gras polyinsaturés comme les oméga-3, permet d'obtenir des résultats concluants.

Biogaz et fertilisant

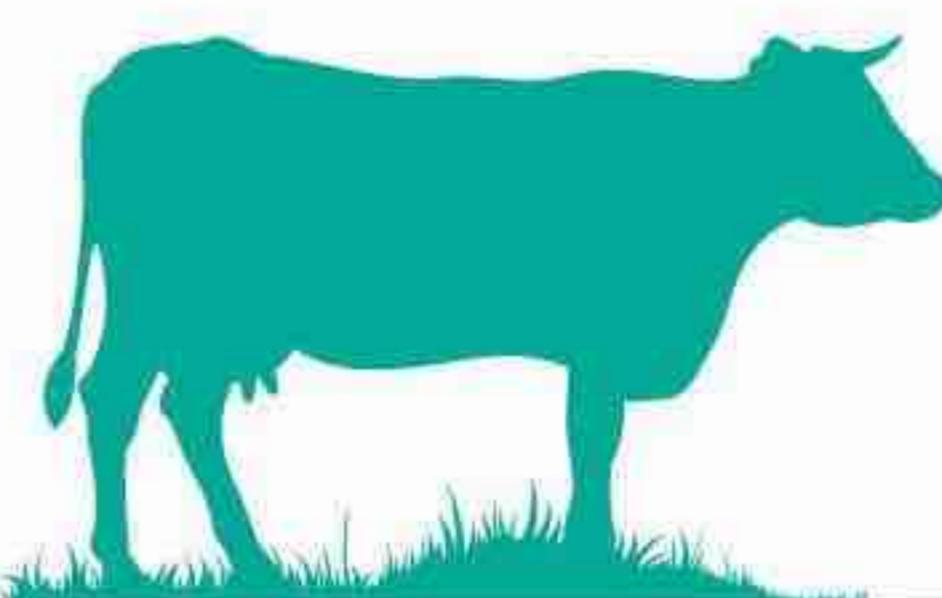
Par ailleurs, des innovations techniques voient le jour pour traiter le lisier (excréments et urines) et le fumier qui, en plus des gaz émis, polluent les sols ainsi que les cours d'eau et les nappes phréatiques par libération de nitrate et de phosphore. L'une de ces solutions innovantes transforme les effluents d'élevage en énergie renouvelable grâce à la méthanisation. Dans une cuve appelée méthaniseur, ils sont mélangés à des résidus de cultures, puis dégradés en biogaz sous l'action de micro-organismes, le tout en l'absence d'oxygène. Ce gaz "vert" est ensuite purifié en biométhane, avant d'être injecté dans le réseau de gaz naturel. Quant aux matières résiduelles ou "digestat", elles peuvent être valorisées comme engrais pour la fertilisation des terres. En France, cette technique vertueuse se développe dans les régions à forte densité d'élevage, comme en Normandie ou en Bretagne. Si elle apporte un revenu complémentaire aux éleveurs, cette filière émergente est aujourd'hui fragilisée par la hausse du coût de l'énergie.



Fourrage sec au menu de ces vaches dans une ferme aux Pays-Bas.

de viande de bœuf. Au-delà de l'épuisement des ressources en eau de nos sols, les sécheresses, qui sont appelées à se répéter, risquent de peser très fortement sur l'élevage bovin.

Alors, quelles solutions peuvent limiter l'impact de nos chers ruminants sur l'environnement? L'une des pistes consiste à diminuer les émissions





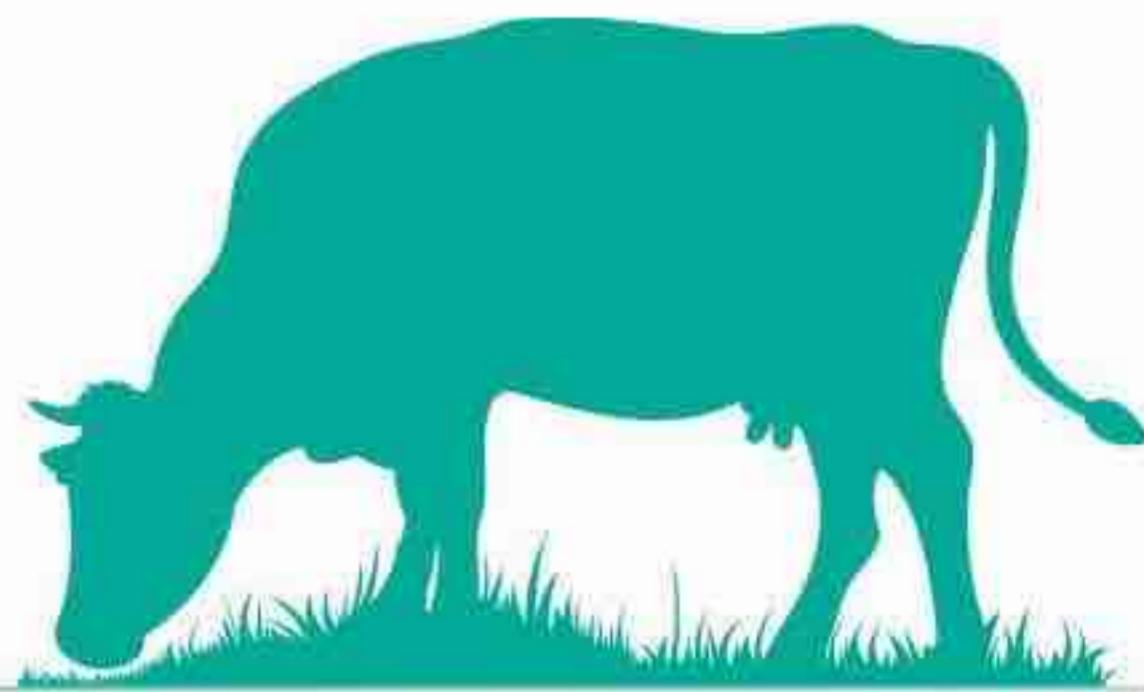
Les méthaneurs peuvent être installés directement sur les exploitations agricoles.

Enfin, pour abaisser les émissions de méthane, rien de tel que de diminuer le nombre de bêtes. Cela peut passer par la hausse des rendements, par exemple en allongeant la "carrière" des vaches laitières. Elle est, pour l'heure, de deux ans et demi en moyenne, alors que l'animal peut atteindre ses meilleures capacités dans sa quatrième année de production. L'âge de la première lactation, et donc du premier veau – environ 24 mois –, peut aussi être avancé.

Néanmoins, la solution la plus efficace reste bien sûr de manger moins de viande, principalement celle de bœuf car la plus émettrice de gaz à effet de serre. Un kilogramme de bœuf émet ainsi environ 14 kilogrammes d'«équivalent CO₂», qui pondère le CO₂, le méthane et le protoxyde d'azote, contre 4 pour le porc et 2 pour la volaille. Les scientifiques estiment qu'il faudrait diminuer notre consommation globale de viande par trois ou quatre pour contribuer à atteindre la neutralité carbone en 2050. Cela veut dire l'espacer, se limiter à de plus petites

portions, ou encore la réserver aux repas de fête ou à ceux du week-end.

Mais les vaches sont-elles vraiment responsables de tous les maux? Pas complètement, à condition de les laisser pâturer. Les prairies permettent, en effet, de stocker du carbone dans les sols. Plusieurs études ont même montré que, pour certaines d'entre elles, le bilan carbone peut être nul: la quantité de carbone stockée est égale ou supérieure à celle émise, malgré le méthane entérique produit par les bovins qui y paissent. Du bétail nourri à l'herbe fraîche, c'est aussi des prés préservés et bien moins de céréales à cultiver et à transporter. ☀



Quels sont les principaux pays producteurs de bovins?

Le pays qui possède le plus gros cheptel de bovins est de loin l'Inde avec plus de 300 millions de têtes de bétail, suivie de près par le Brésil (215 millions). Viennent ensuite la Chine et les États-Unis avec chacun environ 95 millions de têtes. L'Australie, elle, compte autant de bovins que d'habitants, soit 25 millions! Mais les usages diffèrent selon les pays. En Inde, le bétail est principalement destiné à la production de lait et à la traction animale, tandis que le Brésil est le premier exportateur mondial de viande bovine (2,4 millions de tonnes par an). Quant à la Chine, elle connaît un fort développement de son élevage (pas uniquement bovin) lié à l'explosion de la demande intérieure en viande et lait.



Highland
(Écosse)



Limousine
(France)



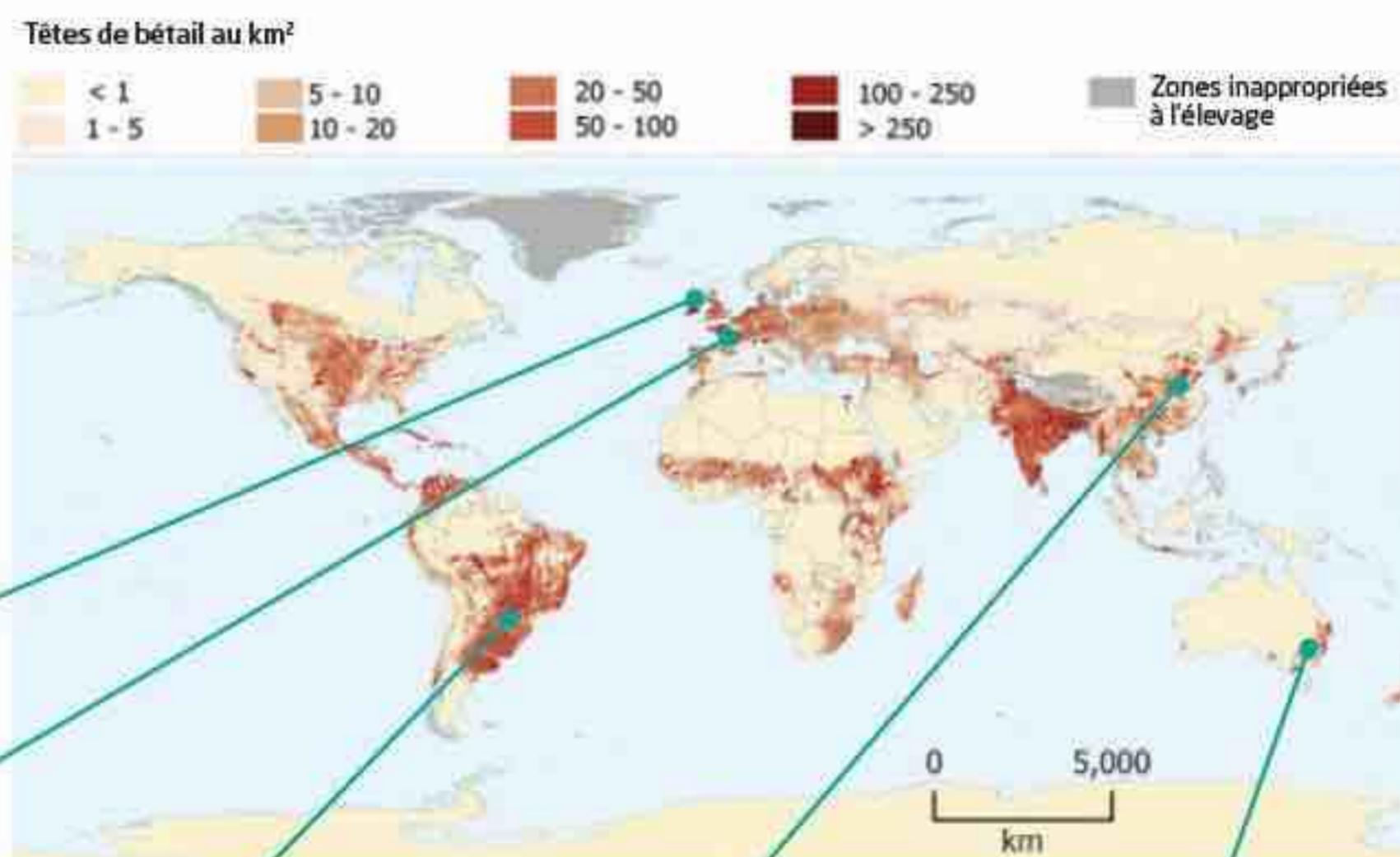
Indu Brasil
(Brésil)



Yakout
(Sibérie)



Charbray australien
(Australie)



Les impacts des vaches sur l'environnement

Pollution des cours d'eau

En plus d'émettre du gaz méthane, le fumier, mélange de litières et de déjections animales, a des conséquences importantes sur l'environnement. Souvent utilisé comme engrais, il est transporté lors de précipitations dans les rivières et s'infiltra dans les nappes phréatiques. Le phosphore et l'azote qu'il contient favorisent la pollution aux algues vertes et contaminent l'eau par apport de toxines.

Production de gaz à effet de serre

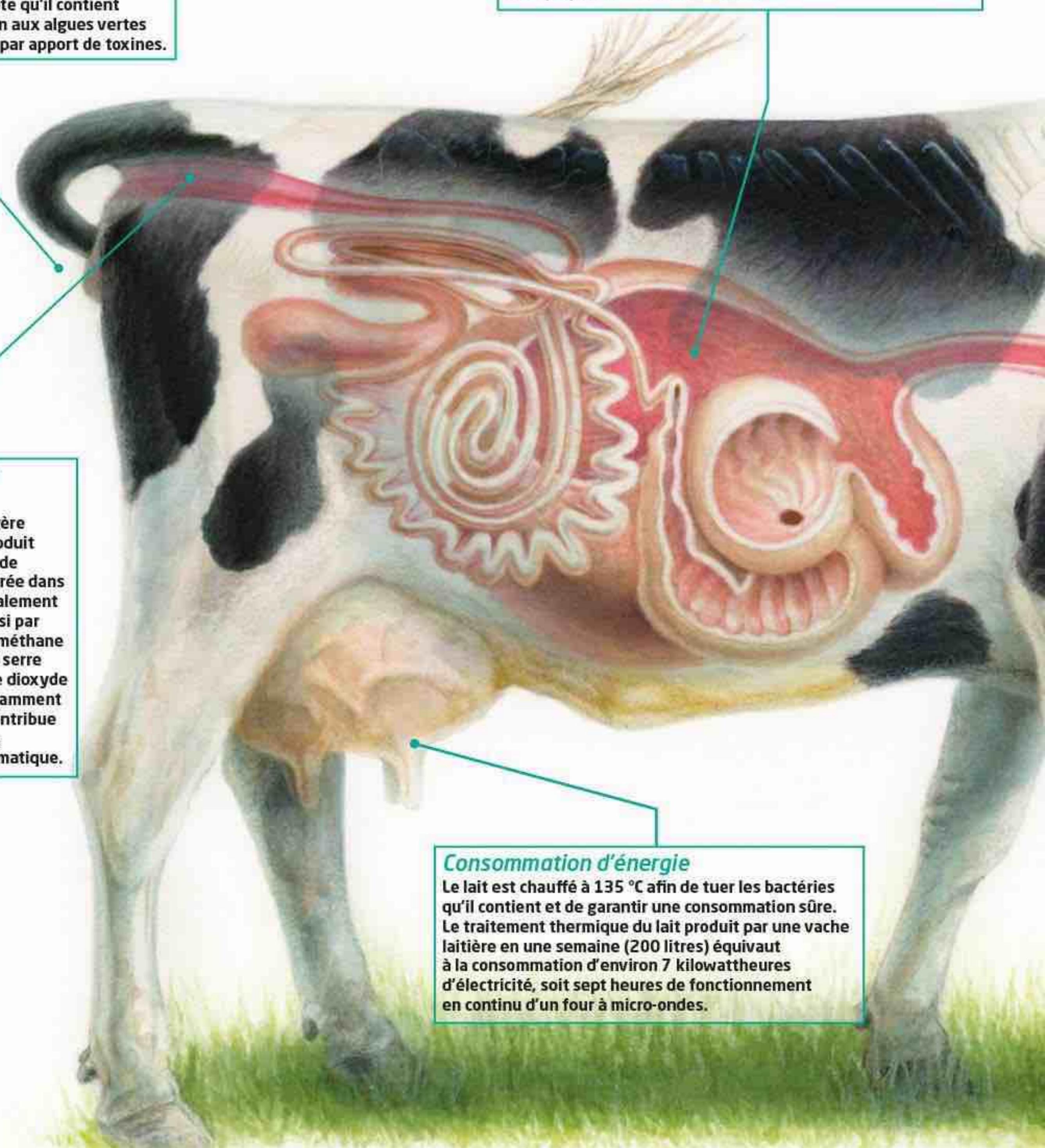
Pour pouvoir ruminer, la vache a un système digestif étonnant composé de quatre estomacs distincts. Les aliments sont stockés dans le plus gros, le rumen, véritable cuve de fermentation. Des micro-organismes y digèrent les aliments en produisant notamment du méthane. La production de gaz est ainsi bien supérieure à celle de la plupart des autres animaux.

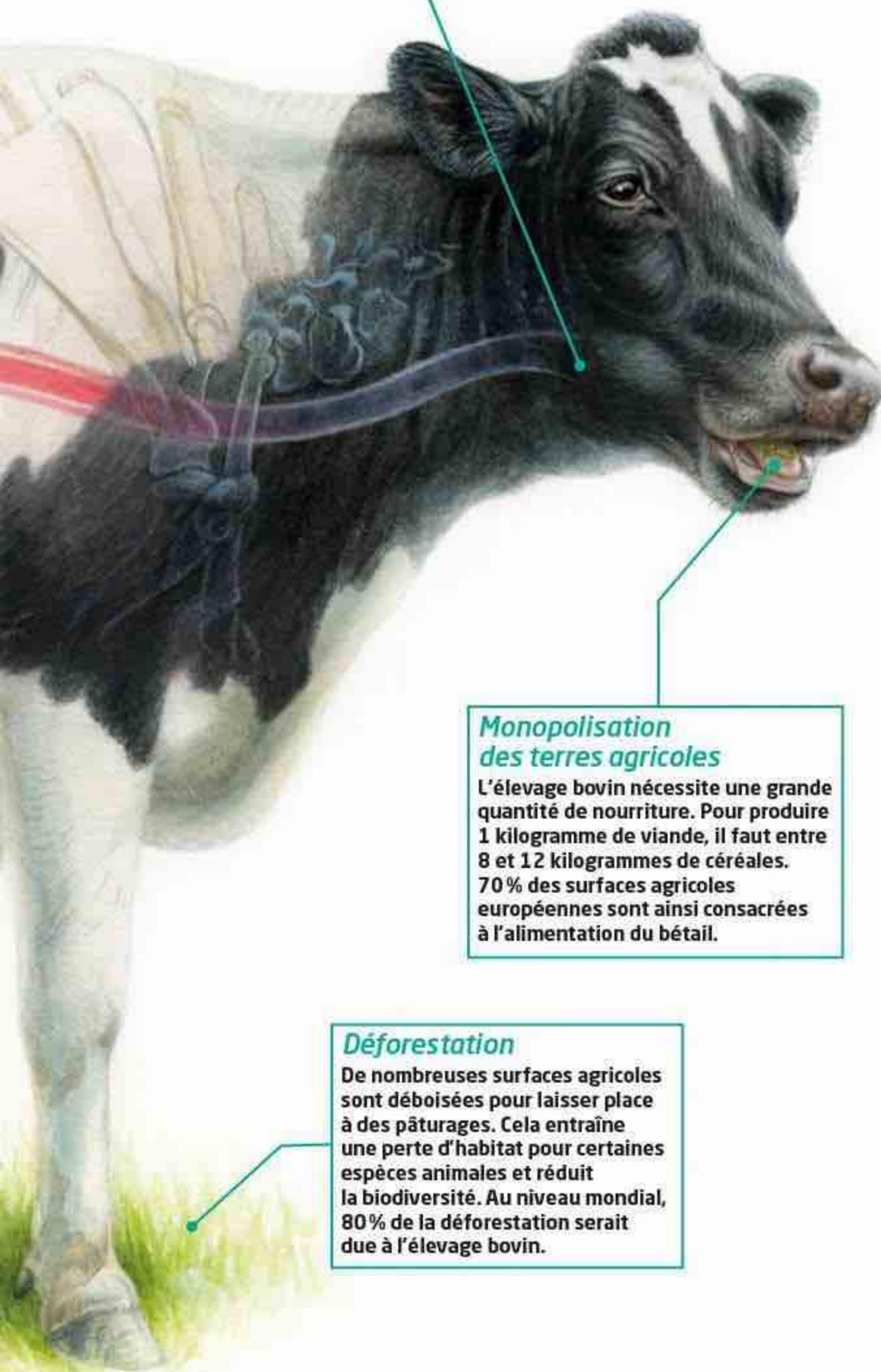
Réchauffement climatique

Lorsqu'une vache digère sa nourriture, elle produit une grande quantité de méthane, qui est libérée dans l'atmosphère principalement par les rôts, mais aussi par les fèces. Bien que le méthane soit un gaz à effet de serre moins répandu que le dioxyde de carbone (émis notamment par les voitures), il contribue davantage que le CO₂ au réchauffement climatique.

Consommation d'énergie

Le lait est chauffé à 135 °C afin de tuer les bactéries qu'il contient et de garantir une consommation sûre. Le traitement thermique du lait produit par une vache laitière en une semaine (200 litres) équivaut à la consommation d'environ 7 kilowattheures d'électricité, soit sept heures de fonctionnement en continu d'un four à micro-ondes.



**Consommation d'eau**

Pour irriguer les céréales et le fourrage qui servent à l'alimentation des vaches, il faut de l'eau. Au total, environ 550 à 700 litres d'eau sont nécessaires pour produire un kilogramme de viande bovine.

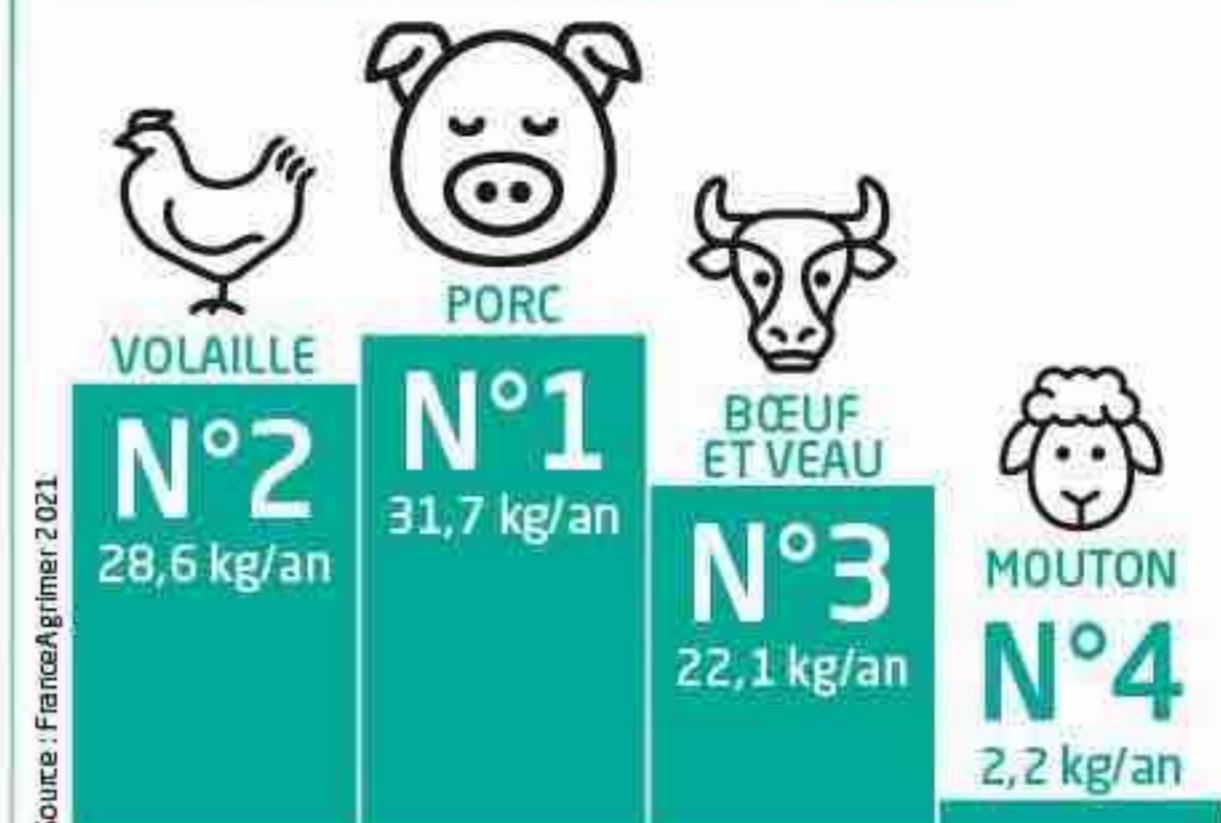
Monopolisation des terres agricoles

L'élevage bovin nécessite une grande quantité de nourriture. Pour produire 1 kilogramme de viande, il faut entre 8 et 12 kilogrammes de céréales. 70 % des surfaces agricoles européennes sont ainsi consacrées à l'alimentation du bétail.

Déforestation

De nombreuses surfaces agricoles sont déboisées pour laisser place à des pâturages. Cela entraîne une perte d'habitat pour certaines espèces animales et réduit la biodiversité. Au niveau mondial, 80 % de la déforestation serait due à l'élevage bovin.

En France, quelle viande consommons-nous ?



Source : FranceAgriMer 2021

Les Français mangent en moyenne 85 kilogrammes de viande par an, c'est-à-dire deux fois plus que leurs grands-parents et trois fois plus que leurs arrière-grands-parents. Mais depuis vingt ans, la consommation de viande baisse globalement, puisqu'elle était de 88 kilogrammes par an en 2000. Lorsque nous en mangeons, il s'agit de plus en plus de viande de volaille (+20 % en dix ans) et de moins en moins de viande bovine (-12 %). Mais notre préférée reste la viande de porc, dégustée notamment en charcuteries.



Des troupeaux plus « écolos »

Les vaches naines Vechur et Kasarogod (hautes de 87 cm pour environ 130 kg) pourraient représenter l'avenir de l'élevage bovin. Originaires du Kerala, en Inde, ces espèces rejettent dix fois moins de méthane que les races laitières des troupeaux traditionnels... puisqu'elles font beaucoup moins de rôts ! Or, 95 % du méthane émis par les bovins l'est par leur bouche. Les vaches les plus petites du monde pourraient aussi très bien s'adapter au réchauffement climatique, car comparées aux races actuelles, elles supportent des températures beaucoup plus élevées.

Le fleuve Colorado serpente à quelque 300 mètres en contrebas, dans ce décor sculpté par l'érosion, emblématique de l'Ouest américain.

LE HORSESHOE

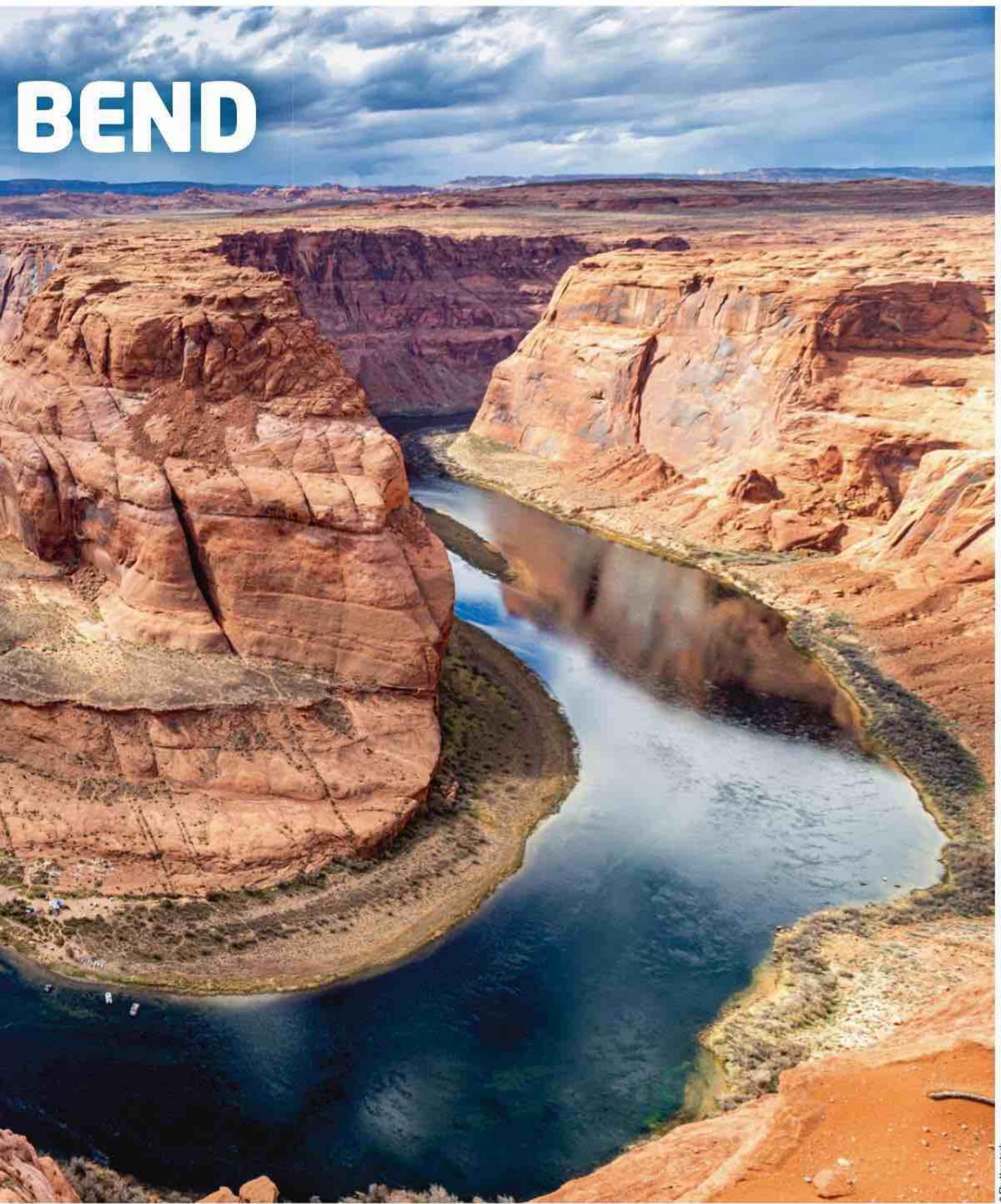
Situé près de la ville de Page en Arizona, ce méandre du Colorado offre l'une des vues les plus spectaculaires sur ce fleuve.

Par Louna Esgueva

C'est l'un des décors naturels les plus époustouflants que compte l'Ouest américain... Le Horseshoe Bend (littéralement courbe du fer à cheval, un nom qui se comprend aisément quand on voit sa forme) est un méandre (une sinuosité très prononcée) du fleuve Colorado, qui serpente au fond d'un canyon abrupt. Si le paysage semble immuable, il n'en a pas toujours été ainsi. À l'ouest de la chaîne des Rocheuses, le plateau du Colorado est une région élevée (1 600 m d'altitude moyenne) qui s'est formée à la suite de mouvements tectoniques, lesquels ont poussé vers le haut les terres du sud de l'Utah et celles du nord de l'Arizona. À la fin du Crétacé (il y a 65 millions d'années environ), le plateau se situait au niveau de la mer. Aujourd'hui, certaines zones culminent à environ 2 000 m d'altitude. Comme tous les méandres, les boucles du Colorado ont été dessinées par un phénomène d'érosion. C'est l'extérieur de la courbe, là où le courant est le plus rapide, qui s'effrite en premier. La roche érodée et les sédiments sont ensuite déposés sur la face intérieure de la courbe, là où l'eau coule plus lentement. Au cours des millénaires, les deux rives n'ont cessé de se creuser, jusqu'à ce que le fleuve se retranche au fond d'un canyon. ☎



BEND



**Premier au combat,
le centurion
au casque à crinière
rouge devait être
un modèle de
courage et, parfois,
de sacrifice**



LA LÉGION ROMAINE

Sure entraîné et soumis à une discipline de fer, ce corps d'armée dota l'Empire romain d'une puissance inégalée au I^{er} siècle avant notre ère. Prêt pour une revue d'effectifs ?

Par Eva Segol

Signa inferre ! Praege ! (« En avant ! Marche ! ») Derrière l'*aquilifer*, porteur de l'aigle emblème de Rome, la légion s'ébranle lourdement au son du *cornicen* (sonneur de cor). À sa tête, Jules César. En cette année 58 av. J.-C., l'ambitieux proconsul franchit les Alpes pour aller mater les irréductibles Gaulois. Loin devant, des espions (*exploratores*) sont déjà partis depuis plusieurs jours reconnaître les forces ennemis, bientôt suivis par les éclaireurs (*speculatorès*). Derrière eux, une avant-garde d'auxiliaires, le plus souvent des cavaliers, puis un premier corps d'infanterie, capable de tenir face à une embuscade jusqu'à ce que des renforts arrivent. Immédiatement après interviennent ingénieurs et terrassiers, chargés de dresser des ponts et d'ouvrir des voies pour laisser passer le train de quelque 150 chariots emportant cantines, engins de siège, infirmerie, butin...

Jusqu'à 50 kilomètres par jour

Au milieu de la colonne, précédant les cohortes (composées chacune de six centuries, voir page 72), l'état-major au grand complet : légat, tribuns, préfet de camp. Au total, quelque 6 000 soldats, sans compter les auxiliaires (cavaliers, frondeurs...) qui peuvent faire grimper les effectifs à 10 000. Pendant les sept années que durera la guerre des Gaules, Jules César ira jusqu'à réunir une douzaine de légions, l'équivalent de près de 100 000 hommes, qui auront raison, prétend-il, de 300 000 Gaulois sous les murs d'Alésia...

Chargés de 40 kilos d'armes, de vivres et de matériel, les légionnaires parcourent 30 kilomètres par jour, voire 50 à allure accélérée... Cette formidable endurance, ils l'ont obtenue au prix

d'entraînements répétés : trois fois par mois, à date fixe et quelle que soit la météo, ils alternent sur 40 kilomètres les cadences à travers les itinéraires les plus accidentés. C'est avant tout grâce à cette rapidité de déplacement, restée inégalée jusqu'à la Révolution française, et aux sandales cloutées de ses soldats, que Rome a conquis son empire.

Hommes et chevaux s'étirent sur quatre kilomètres, offrant un spectacle impressionnant censé décourager l'adversaire. Car, outre sa vitesse de déplacement, l'armée romaine en impose aussi par sa masse et, surtout, par sa discipline et sa violence. Rome puise dans un réservoir d'hommes sans fond. Au fur et à mesure qu'elle soumet tribus et peuples (italiques, germaniques, grecs, asiatiques, africains...), elle les enrôle comme auxiliaires en échange de la citoyenneté romaine. Au I^{er} siècle av. J.-C., elle dispose d'une armée de professionnels surentraînés, qui n'a plus rien à voir avec les citoyens-soldats des débuts de la République.

Un métier rétribué

Jusqu'au II^e siècle av. J.-C., les légions étaient, en effet, constituées de patriciens, des citoyens aisés et propriétaires. Les plus pauvres (les prolétaires) se trouvaient, eux, exemptés : ne possédant rien, ils n'avaient rien à défendre ! Cette armée universelle et censitaire (à laquelle tous les citoyens participaient en fonction de leur richesse) était levée (*legere*, qui a donné « légion ») chaque printemps et libérée à l'automne. Les soldats, chargés de s'équiper eux-mêmes, allaient souvent pieds nus, vêtus d'une courte tunique bordée de rouge et d'un casque en bronze, armés d'une lance et d'un grand bouclier rond. Cette armée non professionnelle ...

... allait battre le Grec Pyrrhus (- 272), conquérir l'Hispanie (- 201), défaire Persée en Macédoine (- 168), détruire Carthage (- 146)...

La guerre contre Jugurtha, le roi de Numidie (actuelle Algérie), marque un tournant; vers - 107, le tribun (homme politique élu par le peuple) Marius, qui a besoin de lever davantage de troupes pour le combattre, décide d'ouvrir les rangs de l'armée aux prolétaires. Ces hommes sans terres, sans biens, vont devenir de vrais professionnels de la guerre, avec une solde (rétribution) de 250 deniers (la monnaie romaine de l'époque), plus des extras, à commencer par les butins pris sur l'ennemi.

Entre les mains de généraux de génie, cette armée devient de plus en plus efficace, souple, maniable. Jules César est l'un des premiers à savoir s'adapter à la disposition du terrain, déplaçant ses cohortes interchangeables en fonction des aléas de la bataille, mais conservant toujours des hommes en réserve. Les légions ne sont plus étalées le long d'un front, mais organisées en profondeur et en damier sur trois lignes (*triplex acies*). L'adversaire se jette sur les premiers rangs, contre lesquels il épouse ses forces; les cohortes romaines malmenées se replient, dans un ordre qui doit tout à une discipline de fer, derrière leurs arrières, laissant aux centuries fraîches le soin de finir le travail. Les Romains peuvent ainsi combattre plusieurs heures durant, tandis que leurs adversaires s'éreintent en vain sur des carrés de légionnaires serrés autour de leur porte-enseigne (signifer) et galvanisés par leurs sous-officiers, les célèbres centurions.

Courage et discipline

Le centurion est l'âme de cette armée (*voir page 72*). Il incarne à lui seul les deux principes qui fondent la puissance romaine: la *virtus* et la discipline. La première est une tradition héroïque de courage qui s'incarne dans le combat singulier. Car cette armée ne se contente pas de marcher au pas, flanc contre flanc, ou de se replier en tortue (les boucliers fermés comme une carapace autour du corps

et de la tête), elle encourage également la bravoure, l'agressivité de ses soldats qui rivalisent de témérité.

Rien ne semble pouvoir arrêter les légions, ni montagne, ni fleuve, ni mer... En 106, à son apogée, la domination romaine s'étend le long de 9000 km de frontières, du mur d'Hadrien, en Angleterre, jusqu'à Louxor, en Égypte, qu'une trentaine de légions (350 000 hommes) sont censées protéger. Autant dire que Rome ne peut se permettre aucune révolte! Sa tactique? Frapper vite et fort. Fondre sur l'ennemi, l'acculer avant qu'il n'ait rassemblé toutes ses forces et l'écraser sans pitié; les légions ne font pas de quartier. D'autant qu'on ne peut pas piller une ville qui se rend...

Rome est perpétuellement en guerre – de sa fondation à l'Empire (753 à 27 av. J.-C.), elle n'a pas connu cinquante années de paix! – et la légion est au cœur de sa civilisation. En ce I^e siècle av. J.-C., ces troupes de mercenaires sont plus fidèles à leurs extraordinaire généraux qu'à la République: César en Gaule, Pompée en Afrique, Crassus qui soumet la révolte d'esclaves de Spartacus. En - 60 av. J.-C., puis de nouveau en - 56, ces trois consuls se partagent le pouvoir au sein d'un triumvirat qui annonce la fin de la République... avant de se livrer une guerre sans merci qui voit des légions affronter d'autres légions dans tout l'Empire. Une guerre civile à laquelle Octave, déclaré Auguste par le Sénat, met un terme en - 27.

Désormais, les légions sont au service d'un empereur. Elles vont connaître d'autres réformes, se spécialiser, se professionnaliser encore plus, porter la guerre en Germanie, Bretagne, Arménie... Une autre histoire commence. ☺



Chaque légion possédait sa cavalerie (equites), le plus souvent composée d'auxiliaires (citoyens non romains) parthes, celtes... (ici une reconstitution).



Le légionnaire est polyvalent: il doit savoir manier le javelot et le glaive, mais également effectuer en bon ordre toutes les manœuvres, comme la position de défense dite de la « tortue » (ci-dessus).

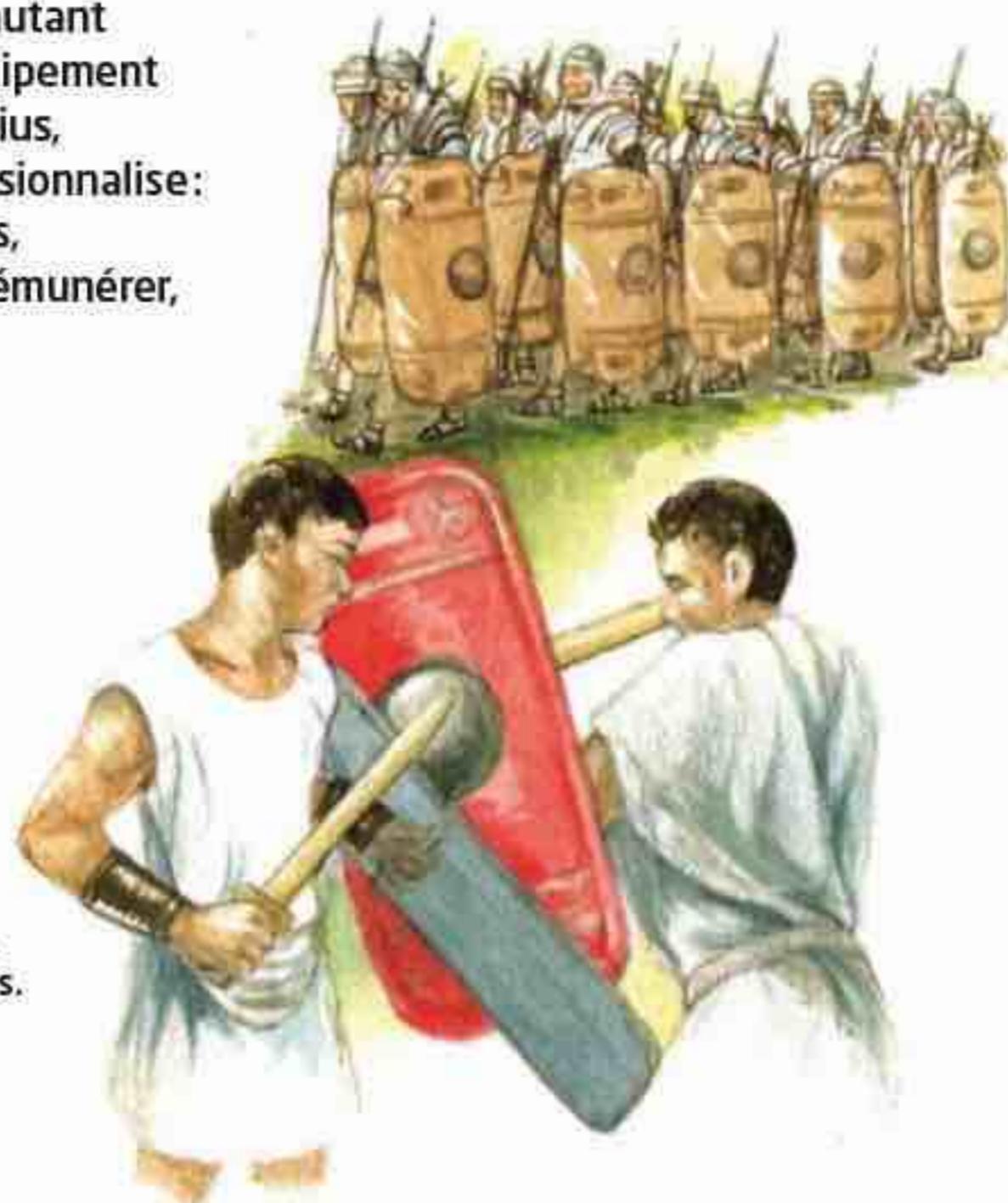


La journée type d'un soldat professionnel

Les Romains ont compris avant tout le monde que la guerre ne se limite pas au combat. Ils ont très tôt accordé autant d'importance à l'entraînement qu'à l'équipement de leurs soldats. C'est avec le tribun Marius, vers 107 av. J.-C., que la légion se professionnalise : il décide alors de recruter des prolétaires, jusqu'alors exemptés, qu'il va (un peu) rémunérer, signant ainsi la fin du citoyen-soldat.

Entraînement

Quand ils ne sont pas en campagne, les légionnaires s'entraînent. Ils simulent des manœuvres complètes d'assauts de murailles ou de batailles rangées. Les soldats travaillent les corps-à-corps avec des armes en bois plus lourdes afin de développer leur puissance musculaire ; ils s'exercent aussi à l'escrime, au lancer du pilum (javelot), à l'équitation... Les légionnaires sont des athlètes complets.



Construction du camp

Les travaux font partie du quotidien du soldat romain. En campagne, le camp est monté et démonté tous les jours. Son architecture est immuable, organisée autour de deux axes perpendiculaires qui aboutissent à quatre portes. Les légionnaires creusent des fossés sur environ 500 m par 800 m, rejetant la terre à l'intérieur afin d'élever un talus sur lequel chacun plante les deux pieux qu'il transporte avec lui pour former la palissade. Puis sont installées la tente du général, avec les aigles plantées devant, celles des soldats, groupées en rectangle en respectant l'ordre de bataille, les cuisines, les étables...



Discipline

La puissance de l'armée romaine repose sur sa discipline. L'obéissance doit être totale : le simple fait d'attaquer sans ordre peut être puni (privation de solde, perte de son grade, flagellation publique...). Mais la punition la plus terrible reste la « déciation » : en cas de défaite, cette punition collective s'applique à un légionnaire sur dix (d'où son nom) tiré au sort, quel que soit son rang. Il est alors lapidé et battu à mort par ses camarades.

800 ans de domination romaine

-753

Date légendaire de la fondation de Rome.

-509

Début de la République romaine et soumission de la région italienne du Latium.

-387

Mise à sac de Rome par les Gaulois.

-290/-265

Domination de l'Italie.

-264/-146

Trois guerres puniques. Destruction de Carthage.

Suite page suivante...

Composition d'une légion

Une légion est composée de 10 cohortes numérotées de I à X. Elles sont sous-divisées en 6 centuries de 80 soldats chacune, sauf la première. Celle-ci regroupe l'élite de la légion et est divisée en 5 centuries de 160 hommes, soit 800 individus.

Prefet de camp

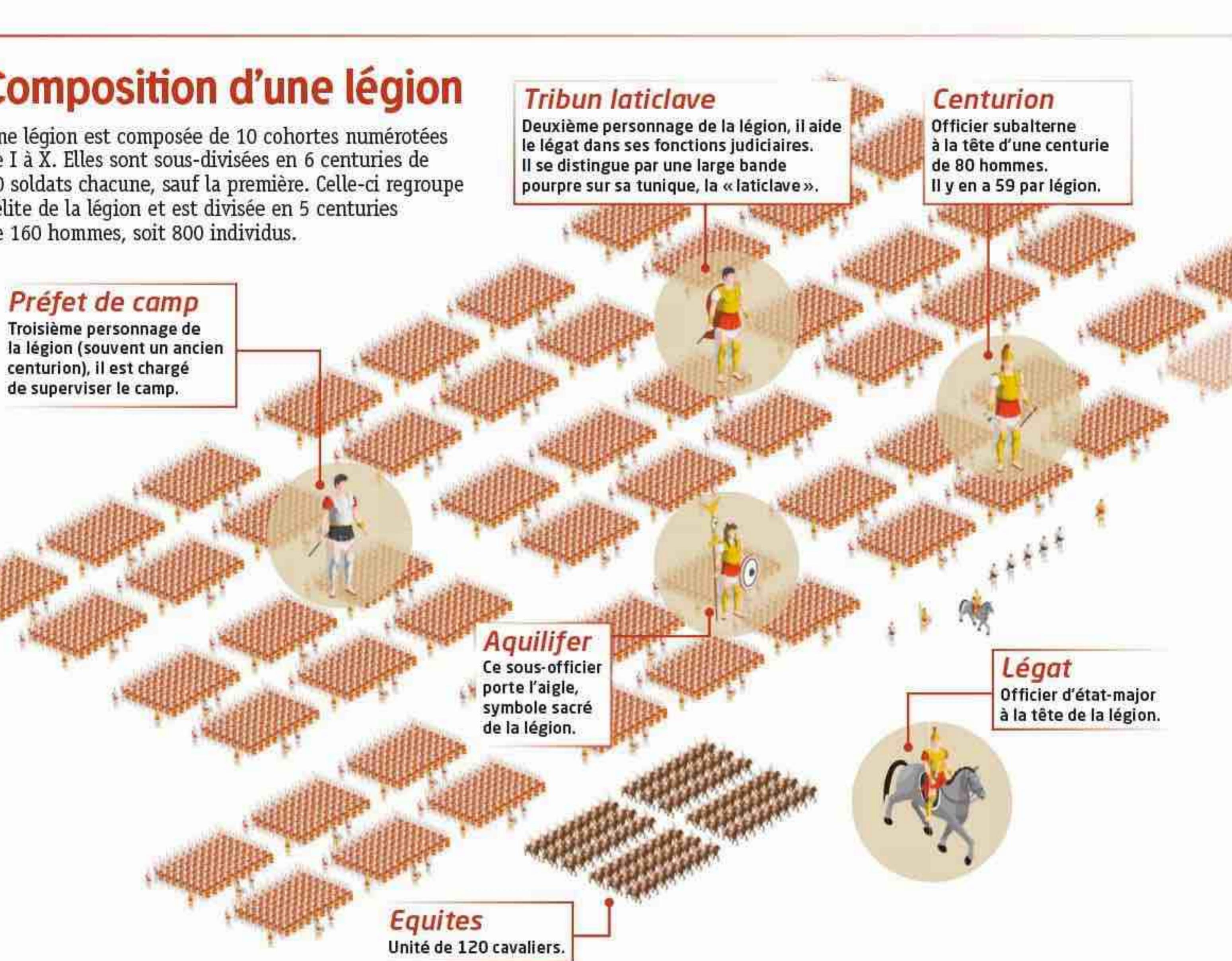
Troisième personnage de la légion (souvent un ancien centurion), il est chargé de superviser le camp.

Tribun laticlave

Deuxième personnage de la légion, il aide le légat dans ses fonctions judiciaires. Il se distingue par une large bande pourpre sur sa tunique, la « laticlave ».

Centurion

Officier subalterne à la tête d'une centurie de 80 hommes. Il y en a 59 par légion.

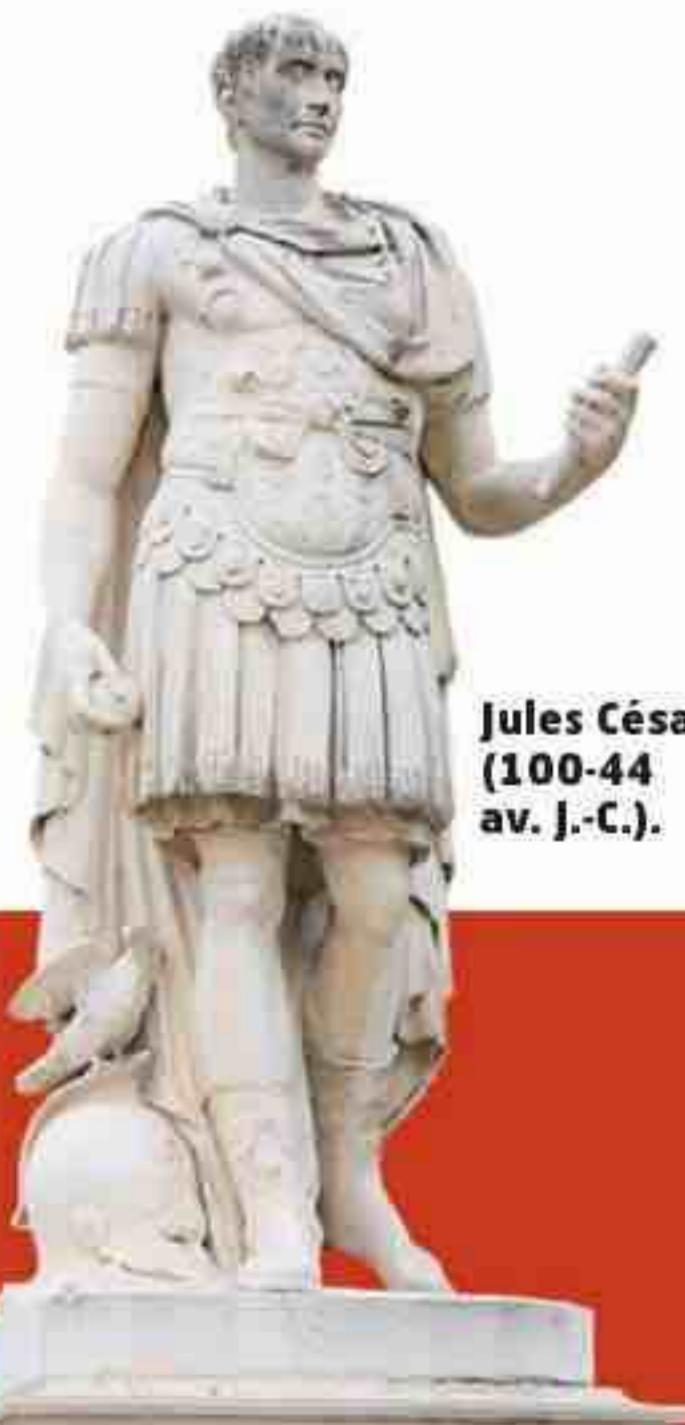


Centurions : braves parmi les braves

Les centurions constituent l'épine dorsale de la légion. Comme leur nom l'indique, ils commandent une centurie (80 légionnaires). Relais indispensable entre le haut commandement et la troupe, leur poste exige calme et autorité. Ils ont, en effet, une valeur exemplaire.

Toujours au premier rang, leur vaillance et leurs cicatrices forcent l'admiration de leurs hommes qui leur sont entièrement dévoués. Jules César n'a pas tarì d'éloges sur ces soldats au courage extraordinaire. Dans *La Guerre des Gaules*, il raconte le sacrifice du centurion

Marcus Petronius qui, en pleine débâcle sous les remparts de Gergovie (-52), fond seul sur les Gaulois en exhortant ses hommes à l'abandonner. Les centurions courront cinq fois plus de risques de mourir que ceux qu'ils commandent. À Gergovie, ils représentent un mort sur quinze...



Jules César
(100-44 av. J.-C.).

-168

Défaite des Macédoniens et conquête de la Grèce.

-112/-105

Conquête de la Numidie (actuelle Algérie).

-107

Fondation de la légion « classique ».

-91/-88

Guerre sociale.

Équipement du légionnaire

Pour remplir sa fonction principale – la guerre –, il reçoit deux types d'armement, défensif et offensif.



Tribun angusticlavé

Il appartient à l'ordre équestre. Il y en a 5, et chacun dirige 2 cohortes de 1 000 hommes.

Casque

Il protège la tête, sans gêner la vue ni l'ouïe. En bronze ou en fer, il est doté de grands protège-joues, d'une collierette sur la nuque (inspirée du casque des Gaulois) et d'une sorte de visière qui le renforce au niveau du front.

Javelot

Une hampe de bois mesurant 1,50 m, surmontée d'un fer redoutablement affûté, long de 60 cm. Sa portée est de 30 m. Il a la particularité de toujours retomber la pointe en bas. Difficile à arracher, il rend inutilisables les boucliers dans lesquels il se plante.

Glaive

Courte (70 cm) et facile à manier, cette épée à double tranchant est une arme redoutable. Les officiers la porte à gauche, les soldats à droite. Elle est employée de préférence d'estoc (avec la pointe) en portant les coups au niveau de l'abdomen.

Cuirasse

Souple, légère et résistante, elle est, en outre, articulée. Les bandes de métal qui la composent sont maintenues à l'intérieur par des courroies de cuir.

Bouclier

Haut de 1,20 m et large de 70 cm, constitué de lattes de bois entrecroisées, recouvertes de cuir et renforcées en métal, le bouclier est également une arme. La pièce arrondie centrale (*l'umbo*) sert à protéger la main, à dévier les projectiles et à frapper l'adversaire.

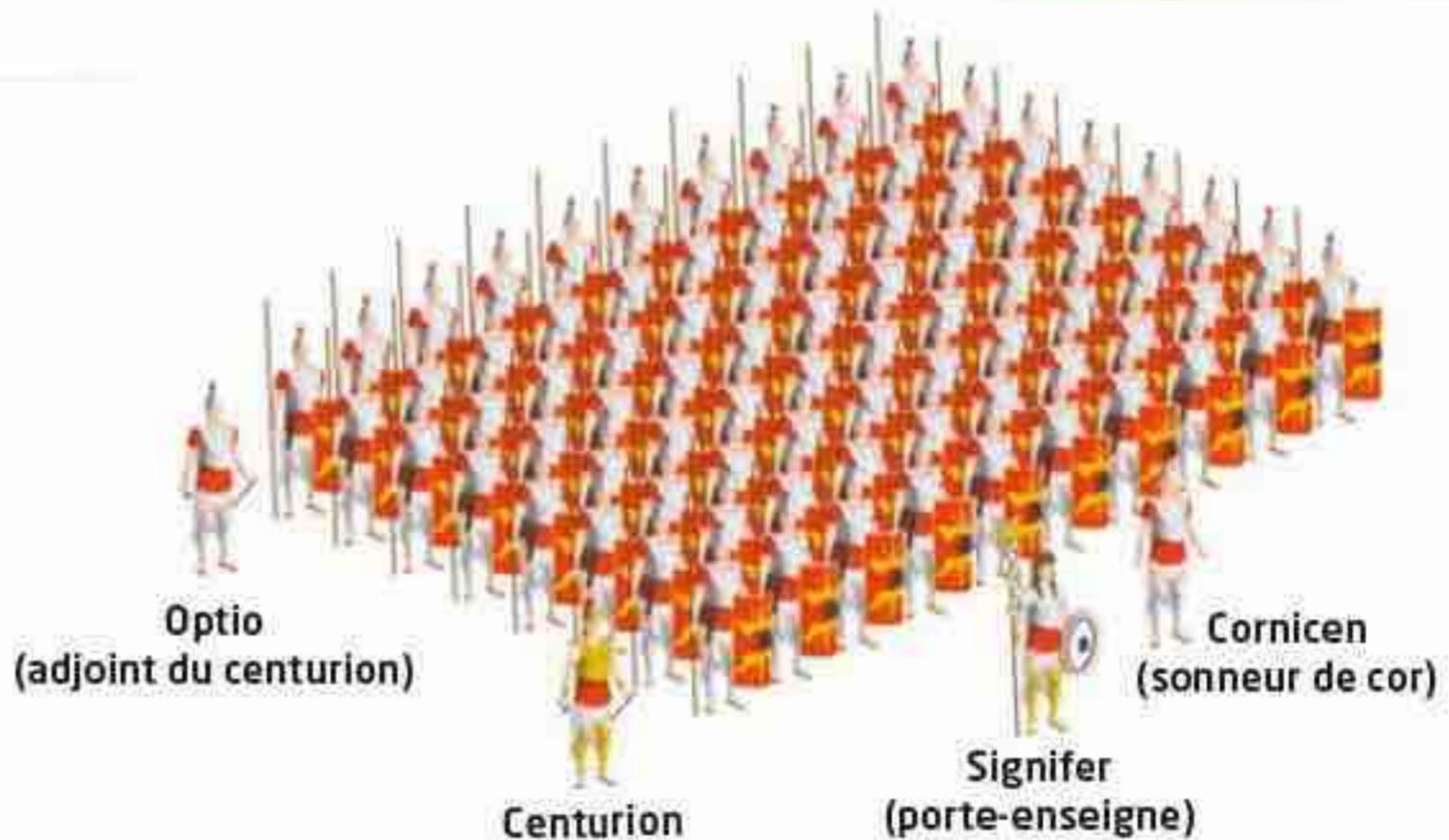
Sandales

C'est avant tout en marchant que les Romains ont conquis leur empire. Les *caligae* sont des sandales faites d'une seule pièce de cuir, dont la semelle à triple épaisseur est cloutée. L'hiver, le légionnaire porte des « chaussettes » en peau de lièvre ou de chat.



alors qu'ils ne représentent qu'un soldat sur quatre-vingts ! Ils sont des militaires de carrière types. Issus de la plèbe, ils ne peuvent espérer se hisser dans la hiérarchie qu'au prix de leur courage, et rivalisent entre eux de bravoure agressive (la *virtus*).

Ils doivent vingt-cinq ans à Rome : vingt comme soldats, plus cinq comme vétérans. Arrivés à la retraite, ils reçoivent une *commoda*, sous la forme de terres ou d'une prime de démobilisation s'élevant à 3 000 deniers (soit environ douze ans de solde de base).



-88/-66

Conquête de l'Asie mineure.

-64/-63

Conquête de la Syrie et de la Judée.

-58/-50

Conquête de la Gaule.

-44

Assassinat de Jules César.

-27

Octave devient Auguste : début de l'Empire.

43

Conquête de la Bretagne.

BLAISE PASCAL

« L'homme n'est qu'un roseau, le plus faible de la nature ; mais c'est un roseau pensant. »
(Pensées, VI, fragment 347, édition Brunschvicg).



Les dates clés

1623

Blaise Pascal naît à Clermont (aujourd'hui Clermont-Ferrand, Puy-de-Dôme) le 19 juin.

1631

La famille Pascal « monte » à Paris. Les enfants, orphelins de leur mère, sont éduqués par leur père.

1640

Le premier ouvrage de Pascal, *Essai pour les coniques* (traité de géométrie), est publié.

1642

Pascal n'a que 19 ans lorsqu'il met au point une machine à calculer capable de résoudre additions et soustractions.

1646

Les Pascal père et fils réalisent des expériences sur le vide, confirmant les théories de Torricelli.

1647

Pascal, 24 ans, rencontre René Descartes, 51 ans : les deux hommes sont en désaccord sur la question du vide.

Tout au long de sa courte vie, Pascal, mathématicien, physicien, inventeur, écrivain, philosophe et théologien, n'a cessé d'approfondir sa réflexion et de se remettre en question.

Par Delphine Gaston-Sloan

Blaise Pascal voit le jour à Clermont, en Auvergne, en 1623. Il n'a que 3 ans au décès de sa mère. La famille – qui compte trois enfants, dont deux filles, Gilberte et Jacqueline – s'installe à Paris et le père, Étienne, magistrat et mathématicien, se charge de l'éducation de son fils. Une tête aussi bien pleine que bien faite : toutes les disciplines sont abordées (littérature, langues anciennes, sciences expérimentales, mathématiques...), mais la part belle est aussi faite à la réflexion. L'enfant, curieux de tout et studieux, baigne dans l'élite intellectuelle de son temps et montre des signes évidents de précocité, malgré une constitution fragile. Un surdoué, dirions-nous aujourd'hui. Pour Chateaubriand, c'est même un «effrayant génie». À 11 ans, il rédige un traité sur la propagation des sons ; à 12 ans, il démontre, seul dans son coin, la 32^e proposition d'Euclide (la somme des angles d'un triangle est égale à 180°).

Précoce

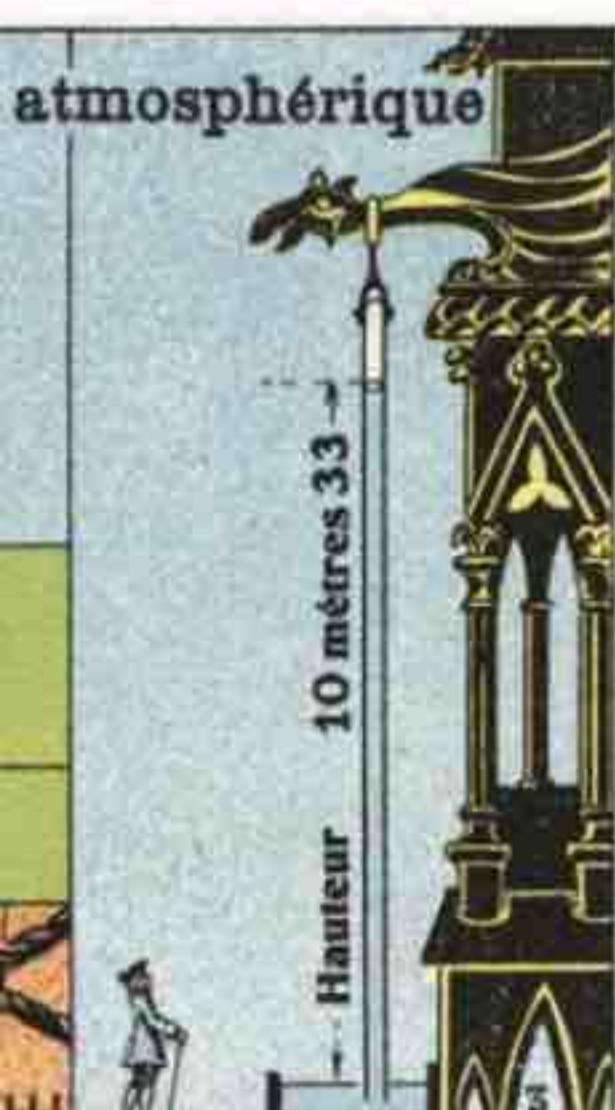
Pascal a 16 ans lors de la publication de son premier ouvrage de géométrie (*Essai pour les coniques*), qui lui vaut reconnaissance parmi les savants français et européens. La famille vit désormais à Rouen, où le père a été nommé intendant «pour l'impôt et la levée des

Reproduisant l'expérience de l'italien Torricelli, Pascal prouve l'existence et la variation de la pression atmosphérique.



tailles». Désireux de l'aider dans ses calculs, le jeune prodige, qui n'a pas encore 20 ans, met au point une machine arithmétique. Connue sous le petit nom de Pascaline, cette ancêtre de la calculatrice peut effectuer additions et soustractions. Pascal ressent les premiers effets d'une maladie qui ne le quittera plus. Sa famille, jusque-là catholique mais pas dévote, se laisse gagner aux thèses du jansénisme (doctrine fondée sur l'idée de grâce, de libre arbitre et de prédestination, prônant un christianisme austère, considérée alors comme hérétique). Blaise est «converti», mais n'en poursuit pas moins ses travaux, menant cette fois, avec son père, des expériences sur la pression atmosphérique. Ces dernières aboutissent à la publication de plusieurs traités sur «*l'équilibre des liqueurs*», principe du baromètre (il laisse d'ailleurs son nom au pascal – symbole Pa –, unité de mesure de contrainte et de pression). Sa santé se dégrade et les médecins prescrivent l'arrêt de tout travail intellectuel trop intense. En pure perte. Étienne, son père, s'éteint en 1651. Sa sœur Jacqueline se retire à l'abbaye de Port-Royal, haut lieu du jansénisme. À Paris, Blaise Pascal allie vie mondaine (le «*divertissement*» qu'il fustigera plus tard), fréquentation des salons et poursuite de son œuvre scientifique. En 1654, réchappant par miracle d'un accident, il fait une expérience d'*«extase mystique»*. Au soir de sa courte vie, il se détourne en partie de «*la vanité des sciences*» profanes pour se tourner vers la quête de Dieu.

Il publie sous pseudo *Les Provinciales*, dix-huit lettres fictives au service de la cause janséniste, qui seront mises à l'index. Le 19 août 1662, Pascal, muni des derniers sacrements, décède à 39 ans. Il laisse une œuvre philosophique inachevée, traitant de la foi et de la misère de l'homme sans Dieu. Retrouvées après sa mort sous forme de fragments, les *Pensées* sont publiées à titre posthume (1669).



1653

Pascal fait paraître deux traités : *De l'équilibre des liqueurs* et *De la pesanteur de la masse de l'air*.

1656

Il publie anonymement la première *Lettre écrite à un Provincial par un de ses amis, sur le sujet des disputes présentes de la Sorbonne*.

1658

Pascal signe une *Histoire de la roulette* (ou cycloïde).

1661

Il crée, à Paris, la première société de transport en commun urbain, baptisée les Carrosses à cinq sols (trajets, tarifs et heures fixes).

5 contributions

1 Essai pour les coniques (1640)

Théorème : si un hexagone est inscrit dans une conique, les points d'intersection des côtés opposés sont alignés.

2 Expériences nouvelles touchant le vide (1647)

Il prouve l'existence du vide et affirme que «*la nature n'a aucune répugnance pour le vide*».

3 Traité de l'équilibre des liqueurs (1653)

Il énonce le principe des vases communicants, sur lequel s'appuie le fonctionnement des jauge de niveau.

4 Traité du triangle arithmétique (1654)

À l'aide d'une table numérique, connue comme «triangle de Pascal», l'auteur jette les bases du calcul de probabilités.

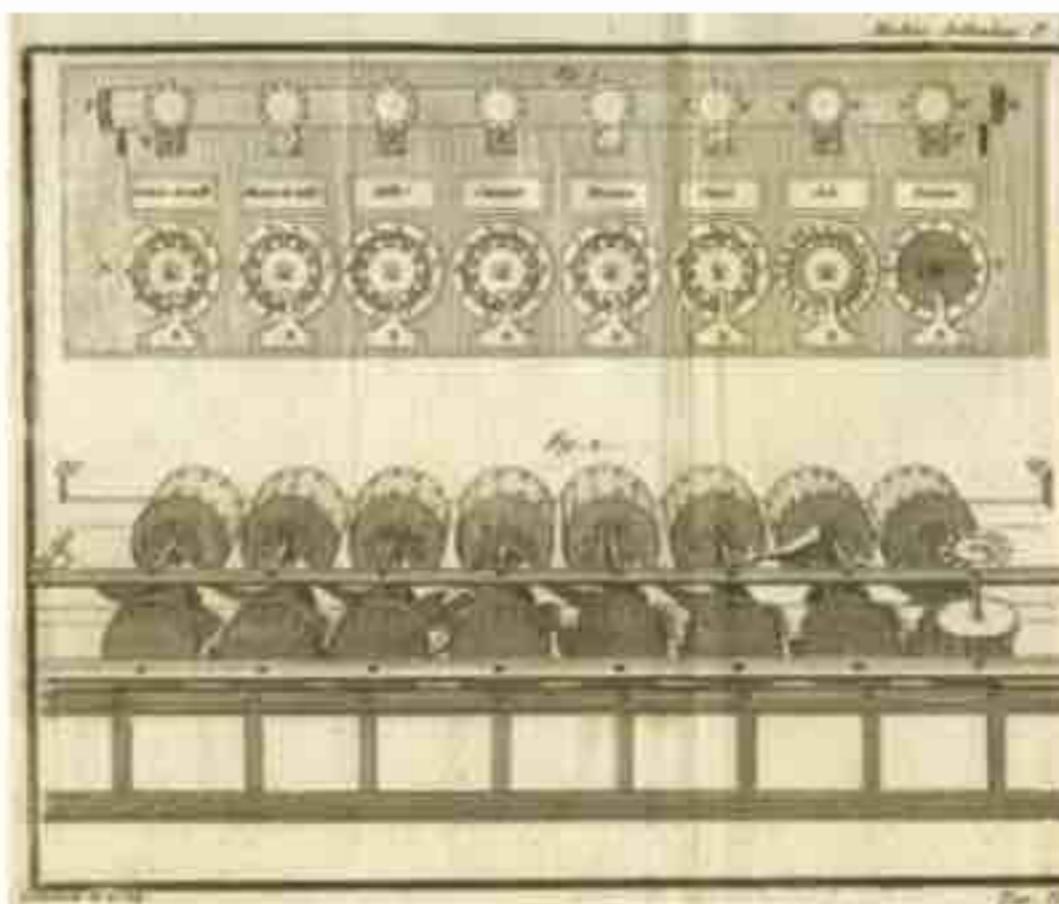
5 Histoire de la roulette (1658)

Il ne s'agit pas du jeu de casino mais de la trajectoire d'un point fixe d'un cercle roulant sur une droite (cycloïde).



La machine à calculer

1642 : Pascal invente la première machine à calculer connue, utilisant un système d'engrenages de type horlogerie – six roues posées sur le couvercle d'une petite boîte oblongue. Il ajoute un cliquet, qui reporte automatiquement les retenues des opérations. Pour promouvoir son invention, il en offre une à la reine Christine de Suède.



1662

Le 19 août, Blaise Pascal rend l'âme en prononçant ces dernières paroles : «*Que Dieu ne m'abandonne jamais!*»

Sorties & Expos

PAR SWALI
GUILLEMANT

PARIS

RAMSÈS & L'OR DES PHARAONS Grandeur égyptienne

Après Toutânkhamon qui rassembla 1,4 million de visiteurs à la Grande Halle de La Villette en 2019, c'est au tour de Ramsès d'attirer les foules. Présentée avant à San Francisco, l'exposition *Ramsès & l'or des pharaons* fait une escale européenne à Paris, avant de s'envoler pour Sydney. L'occasion unique de remonter quelque 3 000 ans en arrière et de partir à la rencontre de ce pharaon rendu célèbre, entre autres, par son incroyable longévité : il régna sur l'Égypte durant 67 ans (de 1279 av. J.-C. jusqu'à sa mort en 1213 av. J.C., à 92 ans), un record ! L'exposition dévoile ainsi 180 objets, dont certains quittent leur pays d'origine pour la première fois, comme la tête colossale du pharaon sculptée dans du granit rose qui accueille le public. Le parcours retrace trois facettes de Ramsès II : le guerrier, le bâtisseur et, enfin, le pharaon dans la mort. On découvre le chef de guerre accompagné de son lion (domestiqué), entre autres à travers un film racontant la célèbre bataille de Kadesh, qui l'opposa à l'empire hittite et dont il sortit victorieux. La paix retrouvée, Ramsès II se lance dans de gigantesques constructions,

notamment des statues et des temples, dont deux sont présentés sous forme de maquettes très impressionnantes. La dernière partie entraîne les visiteurs dans les rites funéraires qui ont accompagné Ramsès le Grand après son trépas. De somptueux cercueils témoignent du rôle des nombreux artistes qui, tout au long de la vie du pharaon, ont œuvré sur le tombeau royal, tandis que des momies d'animaux attestent du talent des embauemeurs. Retrouvés dans les tombes royales, une multitude d'objets divers et de bijoux en or, matière considérée alors comme la peau des dieux, sont autant d'indices sur les trésors qui se trouvaient à l'origine dans le tombeau de Ramsès, pillé peu après sa mort. Point d'orgue de l'exposition, le sarcophage en bois de cèdre qui abritait la momie royale, hélas trop fragile pour supporter le voyage.

Ceux qui le souhaitent peuvent visiter (15 € en sus) les temples d'Abou Simbel et la tombe de la reine Néfertari, épouse de Ramsès II, le temps d'une expérience de réalité virtuelle.

« Ramsès et l'or des pharaons »,
à la Grande Halle de La Villette, jusqu'au
6 septembre. Tarifs : 20 € (4-14 ans) à 24 €.
Plus d'infos sur : www.expo-ramses.com

Collier pectoral.

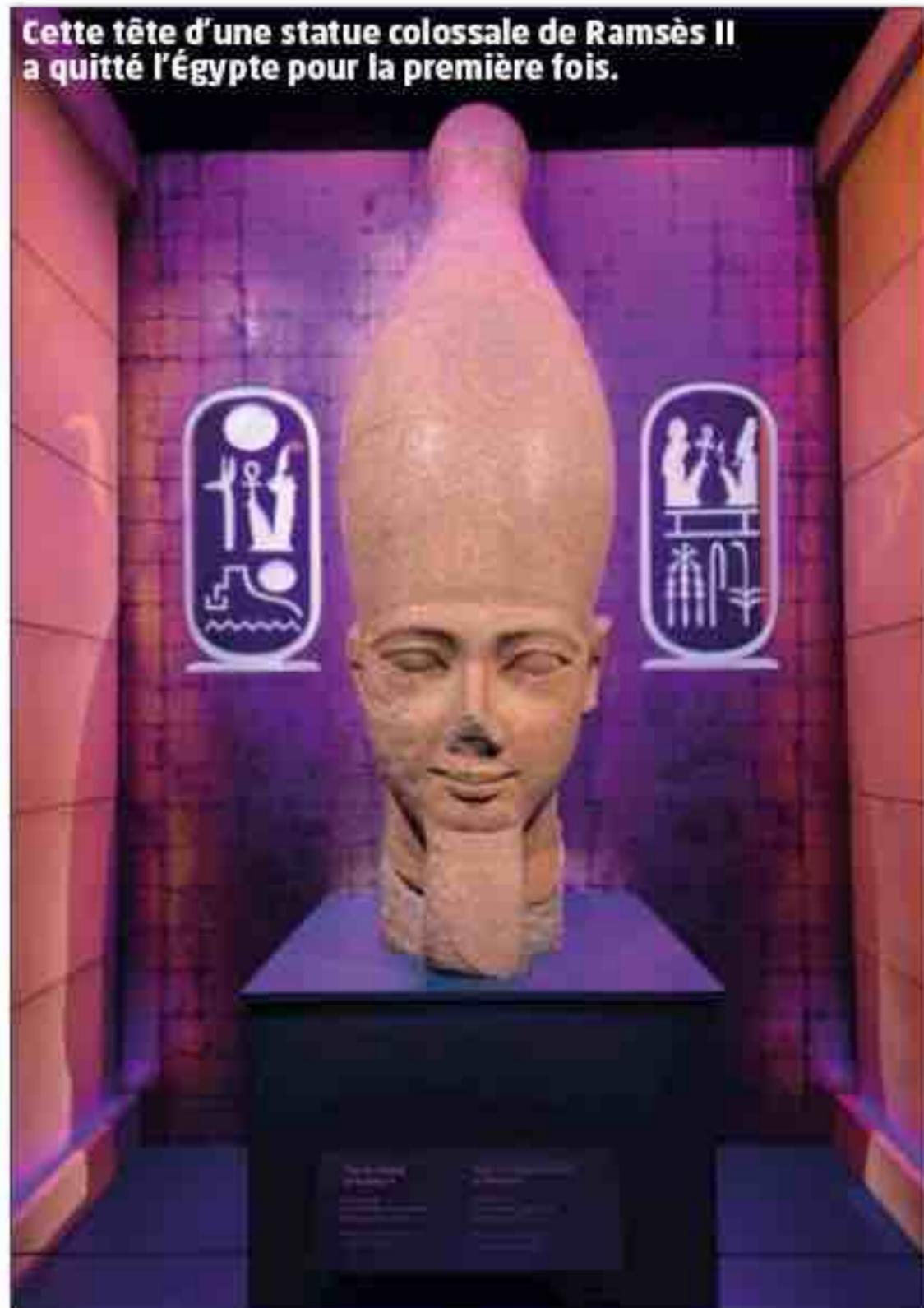


Cercueil externe de Sennedjem,
l'un des artisans des tombes de la vallée des Rois.



Parures, masques, mobilier funéraire... pièces uniques dont certaines sont présentées pour la première fois hors d'Égypte, à l'image de ce cercueil, célèbrent la splendeur du règne de Ramsès le Grand.

Cette tête d'une statue colossale de Ramsès II a quitté l'Égypte pour la première fois.



© Isabelle Dubesset/CCM

Admirer le cercueil en cèdre qui renfermait la momie de Ramsès II est une exclusivité de l'exposition parisienne.



LYON

SECRETS DE LA TERRE Trésors de pierres

T raversez le tunnel d'une mine et pénétrez dans les entrailles de notre planète : 8 000 minéraux de toutes les couleurs vous y attendent dans un décor de cavité souterraine. Certains sont même fluorescents sous la lumière ultraviolette. On découvre leurs processus de formation, parfois dans des conditions extrêmes comme pour le diamant né de pressions gigantesques, mais aussi les propriétés qui les distinguent comme leur dureté, voire leur odeur : le soufre sent l'œuf pourri. L'exposition explore ensuite le lien entre les minéraux et les usages qu'en ont fait les hommes au fil du temps, de la création de pièces en argent chez les Romains aux vitraux du Moyen Âge. Plus étonnant, on apprend que les minéraux sont aujourd'hui partout, jusque dans les smartphones et les emballages, et que leur extraction est liée à des enjeux majeurs pour la planète.

« Secrets de la Terre », au musée des Confluences (Lyon), jusqu'au 31 décembre 2024. Tarifs : 9 € (gratuit - de 26 ans). Plus d'infos sur : www.museedesconfluences.fr/fr



Fragment de météorite ferreuse.



Du talc au diamant en passant par le sel, le parcours chronologique rappelle que l'homme exploite les profondeurs de notre planète depuis des millénaires.

MEAUX

INFIRMIÈRES, HÉROÏNES SILENCIEUSES DE LA GRANDE GUERRE Soins au cœur du conflit

L es soldats de la Première Guerre mondiale ne sont pas les seuls à avoir pris part au conflit. Quelque 120 000 infirmières s'engagèrent elles aussi. Le musée de la Grande Guerre de Meaux (77) célèbre ces femmes et leur métier, encore à ses débuts à l'époque, dans une exposition qui décrit leur quotidien. Certaines sont religieuses, d'autres militaires, mais la plupart d'entre elles étaient bénévoles, souvent issues de la classe aisée. À travers huit portraits, l'exposition nous dévoile le parcours et l'impact de cette expérience sur la vie de ces femmes. Des croquis réalisés sur le terrain décrivent les gestes qu'elles répétaient

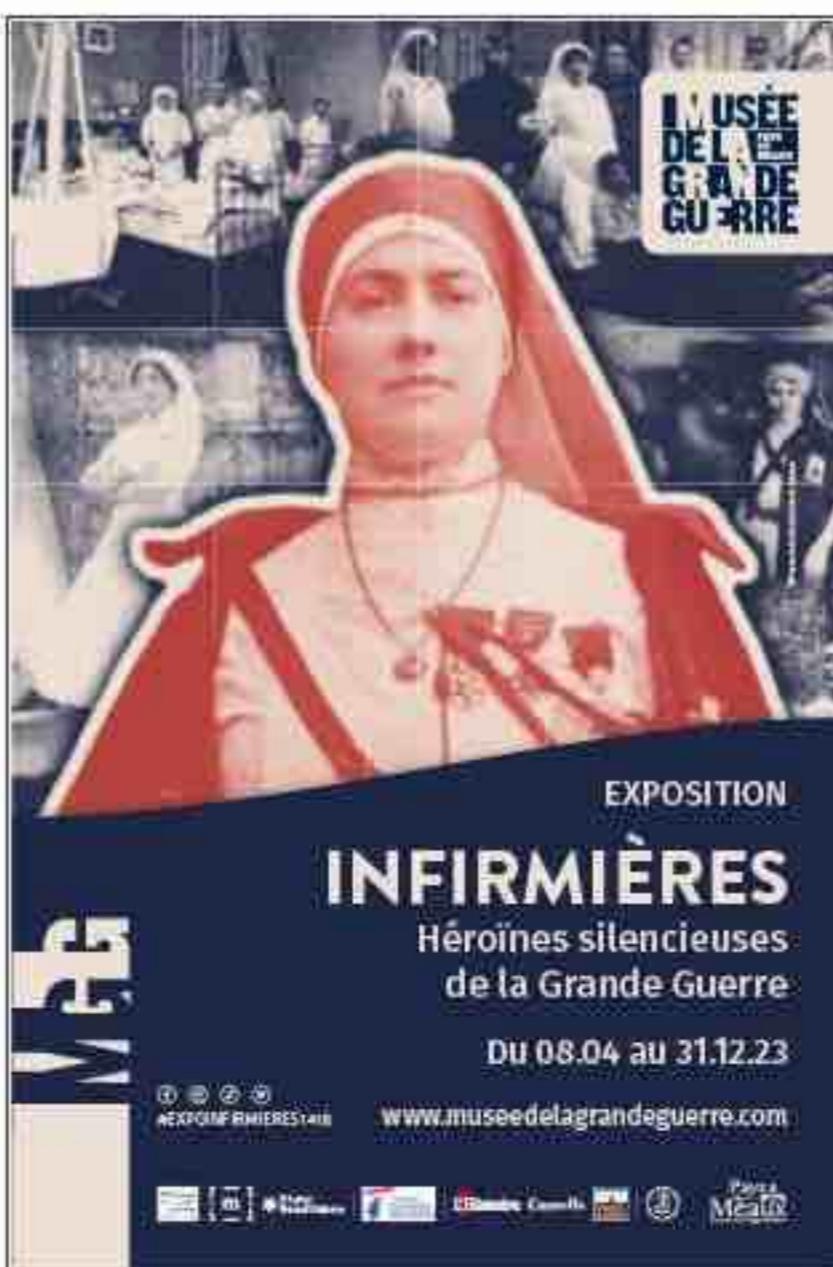
et les différents soins qu'elles prodiguaient : piqûres, mais aussi promenades, et même correspondance pour les blessés. Lettres, photographies et objets dépeignent ainsi leurs conditions de travail et nous éclairent sur les pratiques de l'époque : on réutilisait tout, même les bandages, et on stérilisait les instruments grâce à la vapeur. Le visiteur est même invité à enrouler un bandage comme le faisaient ces soignantes.

« Infirmières, héroïnes silencieuses de la Grande Guerre », au musée de la Grande Guerre (Meaux), jusqu'au 31 décembre. Tarifs : 5 € (- de 26 ans) à 10 €. Plus d'infos sur : www.museedelagrandeguerre.com

Boîte de bobines de fil décorée d'une scène de soins auprès d'un blessé.



L'exposition montre comment l'engagement des infirmières lors du premier conflit mondial a ouvert la voie à une reconnaissance de leurs compétences, au-delà de leur dévouement.



BD & Livres

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

VULGARISATION SCIENTIFIQUE

LA GÉNÉTIQUE AU CŒUR

de Philippe Amouyel (scénario)
et Héloïse Chochois (dessin et couleurs)

Science et conscience



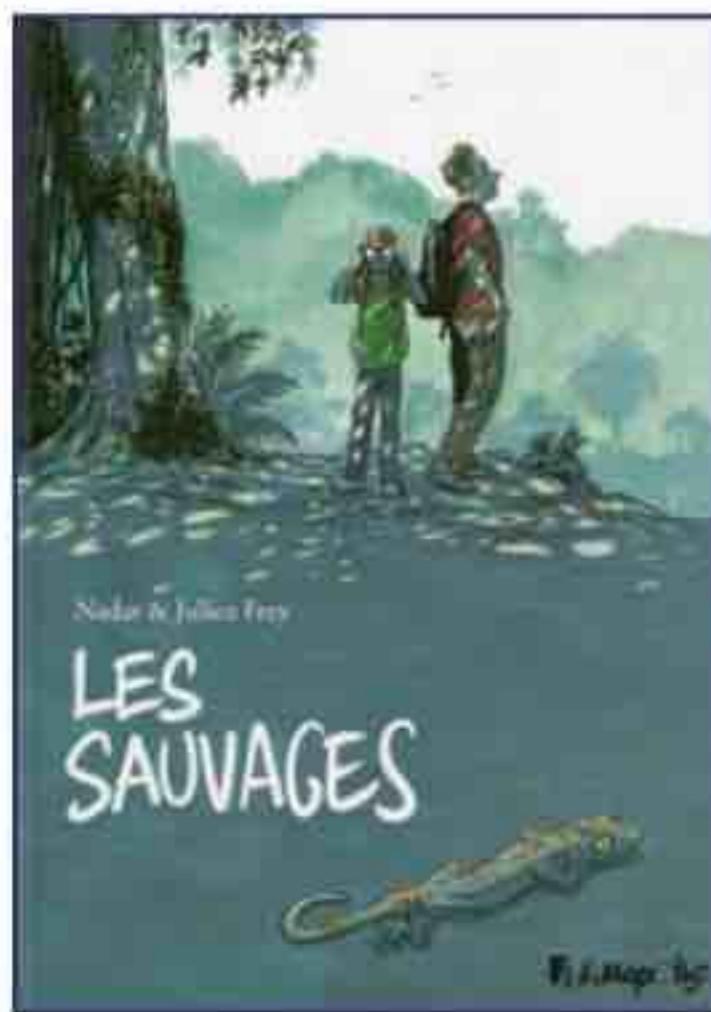
Dargaud,
176 pages, 22 €

Comme chaque semaine, Agathe déjeune avec son père. Entre deux endives un peu amères, la jeune femme avoue avoir fait avec sa sœur un test ADN sur Internet. Son père, généticien, soupire avant de lui rappeler que ces tests «récréatifs» censés aider à percer les mystères de nos origines ou dévoiler des maladies qui pourraient nous guetter, réalisés en dehors de tout contexte scientifique et médical, peuvent avoir des conséquences très graves pour celles et ceux qui s'y adonnent, ajoutant au passage que lesdits tests en ligne sont parfaitement illégaux. Servi par le graphisme simple et précis d'Héloïse Chochois, le professeur Philippe Amouyel nous informe sur la génétique et nous alerte sur ses dérives.

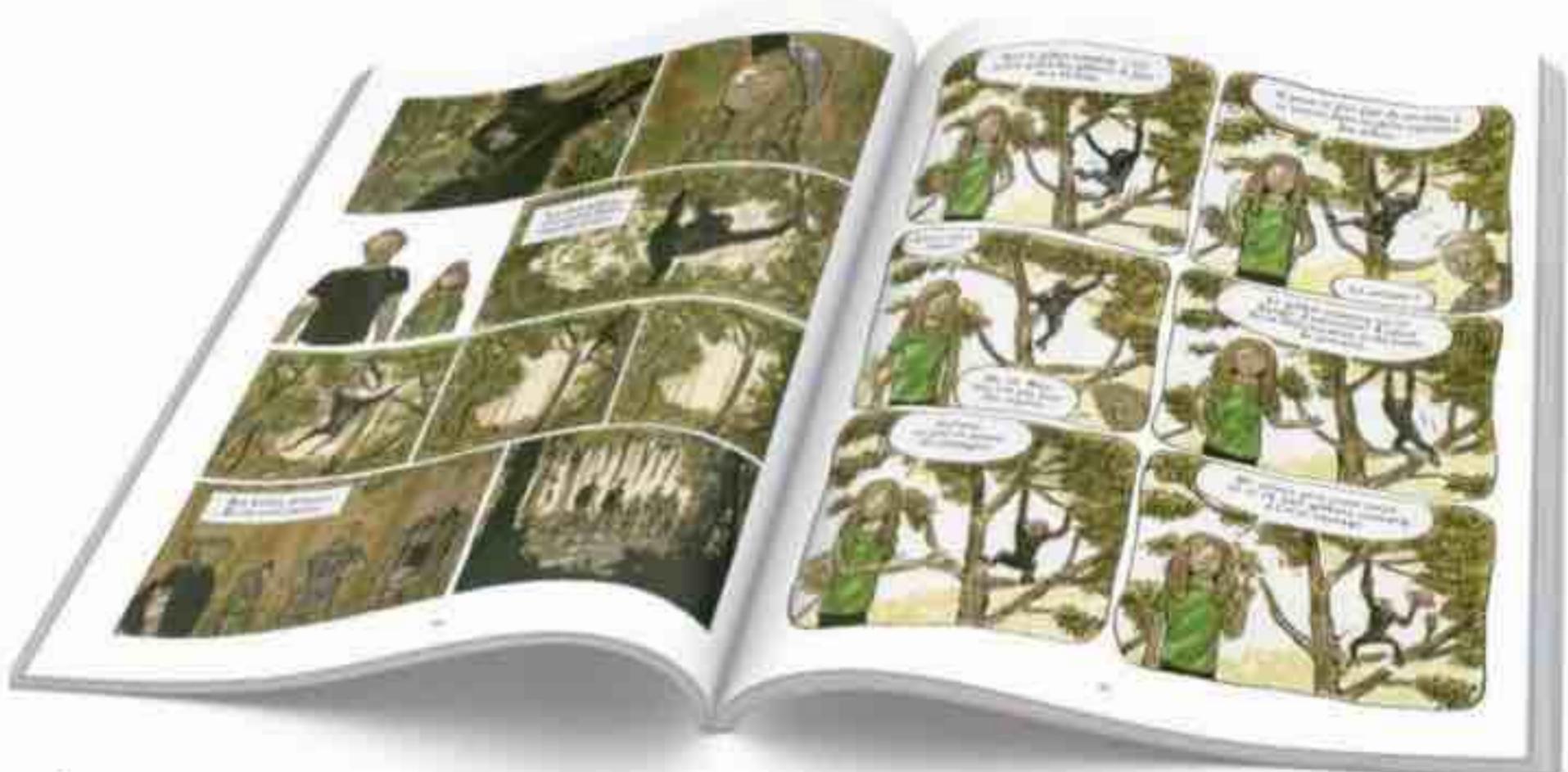
VOYAGE INITIATIQUE

LES SAUVAGES

de Julien Frey (scénario)
et Nadar (dessin et couleurs).
Exposés de Joanne Frey
et postface de Johan Michaux



Futuropolis,
152 pages, 22 €

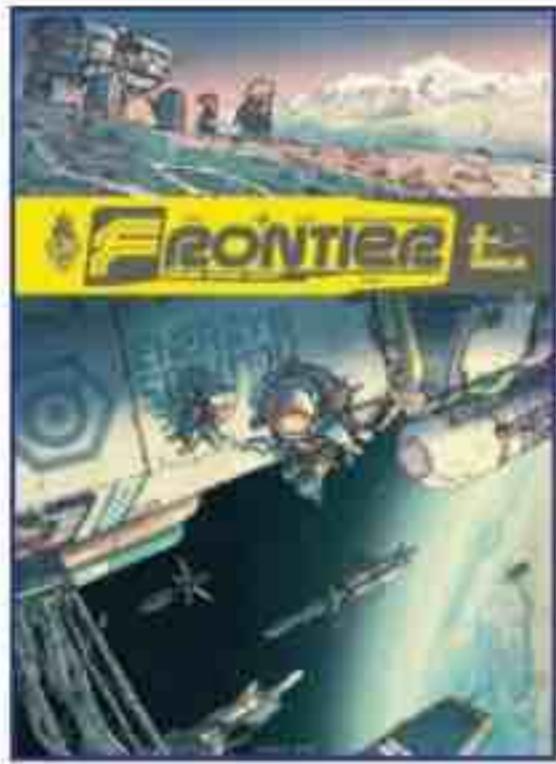


Réaliser un rêve d'enfant

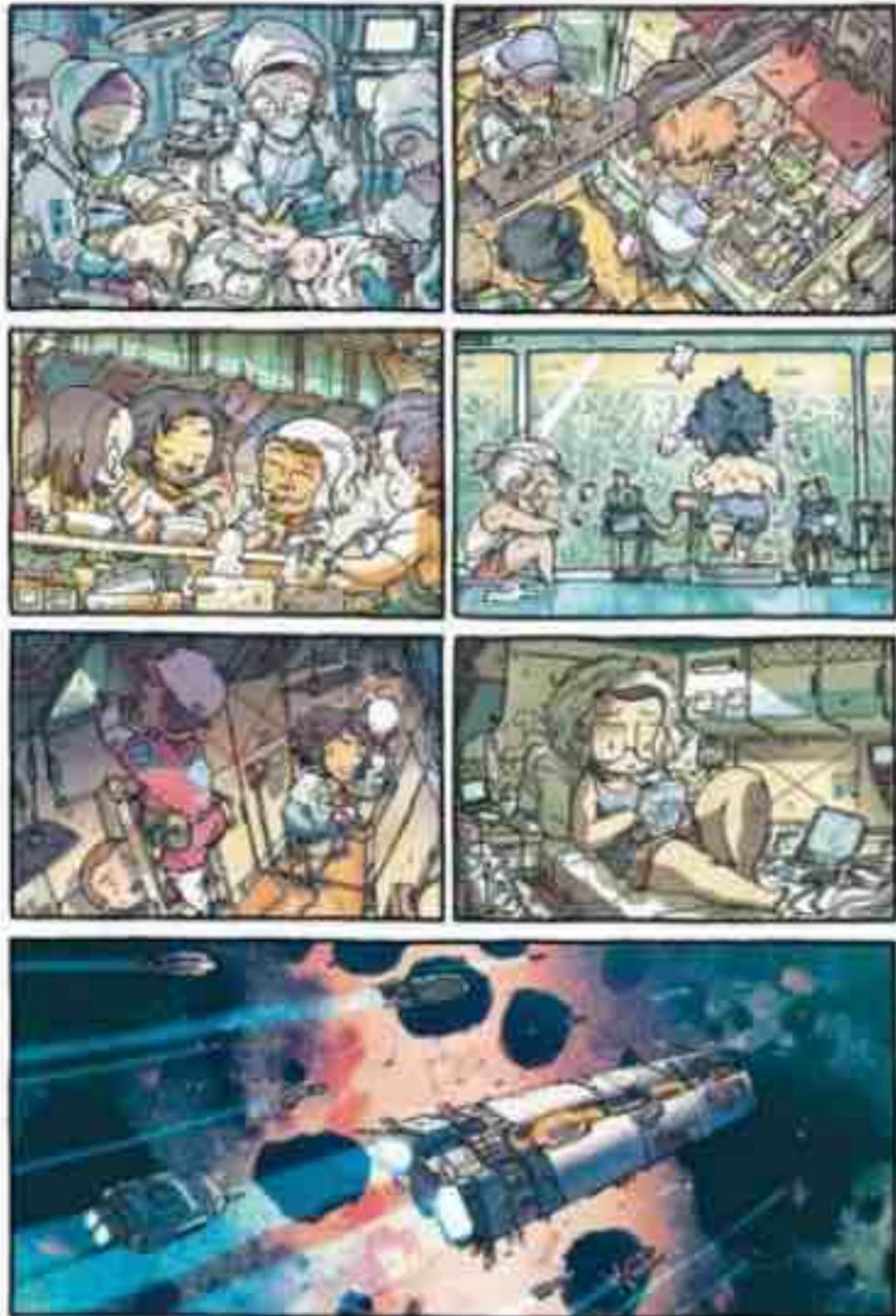
Âgée d'une dizaine d'années, Joanne Frey s'interroge sur le devenir de «sa» planète, sur l'utilisation à outrance de l'huile de palme, la déforestation massive, le braconnage et la disparition des espèces animales. Julien, son père, l'observe, tour à tour attendri ou anxieux. Comment lui montrer ce qu'elle ne pourra bientôt plus voir? Et si lui proposait de

venir avec lui en Indonésie, aux côtés de biologistes, afin de découvrir l'incroyable biodiversité de l'archipel? Rien n'arrêtera plus ce père et sa fille, pas même la pandémie de Covid-19 survenue en cours de route. Des éléphants et gibbons de Sumatra aux dragons de Komodo, l'ouvrage, jalonné d'explications scientifiques, questionne sur notre rapport au monde «sauvage».

SPACE OPERA

FRONTIERde Guillaume Singelin
(scénario, dessin et couleurs)**Retrouver
son libre arbitre**Label 619 / Rue de Sèvres,
208 pages, 21,90 €

Après avoir saccagé les dernières ressources de la Terre, l'humanité part à l'assaut de territoires de plus en plus lointains. Un eldorado pour des compagnies minières et sécuritaires surpuissantes, un enfer pour de pauvres bougres exploités jusqu'à la moelle. Ji-soo, une scientifique passionnée d'archéologie, Alex, un travailleur spatial qui n'a jamais connu notre planète, et Camina, une mercenaire sanguine, refusent d'être de simples pions. Après avoir recueilli l'attendrissant Gonku, un petit singe de laboratoire, le trio s'envole à bord d'un vaisseau spatial bricolé... Vers l'infini et l'au-delà. Vers un monde plus juste en tout cas, où la solidarité n'est pas un vain mot. Le tout traité dans un style foisonnant, à la croisée de la BD classique, du manga et du comics.



DOCUMENTAIRE ILLUSTRE

EN MISSION DANS UN SOUS-MARINde Benjamin Rico,
illustrations de Youssef Defali**En immersion**Vagnon,
64 pages, 9,95 €

Il est des métiers qui nous font rêver, fantasmer, sans bien savoir ce qu'ils impliquent en réalité, d'où l'intéressante collection « Vis leur vie », qui s'est déjà penchée sur les métiers de pompier, footballeur professionnel, sous-marinier. Prenons ce dernier, peut-être encore plus mystérieux que les autres, car se déroulant à 350 mètres de profondeur et nimbé du secret-défense. Avant de découvrir la vie à son bord (comment on y est logé, comment on s'y distrait, quels sont les différents postes occupés - veilleur sonar, pilote, chef de quart, cuisinier...), on apprend comment ça marche un sous-marin, en particulier quand il est à propulsion nucléaire, et à quoi ça sert, pour peu qu'il embarque des bombes atomiques. Si le lecteur aspire à embrasser la carrière, il est mis face aux difficultés : vie collective, claustrophobie, pression, sacrifices. Pour voir dans quoi il s'embarque.



DOCUMENT

2041: L'ODYSSEE DE LA MEDECINE

de Jean-Emmanuel Bibault

Éditions des équateurs,
208 pages, 19 €**Dr Robot**

La SF a excité notre angoisse vis-à-vis de la robotique et de l'intelligence artificielle, montrant une humanité dépassée par les machines, voire réduite en esclavage. Amorce de réconciliation grâce au Dr Bibault, dont les travaux marient lutte contre le cancer et IA. Avec clarté et force exemples concrets, il décrit comment les algorithmes vont améliorer la médecine, au niveau épidémiologique (prédir la prévalence d'un cancer dans une zone géographique), diagnostic (mieux détecter des tumeurs que des radiologues, même pronostiquer des cancers encore invisibles à l'œil humain), curatif (automatisation de la radiothérapie), préventif (anticiper les insuffisances rénales). Les questions éthiques sont aussi posées et l'avenir de la médecine, esquissé. En bonus, une pédagogie sur l'IA... soignée !

DIY

INSPIRATION STREETWEAR

de Jessica Brisac et Amélie Thomas

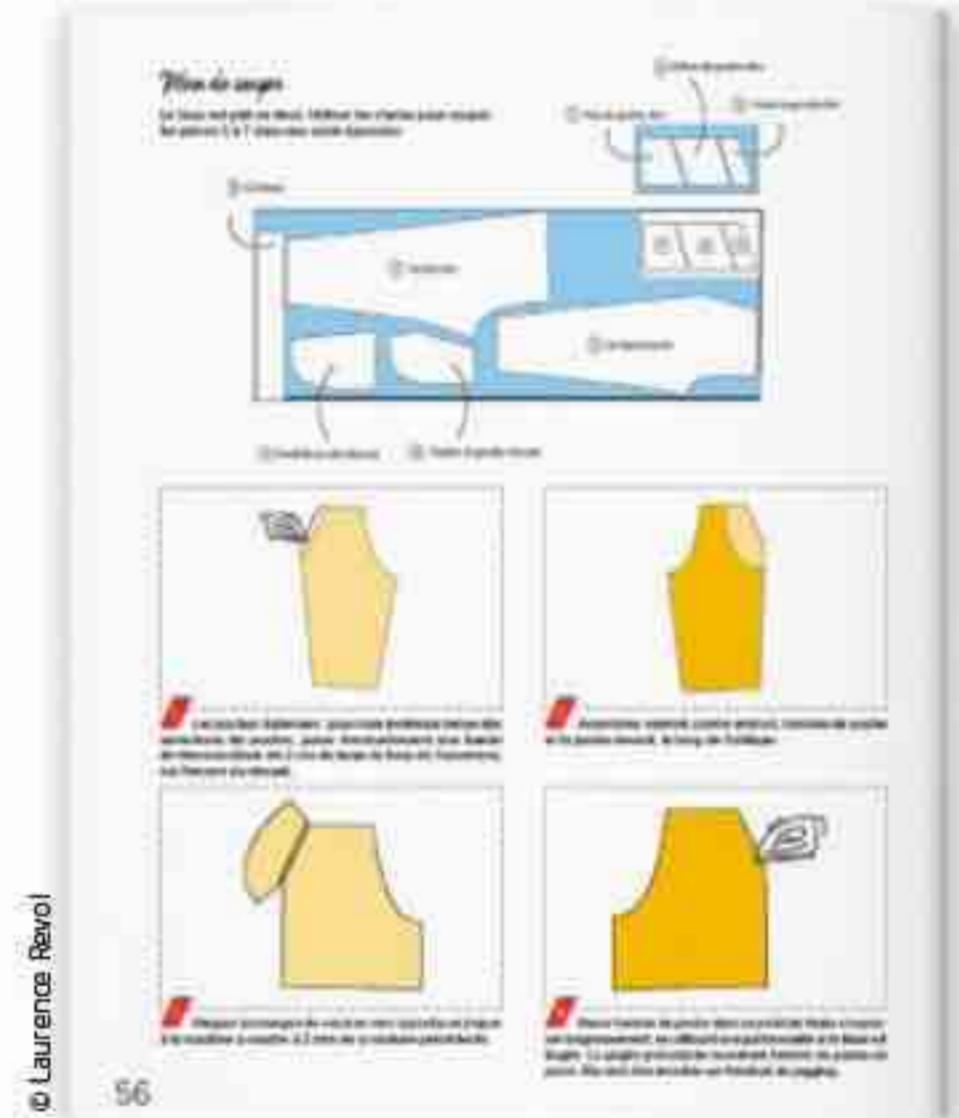
Streetwear sous toutes les coutures

Pour faire suite à la saga du hip-hop, un ouvrage sur sa déclinaison dans la mode : le streetwear ou habit inspiré de la culture urbaine. On y découvre l'histoire de chaque pièce iconique. Le jogging, bas de survêtement dédié originellement à la pratique sportive, est devenu un pantalon du quotidien, même quand on ne bouge pas un orteil, grâce notamment au groupe de rap new-yorkais Run-DMC, sponsorisé par Adidas dans les années 1980. Quant au baggy, pantalon extra-large

qui vous découvre à moitié les fesses et vous oblige à marcher comme si vous descendiez de cheval, il est un clin d'œil aux prisonniers américains se voyant attribuer des pantalons trop grands et privés de ceinture (pour éviter toute tentative de pendaison). La tenue idéale du gangsta rappeur. Hoodie, teddy, chemise de baseball... autant de vêtements à découvrir et surtout fabriquer, car ce livre est aussi un guide de couture (avec patrons) pour réaliser soi-même ses modèles préférés.



Mango Éditions,
128 pages, 27,50 €

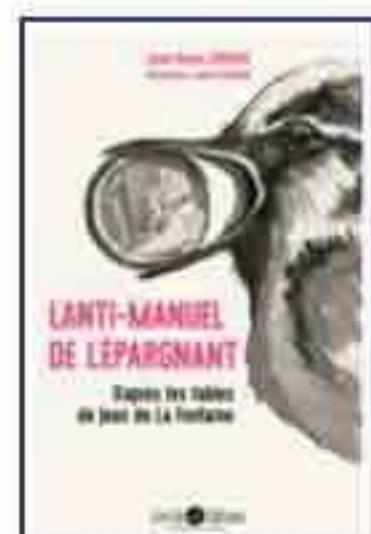


© Laurence Revol

56

GUIDE**L'ANTI-MANUEL DE L'ÉPARGNANT
D'APRÈS LES FABLES DE LA FONTAINE**

de Jean-Denis Errard

**« Un Tiens vaut, ce dit-on,
mieux que deux Tu l'auras »**

Enrick B. Éditions,
296 pages, 18 €

Après plus de quarante ans passés dans la presse financière, le journaliste Jean-Denis Errard sait que seule la sagesse est le secret d'un patrimoine bien placé. Qui de plus sage dans notre littérature que La Fontaine ? Enfin, en matière de gros sous, il était plutôt un panier percé. Qu'importe, Errard s'en remet à ses fables, aux morales édifiantes, pour livrer ses conseils d'épargne. Entre frilosité vis-à-vis de placements jugés risqués et désintérêt, l'épargnant français est passif. Ce livre ludique grâce aux références aux fables, pédagogique sur l'ensemble des produits financiers, explicite sur toutes les formes d'arnaques, l'aide à reprendre en main les cordons de sa bourse.

**Comment
ça marche**

**POUR VOUS ABONNER, GÉRER VOS ABONNEMENTS
OU CHANGER DE MAGAZINE**

Par téléphone:

01 87 64 05 32 (lun-ven 9h-19h)

De l'étranger, tél : (+ 33) 1 87 64 05 32

Par mail:

relation.abo@fleuruspresse.com

Par courrier:

CDN Vivetic, Service Fleurus Presse,

127, rue Charles Tillon, CS 80021, 93308 Aubervilliers Cedex.

Pour la Belgique:

Edigroup, tél: 070 233 304, abonne@edigroup.be

Pour la Suisse:

Edigroup, tél: 022 860 84 01, abonne@edigroup.ch

Pour le Canada:

Fleurus Presse, Express Mag, expressmag@expressmag.com

Relations collecteurs/libraires/écoles:

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

Tarif France 1 an : 58,80 €.

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

Comment ça marche

est édité par

Unique Heritage Presse SAS

au capital de 500 000 €.

SIREN 338 412 463 RCS Paris

Adresse : 141, boulevard Ney -

75018 Paris.

Président et directeur de la

publication: Emmanuel Mounier.

Directrice générale médias:

Fleurus Presse: Juliette Salin.

Rédaction:

Karine Jacquet

(Rédactrice en chef),

Isabelle Duberset

(Rédacteur graphiste),

Béatrice Bon (Iconographe).

Ont collaboré à ce numéro:

Hélène Colau, Louna Esgueva,

Gisèle Foucher, Delphine

Gaston-Sloan, Patrick Gaumer,

Laurence Gay, Swali Guillemant,

Valérie Greffoz, Clément Le Foll,

Benjamin Robert, Eva Ségal,

Muriel Valin, Jacqueline Voyant.

Gestion des ventes au numéro:

(réservé aux dépositaires et aux

marchands de journaux): Isabelle

Alliaume (Directrice diffusion

et réseau), tél.: 01 56 79 36 94,

diffusionmdj@fleuruspresse.com

Distribution:

MLP

Publicité: 01 87 15 42 39

Marion Stastny (Directrice

marketing, partenariats

et business development),

Patricia Danan (Directrice

de publicité), Barbara Valdès

(Directrice de clientèle).

Opérations spéciales:

Yann Grolleau (Directeur),

Contacts:

prenom.nom@uniqueheritage.fr

Fabrication:

Creatoprint, tél: 06 71 72 43 16

Impression:

Arti Grafiche Boccia S.p.A.

84131 Salerno (Italie)

Papier: origine Finlande,

taux de fibres recyclées: 0%,

certification: PEFC 100%,

eutrophisation: Ptot 0,005 kg/tonne.

Commission paritaire:

0925 K 90540

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

ISSN: 2739-3755

Dépôt légal à parution.
Tous droits de reproduction
réservés sauf autorisation écrite
préalable

© Comment ça marche.
Les coordonnées de nos abonnés
sont communiquées à nos
services et aux organismes liés
contractuellement à Comment
ça marche sauf opposition
écrite. Les informations
pourront faire l'objet d'un droit
d'accès et de rectification dans
le cadre légal.

Ce magazine est édité sous
licence de la société anglaise

Future Publishing Limited.

Tous les droits d'utilisation liés
à la licence, incluant le nom
How It Works, appartiennent
à Future Publishing Limited
et ne peuvent être reproduits,
en partie ou dans leur

intégralité, sans consentement
préalable écrit et délivré par
Future Publishing Limited.
© Future Publishing Limited.
www.futureplc.com

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

80

JUIN 2023 N°150 - Comment ça marche

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

DES FLEURS POUR ALGERNON

Quand l'esprit vient au simple

Plus de cinq millions d'exemplaires écoulés, des traductions dans une trentaine de langues, *Des fleurs pour Algernon* est un classique de la littérature en plus d'être une œuvre culte de SF, lauréate du prix Nebula du meilleur roman.

Par Delphine Gaston-Sloan

L'auteur

Né en 1927 à New York, il étudie la psychologie, après une expérience au service de la marine. Au début des années 1950, il fait ses premières armes comme auteur de comics. *Des fleurs pour Algernon* lance sa carrière de romancier, dont il se détourne pour enseigner la littérature et l'écriture à l'université. Il publie cependant le diptyque *Les Mille et Une Vies de Billy Milligan* (1981) et *Les Mille et Une Guerres de Billy Milligan* (1994), thrillers psychologiques inspirés de l'histoire vraie d'un homme aux personnalités multiples. Daniel Keyes meurt en 2014.

Les adaptations

Deux ans après la parution, Ralph Nelson réalise *Charly* (1968) avec, dans le rôle-titre, Cliff Robertson, récompensé de l'Oscar du Meilleur acteur pour sa prestation. En 2006, France 2 diffuse le téléfilm *Des fleurs pour Algernon*, avec Julien Boisselier et Hélène de Fougerolles. En 2012, le roman est adapté au théâtre sous la forme d'un monologue, pour lequel Grégory Gadebois obtient le Molière du seul en scène (2014).



de Daniel Keyes,
roman américain publié sous le titre
original *Flowers for Algernon*
en 1966

Le contexte

À l'origine, une nouvelle publiée en 1959 sous le même titre dans *The Magazine of Fantasy & Science Fiction*, prix Hugo 1960 de la meilleure nouvelle courte. Professeur dans une classe pour handicapés (en parallèle de ses études), Keyes avait été interrogé par un élève : s'il faisait tout pour devenir intelligent, pourrait-il être transféré dans une classe normale ? Et d'ajouter : « Je veux être intelligent. » L'auteur s'est demandé ce qu'il adviendrait si accroître le QI de quelqu'un était possible.

L'histoire

Algernon, une souris de laboratoire, a vu son intelligence augmenter grâce aux recherches du Dr Strauss et du Pr Nemur. Décidés à appliquer leur découverte à l'Homme, ceux-ci jettent leur dévolu sur Charlie Gordon, un attardé mental désireux de progresser. Le résultat est spectaculaire et le cobaye devient brillant, ce qui n'est pas sans conséquences, souvent négatives, sur sa vie quotidienne.

Ses prémonitions

Keyes fait intervenir des médecins pour accroître les facultés de son héros et ne passe pas par les technosciences. Pourtant, il anticipe le transhumanisme, apparu à la fin des années 1980 en Californie, visant à permettre à l'Homme de s'affranchir des contraintes biologiques, comme le vieillissement ou les limites physiques et mentales, grâce au progrès technologique. Fin 2022, Elon Musk (patron transhumaniste de Tesla, SpaceX, Twitter) a estimé que d'ici six mois, sa start-up Neuralink pourrait poser son premier implant dans un cerveau humain avec l'objectif, à terme, d'augmenter notre capacité intellectuelle et notre mémoire afin de rester compétitif face à l'intelligence artificielle.



À CHAQUE ENFANT SON MAGAZINE



SCANNEZ-MOI!



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



CES ÉTOILES QUI ILLUMINENT NOTRE CIEL



© Shutterstock



- DÉCRYPTER: CHATGPT,
QU'EST-CE QUE C'EST?
- OBSERVER: GROS PLAN
SUR LES FÉLINS

- DOSSIER: L'HISTOIRE DE FRANCE
À TRAVERS SES MONUMENTS
- INNOVER: BIENVENUE À BORD
DU PROCHAIN LABO SOUS-MARIN

- RACONTER: LES 110 ANS
DE LA POLICE JUDICIAIRE
- AGENDA: CINÉ, JEUX VIDÉO,
BD, LIVRES, EXPOS...

L'APPLICATION

qui fait adorer l'Histoire



ESSAYEZ
GRATUITEMENT



DES CENTAINES D'HISTOIRES À ÉCOUTER

Faites découvrir à vos enfants les plus grands personnages et événements de l'Histoire ! Ecrites par des historiens et racontées par des comédiens, nos histoires s'écoutent et se regardent à l'infini. Il se pourrait même que bientôt... vos enfants en sachent plus que vous sur Cléopâtre ou Neil Armstrong ! Alors, prêts à les faire voyager dans le temps ?