

# Comment ça marche

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

#153



DU NECTAR  
AU MIEL

## LES FOLLES THÉORIES SUR L'UNIVERS

OCTOBRE 2023

### DOSSIER

La grande saga humaine

### RACONTER

Aux origines de la monnaie

### INNOVER

Trois bâtiments insolites

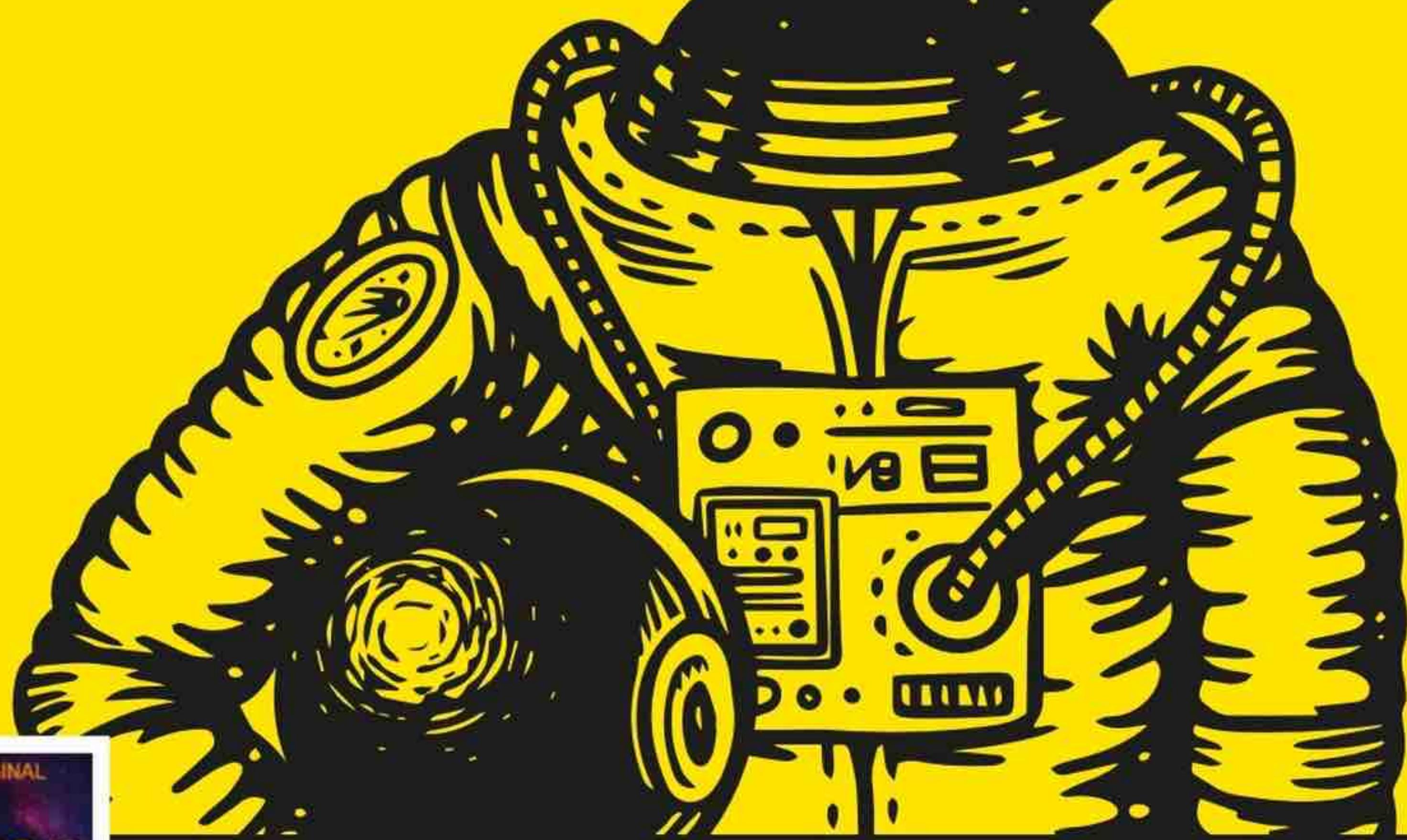


epsilon∞ PRÉSENTE

HISTOIRES  
DE SCIENCE



*Le nouveau podcast produit par  
Unique Heritage Media*



audible ORIGINAL

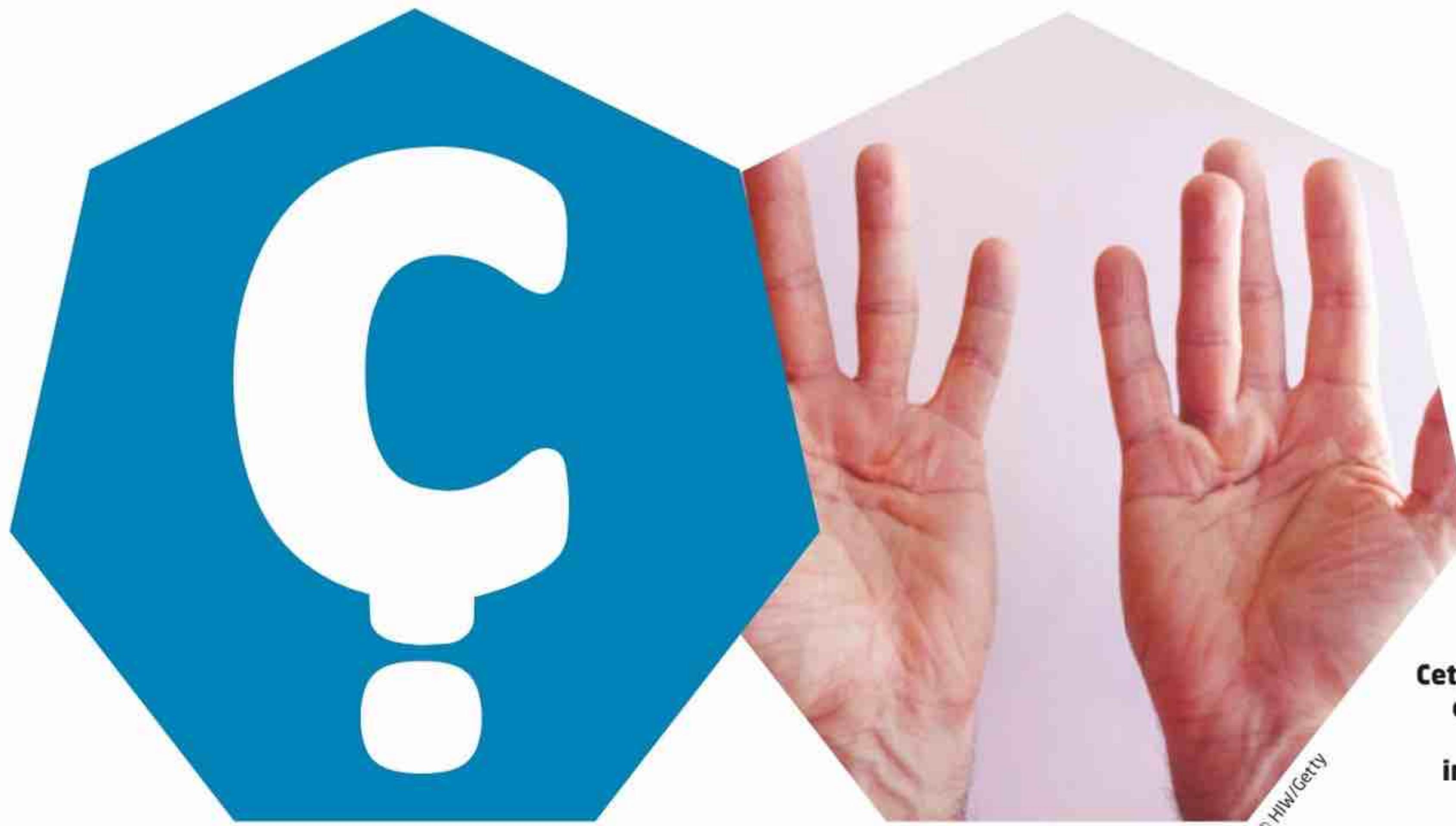
epsilon∞

HISTOIRES DE  
SCIENCE

À écouter en exclusivité sur

audible  
une société amazon





© H.W./Getty

Cette maladie, qui trouve une partie de son origine dans le patrimoine génétique des Néandertaliens, induit avec l'âge un fléchissement irréductible de l'annulaire et du petit doigt.

## Le mot du mois

### HUMAIN

Nom et adjectif dérivé du latin *humanus*, qui signifie « de l'homme, humain », et aussi « philanthropique, érudit, civilisé ». Un humain définit tous les représentants du genre *Homo*, dont ne persiste aujourd'hui qu'une espèce : nous, les *Homo sapiens* !



## LA FAUTE AUX NÉANDERTALIENS ?

La pathologie de Dupuytren (ou « maladie des Vikings ») est en partie un héritage de nos cousins disparus il y a quelque 40 000 ans.

**V**ous l'ignorez peut-être mais, si vous êtes d'origine européenne, votre génome compte en moyenne 2 % d'ADN néandertalien ! Un héritage lié à l'existence d'un vieil ancêtre commun à *Homo neanderthalensis* et *Homo sapiens* (voir dossier p. 20) et aux métissages entre ces deux espèces dès leur rencontre, il y a plus de 100 000 ans. Or, ce legs génétique a dès 2014 été associé à des problèmes de santé comme le diabète, la schizophrénie, la maladie de Crohn, la polyarthrite rhumatoïde, etc. Et, depuis quelques mois, une nouvelle pathologie est venue s'ajouter à la liste : la maladie de Dupuytren, du nom du chirurgien français qui l'a identifiée en 1832.

Cette affection héréditaire se caractérise par la rétraction anormale d'un ou plusieurs doigts de la main, et parfois la contraction de la plante des pieds. Au fil du temps, elle déforme les membres et nécessite souvent des infiltrations, voire une intervention chirurgicale. Si elle touche jusqu'à 30 % des hommes d'Europe du Nord de plus de 60 ans

(d'où son surnom de maladie des Vikings), elle est quasi inexistante dans les populations africaines, qui ont peu d'ascendance néandertalienne. C'est pourquoi les chercheurs de l'Institut Karolinska (Suède) et de l'Institut Max-Planck (Allemagne) ont eu l'idée d'explorer la piste de nos lointains cousins.

Pour ce faire, les scientifiques ont comparé les génomes de 7 871 personnes atteintes de la pathologie avec ceux de 645 880 témoins (sains) d'origine européenne et celui de l'homme de Néandertal. Résultat : sur 61 variants génétiques associés à un risque plus élevé de développer la maladie, trois étaient d'origine néandertalienne, et deux étaient parmi les trois mutations génétiques les plus fortement liées à la maladie.

Pas de quoi incriminer pour autant les Néandertaliens de tous nos maux. Car si cet héritage expose davantage à cette pathologie (et à d'autres), les facteurs de risque principaux ne sont pas génétiques mais liés à l'âge (plus de 60 ans), au fait d'être diabétique et au mode de vie (tabac, alcool).

Karine Jacquet



38

## LE CHOCOLAT

Pour continuer à vous en délecter en toute connaissance de cause...



62

## DU NECTAR AU MIEL

Ouvrières spécialisées et reines de l'organisation, les abeilles nous donnent une leçon de savoir-faire.



32

## ANNE SEIBEL

Coup de projecteur sur cette cheffe décoratrice française qui a été nominée aux Oscars.



Nature Techno Histoire Espace Science Société

06 FAQ

09 Les chiffres du mois

10 Actualités des sciences

18 4 choses à savoir sur la série *Lupin*

20 Dossier : la grande saga humaine

32 Interview : Anne Seibel, cheffe décoratrice de cinéma

36 Mémoire musculaire : le cerveau au service du sport

38 Le chocolat : une affaire de chimie

42 La chimiothérapie, c'est quoi ?

44 Dents de sagesse, coccyx... Des structures inutiles ?

48 Ces folles théories sur l'Univers

56 Bâtiments insolites : un trio extraordinaire

60 French Tech : Denv-r

62 Comment les abeilles fabriquent-elles le miel ?

66 Le brouillard

68 Par ici la monnaie !

74 Eugène Viollet-le-Duc

76 Sorties, expos, BD, livres...

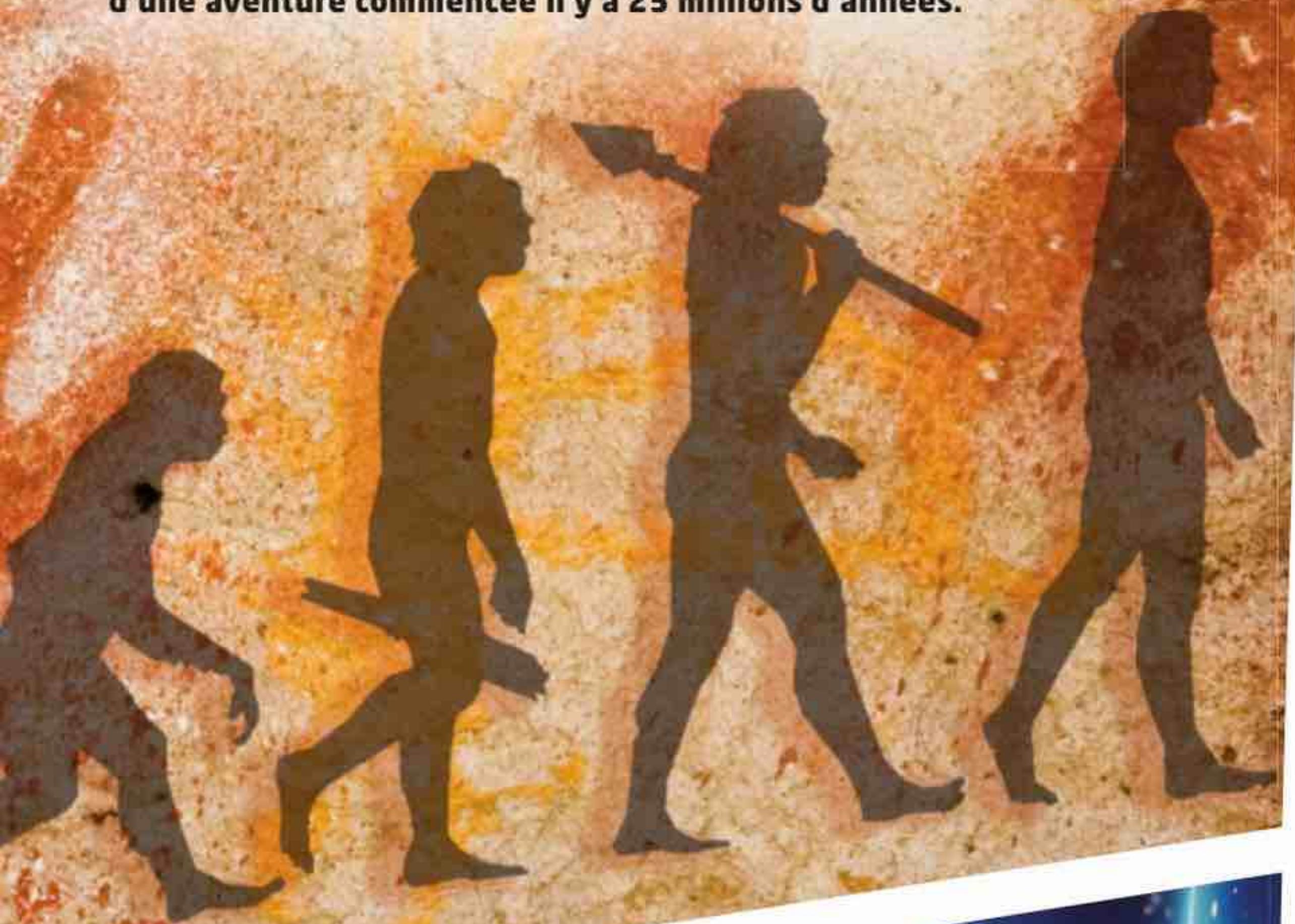
81 Un classique de la SF

## dossier

20

**LA GRANDE SAGA HUMAINE**

Du buisson génétique des hominidés, nous sommes la seule branche qui a survécu. Et plutôt bien, puisque nous étions 8 milliards d'individus en 2022. Le résultat d'une aventure commencée il y a 25 millions d'années.



## Explorer

48

**LES FOLLES THÉORIES SUR L'UNIVERS**

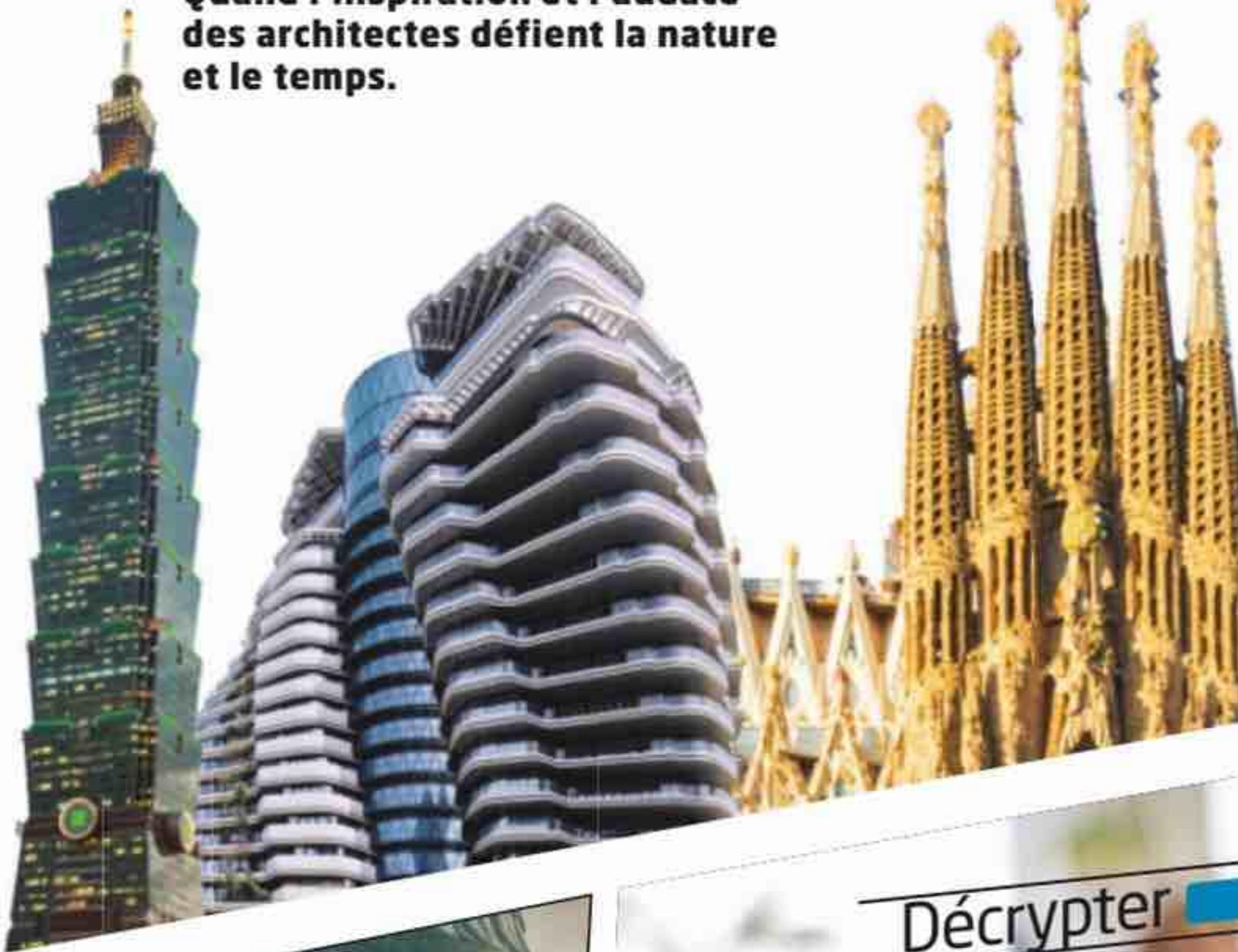
Le cosmos est en fait un multivers... Nous vivons dans la matrice... Mais toutes ces hypothèses sont-elles vraiment aussi farfelues qu'il y paraît ?



56

**BÂTIMENTS INSOLITES**

Quand l'inspiration et l'audace des architectes défient la nature et le temps.



Innover

## Décrypter

42

**LA CHIMIOTHÉRAPIE**

Pourquoi ce traitement est si performant pour traquer les cellules cancéreuses dans l'organisme.



18

**LUPIN**

En avant-première de l'opus 3, tout sur cette série et son personnage culte revisité par Omar Sy.



## Raconter



68

**LA MONNAIE**

Des premières pièces aux cryptomonnaies, du papier-monnaie au paiement biométrique, vous allez en avoir pour votre argent...

# FAQ

Par Delphine Gaston-Sloan

Envoyez-nous vos questions à :  
**Comment ça marche**  
www.fleuruspresse.com/  
participation-aux-magazines



## Que signifie Yom Kippour?

Question de Amin A., Lyon (Rhône)



Plus importante fête de la religion juive, Yom Kippour signifie «jour de l'Expiation». On l'appelle aussi «jour du Grand Pardon» car chaque juif confesse alors ses péchés et demande pardon à Dieu. Pour ses propres fautes et celles de la communauté tout entière. Le repentir s'adresse également aux personnes que l'on a pu blesser et le pardon vise quiconque a pu vous nuire. Ce rituel trouve sa source dans l'Ancien Testament (livre de l'Exode). Invité par Dieu sur le mont Sinaï, Moïse reçoit les Tables de la Loi, où sont gravés

les 10 commandements. Son absence de 40 jours et nuits suscite l'impatience des Hébreux, prompts à retomber dans l'adoration d'idoles, en l'espèce un veau d'or. Furieux, Dieu menace de punir le peuple. Moïse redescend en rogne, fracasse les Tables, immole le veau et ordonne un massacre de masse, à l'aveugle. Trois mille hommes sont passés au fil de l'épée. Moïse obtient le pardon de Dieu pour les péchés des siens et des Tables de la Loi neuves. Le Kippour a lieu le 10 du premier mois de l'année civile (de 354 jours, le calendrier hébraïque étant

luni-solaire), le mois de Tishri qui débute par Roch Hachana, («le commencement de l'année»). En 2023, il est célébré le dimanche 24 septembre, à partir du coucher du soleil, et se termine le lundi 25 à la tombée de la nuit, au terme de 25 heures dédiées à la prière. Durant lesquelles les interdits sont multiples, dont le travail et la toilette. Le jeûne est total (ni nourriture ni boissons) après un repas de fête partagé la veille au soir. Même ceux qui ont un rapport lointain avec la pratique religieuse se rendent à la synagogue ce jour-là, ce qui leur vaut le surnom de «juifs de Kippour».

# Quelle est la différence entre la châtaigne et le marron ?

Question d'Ambre C., Bois d'Arcy (Yvelines)



La première est comestible alors que le second est toxique. Le français courant nous induit en erreur. On a coutume de dire qu'à Noël, on se régale d'une dinde aux marrons, de marrons glacés, et de crème de marrons toute l'année. Or, tous ces mets sont en réalité composés de grosses châtaignes. Le châtaignier (*Castanea sativa*), cultivé à cette fin, ne produit qu'un seul gros fruit, bien rond par bogue (sorte de coque hérissée de longs et nombreux piquants dans laquelle il est enfermé). Le marronnier d'Inde (un nom issu initialement d'une méprise sur sa provenance), dont il existe une seule espèce en France, *Aesculus hippocastanum*, se trouve en ville. À l'origine de la confusion, l'étymologie de marron, forgé à partir de l'italien *marrone*, grosse châtaigne comestible (XVI<sup>e</sup> siècle). Et, en complément, l'hypothèse selon laquelle la châtaigne était à la base réservée aux cochons et aux indigents et, quand la noblesse l'a plébiscitée, elle a préféré l'appeler «marron» pour se préserver de sa réputation.



© Shutterstock



© Shutterstock

# La pluie tombe-t-elle toujours à la même vitesse ?

Question d'Amandine G., Bayeux (Calvados)



Non, cela dépend de la taille des gouttes et des deux forces qui s'opposent, auxquelles elles sont soumises : la gravité, phénomène d'attraction qui entraîne un corps vers le centre de la Terre, et la résistance de l'air, qui ralentit leur chute. Plus les gouttes sont

petites, plus elles tombent lentement, et inversement. Dans *Techniguide de la météo* (Nathan), Jean-Louis Vallée, ingénieur météorologue, précise que les microscopiques gouttelettes de brouillard et de bruine, quasi sphériques, affichent une vitesse de chute comprise

entre 0,001 et 2 m/s. Les gouttes de pluie, légèrement aplatis par la résistance de l'air, d'un poids de 0,06 à 10 mg pour un diamètre de 0,5 à 3 mm, chutent entre 2 et 8 m/s. Celles de l'averse orageuse, fortes de leurs 10 à 70 mg et de leurs 3 à 6 mm de diamètre, atteignent, elles, les 8 à 9 m/s.

# D'où vient l'appellation « Peaux-Rouges » pour les Indiens d'Amérique ?

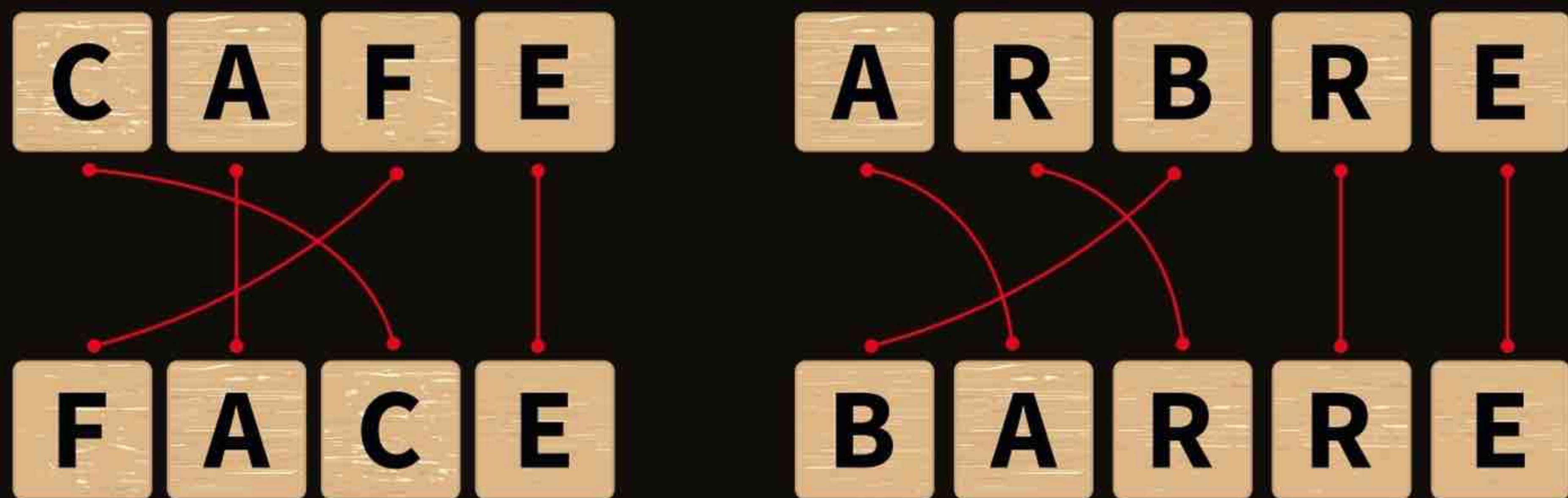
Question de Liv D. P., Biarritz (Pyrénées-Atlantiques)



Elle vient d'une habitude des Amérindiens de s'enduire la peau d'un colorant naturel de couleur rouge pour se protéger du soleil et combattre les piqûres d'insectes. Les Apaches, Sioux, Comanches... préparaient à cette fin des sortes de décoctions à base de poudre de graines du roucouyer (*Bixa orellana*) - également nommé rocou, urucum, achiote... -, un arbuste décoratif des régions tropicales dont les fruits ne sont pas comestibles. En séchant, ce sont ses graines, recouvertes à maturité d'une sorte de cire riche en caroténoïdes (pigments de couleur jaune, orange, rouge, solubles dans des solutions huileuses), qui étaient récupérées par les indigènes et mélangées à de l'huile de ricin. Le terme de « Peaux-Rouges » pour désigner ces derniers aurait initialement été utilisé au XVI<sup>e</sup> siècle, par les Portugais découvrant le corps peint des autochtones lors de la conquête du Brésil. En français, il n'apparaît qu'au XIX<sup>e</sup> siècle.



© Shutterstock



## Qui a inventé l'anagramme ?

Question de Patrick B., Chinon (Indre-et-Loire)



L'anagramme, du grec *anagramma* (*ana*, renversement, et *gramma*, lettre), est une figure de style consistant à permuter les lettres d'un mot - ou d'un groupe de mots -, sans en ajouter ni en supprimer pour en forger un autre. Son inventeur serait le Grec Lycophron de Chalcis, membre de la première Pléiade, cercle de sept poètes d'Alexandrie (Égypte) du III<sup>e</sup> siècle av. J.-C. Les anagrammes

de Lycophron sont mentionnées pour la première fois au XII<sup>e</sup> siècle par Tzétzès, un grammairien qui en cite deux, formées en grec à partir des noms du roi Ptolémée II et de son épouse Arsinoé. Ce jeu de lettres s'est perpétué, particulièrement sur les noms propres. Ainsi, François Rabelais signe-t-il ses premiers ouvrages, *Pantagruel* (1532) et *Gargantua* (1534), sous le pseudonyme d'Alcofribas Nasier, anagramme de

ses nom et prénom. Les héros de fiction s'en servent de couverture, tel Arsène Lupin, le gentleman cambrioleur de Maurice Leblanc, qui se dissimule sous les appellations de Paule Sinner, Paul Sernine, Luis Perenna... Elle est aussi utilisée sur le ton de l'humour pour caractériser une personnalité. Jean-Paul Sartre ou « Satan le parjure »; « Tout commença dans l'eau » pour le commandant Cousteau; le maréchal Pétain dit « Place à Hitler! Amen ».

© Shutterstock



*Les humains préhistoriques ont perdu leur queue il y a*  
**25 millions**  
*d'années*

La première pierre de la Sagrada Família a été posée en  
**1882**

*Un gros consommateur de chocolat en mange*  
**100 g par jour**

Le numérique est responsable de  
**4 %**  
des émissions de gaz à effet de serre au niveau mondial

## Les chiffres du mois

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

Notre corps est un assemblage d'environ  
**10<sup>27</sup>** atomes



*Les premières pièces de monnaie datent du*  
**VII<sup>e</sup> siècle av. J.-C.**

En France, le don de moelle osseuse est possible de  
**18 à 35** ans



*Une abeille à miel butine*  
**250 fleurs**  
en 1 heure

Il y a brouillard quand la visibilité est inférieure à  
**1 000 m** et brume au-delà



*Homo sapiens aurait colonisé la Terre en avançant de*  
**1000 km**  
*par siècle*



**Grâce à un observatoire enfoui sous les glaces de l'Antarctique, les scientifiques ont réussi à identifier des neutrinos, des particules réputées « fantômes », au sein de notre galaxie. Une première !**

## ASTRONOMIE

# Voici la première carte des neutrinos

**O**n connaissait la Voie lactée dans le visible, dans l'infrarouge, dans l'ultraviolet. Pour la première fois, elle se dessine sous nos yeux en laissant apparaître ses neutrinos (en bleu). Ces particules sans charge électrique, invisibles à l'œil nu et très difficiles à détecter, sont particulièrement traquées par les astronomes, car elles pourraient les éclairer sur l'origine des rayons cosmiques et leur répartition, ce qui reste l'un des grands mystères de l'Univers. En effet, on sait peu de choses sur ces rayons à haute énergie, si ce n'est qu'en interagissant avec la matière, les particules qui les composent (protons, électrons...) peuvent créer des neutrinos et, donc, laisser une trace. De plus, ces derniers ont la spécificité de voyager

en ligne droite à travers la matière. Des milliards de neutrinos traversent ainsi chaque seconde notre corps, sans causer de dommages. Pour parvenir à cette représentation inédite, une équipe internationale a utilisé un observatoire très spécial, situé au pôle Sud et baptisé IceCube. Placé à 1 450 mètres sous la glace, celui-ci détecte les passages des neutrinos qui viennent de l'espace et traversent la Terre. À partir de ces interactions, les scientifiques ont réussi à remonter à la source d'émission de ces particules. Et c'est de cette manière qu'ils ont pu reconstituer cette carte montrant l'intérieur de la Voie lactée et une émission incroyable de neutrinos dits de haute énergie.

# Actualités<sup>©</sup> des sciences

Nature

Techno

Histoire

Espace

Science

Société

Par Muriel Valin et Louna Esgueva

## TRANSPORTS

# Un airbag sur les deux-roues

Dans les prochaines années, scooters et motos pourraient bénéficier d'un airbag. C'est en tout cas dans ce sens qu'Autoliv, une entreprise suédoise spécialisée dans ce type de systèmes de sécurité, travaille. Le but: limiter les conséquences physiques suite à un impact frontal. Baptisé «bag-on-bike airbag», le dispositif que cette société est en train de mettre au point fonctionne, comme ceux présents à bord des automobiles, avec un capteur de collision. Selon les estimations de l'équipementier, sa production pourrait débuter en 2025. L'idée d'un airbag pour les deux-roues n'est pas nouvelle. Dès 2005, le constructeur japonais Honda avait proposé une moto, la Goldwing, avec airbag intégré. Mais l'objectif d'Autoliv est d'aller bien plus loin en développant un modèle déclinable sur davantage de marques et de modèles... du scooter jusqu'à la moto.



L'arrivée d'un airbag intégré pour la protection frontale des pilotes de deux-roues constituerait une avancée majeure en matière de sécurité.

© Autoliv

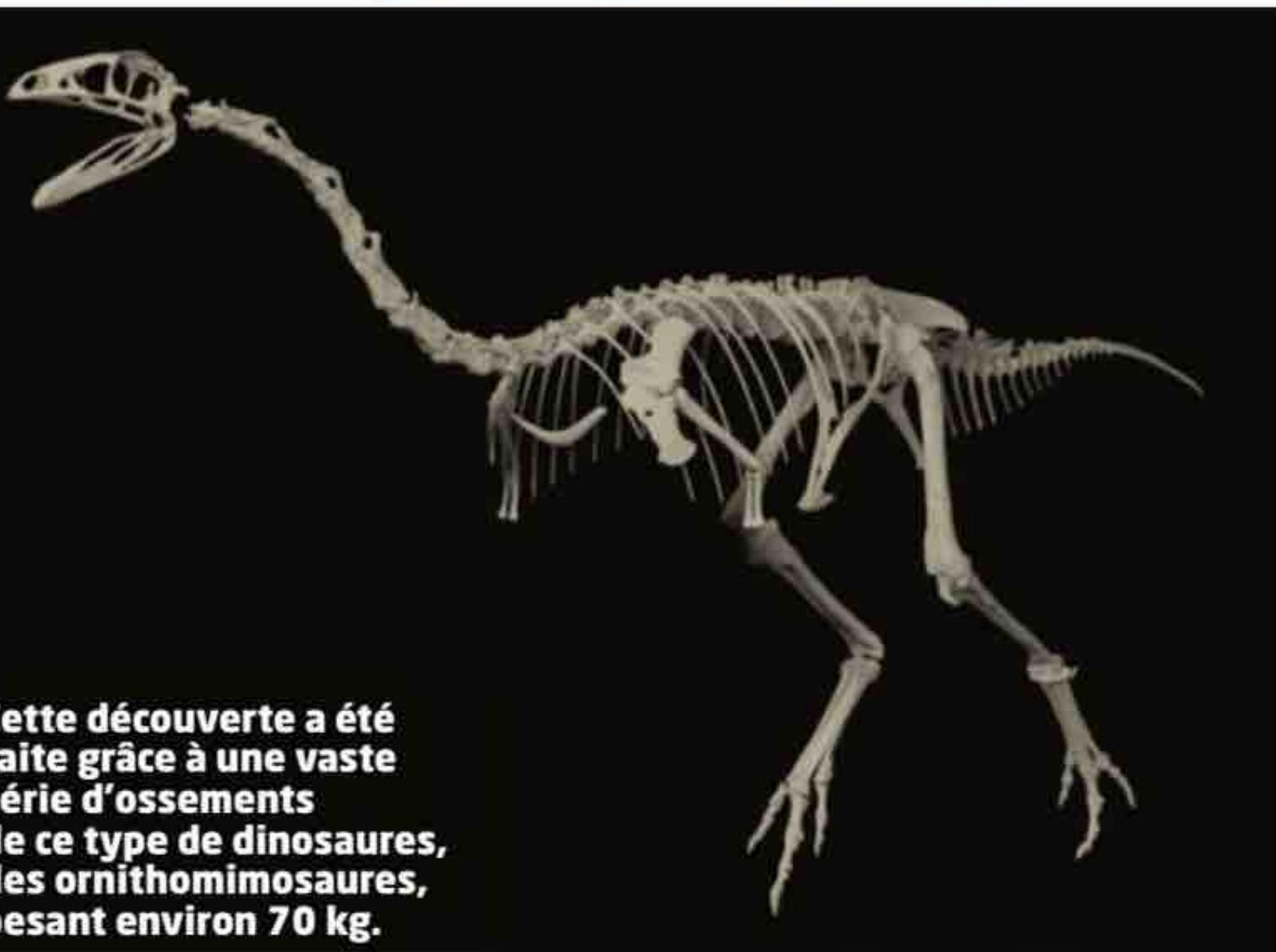
Les deux types de fémurs retrouvés - l'un plus courbe (coloré), l'autre plus droit (gris) - sont ici superposés. Reste à comprendre à quel sexe chacun appartient.



## PALÉONTOLOGIE Mâle ou femelle ?

Mal besoin d'être un spécialiste pour imaginer que, même chez les dinosaures, il existe des mâles et des femelles. Pourtant, jusqu'à présent, les scientifiques étaient bien incapables d'identifier clairement le sexe d'un individu à partir de fossiles. Une équipe conjointe du CNRS et du Muséum national d'histoire naturelle (Paris) est enfin parvenue à cerner des différences physiques chez des théropodes, le groupe auquel appartient le tyrannosaure. En comparant les fémurs issus d'un groupe de soixante et un ornithomimosaures (des sortes de dinosaures autruches), trouvés sur le site d'Angéac-Charente (16), ils ont repéré des dissimilarités morphologiques semblables à celles que l'on peut observer entre les deux sexes chez certains oiseaux et même chez certains mammifères. Dans un cas, l'os est plus droit et robuste, dans l'autre, plus courbé. Une telle découverte n'avait pu être faite jusqu'ici car les fouilles révèlent en général un faible nombre d'os d'une même espèce sur un seul site. Reste à comprendre, à partir des données recueillies, qui était le mâle et qui était la femelle? Les premières conclusions penchent plutôt vers un fémur plus large pour le premier, si l'on compare avec les animaux actuels connus, mais de nouvelles études devront compléter ces résultats. En effet, chez certaines espèces, comme l'autruche actuelle, on constate le contraire. Décidément, le mâle et la femelle dinosaures gardent encore une part de leur mystère...

Cette découverte a été faite grâce à une vaste série d'ossements de ce type de dinosaures, des ornithomimosaures, pesant environ 70 kg.



## PHYSIQUE

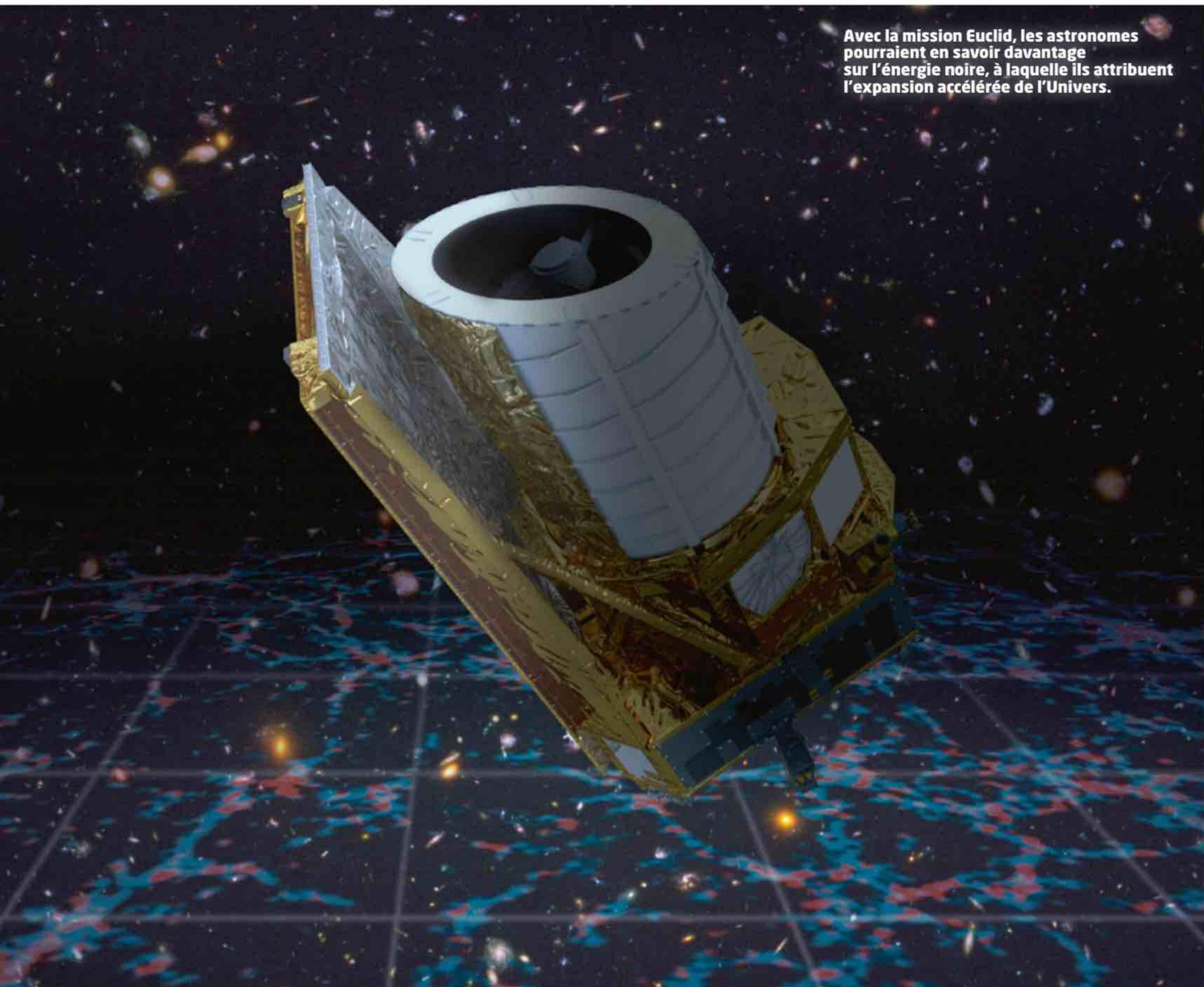
## C'est parti pour Euclid !

**V**a-t-on enfin en savoir plus sur la matière noire et l'énergie noire, ces grands sujets d'étude qui constituent deux des mystères de l'Univers ? Euclid, la dernière mission de l'Agence spatiale européenne (ESA), est partie le 1<sup>er</sup> juillet dernier avec ce double objectif. Le satellite, équipé d'un télescope de 1,2 mètre de diamètre et placé à 1,5 million de kilomètres de la Terre, va scruter, durant au moins six ans, une zone correspondant à 35 % du ciel. De là, il tentera de mesurer

les distorsions de forme entre les galaxies lointaines (jusqu'à 10 milliards d'années-lumière, une année-lumière correspondant à 9 461 milliards de kilomètres). En effet, il faut savoir que les étoiles dans les galaxies se déplacent plus vite autour de leur centre que ce que la gravité (la force qui attire entre eux des corps dotés d'une masse) liée à la matière dite ordinaire pourrait expliquer. La source de cette gravité manquante est appelée matière noire. Les chercheurs espèrent donc mieux évaluer la présence

de matière noire et de matière ordinaire dans l'espace à l'origine de ces fameuses déformations. De quoi créer au passage une carte 3D de l'Univers, avec le temps comme troisième dimension. Ce n'est pas tout. Les scientifiques escomptent aussi évaluer l'accélération de l'expansion de l'Univers et mettre ainsi la main sur l'énergie noire à la source de ce phénomène. À la clé, la possibilité de mieux comprendre ce qui se passe autour de nous depuis 10 milliards d'années... Un sacré défi !

Avec la mission Euclid, les astronomes pourraient en savoir davantage sur l'énergie noire, à laquelle ils attribuent l'expansion accélérée de l'Univers.



**EN BREF**

DES PALÉONTOLOGUES DE L'UNIVERSITÉ D'ATHÈNES (GRÈCE) ONT DÉCOUVERT EN CRÈTE C'EST LA PREMIÈRE FOIS QUE L'ON MET AU JOUR AU MÊME ENDROIT AUTANT DE FOSSILES



## TECHNOLOGIE

# Le plus grand écran à Leds s'installe à Vegas

**A** Las Vegas, cette curieuse construction ne passe pas inaperçue. The Sphere, en fait une demi-boule de 110 mètres de haut, est le plus grand écran sphérique et à Leds au monde. À l'intérieur comme à l'extérieur, ses 54 000 m<sup>2</sup> de surface peuvent servir de support pour la projection

d'images grâce à 1,2 million de pastilles, contenant chacune quarante-huit Leds individuelles incrustées sur la façade. L'installation a nécessité quatre ans de travaux, l'intervention de grues parmi les plus hautes existantes, et est équipée de 168 000 haut-parleurs. En effet, The Sphere,

inaugurée le 4 juillet, accueille principalement une salle de concerts et de spectacles d'une capacité de 18 000 spectateurs. Les rockers irlandais du groupe U2 y ont pris leurs quartiers, et ce jusqu'à mi-décembre. D'autres enceintes d'une telle démesure pourraient voir le jour, notamment à Londres.



## CANCER : POURQUOI LE NOMBRE DE CAS A-T-IL DOUBLÉ ?

Selon les derniers chiffres publiés par Santé publique France et l'Institut national du cancer, 433 136 nouveaux patients ont été diagnostiqués depuis un an en France. Soit le double par rapport à 1990. Une hausse qui s'expliquerait d'abord par l'évolution démographique, mais aussi par une augmentation du risque lié au mode de vie et à l'environnement.

La mortalité a, elle, diminué de 2 % par an chez les hommes et de 0,7 % chez les femmes entre 2010 et 2018, grâce à des diagnostics plus précoces et de meilleurs traitements.

© ESA - S. Corvaja



### ESPACE

## Adieu Ariane 5, bonjour Ariane 6 ?

C'est fini. Dans la nuit du 5 au 6 juillet dernier, la fusée Ariane 5 a décollé pour son 117<sup>e</sup> et dernier vol, depuis le centre spatial de Kourou, en Guyane française. La fin heureuse d'une aventure commencée en 1996, qui se solde par la mise en orbite de deux satellites de télécommunications, Heinrich-Hertz et Syracuse 4B. Quid de la suite? À l'occasion du dernier lancement de la fusée, Philippe Baptiste, directeur général du Cnes, a annoncé: «*Ariane 6 viendra prochainement écrire une nouvelle page de cette histoire.*» Sauf que la mise en service de cette fusée se fait sacrément attendre... Prévu au départ en 2020, le vol inaugural, retardé par la pandémie du Covid-19 et des développements techniques, ne devrait finalement pas avoir lieu avant fin 2023, au plus tôt. Résultat: l'Europe se retrouve, jusqu'à nouvel ordre, privée de gros lanceurs, le Soyouz russe n'étant plus une option depuis la guerre en Ukraine. Les acteurs américains de SpaceX ont donc toutes les raisons de se frotter les mains, puisqu'ils vont en attendant servir de plateforme incontournable pour l'envoi des futurs satellites européens.

Missions accomplies pour Ariane 5 qui vient de tirer sa révérence. Mais Ariane 6 risque de se faire encore attendre sur le pas de tir de Kourou.

**EN BREF**

LE CONSEIL DE L'UNION EUROPÉENNE VIENT D'IMPOSER AUX FABRICANTS D'ÉQUIPER LEURS SMARTPHONES DE BATTERIES RENOUVELABLES DÈS 2027.



Savoir indiquer en frétillant une source de nourriture n'est pas un comportement inné, mais en grande partie acquis au contact de congénères plus chevonnées.

## ÉTHOLOGIE

# Les jeunes abeilles apprennent à danser !

À gauche, à droite... frétilement du corps. Dès qu'elles ont repéré une zone où faire ripaille, les abeilles ont l'habitude d'enchaîner des chorégraphies afin d'indiquer la position de la source de nourriture à leur colonie. Ce phénomène est bien connu, mais pour

la première fois, des chercheurs ont montré que cette pratique était transmise par les aînées aux plus jeunes. Pour prouver l'existence de cet apprentissage, une équipe de l'Académie des sciences de Chine a isolé un groupe d'abeilles juvéniles des individus expérimentés. Bilan :

les débutantes commettent effectivement des erreurs dans leurs pas de danse, et délivrent des informations de distance et d'angle erronées. Avec la pratique, elles progressent mais, globalement, leurs ballets restent moins efficaces que ceux de leurs congénères qui ont été initiées.

# LA FÊTE DE LA SCIENCE CÉLÈBRE LE SPORT

Photo © Tuan Nguyen



**Marie-Amélie Le Fur, athlète handisport et ambassadrice de la 32<sup>e</sup> Fête de la science.**

## Pourquoi êtes-vous ambassadrice de cet événement ?

Le thème de cette édition fait écho à mon parcours personnel. En effet, j'ai suivi des études en sciences du sport, qui m'ont permis de comprendre tout ce que la pratique sportive pouvait apporter, au quotidien, aux personnes handicapées. Or le discours scientifique permet d'« objectiver » ces bienfaits, de prouver qu'ils sont bien réels ! C'est pourquoi je souhaiterais que la recherche dans ce domaine s'intensifie, d'autant plus que la pratique sportive a tendance à reculer chez les femmes handicapées, ce qui est dommage.

## Comment la technologie aide-t-elle les sportifs à améliorer leurs performances ?

La recherche scientifique nous aide à toutes les étapes, que ce soit pour déterminer les meilleures techniques d'échauffement, d'entraînement, et même de préparation mentale. C'est ainsi que j'ai pu utiliser les modèles de saut les plus efficaces. Et grâce aux progrès technologiques, j'ai aussi pu profiter d'un matériel très performant. J'ai eu la chance d'être entourée par des coachs qui ont consulté de nombreuses études, par exemple sur la reprise de la compétition après une grossesse, pour me conseiller au mieux tout au long de ma carrière.

Interview : Hélène Colau

## LES SCIENCES EN FÊTE

Pour sa 32<sup>e</sup> édition, la Fête de la science mouille le maillot et s'intéresse... aux sports ! Rendez-vous du 6 au 16 octobre 2023 en métropole et du 10 au 27 novembre 2023 en outre-mer et à l'international. Des milliers d'événements ludiques, gratuits et ouverts à tous, vous y attendent !

[www.fetedelascience.fr](http://www.fetedelascience.fr)

## L'avancée de la recherche permet-elle de mieux préserver la santé des athlètes ?

En effet, on a beaucoup progressé sur les champs de la récupération, de l'alimentation, ou encore du sommeil. Cela permet aux sportifs de mieux gérer leurs efforts. Tous les marqueurs sont surveillés pour limiter le risque de surentraînement et de blessure. C'est notamment pour cela que les carrières des athlètes sont aujourd'hui un peu plus longues qu'elles ne l'étaient par le passé.

## LES CHIFFRES CLÉS

Plus de 1 million de visiteurs, dont 300 000 scolaires.  
Près de 5 000 événements dans toute la France.

# 4 choses à savoir

Inaugurée en 2021, cette série Netflix est devenue un phénomène mondial. Jamais une production *made in France* n'était entrée dans le Top 10 des Américains avant *Lupin*. En écho au lancement de la partie 3 le 5 octobre, menons l'enquête sur le parfait gentleman.

Par Delphine Gaston-Sloan



Assane Diop (Omar Sy), le nouveau Lupin, domine Paris, son terrain de jeu.

## 1 OMAR SY A DÉCOUVERT LUPIN DANS UN MANGA



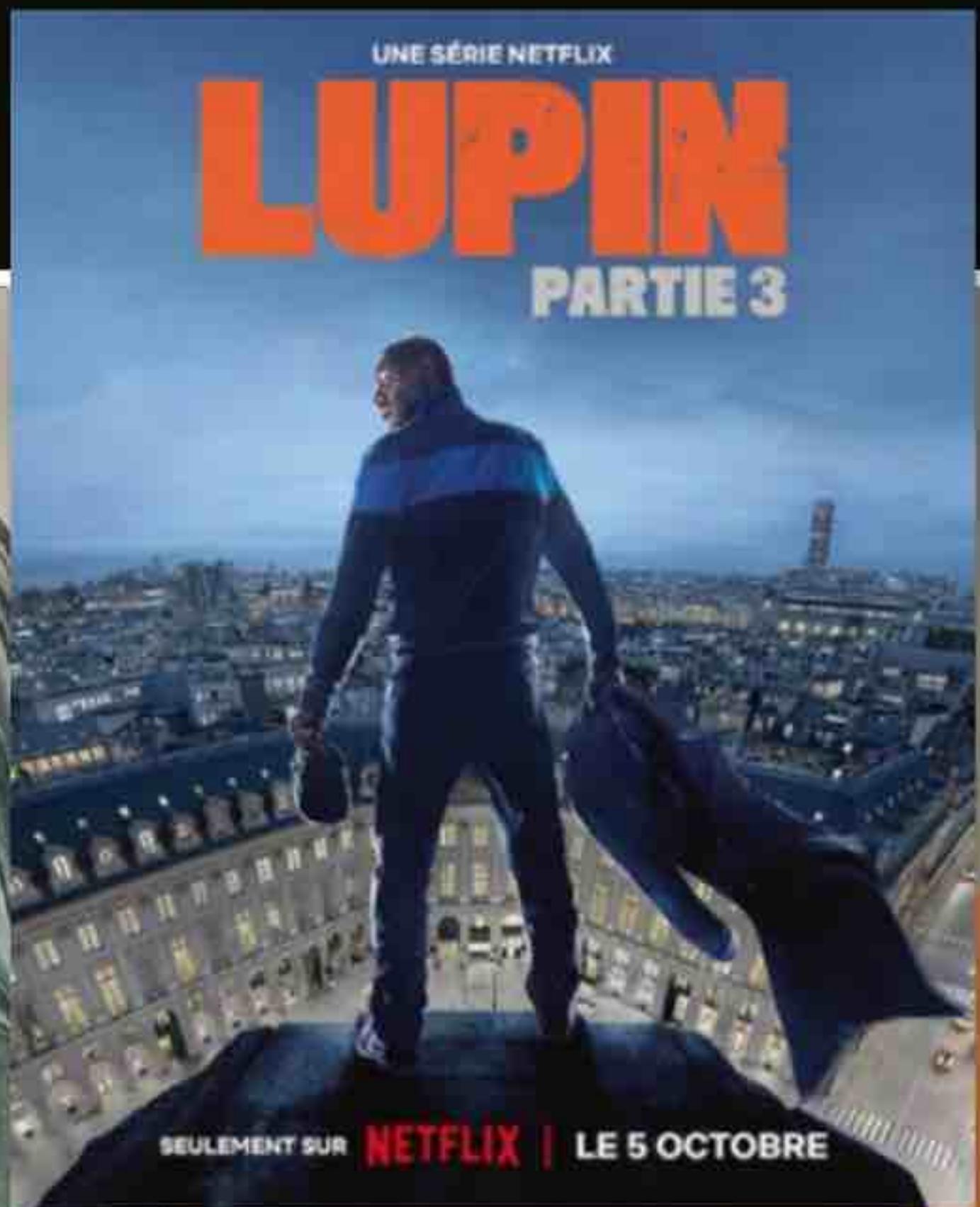
Quand un gros studio de production comme Gaumont approche la star Omar Sy pour une collaboration, il lui demande tout bonnement ce qu'elle a envie de jouer. Du tac au tac, l'acteur et humoriste a répondu : Arsène Lupin ! Incarner un aventurier malicieux et maître du déguisement permet d'aborder tous les registres : action, comédie, drame... D'autres avant lui s'y sont frottés : Jean-Claude Brialy (1962, 1980), Georges Descrières (1971, 1973-1974), Romain Duris (2004)... Pourtant, c'est du point de vue nippon que Sy s'est familiarisé avec ce personnage ancré dans le patrimoine français ! Dans les années 1980, FR3 diffusait un anime (dessin animé japonais) intitulé *Edgar, le détective cambrioleur* et adapté de la saga prisée des adeptes de mangas, *Lupin III* (née en 1967). Son créateur, Monkey Punch (1937-2019), a choisi pour héros le petit-fils du personnage de Maurice Leblanc (d'où le III pour troisième du nom). En France, on peut en lire une anthologie depuis 2021, aux Éditions Kana.

## 2 LE SCÉNARISTE EST ANGLAIS



L'enjeu était de moderniser le personnage culte d'Arsène Lupin pour viser (aussi) les jeunes générations et l'accorder au profil d'Omar Sy. Le projet original d'un scénariste anglais, le quadragénaire George Kay, est retenu. À son actif, l'écriture d'épisodes de *Killing Eve* (2018) et la création de la série policière *Criminal* (2019-2020). Le plus de son script : ne pas se lancer dans une adaptation d'un livre de Maurice Leblanc mettant en scène Lupin, mais créer de toutes pièces un protagoniste ancré dans les années 2020, tellement fan du gentleman cambrioleur qu'il use de ses ruses et valeurs pour échafauder ses propres manigances.

Sur...

**PRÉCÉDEMMENT DANS LUPIN...**

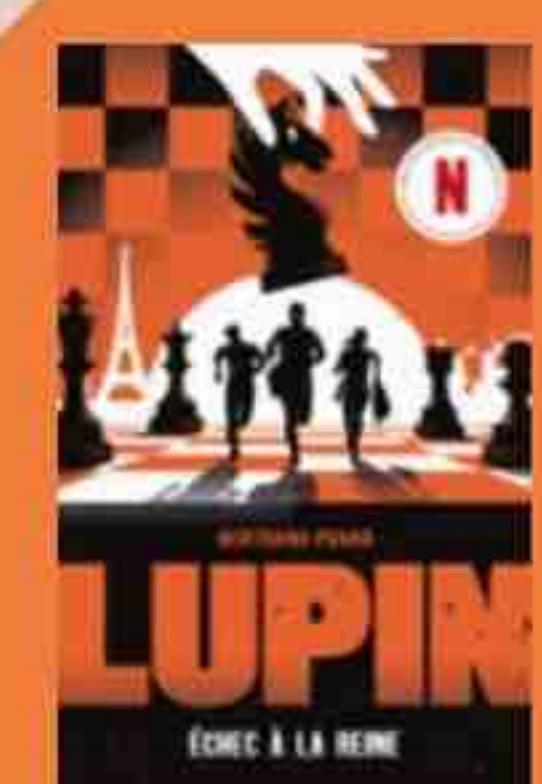
Assane Diop (Omar Sy) détrousse les riches, sans violence et dissimulé sous diverses identités, comme Arsène Lupin. Il s'en prend à la toute-puissante famille Pellegrini, qu'il rend responsable du suicide de son père en 1995, accusé à tort de vol. S'attaquer à des gens si influents et dangereux fait courir de gros risques, surtout aux siens. Son fils Raoul sauvé des griffes de Pellegrini, Assane, traqué par la police, repart à la chasse. Malgré les aveux accablants arrachés à son ennemi sur ses magouilles, la fin n'est pas heureuse pour Diop, avec pour seul choix la cavale s'il ne veut pas finir en prison. À suivre...

**3 LE TOURNAGE DE LA PARTIE 3 A ESSUYÉ UN BRAQUAGE**

 Le 25 février 2022, vers 15 heures, la réalité s'immisce dans la fiction dans le quartier Pablo-Picasso à Nanterre (92), en présence d'Omar Sy. Des tirs de mortier d'artifice retentissent. Une bande d'individus encagoulés braque l'équipe de tournage et dérobe pour environ 300 000 € de matériel sans blesser personne. Entre mars et mai suivants, la police procède à des interpellations et retrouve une partie du butin au cours des perquisitions. Une dizaine de suspects – pour la plupart mineurs ou jeunes adultes – sont mis en examen pour «vol en bande organisée avec arme et recel».

**4 NETFLIX PRÉPARERAIT UNE SÉRIE DÉRIVÉE**

 L'Anglais George Kay a évoqué un *crossover* (rencontre de plusieurs séries) entre *Lupin* et *Sherlock* (série britannique diffusée de 2010 à 2017). Idée assez logique puisque Leblanc a confronté Lupin à un Herlock Sholmès, dont le nom laisse peu de doute sur le modèle. L'ambition paraît chimérique, une tentative de faire le buzz à bon compte. Autre éventualité, le *spin-off*, une série dérivée se centrant sur un autre personnage – mais lequel aurait assez d'épaisseur pour porter une aventure? Le fils Raoul? L'ex-amoureuse Juliette Pellegrini? Le flic Youssef? L'ami fidèle Benjamin? Lui pourrait se retrouver dans un préquel (récit antérieur à l'action), axé sur sa jeunesse aux côtés d'Assane. Un roman narre déjà leurs péripéties. Intitulé *Échec à la reine* et signé Bertrand Puard, il est paru le 20 septembre (voir ci-dessus).



*Lupin, Échec à la reine*, de Bertrand Puard, Hachette Romans et Netflix, 336 pages, 19 €.



# LA GRANDE SAGA



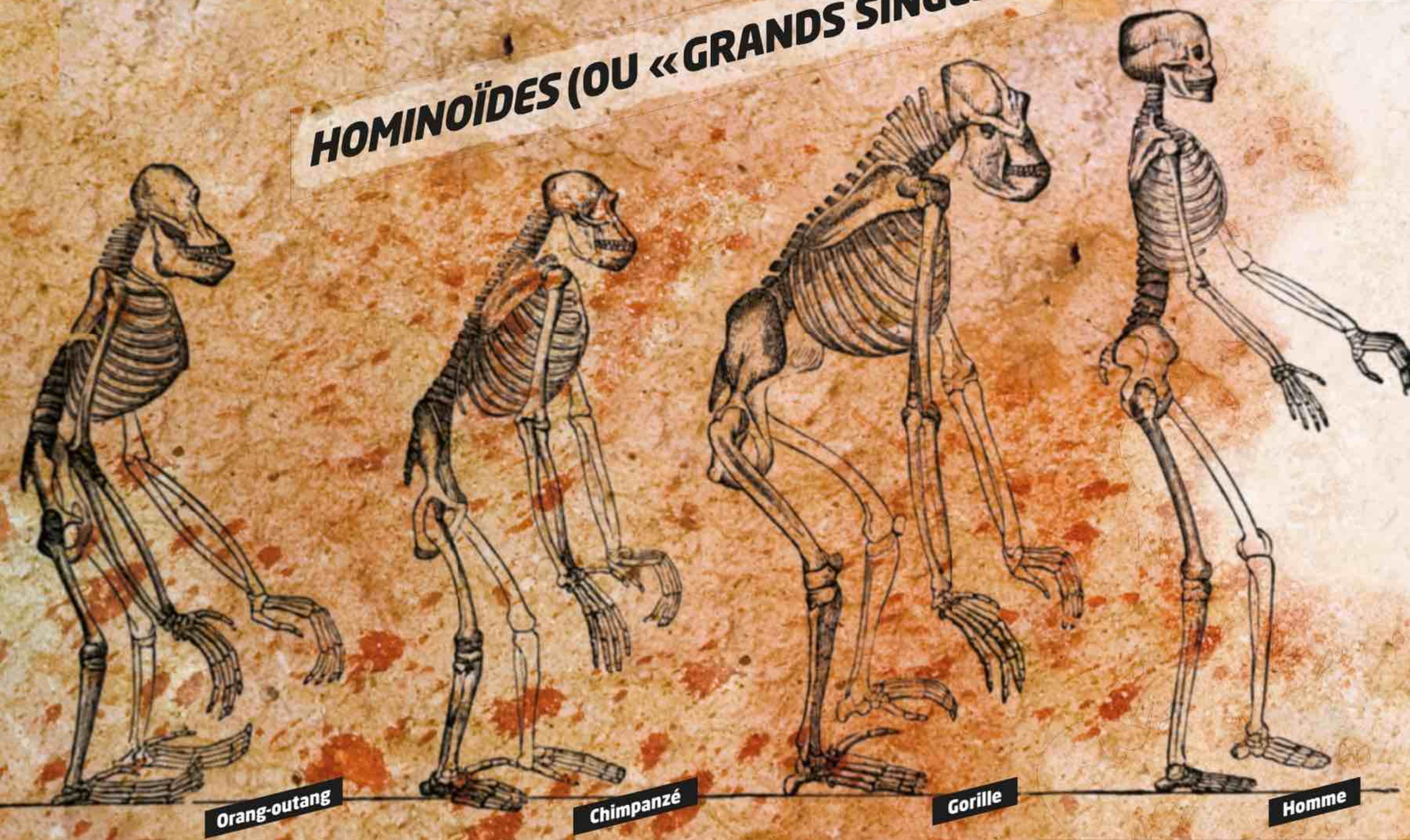
# /// dossier

# HUMAINE

Les premiers *Homo sapiens* sont apparus sur Terre il y a 300 000 ans. Mais qui étaient nos plus anciens ancêtres ? Où sont-ils nés ? Comment ont-ils conquis le monde ? Et pourquoi la population humaine a-t-elle augmenté si vite jusqu'à atteindre aujourd'hui 8 milliards d'individus ?

Par Alice Bomboy

## HOMINOÏDES (OU « GRANDS SINGES »)





uel est le point commun entre le microcèbe de Mme Berthe, un lémurien pesant à peine 30 grammes et vivant sur l'île de Madagascar, et l'immense gorille des montagnes du Rwanda, qui peut atteindre 300 kilogrammes? Ou encore entre le macaque japonais, au visage tout rouge, et le gibbon à pattes blanches, dont les yeux semblent maquillés de noir? Ainsi qu'entre l'orang-outang, ce singe au pelage couleur rouille des forêts de Sumatra et de Bornéo, et l'Homme, comme vous et moi? Malgré nos différences physiques parfois impressionnantes, nous sommes tous des primates (mammifères à mains préhensiles), et il en existerait aujourd'hui plus de 400 espèces. Parmi elles, les chimpanzés communs et les bonobos sont nos plus proches cousins. Et pourtant, nous ne nous ressemblons pas beaucoup!

Pour comprendre cette grande lignée, il faut remonter loin dans le passé, il y a près de 25 millions d'années. Direction l'Afrique de l'Est, au niveau du Kenya et de la Tanzanie actuels. C'est là que sont apparus les premiers ancêtres communs à l'Homme et à certains singes vivant aujourd'hui, tels les gorilles, les chimpanzés, les orangs-outangs et les gibbons. Le nom de cette super-famille? Les hominoïdes, plus connus sous le nom de «grands singes». Tous appartiennent au même groupe, mais un point essentiel les différencie: la bipédie, soit la capacité à marcher debout sur leurs deux jambes!

### Bipèdes à plein temps

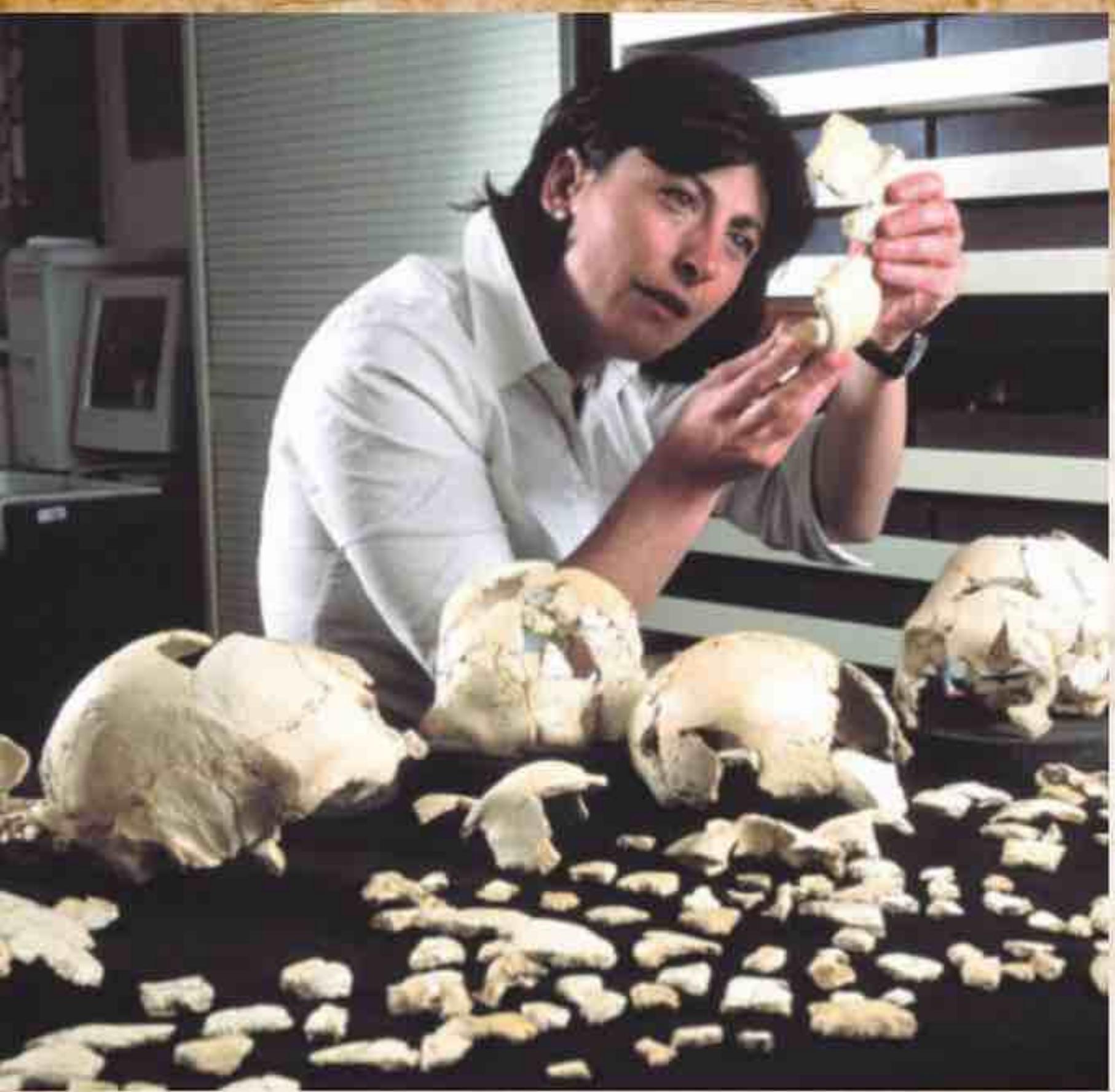
En effet, la plupart des grands singes savent, eux aussi, marcher de temps en temps sur leurs deux pattes arrière, par exemple lorsqu'ils se relèvent pour attraper quelque chose situé en hauteur ou pour se déplacer dans un environnement particulier. Les bonobos, originaires du bassin du Congo, passent ainsi 20% de leur temps debout. Mais à un moment ou un autre, ils finissent toujours par retomber à quatre pattes. L'Homme, lui, maîtrise la bipédie à merveille: il marche, court, saute sur ses deux jambes et reste debout en permanence – en tout cas une fois qu'il a appris à marcher!

Les chercheurs ont trouvé un nom pour ces drôles de bipèdes à l'origine de la lignée humaine: les hominidés. Mais difficile de savoir ce qui a poussé nos ancêtres à devenir bipèdes à plein temps. Les conditions environnementales ont très certainement favorisé les individus qui pouvaient marcher par rapport à leurs semblables qui restaient à quatre pattes. Il suffit d'observer un bébé se déplacer, seulement capable de faire du quatre-pattes, et un enfant un peu plus grand, maîtrisant déjà la marche: se tenir debout, c'est plus facile pour se déplacer, regarder au loin ou attraper des choses sans avoir besoin de grimper dans un arbre!

### Le premier hominidé bipède est-il Orrorin, 6 millions d'années, ou Toumaï, 7 millions d'années? Ou est-il encore à découvrir?...

Pour mieux saisir les raisons de cette évolution, les scientifiques étudient des sédiments datant de plusieurs millions d'années, qui auraient pu conserver de vieux fossiles d'hominidés. En 2000, dans les collines de Tugen au Kenya, l'équipe dirigée par les paléontologues Brigitte Senut et Martin Pickford, du Muséum national d'histoire naturelle à Paris, découvre ainsi un squelette fossilisé de bipède datant de 6 millions d'années. Baptisé Orrorin, l'hominidé en question vivait dans un milieu forestier. Pourrait-il être notre plus lointain ancêtre à s'être tenu debout?

Un an plus tard, au Tchad, l'équipe d'un autre chercheur, Michel Brunet, de l'université de Poitiers, met au jour le crâne d'un autre squelette dans le désert de Djourab. Son nom? Toumaï. Il est encore plus âgé qu'Orrorin: 7 millions d'années environ. Ne serait-ce pas plutôt lui le premier hominidé bipède? Les spécialistes continuent de débattre... et de fouiller les gisements en Afrique. Car le plus ancien représentant de nos aïeux bipèdes pourrait bien être encore plus vieux: 8, 9, voire 10 millions d'années! «Il faut regarder l'aventure humaine comment si elle était un buisson possédant ...



Evelyne Heyer,  
professeur au Muséum  
national d'histoire  
naturelle, étudie  
l'évolution génétique  
de l'espèce humaine.

d'anthropologie génétique au Muséum national d'histoire naturelle, à Paris.

Parmi les branches de ce grand buisson de l'humanité, il en existe donc une très particulière : celle du genre *Homo* dont, nous, les humains d'aujourd'hui, faisons partie. Mais celui-ci compte des représentants bien plus anciens que nous ! Jusqu'à présent, les scientifiques auraient exhumé pas moins de 190 fossiles qui appartiendraient à nos plus lointains ancêtres. Pour les trouver, il faut se rendre au Kenya dans la vallée du Rift, en Éthiopie, en Tanzanie, au Malawi ou en Afrique du Sud : c'est là que toutes les traces des anciens *Homo* ont été découvertes. Leur âge ? Entre 2,8 millions et 1,6 million d'années, autrement dit pas très jeunes. Parmi eux, *Homo habilis*, dont des spécimens ont été trouvés sur le site des grottes d'Olduvai, en Tanzanie, mais également *Homo rudolfensis*, enfoui près du lac Turkana, au Kenya.

## Selon les spécialistes, *Homo sapiens* aurait colonisé la Terre en progressant de 1 000 km par siècle

Il y a environ 300 000 ans, un nouveau type d'*Homo* apparaît. Ils sont carnivores, savent bien sûr marcher comme leurs ancêtres, ont un cerveau qui ne cesse de se complexifier et, grâce au volume de leur boîte crânienne qui a encore augmenté, sont capables de fabriquer des outils. «*Mais surtout, ils étaient certainement très curieux*», estime Evelyne Heyer. Leur soif de découvrir de nouveaux territoires va les mener presque partout : dans tous les coins d'Afrique, mais aussi en Eurasie, puis en Amérique et en Océanie. Le nom de ces nouveaux

... plusieurs branches. Certaines de ces branches se sont éteintes, faisant disparaître avec elles certaines espèces d'hominidés. D'autres branches ont persisté : aujourd'hui, nous sommes le seul rameau d'hominidés qui a survécu ! » explique Evelyne Heyer, professeur

aventuriers ? *Homo sapiens*. Les plus anciens squelettes de cette espèce, datés de 315 000 ans, ont été retrouvés récemment au Maroc, sur le site de Djebel Irhoud. Jusque-là, on ne connaissait que des ossements vieux de 200 000 ans, qui avaient été mis au jour en Éthiopie !

### Explorateurs et téméraires

Par où sont-ils passés ? Pour suivre leurs traces, les paléontologues traquent les fossiles de nos ancêtres aux quatre coins de la planète. Afin de déterminer leur âge, et donc à quel moment de l'histoire ils sont passés dans telle région ou l'ont colonisée, ils utilisent la datation au carbone 14 : cette technique permet d'estimer l'âge approximatif de n'importe quelle matière contenant du carbone, qu'il s'agisse d'un arbre, d'une roche ou d'un os d'*Homo sapiens* ! Grâce à ces approches, les spécialistes savent que les *Homo sapiens*, après avoir migré hors d'Afrique il y a 60 000 ou 70 000 ans, sont arrivés par vagues successives dans la région du Proche-Orient voilà 100 000 ans. Ils sont peut-être passés par le Bab el-Manded, le détroit séparant l'actuel Djibouti et le Yémen, entre l'Afrique et la péninsule arabique, d'autres par le canal séparant la Tunisie et la Sicile ou encore par le détroit de Gibraltar, entre le Maroc et le sud de l'Espagne. Ces explorateurs ont ensuite gagné l'Ouest et l'Est, c'est-à-dire l'Eurasie, cet immense continent qui va de l'actuelle France jusqu'aux confins de la Chine et de la glaciale Sibérie ! Il y a 50 000 ans, certains d'entre eux se sont montrés plus qu'audacieux : probablement à bord de radeaux constitués de bambous, ils ont traversé la mer entre l'Indonésie et l'Australie, et colonisé cette île perdue au milieu de l'immense océan Pacifique ! Dix mille ans plus tard, ils ont mis le pied en Europe. Il y a 20 000 ans, d'autres *Homo sapiens* ont franchi à pied le détroit de Behring asséché, situé tout au nord, et sont parvenus en Alaska ! Ils ont alors colonisé l'Amérique du nord au sud, jusqu'en Patagonie, et d'ouest en est, jusqu'au Groenland. Bientôt, *Homo sapiens* fut présent partout : les spécialistes estiment qu'il a colonisé la Terre en avançant de 1 000 km par siècle. Les hommes modernes, composés au début de quelques petits groupes d'individus seulement, sont aujourd'hui environ 8 milliards et vivent presque sous tous les climats. ☀

## LE BUISSON DE L'HUMANITÉ

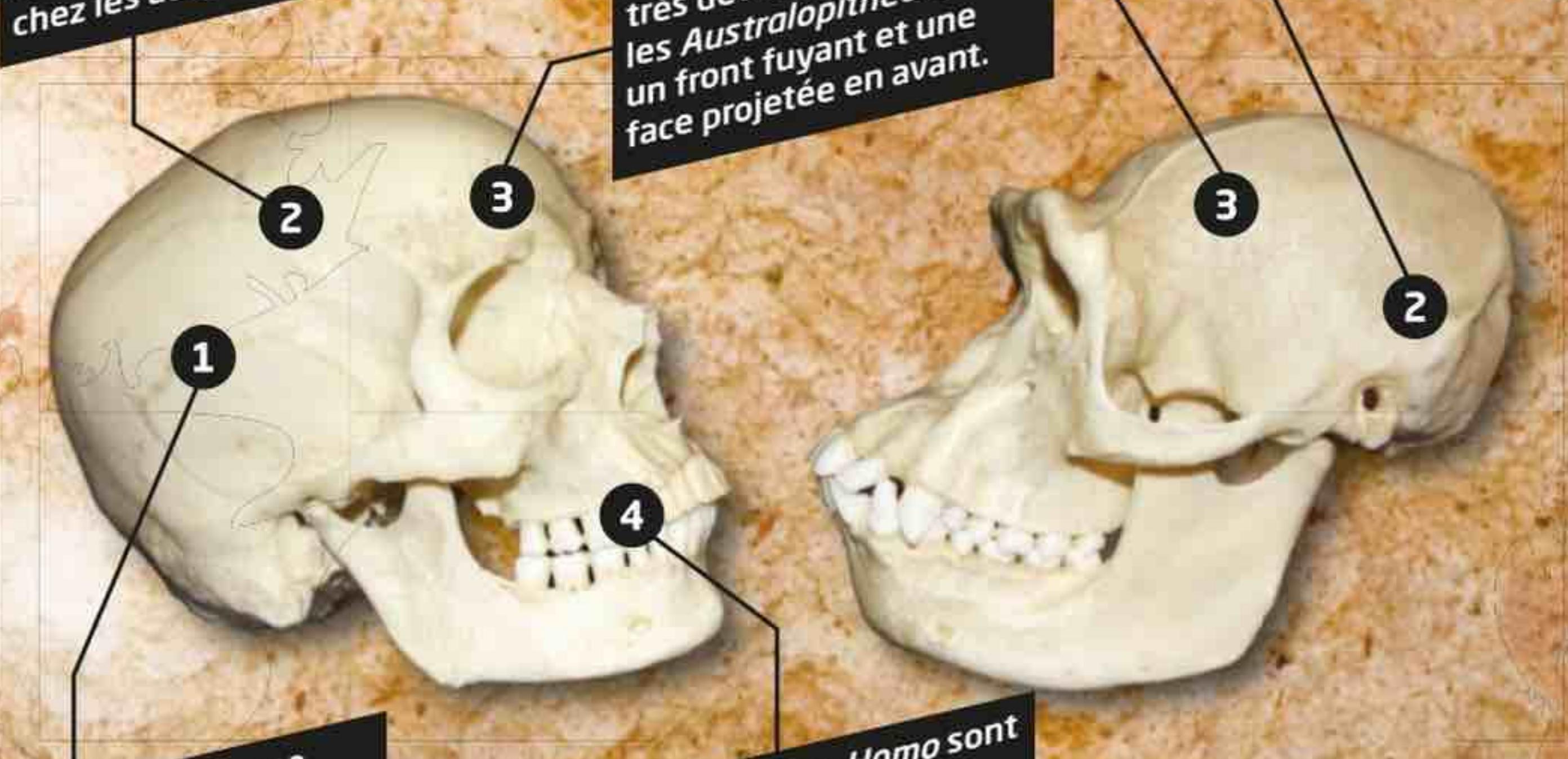


### HOMO VS AUSTRALOPITHECUS: LE JEU DES DIFFÉRENCES

D'après le livre *Une belle histoire de l'Homme*, sous la direction d'Evelyne Heyer  
Flammarion, 144 pages, 19,90 €

Chez *Homo*, la boîte crânienne se trouve au-dessus de la face, alors qu'elle se situe derrière celle-ci chez les australopithèques.

Le front des *Homo* est très développé et bombé; les *Australopithecus* ont un front fuyant et une face projetée en avant.



La boîte crânienne des *Homo* a un volume plus important.

Les molaires des *Homo* sont plus allongées que chez les *Australopithecus*, mais leur diamètre est plus petit.

POURQUOI  
LES PALÉONTOLOGUES  
DÉCOUVRENT-ILS  
SURTOUT DES DENTS?

« Les dents se conservent mieux que n'importe quel autre os, explique Evelyne Heyer. Il existe une très grande collection de dents dans le monde, appartenant à de nombreuses espèces différentes et qui permettent de savoir à laquelle appartient un nouveau spécimen découvert. » L'email, qui constitue nos dents, est en effet le matériau le plus dur de tout notre organisme. « Une dent résiste jusqu'à 800 °C et ne fond qu'à 1 200 °C ». Un os, lui, résiste jusqu'à seulement 500 °C.

## LES HOMINIDÉS LES PLUS CÉLÈBRES

L'évolution de l'Homme ne suit pas une ligne droite : les Australopithèques ne sont pas nos ancêtres directs et ne nous ont pas donné naissance après s'être éteints. En réalité, les *Homo* ont sûrement vécu à la même époque que les *Australopithecus* (entre 4,2 et 2 millions d'années environ), parfois même dans les mêmes régions. Au cours de l'évolution, beaucoup d'autres hominidés ont aussi cohabité : c'est le cas d'*Homo habilis*, contemporain de *Paranthropus boisei* et *Paranthropus robustus* ou encore d'*Homo ergaster*, qui vivaient tous en Afrique il y a 1,8 million d'années. Voilà 120 000 ans, les *Homo neanderthalensis* (ou hommes de Néandertal) étaient contemporains des *Homo erectus* et des *Homo sapiens*, mais dans des zones géographiques différentes, respectivement l'Europe, l'Asie et l'Afrique. Pour comprendre notre arbre généalogique « buissonnant », portraits des représentants hominidés les plus célèbres.



**LUCY**

**ÂGE**

3,2 millions d'années

**NOM SCIENTIFIQUE**

*Australopithecus afarensis*

**DÉCOUVERTE**

1974, en Éthiopie

**PARTICULARITÉS**

Bipède, elle présente encore des caractéristiques proches des singes, avec des mains adaptées pour grimper dans les arbres. Elle n'appartient pas au genre *Homo* et n'est donc pas notre « ancêtre ».

## HABILIS

**ÂGE**

2,4 à 1,4 million d'années

**NOM SCIENTIFIQUE**

*Homo habilis*

**DÉCOUVERTE**

1960, en Tanzanie

**PARTICULARITÉS**

Il possède une boîte crânienne plus grande mais une face et des dents plus petites que les australopithèques. Il a encore certains traits propres aux singes, comme de longs bras. Il doit son nom à sa capacité à fabriquer des outils et serait l'un des tout premiers représentants du genre *Homo*.



## ERECTUS

**ÂGE**

1,9 million d'années à environ 120 000 ans

**NOM SCIENTIFIQUE**

*Homo erectus*

**DÉCOUVERTE**

Plusieurs fossiles mis au jour à partir de 1891 en Indonésie, puis en Chine et en Afrique

**PARTICULARITÉS**

Il est le premier représentant de la lignée humaine à présenter des proportions corporelles semblables à celles des hommes modernes : longues jambes et, par rapport à ses « ancêtres » au torse comparable, bras plus courts.

Premier *Homo* à avoir migré hors d'Afrique.



**TOUMAÏ**

**ÂGE**

7 millions d'années

**NOM SCIENTIFIQUE**

*Sahelanthropus tchadensis*

**DÉCOUVERTE**

2001, au Tchad

**PARTICULARITÉS**

Il est bipède, mais a une petite boîte crânienne, dont la taille est proche de celle des chimpanzés. Il possède aussi de petites canines, à la différence de la plupart des primates mâles.

## ORRORIN

### ÂGE

6,2 à 5,8 millions d'années

### NOM SCIENTIFIQUE

*Orrorin tugenensis*

### DÉCOUVERTE

2000, au Kenya

### PARTICULARITÉS

Son fémur asymétrique atteste de sa bipédie, mais d'autres traits montrent qu'il était encore proche de certains singes. Par exemple, ses doigts longs et courbés lui permettaient d'agripper fermement les branches des arbres pour y grimper.



## NEANDERTAL

### ÂGE

400 000 à 40 000 ans

### NOM SCIENTIFIQUE

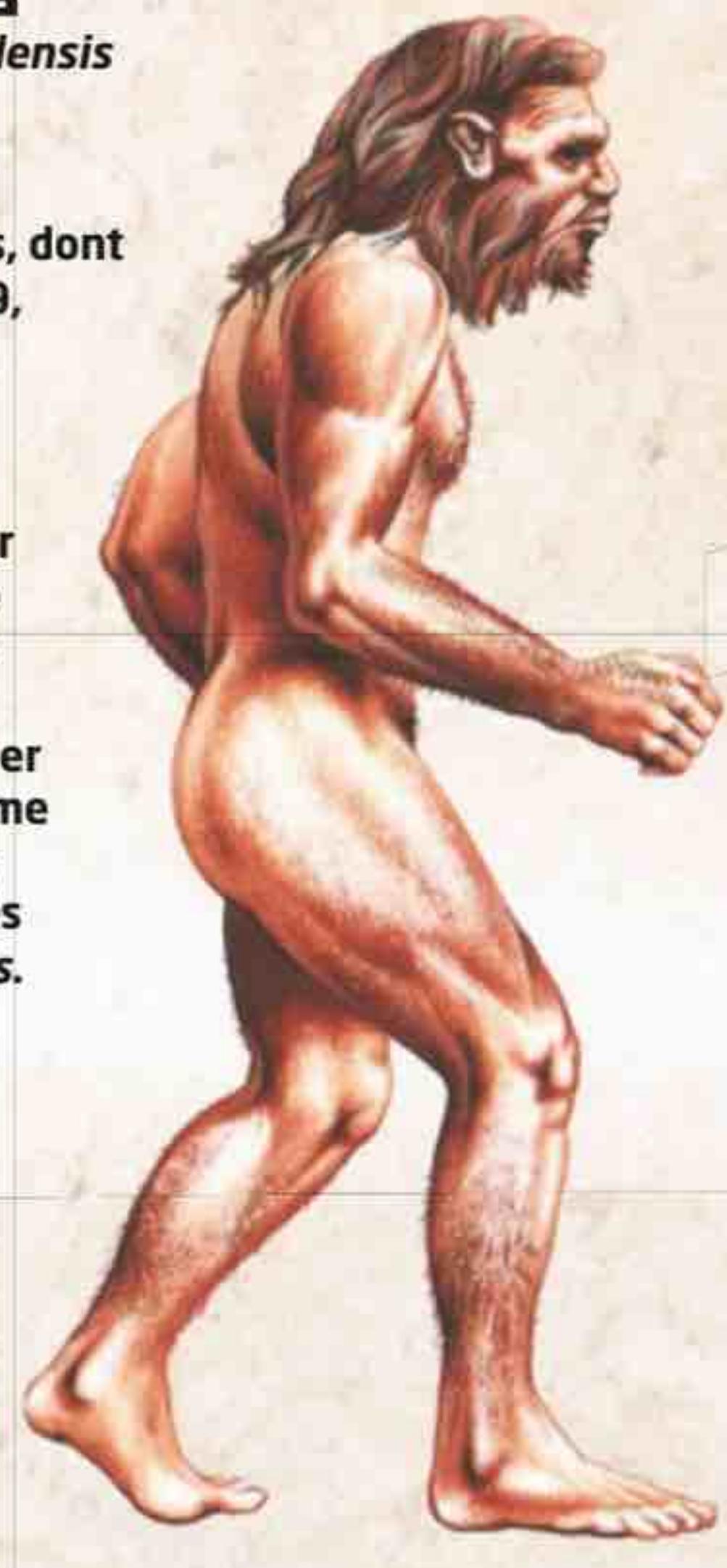
*Homo neanderthalensis*

### DÉCOUVERTE

Plusieurs fossiles ont été découverts, dont le premier en 1829, en Belgique

### PARTICULARITÉS

Physiquement, il se caractérise par une carrure trapue et des pommettes marquées. Il est capable de fabriquer des objets et inhumer les défunt. Il a eu des contacts avérés avec *Homo sapiens*.



## SAPIENS

### ÂGE

300 000 ans jusqu'à aujourd'hui

### NOM SCIENTIFIQUE

*Homo sapiens*

### DÉCOUVERTE

Les plus anciens fossiles ont été retrouvés au Pays de Galles, en 1823

### PARTICULARITÉS

C'est le seul genre *Homo* qui a survécu.

## PORTRAIT D'HOMO SAPIENS

**E**n réalité, nous ne sommes pas très différents des autres espèces du genre *Homo* qui nous ont précédés ou avec lesquelles nous avons cohabité, mais qui se sont toutes éteintes. Tout au plus avons-nous, par rapport aux autres *Homo*, un crâne à la forme bien spécifique et un menton. Nous n'avons pas non plus découvert le feu : celui-ci a été domestiqué il y a 450 000 ans par *Homo erectus*. En revanche, nous avons laissé les traces d'inventions que nous avons mises au point tout au long de notre histoire : sur les sites préhistoriques, les paléontologues ont découvert des outils divers et très spécialisés, des bijoux... preuve que nos ancêtres savaient utiliser les ressources dont ils disposaient et façonnaient aussi des objets symboliques.

Pour les spécialistes, cela ne fait aucun doute : ces aptitudes ont très certainement aidé

les *Homo sapiens* à s'adapter aux environnements

auxquels ils étaient confrontés au fur

et à mesure de leurs migrations.

Grâce à cette faculté de façonner

des outils aux fonctions bien

précises, ils ont réussi à trouver

et à consommer les aliments

locaux disponibles dans ces

nouveaux lieux, en chassant,

en pêchant ou en cueillant

des plantes. Ils ont aussi

sûrement dû développer

des ustensiles ou vêtements

pour s'adapter aux différents

climats rencontrés ! Mais

que serait-il advenu de toutes

ces innovations si elles

n'avaient pas été transmises

de génération en génération ?

C'est cela la culture : la capacité

à découvrir et à apprendre

de nouvelles choses,

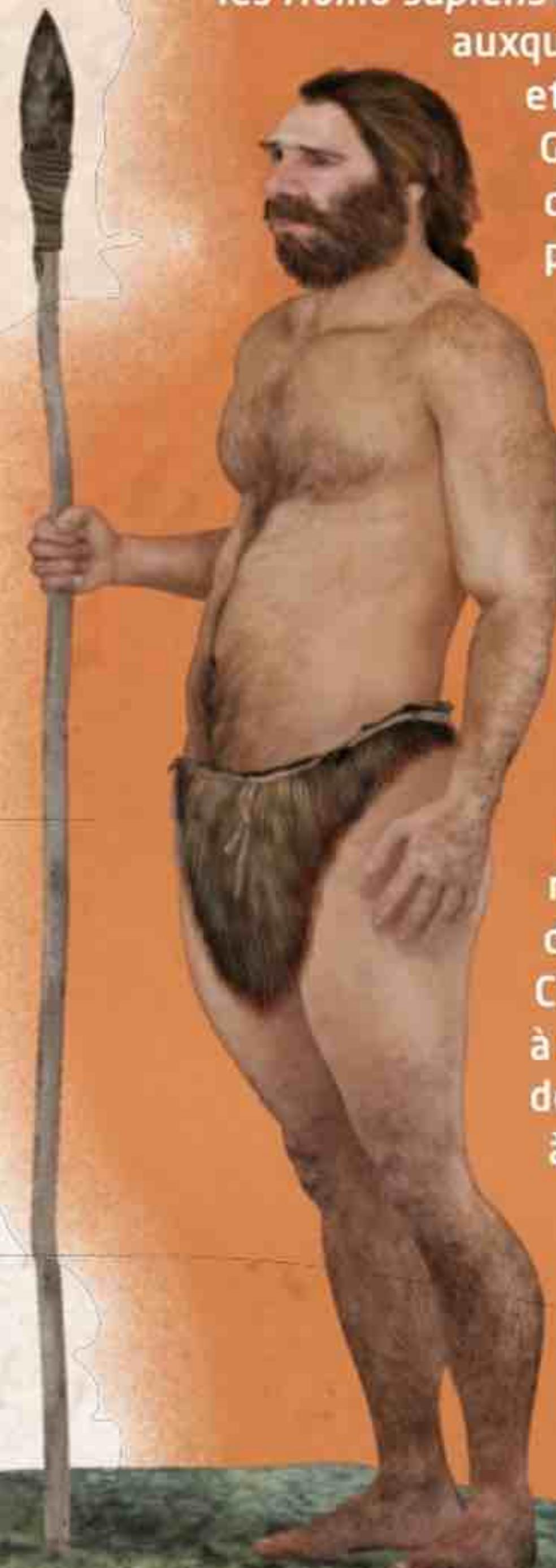
à communiquer aux autres

gestes, idées et façons de

faire, et à les rendre durables

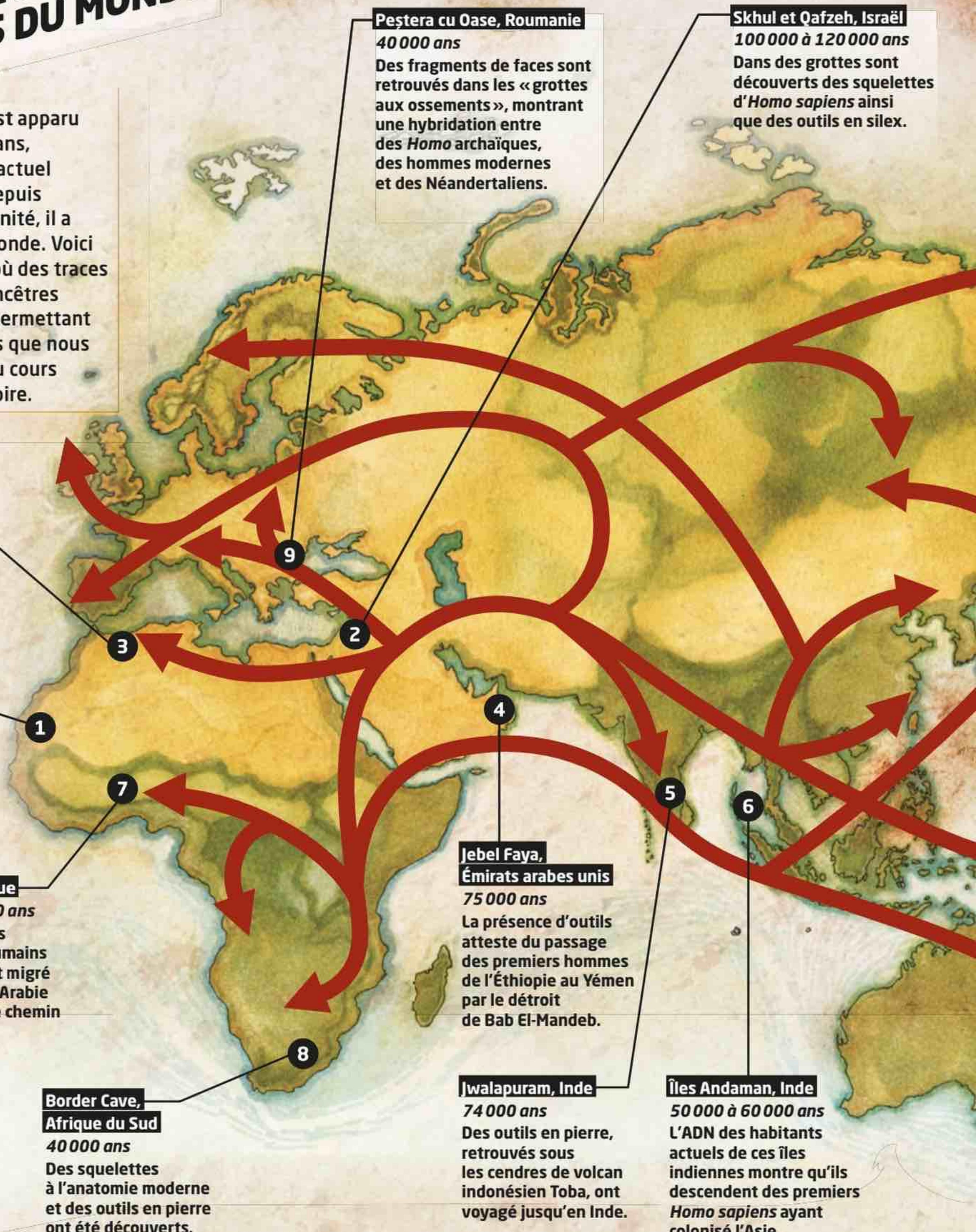
afin qu'elles servent à toute

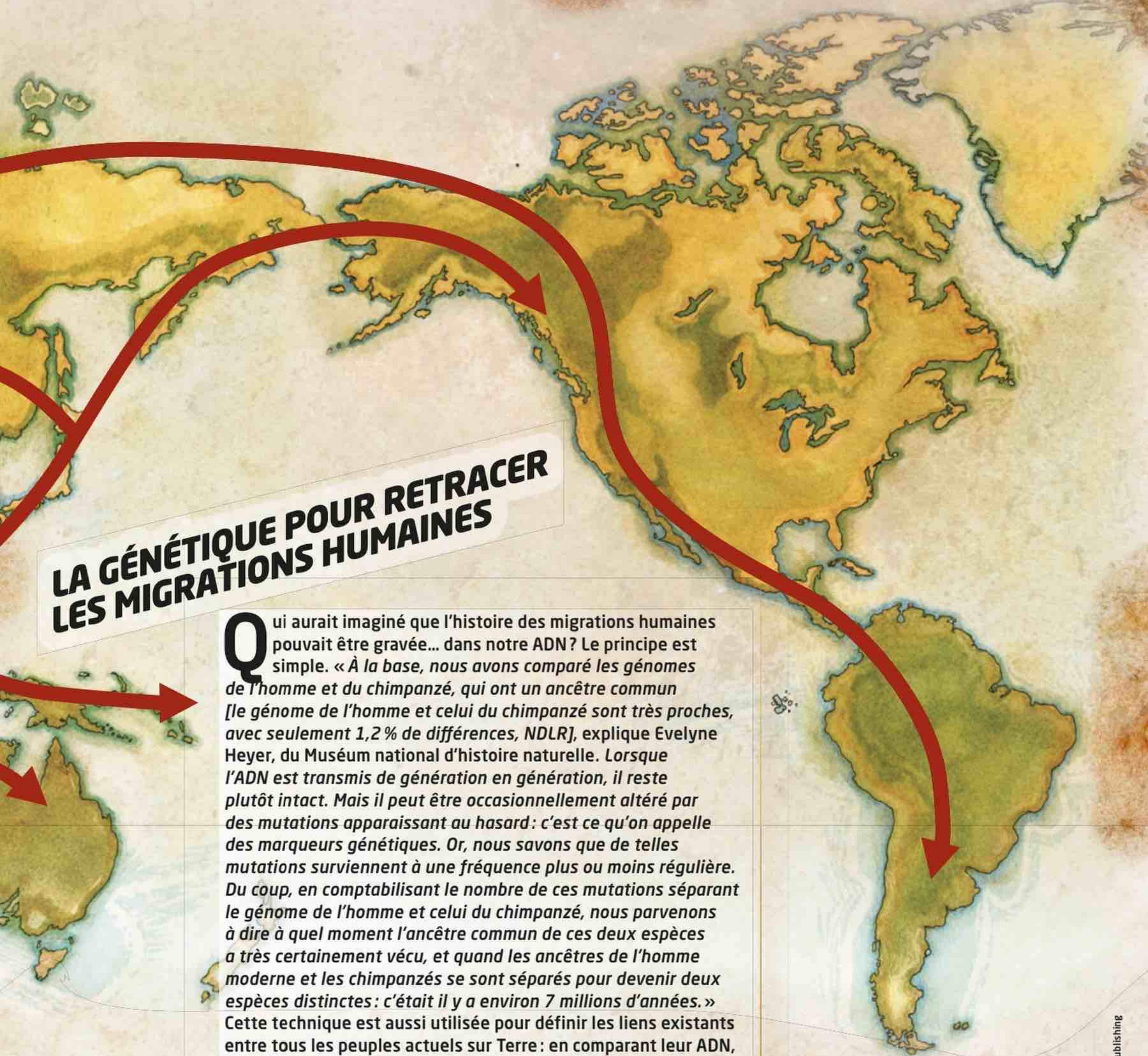
la communauté humaine.



# DES TRACES LAISSEES PAR NOS ANCETRES AUX QUATRE COINS DU MONDE

**H**omo sapiens est apparu il y a 300 000 ans, au niveau de l'actuel continent africain. Depuis ce berceau de l'humanité, il a ensuite conquis le monde. Voici les principaux lieux où des traces du passage de nos ancêtres ont été retrouvées, permettant de retracer les routes que nous avons empruntées au cours de notre longue histoire.





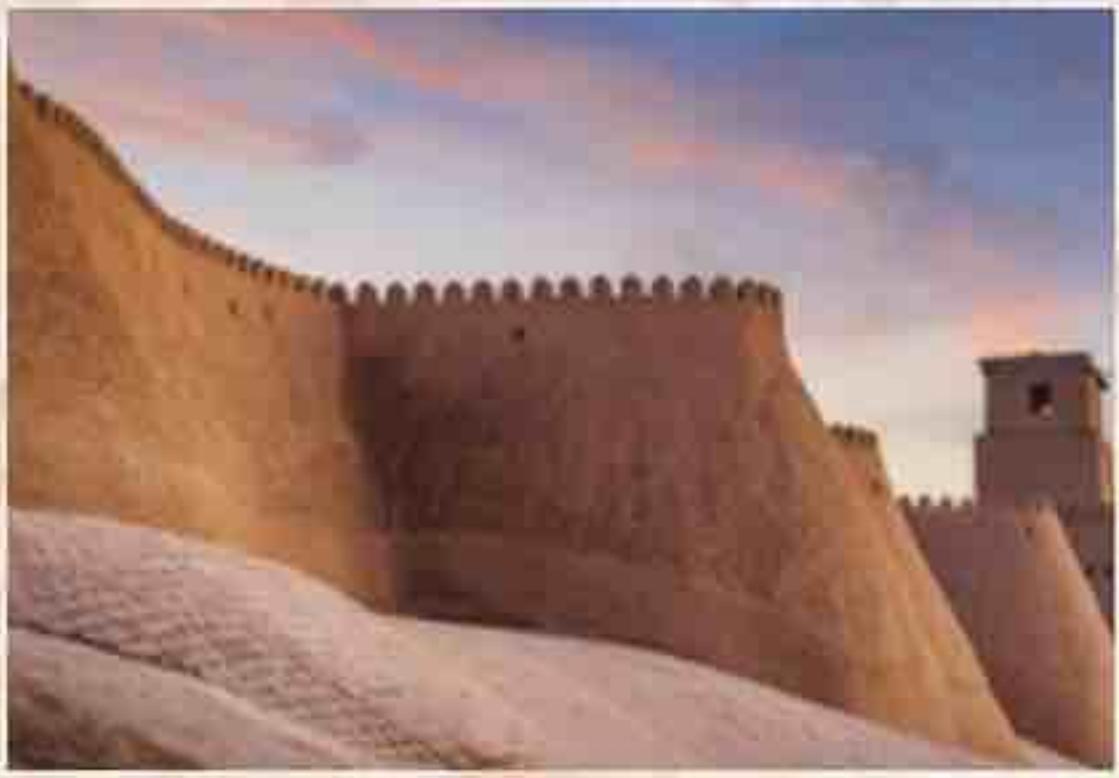
# POURQUOI LA POPULATION HUMAINE CROÎT SI VITE

Il est loin le temps - 300 000 ans - où *Homo sapiens* comptait seulement 100 à 100 000 individus. Au milieu des années 1950, nous n'étions « que » 2,5 milliards et le 15 novembre 2022, nous avons passé la barre des 8 milliards d'humains selon l'Organisation des Nations unies ! Plusieurs événements peuvent expliquer pourquoi notre population atteint de tels records et pourquoi elle devrait continuer d'augmenter.



## Le règne des Romains

Entre l'an 27 av. J.-C. et l'an 476, l'expansion de l'Empire romain, qui regroupait plus d'un cinquième de la population mondiale, s'est accompagnée de la construction d'infrastructures favorisant le développement de la population : en cinq siècles, les Romains ont ainsi édifié cinq aqueducs, permettant d'amener l'eau au cœur des villes en pleine croissance.



## La route de la soie

Lorsque la dynastie des Han a commencé à commercer avec l'Europe, cela s'est fait par la route de la soie, un réseau de voies commerciales long de 5 000 km. Grâce à celles-ci, les différents peuples ont pu échanger informations et techniques, améliorant leurs conditions de vie respectives et soutenant la croissance de la population mondiale.



## L'invention du compas

Lors des voyages au XII<sup>e</sup> siècle, l'utilisation des compas a permis aux navigateurs de voyager en sécurité et toujours plus rapidement sur tous les océans du globe, et d'atteindre de nouveaux territoires où faire prospérer la population humaine.

**2 377 km<sup>2</sup>**  
**Si toute la population mondiale se tenait au même endroit, elle couvrirait quasiment la superficie de l'île de La Réunion**



## Le boost de l'agriculture

Celle-ci a émergé il y a 12 000 ans, modifiant radicalement la vie de nos ancêtres qui, jusque-là, chassaient, cueillaient et devaient se déplacer pour trouver de quoi se nourrir. Avec les fermes, les *Homo sapiens* ont pu se sédentarisier, dans des lieux plus sûrs où ils n'étaient pas autant soumis aux dangers de leur environnement extérieur et où la nourriture a commencé à être produite en quantité suffisante pour répondre à leurs besoins. Cette vie plus « facile » a permis aux communautés d'*Homo sapiens* de se développer.



## Expansion de la Chine

De l'an 206 av. J.-C. à l'an 220, la dynastie des Han s'est étendue vers le sud, au-delà de la rivière Yangtze. Sur ces terres toujours plus vastes, elle regroupait 60 millions d'individus, soit un quart de la population mondiale !

**50,5 %**  
**de la population mondiale est de sexe masculin**



## 4 par seconde C'est le nombre de naissances dans le monde !



### La révolution industrielle

De 1750 à 1840 environ, cette période d'innovation technique intense a permis d'améliorer la vitesse de production, de réduire la pénibilité du travail et, finalement, d'améliorer la qualité de vie. La population mondiale est alors passée de 800 millions à 1,2 milliard d'individus.



### La médecine moderne

Vers 1918, avec la mise au point des vaccins, des antibiotiques et de traitements médicaux complexes, le nombre de décès dus aux maladies chute de façon considérable et l'espérance de vie passe de 30 à 80 ans ! Un facteur déterminant dans l'accroissement de population mondiale.



### La révolution verte

Entre 1967 et 1978, la surface occupée par les terres agricoles s'étend et la diffusion de techniques modernes permet d'améliorer les rendements de production. Avant la révolution verte, un agriculteur pouvait nourrir 2,5 personnes, contre 130 aujourd'hui !



### Et le futur ?

Selon les prévisions de l'Organisation des Nations unies, nous serons 8,5 milliards d'humains en 2030, 9,7 milliards en 2050 et 10,5 milliards en 2080. Après cette date, la population mondiale devrait rester assez stable jusqu'en 2100. Mais notre planète aura-t-elle toujours suffisamment de ressources pour nous permettre d'y vivre en respectant les autres espèces ?



## ET VOUS, D'où venez-vous ?



**G**enographic, 23andme, AncestryDNA... Des dizaines d'entreprises vous promettent de vous faire découvrir vos origines en analysant votre ADN. Concrètement, vous recevez chez vous un kit de prélèvement commandé sur Internet. Il suffit alors de cracher dans un tube ou de gratter l'intérieur de vos deux joues avec un Coton-Tige pour récolter votre ADN, et d'envoyer le tout dans une enveloppe par voie postale. Quelques semaines plus tard, les résultats vous parviennent par e-mail. Comment ça marche ? En analysant l'ADN d'une personne, les scientifiques repèrent les mutations qu'il contient. Ces « anomalies » ou marqueurs génétiques (voir p. 29), qui apparaissent

au hasard dans le génome et sont transmises de parents à enfants, permettent de déterminer si deux personnes ont des ancêtres communs. Ainsi, vous avez hérité d'une partie de l'ADN de votre grand-mère et il y a de fortes chances pour que vos cousins et cousines possèdent les mêmes mutations que vous. Même principe pour savoir de quelles régions viennent vos ancêtres lointains : les spécialistes comparant vos marqueurs génétiques à l'ADN de personnes habitant aujourd'hui dans telle ou telle région du monde. Un exemple : si vous possédez beaucoup de mutations semblables à celles portées par la population résidant aujourd'hui en Turquie, mais aussi à celles des Suédois, il y a fort à parier que vos ancêtres venant de Turquie se sont croisés, à un moment donné, avec d'autres venant de Suède, laissant la trace de ces deux groupes humains dans votre ADN ! En moyenne, les Français possèdent 59 % de gènes typiques de l'Europe de l'Ouest et centrale, 21 % d'Europe du Sud, 7 % de Grande-Bretagne et d'Irlande, 5 % d'Europe de l'Est, 2 % d'Afrique du Nord, 2 % de Scandinavie... Prudence tout de même : en France, il est interdit de réaliser de tels tests génétiques, ceux-ci n'étant autorisés que sur décision médicale ou de justice. Les risques encourus si vous contrevenez à cette interdiction : 15 000 € d'amende et un an d'emprisonnement !

# INTERVIEW ANNE SEIBEL

« Tenter de retranscrire ce que le réalisateur a en tête est mon métier »

Une Française nominée aux Oscars est chose rare, qui plus est pour la direction artistique d'un film. C'est pourtant ce qu'Anne Seibel a réussi en 2012 avec le film *Minuit à Paris* de Woody Allen. Une incroyable reconnaissance qui n'a entamé en rien sa modestie.

Par Edith Pauly

**P**étillante et pleine d'enthousiasme, cette cheffe décoratrice peut se vanter d'avoir travaillé avec quelques-uns des plus grands réalisateurs de cinéma américains, comme Clint Eastwood, Steven Spielberg, Woody Allen ou encore Sofia Coppola! Pourtant, rien ne la prédestinait à ce métier, enfin presque rien. Anne Seibel commence par suivre des études d'architecture, logique pour cette bricoleuse hors pair, également douée en dessin, et née par ailleurs dans une famille où l'on apprend aussi bien la reliure que

la fabrication des papiers vénitiens ou celle des émaux... Car chez les Seibel, on aime expérimenter tout ce qui peut l'être, on adore concevoir des spectacles de A à Z que l'on filme ensuite. Prises de vues, montage, décor, bruitage, assemblage des costumes, tout est fait maison. Son père, passionné de photo, l'initie alors qu'elle n'a que 5 ans. Le cadrage, la lumière, et même plus tard le tirage de photos dans le laboratoire installé au domicile familial, n'auront vite plus de secrets pour elle. Autant de connaissances qui vont s'avérer déterminantes par la suite et la mener là où elle ne s'attendait pas à aller. ☑

**« Je suis comme une cheffe d'orchestre. La partition, c'est le scénario, les violons, le premier assistant, et l'ensemblier, le chef d'atelier. Et si tout marche bien, ça fait une jolie mélodie »**

**Comment ça marche : En quoi consiste votre métier de cheffe décoratrice de cinéma ?**

**Anne Seibel :** Il s'agit d'élaborer les décors d'un film à partir d'un scénario, de tenter de retranscrire ce que le réalisateur a en tête, sa vision des espaces

dans lesquels vont évoluer les personnages, en rapport avec l'histoire. J'interprète, mais avant tout, il me faut comprendre ce qu'il aime. Je lui présente plein de choses et c'est lui qui valide. Une fois le style défini avec lui, on dépouille le scénario, c'est-à-dire qu'on le découpe en petites séquences pour évaluer tous les décors nécessaires au film. Et pour chacune va se poser la question du lieu de tournage : intérieur, extérieur, en naturel ou construit en studio... Ensuite, vient tout un travail de recherche, de documentation...

**CCM : Comment avez-vous découvert ce métier ?**

**A. S. :** En 1979, lors d'un week-end à la campagne, le père d'une de mes amies nous a proposé d'aller voir le tournage d'un film [*Tous vedettes !*, de Michel Lang, NDLR]. C'était un univers que je ne connaissais pas. J'ai eu un choc, il y avait plein de jeunes autour du chef décorateur et leur travail consistait à faire des tas de choses que je savais faire, bricoler, peindre... J'y suis retournée tous les jours de la semaine, mais j'ai quand même fini mes études d'architecture avant de me lancer. ...



### BIO EXPRESS

**1957**

Naissance en Allemagne.

**1982**

Diplôme d'architecture à Paris.

**1985**

*Dangereusement vôtre* (14<sup>e</sup> opus de James Bond) est sa première collaboration sur un film anglo-saxon.

**2005**

Décoratrice sur le film *Munich* de Steven Spielberg, elle y rencontre Rick Carter (directeur artistique de *Jurassic Park*, *Avatar...*), son mentor.

**2009**

*Road, Movie* de Dev Benegal est son premier film comme cheffe décoratrice.

**2010**

Cheffe décoratrice sur *Midnight in Paris* (*Minuit à Paris*) de Woody Allen.

**2012**

Nominée aux Oscars pour la meilleure direction artistique avec *Midnight in Paris*.

**2019**

Cheffe décoratrice sur la série TV Netflix, *Emily in Paris*.



**De gauche à droite,**  
**illustration de Lilith**  
**Bekmezian et feuille**  
**de style du mobilier**  
**réalisée par Anne Seibel**  
**pour les décors définitifs**  
**(photo) de l'agence**  
**marketing dans la série**  
**TV *Emily in Paris*.**

**... CCM: Vous travaillez souvent avec les Anglo-Saxons, est-ce un choix ?**

**A. S.:** Non, c'est le hasard. À mes tout débuts, un jour où j'étais en pleine construction pour une pub, quelqu'un m'a demandé si je parlais anglais. J'ai dit oui et je me suis retrouvée embauchée sur le James Bond « *Dangereusement vôtre* » avec Roger Moore... Après, de fil en aiguille, quand pour un film on avait besoin d'un assistant déco qui parle anglais, on faisait appel à moi.

**CCM: Vous tenez compte de tous les déplacements, des acteurs comme des techniciens, quand vous concevez les décors ?**

**A. S.:** C'est indispensable, les techniciens doivent pouvoir se déplacer facilement au milieu. Je commence toujours par indiquer sur un calque les déplacements des acteurs

par des cercles pour visualiser leurs passages. Dans *White Crow*, pour la scène dans l'aéroport du Bourget, j'ai d'abord demandé à Ralph Fiennes, le réalisateur, de m'indiquer les déplacements. Certains n'étaient pas cohérents par rapport au décor original. Le bar et l'escalier étaient côté à côté, or ce n'était pas le cas dans le scénario. Le décor a été fait en studio et personne n'a vu la différence car nous l'avons mis dans l'axe de la caméra.

**CCM: On imagine souvent que le décorateur ne s'occupe que des objets, des meubles. C'est donc plus complexe que cela ?**

**A. S.:** En France, on a tendance à ne voir que cet aspect et l'on oublie la partie purement cinématographique où tout est fait pour permettre le jeu des acteurs, la mise en lumière... Chez les Anglo-Saxons, c'est une direction artistique au sens beaucoup plus large.

**CCM: Faites-vous des recherches pour chaque scène, chaque personnage, chaque lieu ?**

**A. S.:** Oui, mon métier consiste, entre autres, à travailler avec un repêcheur pour trouver des lieux que l'on puisse utiliser. Je fais aussi de nombreuses recherches sur l'ensemble des personnages et je réalise des moodboards, des sortes de fiches de style.

**CCM: Vous insistez sur l'importance du dessin dans votre métier et travaillez**

**avec une illustratrice sur vos moodboards. Pourquoi ?**

**A. S.:** Autrefois, je les faisais moi-même, mais je n'ai plus le temps. La base de tout, c'est le dessin. L'illustration, c'est un outil de communication pour permettre aux autres de visualiser le projet, c'est primordial.

**CCM: Vous enseignez à la Fémis, l'école nationale supérieure des métiers de l'image et du son, et êtes très attachée à la transmission. Pour quelle raison ?**

**A. S.:** Il y a dix ans, juste après ma nomination aux Oscars, l'ancien directeur de la Fémis Marc Nicolas m'a offert cette possibilité. J'ai appris des autres, particulièrement du directeur artistique américain Rick Carter, donc transmettre à mon tour me paraît logique. Le cursus dure quatre ans et les élèves doivent sortir avec une « boîte à outils » qui leur permette de travailler.

**CCM: Que leur conseillez-vous ?**

**A. S.:** Qu'ils se laissent aller à être eux-mêmes, à exprimer leurs intuitions et qu'ils s'amusent, moi j'aime ce que je fais. Qu'ils restent humbles aussi. Dans ce métier, il faut s'entourer d'artistes, pas d'esclaves, utiliser leur talent, leur intelligence pour servir le projet ensemble. Ce sont de futurs chefs d'orchestre, ils doivent apprendre à travailler avec les autres. Et bien sûr dessiner, dessiner et dessiner encore, se nourrir d'expos, de films, de livres...

Pour *Magic in Moonlight* de Woody Allen (2014), Anne Seibel a également travaillé avec la dessinatrice de décors Lilith Bekmezian. Ci-dessous, ses dessins préparatoires pour le sarcophage du magicien.



2 MOIS  
OFFERTS

**epsilo∞n**  
nouveau magazine d'actualité scientifique

# Et si vous vous abonniez ?

le mensuel + le hors-série



**82 € /AN**

ou

le mensuel



**59 € /AN**

En plus, nous vous offrons la version numérique du magazine.

Mieux : vous aurez accès à tous les articles d'Epsilo∞n depuis le premier numéro, sur le site ou sur l'appli !



**SUR EPSILOON.COM**

ou scannez le QR code ci-dessus



par téléphone

**01 87 64 09 62**

Du lundi au vendredi de 9 h à 19 h



# MÉMOIRE LE CERVEAU AU

À force de répéter le même geste des dizaines de milliers de fois, le cerveau le retient et facilite sa réalisation. Ce processus est à la base de la réussite de certains des plus grands sportifs.

Par Clément Le Foll

**I**l faut répéter environ 19 000 gestes justes pour ancrer le geste dans la mémoire musculaire.» Lors de sa préparation pour les Jeux olympiques d'hiver 2022 à Pékin, le Français Quentin Fillon Maillet ne lésine pas sur les moyens. Au cours de chaque entraînement, le biathlète répète les mouvements clés qu'il effectuera en compétition : avancer avec ses skis, planter les bâtons pour mieux se propulser, se pencher en avant et plier les cuisses pour gagner en aérodynamisme lors des descentes, se placer efficacement sur le pas de tir, respirer doucement puis appuyer sur la gâchette pour toucher la cible. Ces dizaines de milliers de répétitions semblent avoir porté leurs fruits ! Aux JO en question, Quentin Fillon Maillet a décroché cinq médailles, dont deux en or. Ces victoires, il les doit notamment à son entraînement, qui a grandement amélioré sa mémoire musculaire.

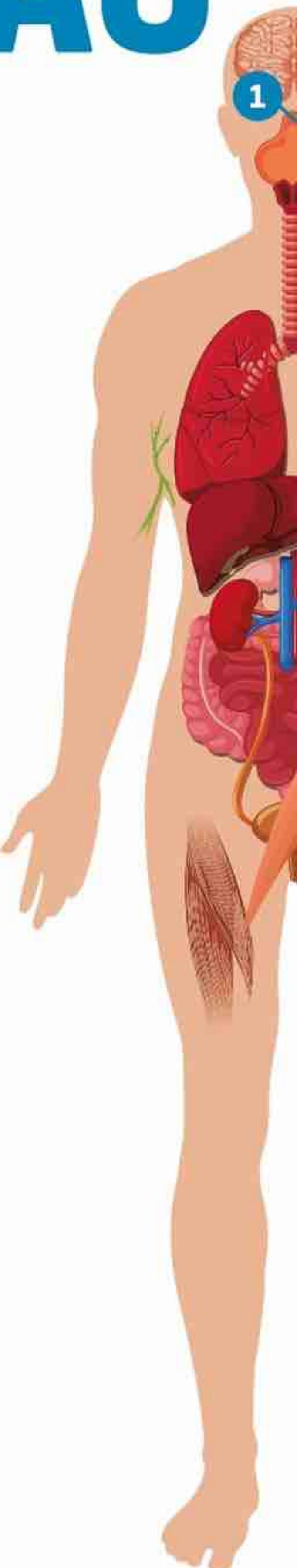
## De plus en plus efficace

En effet, si le Jurassien est bien plus rapide que vous et moi sur des skis ou adroit carabine en mains, c'est parce qu'il a fait et refait ces gestes moult et moult fois, et qu'ils ont ainsi été mémorisés. Toutefois, ils ne l'ont pas été par ses muscles, comme l'expression "mémoire musculaire" pourrait le laisser penser, mais par son cerveau. Lorsque Quentin Fillon Maillet décide d'utiliser ses bâtons de ski pour se propulser plus vite, c'est son système nerveux central qui envoie un message depuis la racine ventrale de la moelle épinière jusqu'aux muscles concernés, lequel circule via un motoneurone (un neurone moteur). Le message réceptionné entraîne la contraction des muscles des avant-bras. À force de réaliser ce mouvement, le système nerveux central du champion de biathlon l'exécute plus efficacement sans y réfléchir : voilà pourquoi on appelle ce processus la mémoire musculaire.

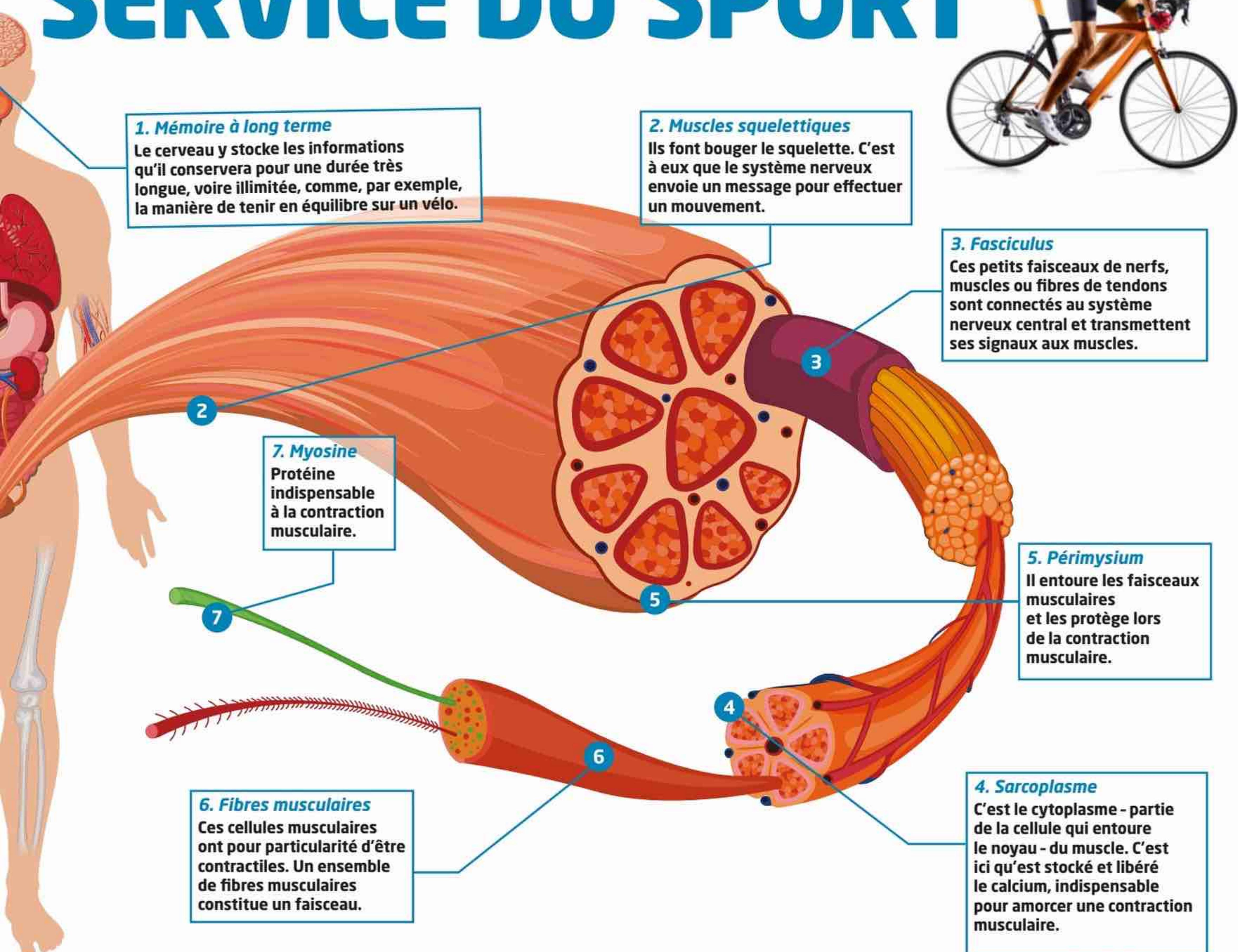
Cependant, cette dernière est spécifique à chaque discipline. Par exemple, un sportif qui s'entraîne pour un marathon sur route et un traileur qui prépare une course de plus de 100 km en montagne n'effectuent pas du tout les mêmes gestes. L'un va courir sur du bitume et sur terrain plat, l'autre sur chemins escarpés avec un enchaînement de montées et de descentes. Il y a quelques mois, l'ultra-trailleur Mathieu Blanchard, deuxième de l'ultra-trail du Mont-Blanc 2022, s'inquiétait quant à sa capacité à être en forme pour l'édition 2023, alors qu'il préparait la Western States Endurance Run, une course disputée aux États-Unis avec beaucoup moins de dénivelé (5 000 m sur 160 km avec un profil majoritairement descendant, contre 170 km pour l'UTMB, sous forme de montagnes russes avec 10 000 m de dénivelé positif). «Depuis octobre, je n'ai pas fait de dénivelé et ça va continuer jusqu'en juin. Ce qui fait qu'après la Western, il me restera seulement deux mois. La mémoire musculaire va-t-elle revenir assez rapidement?», s'interrogeait le Français dans les colonnes de *L'Équipe*.

## C'est comme le vélo...

Mais la mémoire musculaire n'est pas réservée aux sportifs de haut niveau. C'est aussi elle qui vous permet de réussir à faire du ski, du vélo ou à nager même si vous n'avez plus pratiqué ces activités sportives depuis des années. Car une fois qu'ils ont été suffisamment répétés et intégrés par le système nerveux central, les mouvements sont stockés par la mémoire à long terme dans l'hippocampe, une région cérébrale située dans les lobes temporaux. Grâce à cette mémoire à long terme, vous êtes capable de retenir une information sur une période de plusieurs années, voire pour la vie dans certains cas. D'où sans doute l'expression : faire du vélo, ça ne s'oublie pas. ☺



# MUSCULAIRE SERVICE DU SPORT



## CINQ CONSEILS POUR AMÉLIORER VOTRE MÉMOIRE MUSCULAIRE

### 1. Pratiquer

Plus vous vous entraînez dans un sport, plus vite votre cerveau assimilera et maîtrisera les gestes spécifiques à cette discipline.

### 2. Éviter les mauvaises habitudes

Le cerveau ne distingue pas une gestuelle parfaite d'une imparfaite. Si vous êtes basketteur et que votre shoot n'est pas efficace, plus vous allez répéter ce mouvement, plus il sera compliqué de le faire évoluer.

### 3. Décomposer

Un mouvement qui peut vous paraître simple, comme servir au tennis, est en fait l'enchaînement de plusieurs mouvements, du lancer de balle à la frappe par la raquette. N'hésitez pas à vous entraîner sur certaines parties avant de le réaliser intégralement.

### 4. Changer d'environnement

En vous entraînant toujours au même endroit, vous risquez de limiter votre mémoire musculaire. Confrontez-vous à d'autres terrains pour vérifier que vos muscles y réagissent de la même façon.

### 5. Être patient

On ne maîtrise pas un geste comme un sportif professionnel du jour au lendemain. La mémoire musculaire repose sur la répétition à long terme.

# LE CHOCOLAT, UNE



# AFFAIRE DE CHIMIE

Si en croquer procure un tel plaisir et si y résister est pour certains si difficile, ce n'est pas un hasard... On vous dit tout sur cette gourmandise, des subtilités de sa fabrication au savoureux cocktail de molécules qu'elle renferme.

Par Louna Esgueva

**A**u XV<sup>e</sup> siècle, lorsque les conquistadors débarquent en Amérique, ils découvrent, entre autres, une étrange boisson amère à base de fruit de cacaoyer. Christophe Colomb la trouve «à peine bonne pour les cochons». Quelques années plus tard, en 1519, Hernán Cortés, lui, s'en délecte et rapporte en Espagne une cargaison de fèves de cacao dont il offre une partie au roi Charles Quint. Très vite, les nobles d'Europe y prennent goût et, en 1615, le chocolat s'invite en France à l'occasion du mariage de Louis XIII et Anne d'Autriche. La «chocolamania» gagne toute la Cour. En 1758, le cacao devient même un remède inscrit au *Codex medicamentarius* (un recueil de médicaments et formules pharmaceutiques autorisés). Au XIX<sup>e</sup> siècle, l'ouverture de chocolateries industrielles – Pelletier & Cie seront les pionniers en France – permet peu à peu à cette confiserie onéreuse de devenir un produit à la portée de toutes les bourses.

Aujourd'hui, rares sont ceux qui boudent le chocolat. Et pour cause, il contient un cocktail de plus de trois cents substances qui nous pousse immanquablement à nous jeter sur une tablette!

Ces substances confèrent au chocolat ce goût exquis, mais surtout certaines d'entre elles ont des effets puissants sur le cerveau, responsables d'une réelle sensation de bien-être.

Pas étonnant que le cacaoyer, la plante de laquelle on tire le cacao, soit classé dans le genre *Theobroma*, qui signifie «nourriture des dieux»! Le chocolat contient notamment de la caféine et de la théobromine, qui ont toutes deux un pouvoir stimulant. Il renferme également du magnésium, un minéral connu pour avoir des propriétés antidépressives en activant, grâce à la sécrétion de dopamine (un messager du système nerveux), le circuit de la récompense. Une source de plaisir renforcée par la présence de salsolinol, qui agit lui aussi sur ce circuit. Mais les vertus du chocolat ne se limitent pas à ces substances chimiques: outre sa saveur, sa texture, son gras et son sucre favorisent la libération d'endorphines, les hormones du bien-être. De quoi déculpabiliser si on craque sur un carré. ☺

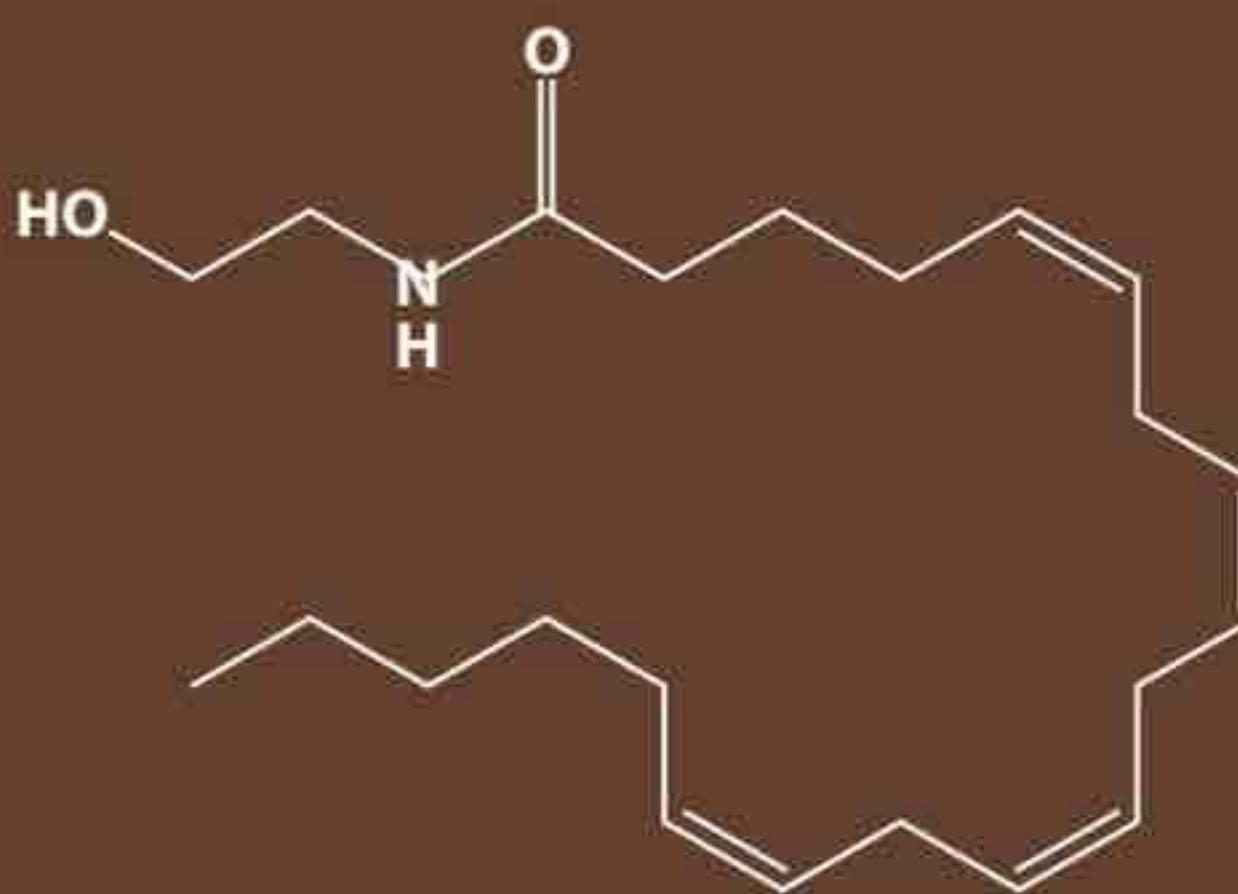


Une fois extraites de la cabosse, les fèves de cacao, matière première du chocolat, sont fermentées, séchées, torréfiées, puis transformées en pâte de cacao.

# QU'EST-CE QUI REND LE CHOCOLAT ...

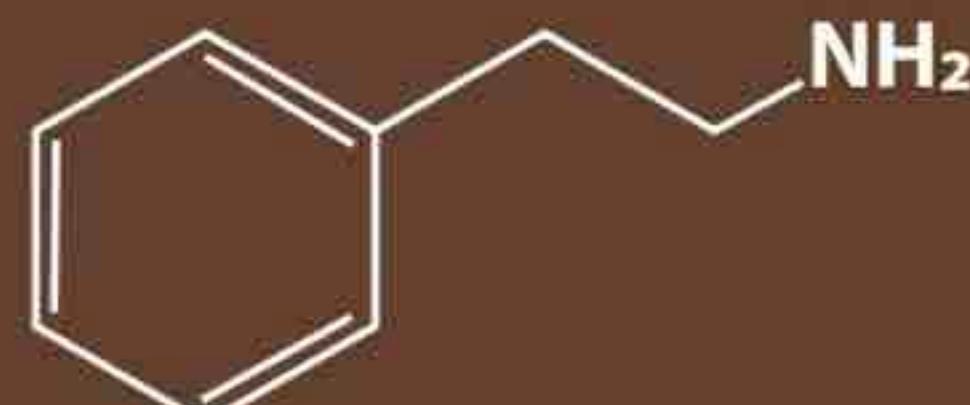
... ADDICTIF?

Rassurez-vous : la dépendance au chocolat ne provoque pas de crise de manque, tout au plus une légère anxiété chez les plus gros consommateurs, c'est-à-dire au-delà de 100 g par jour. Alors, d'où vient cette envie irrésistible de se jeter sur un carré de chocolat ? D'un ingrédient nommé l'anandamide (*voir molécule ci-dessous*). Naturellement présent dans le cerveau, ce neurotransmetteur (messager du cerveau) cannabinoïde se cache aussi dans le chocolat. Très proche du tétrahydrocannabinol (THC) de la marijuana, cette molécule engendre un sentiment de béatitude, même si elle n'y est présente qu'en faible quantité. Manger du chocolat procure ainsi une sensation de bien-être et d'apaisement qui nous pousse à renouveler l'expérience, et donc à succomber de manière régulière à cette gourmandise.



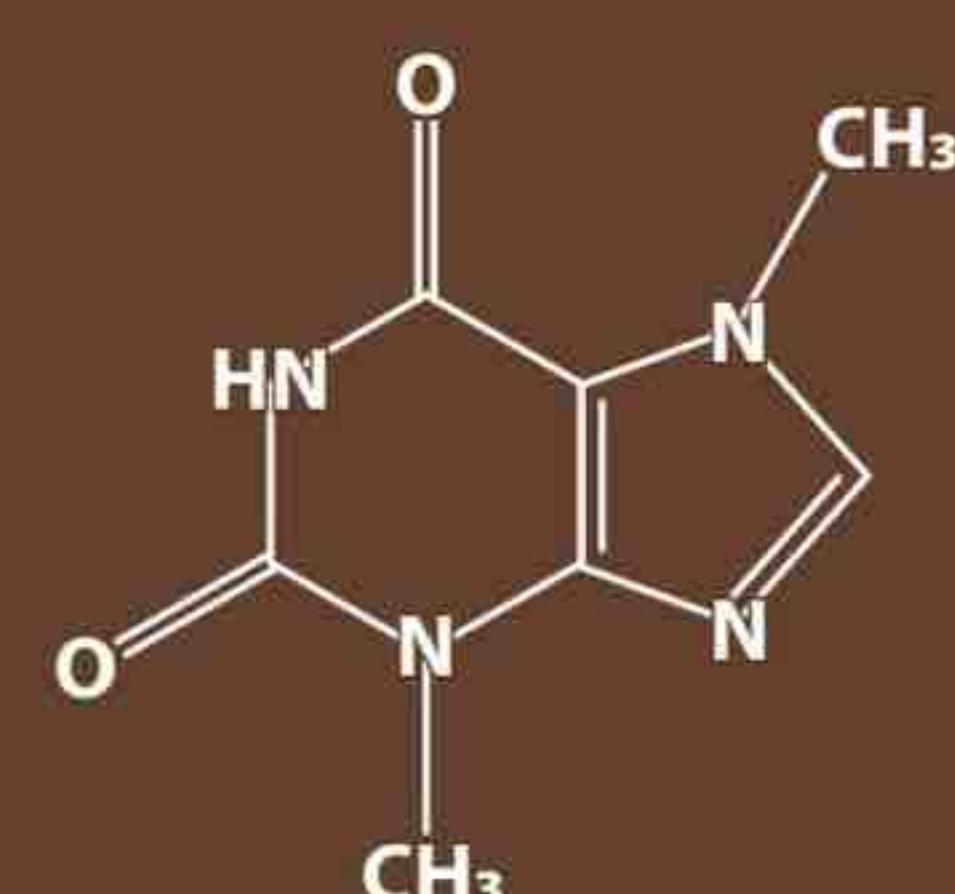
**... SOURCE DE PLAISIR ?**

**Le chocolat n'est pas seulement bon. Il contient plusieurs substances qui améliorent l'humeur. L'une d'elles est l'acide aminé tryptophane, utilisé par le cerveau pour produire la sérotonine, l'hormone qui renforce la sensation de bien-être. Une autre est l'alcaloïde phénylénthylamine (PEA, *molécule ci-dessous*), qui incite le cerveau à libérer de la dopamine, l'hormone du plaisir. C'est d'ailleurs au PEA que le chocolat doit sa réputation d'aphrodisiaque. Le cerveau a, en effet, tendance à libérer de la dopamine quand nous tombons amoureux. Sauf qu'elle est en quantité insuffisante dans le chocolat pour avoir un effet sur ceux qui en consomment. Mais comme le chocolat bonifie l'humeur, stimule l'esprit et le corps, et procure du bien-être, il peut mettre dans de bonnes dispositions pour avoir un coup de foudre !**



... STIMULANT?

À l'instar des grains de café, les fèves de cacao contiennent de petites quantités de caféine, un stimulant naturel. Cet alcaloïde nous aide à nous sentir plus alertes en empêchant les molécules d'adénosine, responsables de la somnolence, de se lier à leurs récepteurs dans le cerveau. Autre alcaloïde, la théobromine (*molécule ci-dessous*), présente elle aussi dans le cerveau, possède un effet stimulant similaire à celui de la caféine. Cette substance est malheureusement un véritable poison pour certains animaux. Elle l'est également pour l'humain, mais il faudrait qu'un adulte mange environ 5 kg de chocolat pour en ressentir les conséquences délétères. Les petits mammifères, eux, ont bien moins de tolérance: manger 50 g de chocolat pourrait être fatal à un petit chien.



## NOIR, BLANC, AU LAIT... QUELLES DIFFÉRENCES?

**A**vant tout le goût, mais pas seulement! Chaque type de chocolat possède sa définition avec des exigences de composition. Pour commencer, le chocolat blanc ne contient pas de cacao, mais uniquement du beurre de cacao, du lait et du sucre, auxquels les fabricants ajoutent parfois des arômes comme de la vanille. À l'opposé, le chocolat noir, le plus riche en cacao, doit contenir au moins 35 % de composants secs (la matière restante une fois l'eau évaporée par chauffage) de cacao, au moins 18 % de beurre de cacao et 14 %

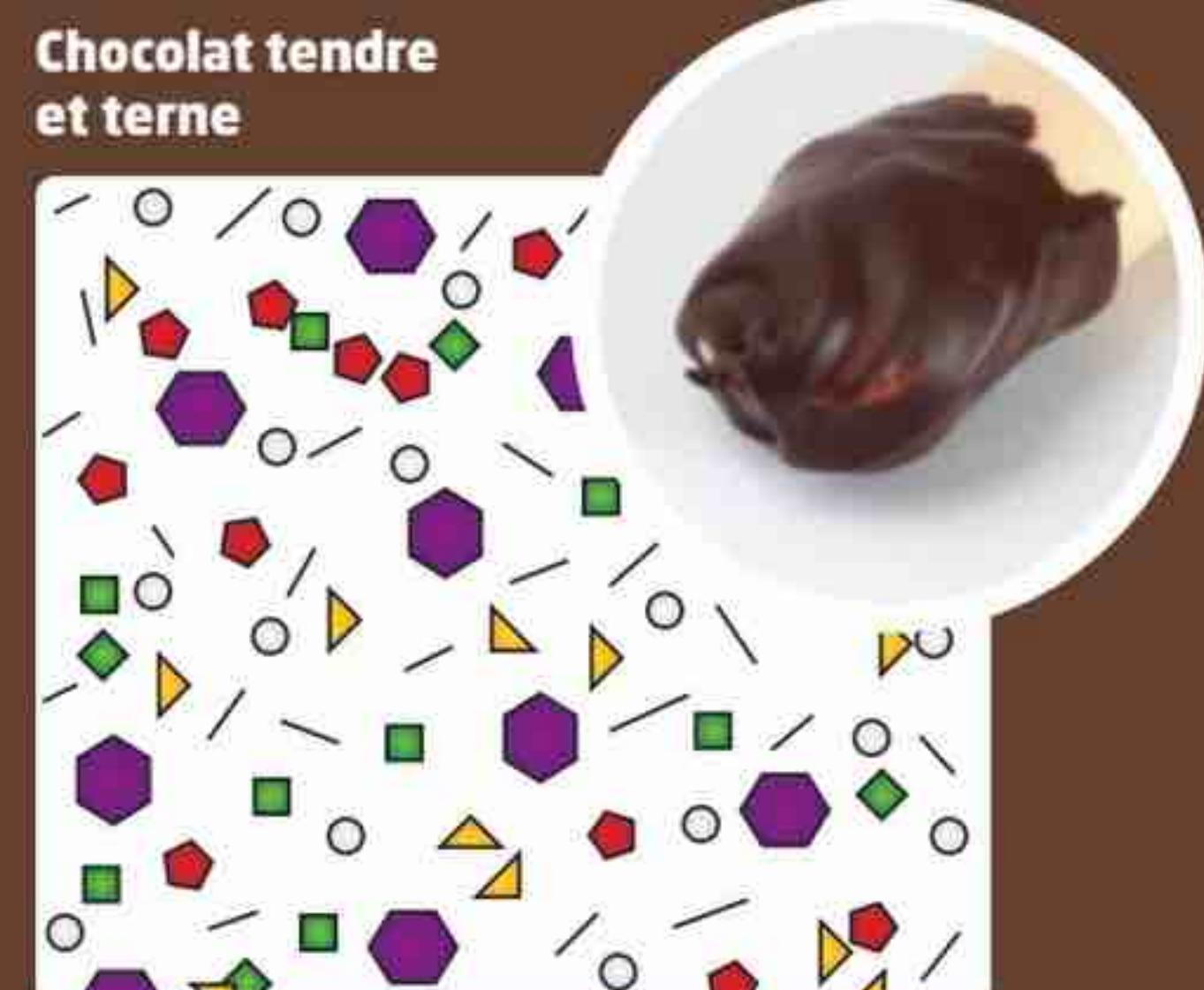
de composants secs dégraissés de cacao. En clair, c'est le plus pur et le moins sucré des chocolats que l'on trouve en boutiques, puisque sa teneur en sucres (simples) est autour de 21 g pour 100 g de chocolat. C'est aussi le plus riche en lipides (graisses). Le chocolat au lait est entre les deux, avec une teneur en composants secs de cacao d'au moins 25 %. À cette poudre, on ajoute du lait (en poudre ou concentré) juste avant l'étape du conchage (malaxage à chaud). Il est moins riche en lipides, mais plus sucré que le noir. De quoi varier les plaisirs!

## D'ΟÙ VIENT SON ASPECT SI ALLÉCHANT?

La brillance, le craquant et l'onctuosité du chocolat sont obtenus grâce à une chimie astucieuse : le mélange de beurre de cacao liquide est refroidi de façon à ce que ses molécules de gras se lient en une structure cristalline serrée, qui donne au chocolat un point de fusion d'environ 33,8 °C. C'est pourquoi il fond lentement sur la langue, plus chaude. Si le beurre de cacao se solidifie trop vite, la structure de ces molécules est lâche, et le chocolat est tendre et ne brille pas.



Chocolat dur et brillant



Chocolat tendre et terne

# LA CHIMIOTHÉRAPIE,

Ce traitement circule dans tout l'organisme pour traquer et détruire les cellules cancéreuses. Voici comment...

Par Alice Bomboy

**O**n l'appelle souvent simplement «chimio». La chimiothérapie, de son nom complet, est l'un des types de traitements mis en place pour lutter contre le cancer. Son principe? Elle utilise des substances chimiques (des médicaments) pour éliminer les cellules cancéreuses. En permanence, dans chacun de nos tissus, des cellules se multiplient et d'autres meurent, permettant un renouvellement constant de toutes les cellules constituant notre organisme. Ce processus est la plupart du temps invisible, mais on peut parfois l'observer, notamment lorsqu'il concerne la peau: quand cet organe cicatrice après une blessure, les cellules endommagées meurent et sont éliminées, puis remplacées par d'autres toutes neuves. Mais il arrive que ce renouvellement cellulaire se détraque: une

cellule se met à se multiplier de façon incontrôlable, ce qui conduit, à terme, à la formation d'une tumeur, c'est-à-dire une accumulation anormale de nombreuses cellules. Cette cellule incontrôlable est dite «cancéreuse», et c'est elle que vise la chimiothérapie. Ce traitement a deux modes d'action: soit il tente d'éliminer directement la ou les cellules cancéreuses, soit il les empêche de se multiplier.

A photograph showing a patient's arm with an IV drip line attached to a port-a-cath device implanted under the skin. The patient is lying in a hospital bed, and a medical professional is visible in the background.

cellule se met à se multiplier de façon incontrôlable, ce qui conduit, à terme, à la formation d'une tumeur, c'est-à-dire une accumulation anormale de nombreuses cellules. Cette cellule incontrôlable est dite «cancéreuse», et c'est elle que vise la chimiothérapie. Ce traitement a deux modes d'action: soit il tente d'éliminer directement la ou les cellules cancéreuses, soit il les empêche de se multiplier.

La chimiothérapie est proposée à trois étapes clés de la maladie: avant une chirurgie, pour réduire la taille de la tumeur et ainsi faciliter l'opération (on parle de chimiothérapie néoadjuvante); après la chirurgie pour compléter l'opération, qui a normalement permis de retirer toutes les cellules cancéreuses visibles mais a pu en laisser quelques-unes «cachées» (chimiothérapie adjuvante); enfin, pour traiter des métastases, c'est-à-dire des cellules cancéreuses qui se sont propagées dans d'autres tissus que celui dans lequel elles sont apparues (chimiothérapie métastatique). Dans certains cas, la chimiothérapie peut être l'unique traitement proposé, on parle alors de chimiothérapie exclusive.

Si la chimiothérapie est si adaptée pour aller traquer les cellules cancéreuses tapies dans les moindres recoins de l'organisme, c'est parce qu'elle utilise la voie systémique: le médicament et les principes actifs qu'il contient empruntent la circulation sanguine, et peuvent ainsi atteindre toutes les zones traversées par le réseau sanguin, autrement dit l'immense majorité de l'organisme. En effet, des capillaires sanguins (des très petits vaisseaux) sont même présents à l'intérieur des os.

Le plus souvent, la chimiothérapie est administrée par injection, directement dans une veine ou grâce à un petit boîtier appelé port-à-cath (PAC). Implanté sous la peau du thorax pour plusieurs semaines, voire plusieurs mois, celui-ci est relié à un cathéter (un tuyau fin et flexible), lui-même glissé dans une veine. Le PAC permet d'injecter le médicament dans le sang du malade sans abîmer les veines du bras, quelquefois trop endommagées par les chimiothérapies successives. ☑

**Le traitement par chimiothérapie nécessite des injections à intervalles réguliers, selon un protocole déterminé en fonction des caractéristiques du malade et de son cancer.**

## LES AUTRES TRAITEMENTS CONTRE LE CANCER

### La chirurgie

C'est un traitement local, qui permet de retirer les cellules cancéreuses dans un organe atteint ou dans les ganglions, grâce à une intervention chirurgicale.

### La radiothérapie

Également local, ce traitement utilise des rayons, principalement des rayons X, pour détruire les cellules cancéreuses, tout en essayant de préserver au maximum les cellules saines autour de la tumeur.

### L'hormonothérapie

Ce traitement vise les hormones qui stimulent la croissance des cellules cancéreuses. On l'utilise surtout contre les cancers dits hormono-dépendants, comme les tumeurs du sein ou le cancer de la prostate.

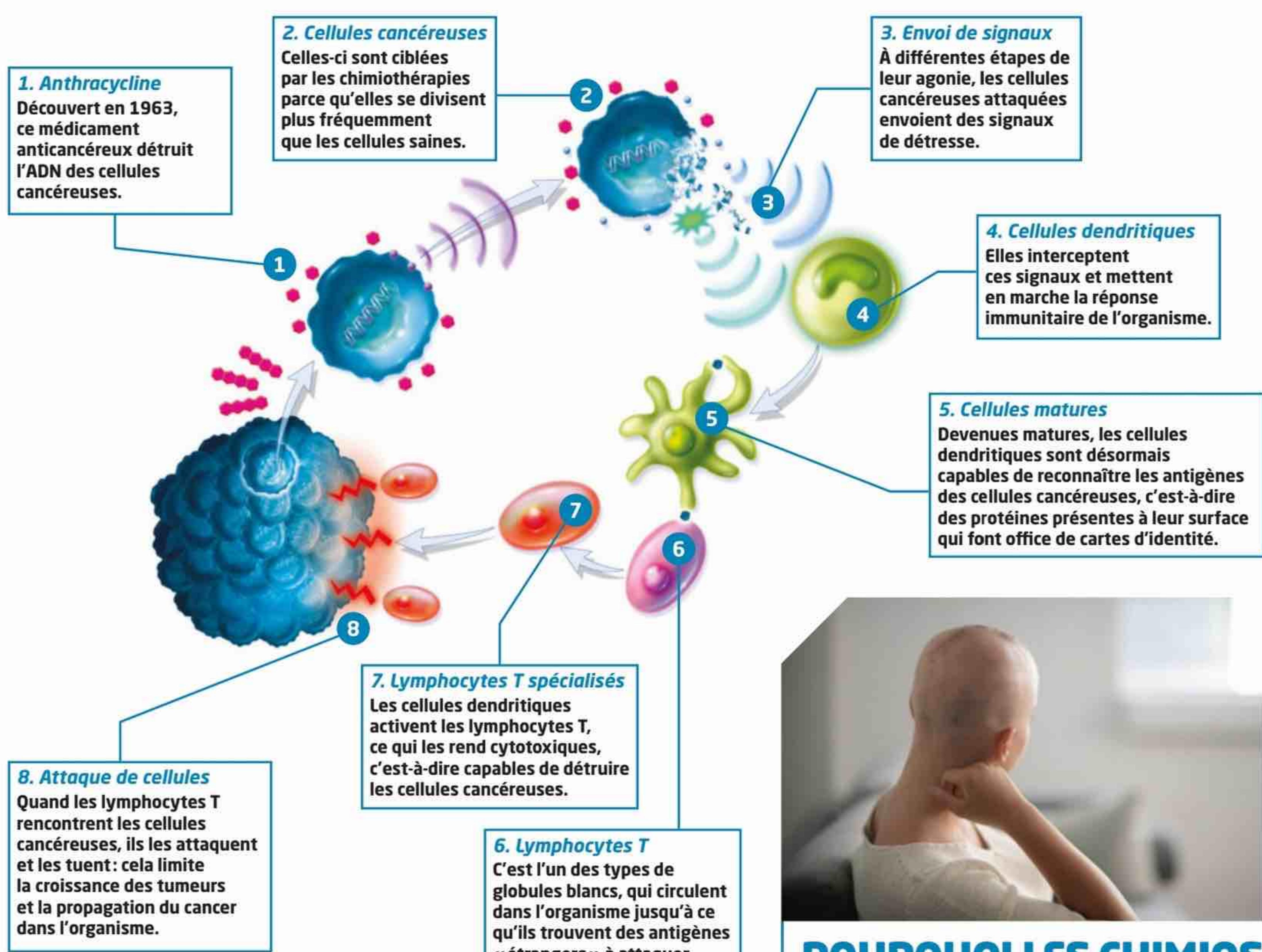
### L'immunothérapie

Ce traitement ne s'attaque pas directement aux cellules cancéreuses, mais stimule certaines cellules immunitaires afin de les rendre plus efficaces pour éliminer celles qui sont atteintes par la maladie.

# C'EST QUOI?

## OBJECTIF: DESTRUCTION DE CELLULES TUMORALES

Comment la chimiothérapie tue une tumeur



© Science Photo Library; Getty

## POURQUOI LES CHIMIOS FONT-ELLES PARFOIS TOMBER LES CHEVEUX?

### La greffe de moelle osseuse\*

Lorsqu'un patient est atteint d'un cancer des cellules du sang, on réalise une greffe de moelle osseuse. C'est dans ce tissu à l'intérieur des os que sont fabriquées l'ensemble des cellules hématopoïétiques, à l'origine de toutes les cellules du sang (globules rouges et blancs, plaquettes).

### Les thérapies ciblées

Elles interfèrent avec les mécanismes qui sont à l'origine du comportement anormal des cellules cancéreuses, bloquant ainsi la croissance ou la propagation de la tumeur.

Les médicaments utilisés en chimiothérapie s'attaquent aussi aux cellules saines à l'origine des poils et des cheveux. Certains provoquent ainsi une perte des poils de l'ensemble du corps et du visage, dont les cheveux, mais aussi les cils, les poils pubiens... Cette perte, appelée alopecie, est temporaire; poils et cheveux repoussent une fois le traitement terminé.

\*Si vous avez entre 18 et 35 ans, vous pouvez vous inscrire sur le registre des donneurs de moelle osseuse: [www.dondemoelleosseuse.fr](http://www.dondemoelleosseuse.fr)

# DENTS DE SAGESSE, DES



Souvenirs de nos lointains ancêtres, leur rôle semble se limiter parfois à nous enquiquiner. Jusqu'à ce que l'on découvre leur véritable ou nouvelle fonction...

Par Frédéric Karpita

Longtemps considéré comme dénué de fonction, l'appendice est encore l'objet de recherches pour mieux comprendre son rôle.

Les premières formes vivantes sur Terre seraient apparues il y a 3,7 milliards d'années. Cette longévité a permis aux populations animales, végétales et humaines d'évoluer en d'innombrables espèces différentes pour s'adapter à un environnement en perpétuelle transformation. Pourtant, en comparant l'anatomie de certaines d'entre elles, les chercheurs ont constaté des homologies, des structures présentant de fortes similitudes, comme c'est le cas des membres antérieurs des mammifères : ceux des chauves-souris, dauphins, humains, notamment, sont constitués des mêmes os (humérus, radius, cubitus...). Ces structures anatomiques ou caractères partagés sont donc hérités d'un ancêtre commun. Mais l'évolution ayant fait son œuvre, certaines structures ont pu, chez une espèce, perdre en partie ou totalement leur fonction initiale sans disparaître pour autant, à l'image des ailes de l'autruche clouée au sol ou des yeux de la taupe qui ne lui servent quasiment à rien. Regroupés sous l'appellation structures vestigiales, ces os, organes, tissus ou même comportements n'ont ainsi plus aucune utilité apparente, si ce n'est permettre de reconstituer la lignée des espèces.

## Ambivalence

Le naturaliste et paléontologue britannique Charles Darwin (1809-1882) s'est intéressé aux structures vestigiales chez l'humain, dont les muscles auriculaires – qui font bouger l'oreille sans qu'on la touche – et les dents de sagesse. Il estimait que la troisième molaire tendait à disparaître et que «*nous assisterions à la décadence progressive de cet organe*». Près d'un siècle et demi plus tard,

# APPENDICE, COCCYX, MUSCLES AURICULAIRES...

# STRUCTURES INUTILES?

ces quatre molaires continuent néanmoins de percer nos gencives, même si 20 à 30% de la population en sont privés au moins d'une. Et selon la définition, les dents de sagesse ne sont pas encore des structures vestigiales : elles assurent toujours une fonction, la mastication des aliments durs comme les végétaux et la viande crue, même si notre régime alimentaire les sollicite moins que celui de l'homme de Neandertal et ses trente-deux dents. Autrefois souvent extraites à titre préventif, ces molaires robustes sont désormais plus préservées, car elles entretiennent le capital dentaire et servent aussi de support pour un bridge. Alors, vraiment inutiles les dents de sagesse ou non ? Là réside toute l'ambivalence de certains organes vestigiaux : s'ils ont perdu leur fonction première, ils peuvent jouer encore un rôle, voire avoir trouvé une nouvelle utilité, comme celle d'être un balancier pour les ailes de l'autruche.

Les amygdales sont un autre couple d'organes réhabilité bien après les recherches de Darwin. Ces deux petites masses situées de part et d'autre de la gorge, qui protègent les voies respiratoires en piégeant bactéries et autres virus, étaient couramment enlevées dès qu'elles devenaient trop volumineuses. Aujourd'hui, les ablations sont en baisse, car les traitements médicaux sont jugés plus efficaces et les médecins ORL préfèrent conserver ces ganglions. Et pour cause : il est à présent avéré qu'ils interviennent dans la formation des anticorps.

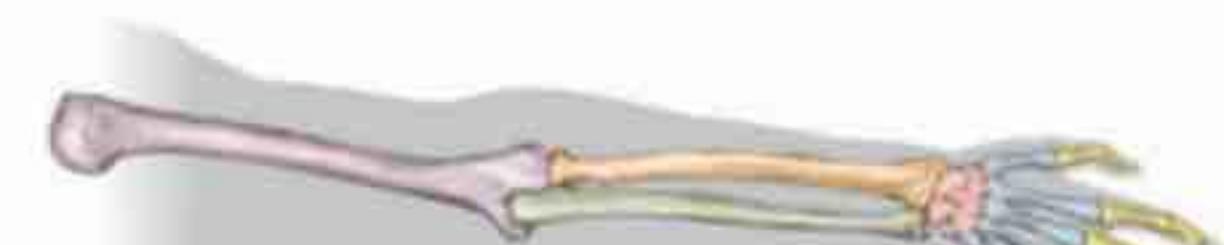
On le sait maintenant, la liste de quatre-vingt-six organes vestigiaux établie par l'anatomiste allemand Robert Wiedersheim (1848-1923) contenait quelques structures précieuses, tels le thymus, réseau d'organes et de cellules protégeant le corps des infections, ou l'hypophyse, qui produit de nombreuses hormones. Par chance, les chercheurs découvrent peu à peu leur véritable rôle. 

**En 1893, Robert Wiedersheim recensa plus de quatre-vingts organes qui, estimait-il, avaient «perdu leur signification originale».**

## D'UNE ESPÈCE À L'AUTRE, LES MÊMES OS

Les structures homologues présentent des similitudes anatomiques entre plusieurs espèces qui ont un même ancêtre. Les structures dites résiduelles sont similaires, mais ont peu ou pas de fonctions communes. Par exemple, la structure squelettique de l'avant-bras humain est comparable à celle des membres antérieurs de plusieurs espèces animales, comme la tortue, le dauphin et la chauve-souris (*voir ci-dessous*). Mais les os en question ont évolué pour trouver une fonction spécifique chez chaque espèce. Cependant, si l'une de ces structures devenait non fonctionnelle, elle serait alors considérée comme vestigiale.

*Humain*

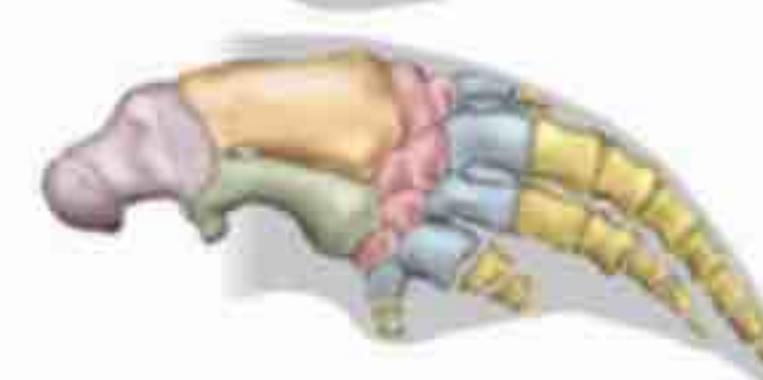


*Tortue boîte*



Humérus
Radius
Cubitus
Carpes
Métacarpes
Phalanges

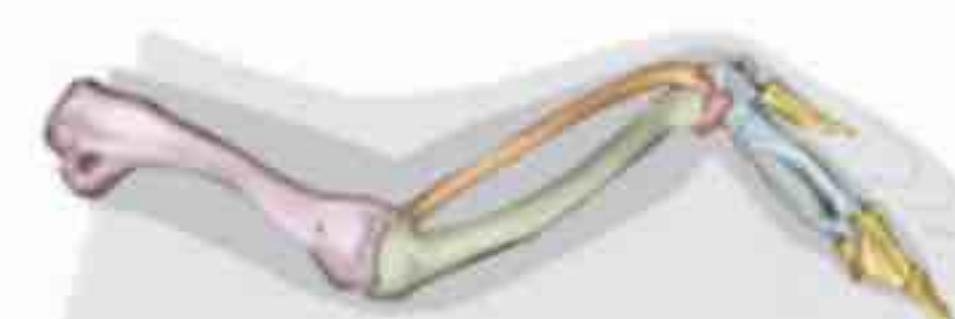
*Dauphin*



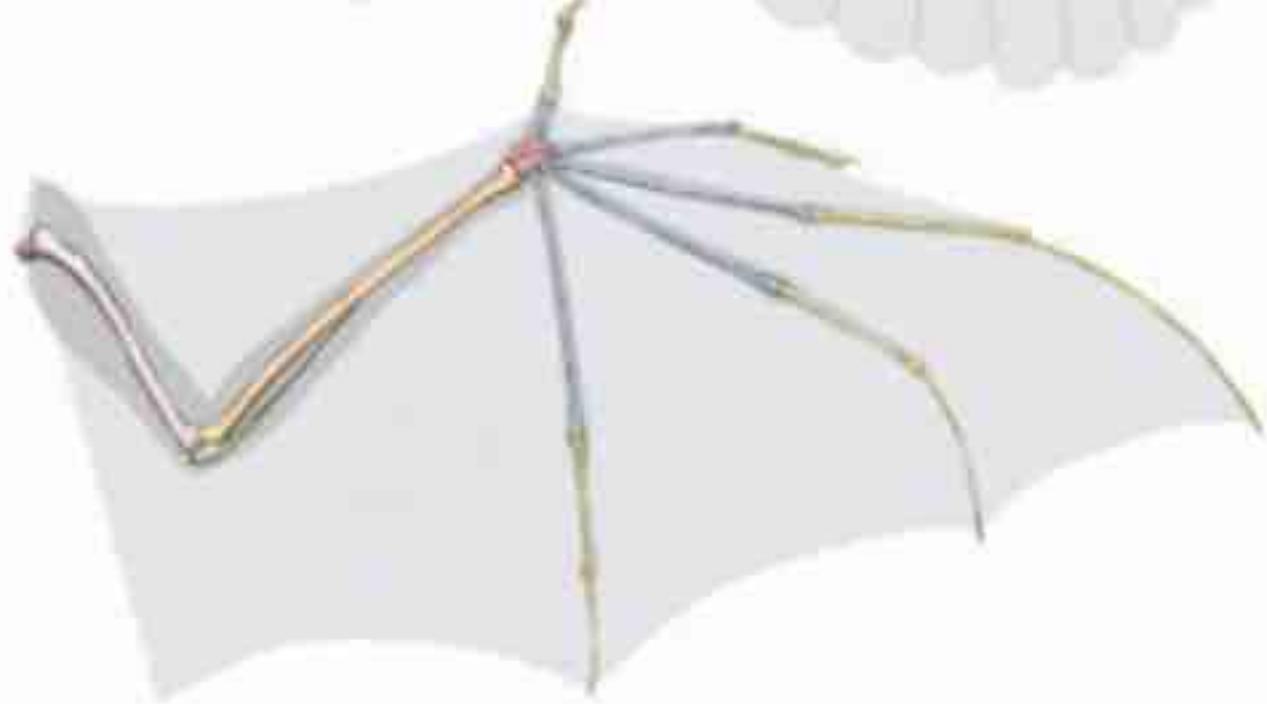
*Cheval*



*Poulet*



*Chauve-souris frugivore*

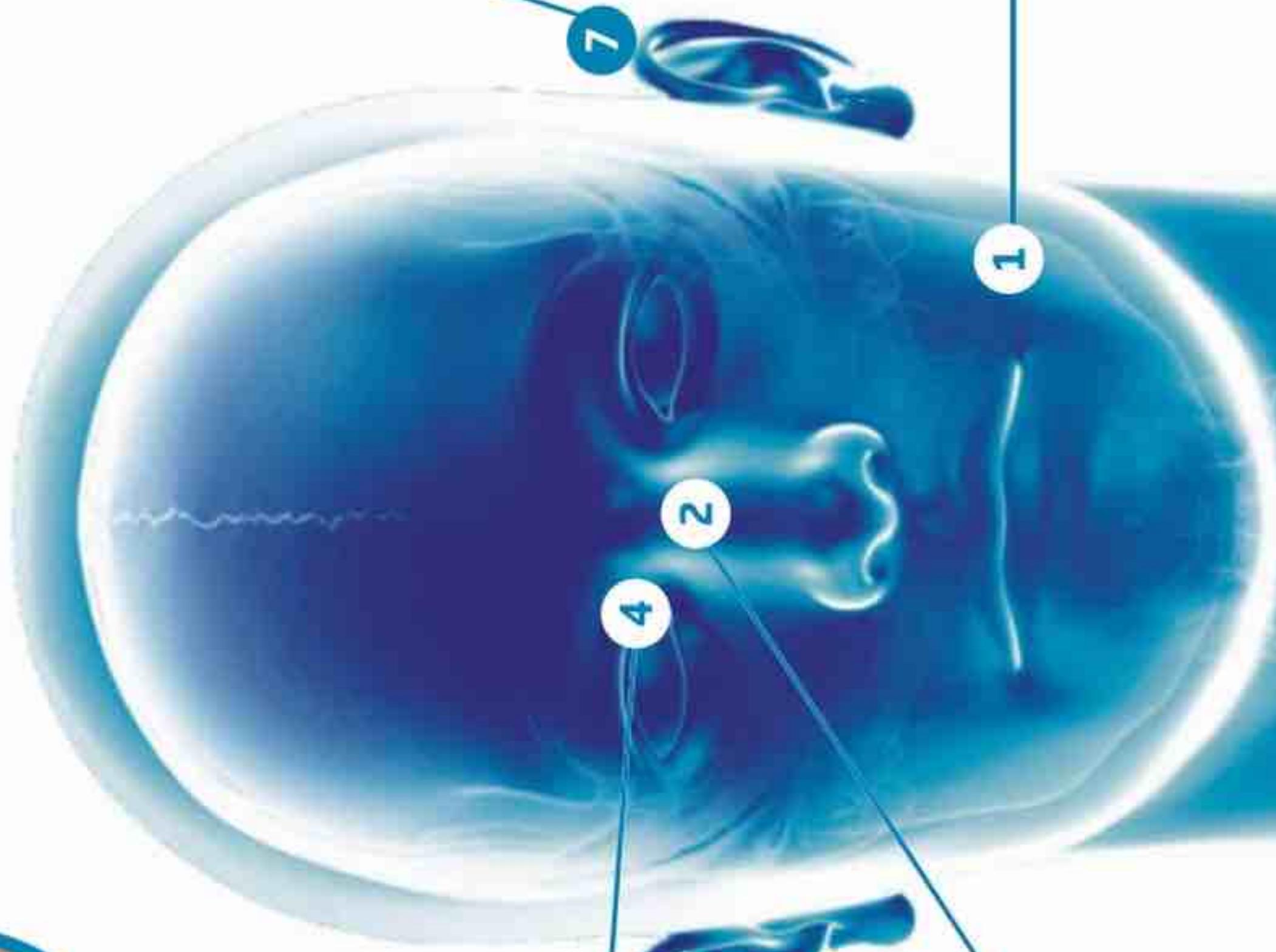


# DES VESTIGES DE L'ÉVOLUTION



## 4. La troisième paupière

Dans l'angle interne de l'œil des batraciens, des reptiles, de certains oiseaux et mammifères, dont le chat, se trouve le pli d'une membrane transparente appelée plica semilunaris. Celle-ci peut se déployer pour recouvrir toute la surface de l'œil et ainsi le protéger. Chez les humains, elle subsiste mais sous une forme atrophiée. Nommée pli semi-lunaire, elle n'a de fait plus aucune fonction.



## 7. Muscles auriculaires

10 à 20 % de la population ont la capacité de bouger volontairement leurs oreilles d'avant en arrière en sollicitant des muscles accrochés autour de ces organes. Cette particularité, présente chez de nombreux animaux - chiens, félins, chevaux -, leur permet d'orienter le pavillon de l'oreille vers la source d'un son, mais aussi de communiquer avec leurs congénères.

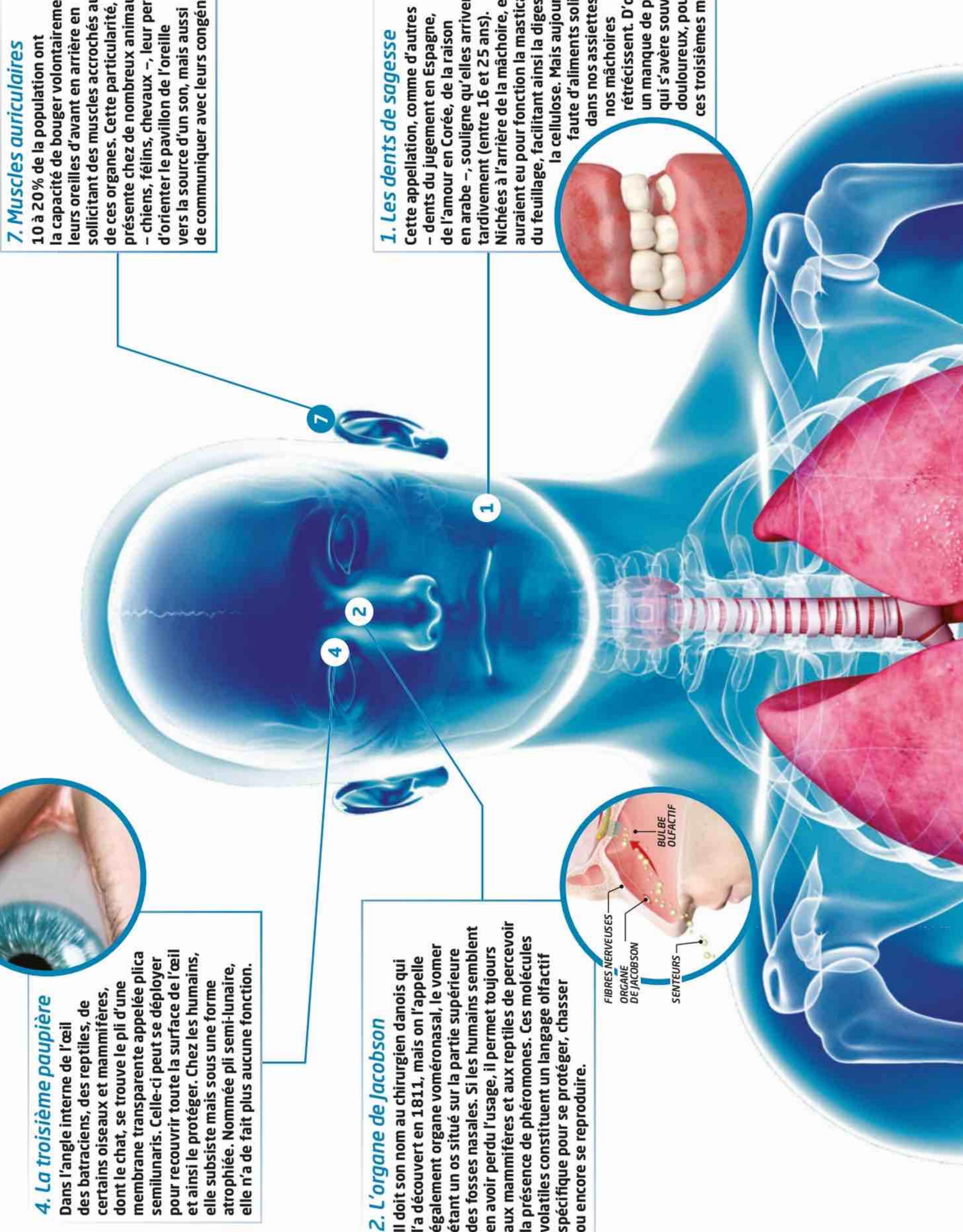
## 2. L'organe de Jacobson

Il doit son nom au chirurgien danois qui l'a découvert en 1811, mais on l'appelle également organe voméronasal, le vomer étant un os situé sur la partie supérieure des fosses nasales. Si les humains semblent en avoir perdu l'usage, il permet toujours aux mammifères et aux reptiles de percevoir la présence de phéromones. Ces molécules volatiles constituent un langage olfactif spécifique pour se protéger, chasser ou encore se reproduire.



## 1. Les dents de sagesse

Cette appellation, comme d'autres - dents du jugement en Espagne, de l'amour en Corée, de la raison en arabe -, souligne qu'elles arrivent tardivement (entre 16 et 25 ans). Nichées à l'arrière de la mâchoire, elles auraient eu pour fonction la mastication du feuillage, facilitant ainsi la digestion de la cellulose. Mais aujourd'hui, faute d'aliments solides dans nos assiettes, nos mâchoires retrécissent. D'où un manque de place, qui s'avère souvent douloureux, pour loger ces troisièmes molaires.



### 3. La chair de poule

Pourquoi et comment, à l'écoute d'une musique grandiose par exemple, notre épiderme se hérisse-t-il? Au départ, il peut y avoir une jouissance, mais aussi une émotion forte comme la peur, ou encore le froid. Instantanément, des muscles appelés «horripileurs» et placés à la base des poils se contractent et redressent les follicules pileux. La peau prend un aspect grenu. Chez nos amis à fourrure, les poils dressés emprisonnent la chaleur du corps. Le fait de gagner ainsi du volume leur permet aussi d'impressionner davantage leurs adversaires.

3

### 8. L'appendice

Ce tube fin est situé à l'extrémité du gros intestin. Pendant des décennies, les scientifiques ont débattu pour savoir si cette petite extension de notre système digestif avait une fonction ou s'il s'agissait d'une structure vestigiale. Néanmoins, on ne rechignait pas à l'enlever quand pointait une inflammation. La fréquence de cette intervention a baissé.

6

Chez nos amis à fourrure, les poils dressés emprisonnent la chaleur du corps. Le fait de gagner ainsi du volume leur permet aussi d'impressionner davantage leurs adversaires.

### 6. Le long palmaire

Entre le coude et le poignet courrent trois muscles dont le long palmaire (palmaris longus). Ils forment le groupe fléchisseur qui agit sur le poignet. Même si le long palmaire est tout aussi actif que ses voisins, il serait absent chez 15% de la population humaine actuelle sans que cela pose un problème de flexibilité ou de mobilité. À son sujet, on parle d'ailleurs du «muscle qui a disparu».



### 5. Le coccyx

Il y a environ 25 millions d'années, les humains préhistoriques ont perdu leur queue. Toutefois, pendant sa gestation, le fœtus humain développe encore une queue qui régresse vers la huitième semaine. Le coccyx, long de 4 cm, se forme par assemblage de trois à cinq vertèbres. Il conserve un rôle très utile, puisqu'il sert de point d'ancrage pour la musculature pelvienne, qui maintient les organes et soutient la colonne vertébrale.

5

### 8. L'appendice

8

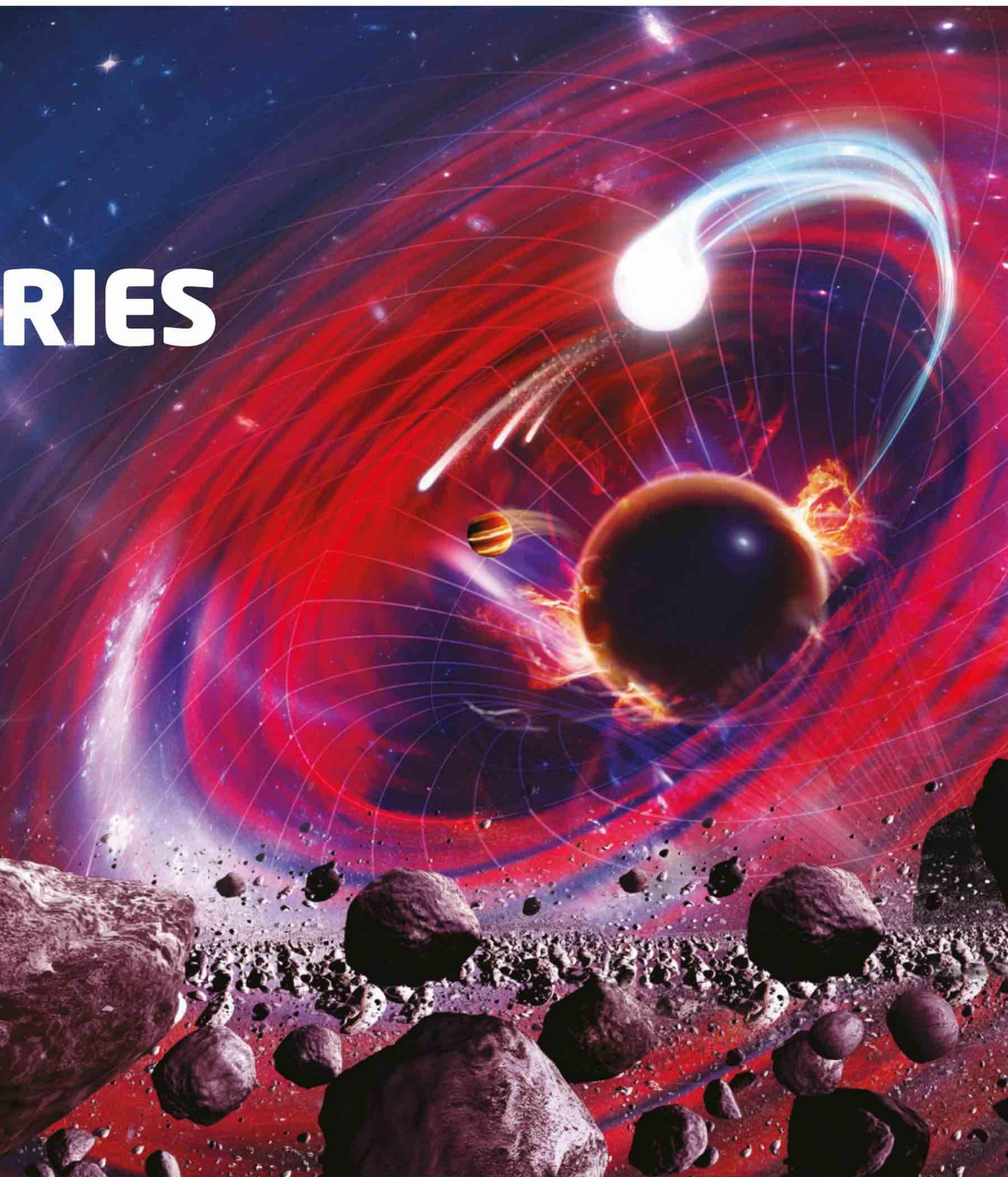
# CES FOLLES THÉO SUR L'UNIVERS



En l'absence de confirmation scientifique possible, les hypothèses relatives au cosmos semblent encore condamnées à ne rester que spéculations, plus ou moins fondées. Parmi les six théories que nous vous détaillons ici, certaines a priori farfelues sont, en effet, plus sérieuses qu'il n'y paraît. Une chose est sûre en tout cas: l'Univers fait toujours débat. D'ailleurs, existe-t-il vraiment?...

Par Fabrice Nicot avec Anne Calais

# RIES



## DANS L'ESPACE, DE LA MATIÈRE EST FABRIQUÉE À PARTIR DE RIEN

**S**elon la théorie du Big Bang, la densité de matière contenue dans l'Univers ne cesse de décroître à mesure qu'il grandit. À sa naissance, il contenait la même quantité de matière qu'aujourd'hui. Mais comme tout ça était entassé dans un espace bien plus petit, il était forcément plus chaud et plus dense qu'actuellement. Dans les années 1940, certains cosmologistes étaient gênés par cette évolution. Ils imaginaient un Univers homogène dans l'espace, ce qui est exact, mais aussi dans le temps, ce qui n'est pas le cas avec

le Big Bang. Ils ont alors trouvé un moyen pour que la densité reste constante, même dans un Univers en expansion. Selon

eux, de la matière serait produite en continu au fil du temps : environ trois atomes d'hydrogène par mètre cube et par million d'années. Donc plus le temps passe, plus il y a de matière ! Ce qui signifie aussi qu'en remontant le temps, on en trouve beaucoup moins qu'aujourd'hui. Ainsi, même si l'Univers était bien plus petit à sa naissance, il n'était pas plus dense que maintenant, car il comportait beaucoup moins d'atomes. Cette théorie n'a toutefois plus la cote depuis que l'on a découvert le « rayonnement fossile », c'est-à-dire la trace de la température dans laquelle baignait tout l'Univers seulement 380 000 ans après le Big Bang. Il faisait alors 3 000 °C dans ce tout jeune Univers, contre -270 °C désormais. C'est sans doute la preuve irréfutable qu'à l'origine, l'Univers était bien plus chaud, car bien plus dense.

**Cette théorie n'a plus la cote depuis qu'on a la preuve que le jeune Univers était très chaud, donc très dense**

Quand une étoile explose, elle libère les éléments chimiques synthétisés au cours de son existence. La quantité de matière totale dans l'Univers reste la même, mais sa densité diminue.

**Plus nous étudions l'Univers et plus nous découvrons qu'il repose sur des bases mathématiques. Il aurait donc pu être créé par un superordinateur...**

תְּהִלָּתָה בְּרִיתָה וְעֵדוּתָה

**Plus nous**  
**l'Univers**  
**découvr**  
**repose s**  
**mathém**  
**donc pu**  
**un super**

## NOUS VIVONS DANS LA MATRICE

**L**a plupart des théories sur le cosmos nous viennent des scientifiques. Mais certaines émanent également de philosophes... Ainsi, Emmanuel Kant a imaginé le concept de galaxie dès 1755 ! Dans un autre registre, Descartes, et de nombreux autres après lui, explique que nous percevons le monde uniquement par nos sens. Dans ce cas, qui nous dit que l'Univers que nous observons n'est pas une immense illusion ? Ou, pour

rejoindre notre époque,  
comment être certain  
que nous ne vivons pas  
dans une simulation  
ultra-sophistiquée  
issue d'un ordinateur ?

# **Une civilisation avancée aurait pu décider de faire revivre ses ancêtres (nous !) à l'aide d'une simulation**

Bien sûr, vous aurez reconnu la trame du film *Matrix*. Mais cette possibilité est prise plus au sérieux qu'on ne l'imagine. En 2005, Nick Bostrom, philosophe à l'université d'Oxford (Royaume-Uni), a émis l'hypothèse qu'une civilisation très avancée, disposant d'une puissance de calcul considérable, aurait tout à fait pu décider de faire revivre ses ancêtres à l'aide d'une simulation. Et ces ancêtres primitifs, ce seraient nous ! Alors, comment savoir si nous vivons dans une simulation ? Pour

certains chercheurs, il suffit d'observer les progrès que nous faisons dans la connaissance de l'Univers. Plus nous l'étudions, et plus nous découvrons qu'il repose sur des bases mathématiques. Galilée écrivait: «*La nature est un livre écrit en langage mathématique*» (*L'Essayeur*, 1623). Pour le cosmologiste Max Tegmark (Massachusetts Institute of Technology, États-Unis), ce pourrait être un indice que nous vivons bel et bien dans la «matrice». «*Si j'étais un personnage de jeu vidéo, je finirais bien par découvrir que les règles qui régissent mon monde sont complètement rigides et mathématiques. Ce n'est que le reflet du code informatique dans lequel il est écrit*», expliquait-il en 2016 dans la revue *Scientific American*.

Bien qu'un peu folle, cette hypothèse suscite l'intérêt dans les milieux scientifiques. Mais elle se heurte à une difficulté de taille : le manque de preuves. À moins qu'un bug ne se produise dans le superordinateur, comment détecter sa présence ? Une autre solution consisterait à vérifier que l'Univers est bel et bien réel pour exclure ainsi toute simulation. Mais cela semble quasi impossible, puisque toute preuve de l'existence de l'Univers pourrait être simulée par le superordinateur.

## NOTRE UNIVERS EST EN FAIT UN « MULTIVERS »

Ce n'est pas parce qu'on ne voit qu'un Univers... qu'il est nécessairement unique. D'ailleurs, ce n'est sans doute pas le cas. En effet, notre Univers aurait subi une dilatation gigantesque et ultrarapide seulement  $10^{-35}$  secondes après sa naissance. C'est ce qu'on appelle l'inflation cosmique. Or, selon certains chercheurs, des poussées de ce type se produiraient toujours, mais très loin de nous, au-delà de ce que l'on nomme l'Univers observable. Cette zone est constituée de tous les astres dont la lumière est parvenue jusqu'à nous; elle est grande - environ 46 années-lumière -, mais l'Univers global est plus vaste encore. Selon les plus récentes estimations, il ferait au moins le double de cette taille. Le phénomène d'inflation cosmique pourrait donc se reproduire, sans que nous puissions le détecter, en certains points de l'espace au sein de cet Univers global. Cela donnerait naissance à des sortes de bulles d'espace-temps poussant comme des excroissances... Adieu, donc, l'« Uni »vers et vive le « multi »vers! Bien que nous ne puissions pas observer directement ces autres Univers-bulles, l'un d'entre eux pourrait tout à fait entrer un jour en collision avec nous. D'ailleurs, un « point froid », une vaste zone bleue en bas à droite du fond diffus cosmologique (le rayonnement fossile émis seulement 380 000 ans après le Big Bang), pourrait même être l'empreinte d'une telle collision, qui se serait produite au tout début de l'existence de notre Univers.

**Un de ces autres Univers-bulles pourrait tout à fait entrer un jour en collision avec nous**

L'expansion de notre Univers pourrait donner naissance à des sortes de bulles d'espace-temps, poussant comme des excroissances et inobservables pour nous... sauf si l'une d'elles nous percutte un jour.



## NOUS AVONS TOUS UN JUMEAU DANS L'UNIVERS

**E**n effet, il est tout à fait possible qu'une parfaite reproduction de vous existe ailleurs dans l'Univers ! Nous pouvons même vous dire où : elle se situe dans une zone de  $10^{1028}$  mètres (soit 1 suivi de  $10^{28}$  zéros) de diamètre maximum ! C'est un simple calcul fait par le cosmologiste Jean-Philippe Uzan et exposé dans l'ouvrage *Variation sur un même ciel* (éditions La Ville Brûle, 2012), en partant du principe que l'Univers est de taille infinie. Car si l'infinité de l'Univers n'est pas prouvée, le contraire non plus. Tout dépend de sa forme. S'il possède celle d'une hypersphère, il est de taille finie et vous pouvez donc oublier votre jumeau. Mais s'il est hyperbolique, par exemple, il peut tout à fait être infini. Vous, en revanche, vous n'êtes pas infini : votre corps est un assemblage d'environ  $10^{27}$  atomes.

**Il y a tant d'atomes dans un Univers infini qu'aucune combinaison n'est unique... y compris celle de notre corps**

Sur Terre, vous êtes forcément unique : la probabilité de trouver deux combinaisons parfaitement identiques de  $10^{27}$  atomes est si faible qu'on peut la considérer comme nulle. Dans un Univers infini, ce n'est pas la même chose. Il y a beaucoup d'espace, et d'atomes. Bilan : vous finirez forcément par retomber sur une combinaison d'atomes exactement similaire à la vôtre ! C'est un peu comme si vous jouiez au loto un nombre infini de fois : vos chiffres finiraient par sortir inévitablement, il suffirait d'être patient. Le chiffre astronomique indiqué plus haut correspond ainsi au diamètre de la portion d'Univers qui offre assez de place pour que deux ensembles de  $10^{27}$  atomes identiques existent nécessairement. Bien sûr, si on choisit un système avec davantage d'atomes, il faudra une distance bien plus grande pour trouver votre copie conforme. À ce petit jeu, on peut calculer qu'il existe un double exact de tout notre Univers observable à  $10^{1018}$  mètres.



En plus des dimensions spatiales (longueur, largeur, profondeur...), les physiciens tiennent compte d'une autre, imperceptible par l'œil : le temps.

## L'ESPACE A BIEN PLUS DE TROIS DIMENSIONS

Cela fait longtemps déjà que les physiciens sont sortis du cadre étiqueté de notre espace à trois dimensions. Eux commencent à se sentir à l'aise avec dix ! Tout du moins si l'on en croit la théorie des cordes, imaginée à la fin des années 1960 et toujours en cours d'élaboration... Dans celle-ci, les particules élémentaires (électrons, quarks, muons...) ne sont pas vues comme des points, mais comme des cordes minuscules, de l'ordre de  $10^{-35}$  m. Ces cordelettes, toutes identiques, peuvent vibrer selon différents modes, comme celles d'une guitare

pour produire une note. Les propriétés des particules (masse, charge électrique...) découleraient uniquement

de ces vibrations. Autrement dit, la différence entre un électron et un muon serait un peu la même qu'entre un « sol » et un « ré ». Joli, non ? Sauf que pour rendre compte de l'ensemble des particules connues, ces cordelettes ont besoin de bien plus que trois dimensions pour vibrer. Il faudrait, pour que cela fonctionne, au moins neuf dimensions d'espace (plus une dimension de temps). Certaines variantes de cette théorie montent même jusqu'à vingt-six dimensions spatiales... Et nous, là-dedans ? Ne pourrions-nous pas nous ébattre dans toutes ces dimensions supplémentaires ? Non, car elles sont en réalité minuscules, à l'échelle des particules, et repliées sur elles-mêmes, ce qui les rend totalement inaccessibles. Et ne facilite pas la confirmation expérimentale de la théorie des cordes...

**Certaines variantes de la théorie des cordes envisagent jusqu'à 26 dimensions spatiales**

## NOTRE UNIVERS N'EST QU'UN IMMENSE HOLOGRAMME

**Mathématiquement parlant, deux dimensions suffiraient pour décrire le cosmos**

Le principe de l'hologramme consiste à inclure dans une image à deux dimensions toutes les informations nécessaires pour que la troisième dimension apparaisse lorsque l'hologramme est éclairé.

Forcément, dit comme ça, cette théorie semble vraiment loufoque... Mais elle est bien plus sérieuse qu'elle n'en a l'air! Un hologramme n'est rien d'autre qu'une image à deux dimensions qui donne l'illusion d'en posséder une troisième. Contrairement à une photo, qui ne comporte qu'une quantité limitée d'informations sur l'objet photographié, l'hologramme possède, en effet, les caractéristiques nécessaires pour que l'œil reproduise l'objet sous toutes ses coutures. Afin de restituer ces informations, il suffit d'éclairer d'une certaine façon l'hologramme. On peut ainsi tourner autour de l'objet et le voir en trois dimensions. De la même manière, toutes les informations contenues dans l'Univers, c'est-à-dire l'état microscopique de chaque particule constituant la matière et l'énergie du cosmos, pourraient tenir dans seulement deux dimensions d'espace. Mathématiquement parlant, en tout cas, il serait tout à fait

possible de se passer de la troisième dimension pour décrire le cosmos. Comme si toutes les informations d'un livre figuraient sur la couverture : l'intérieur ne servirait à rien. Troublant, n'est-ce pas? Cette thèse, élaborée dans les années 1990 notamment par Leonard Susskind - physicien américain, directeur de l'Institut de l'université Stanford pour la physique théorique (États-Unis) - a connu un brutal succès en 2017 lorsqu'il a été démontré qu'elle n'était pas en contradiction avec le rayonnement fossile mesuré par le satellite Planck, qui représente l'image de notre Univers 380 000 ans seulement après le Big Bang. Autrement dit, notre Univers pourrait bien n'être que la projection à trois dimensions d'un Univers primitif à deux dimensions. Vertigineux...

# UN TRIO EXTRAORDINAIRE

Insolites, bizarres, géniaux!... Que l'on apprécie ou non leur style à chaque fois unique, ces trois merveilles architecturales constituent aussi des prouesses techniques. Retraçons l'histoire de ces projets fous.

Par Corentin Paillassard



# 1. SAGRADA FAMÍLIA



C'est le chantier moderne le plus long: commencée en 1882 par l'architecte espagnol Francisco de Paula del Villar, la Sagrada Família (de son nom complet Temple Expiatori de la Sagrada Família en catalan, «temple expiatoire de la Sainte Famille») est une colossale basilique (120 m de long pour 90 m de large) située à Barcelone, capitale de la région de Catalogne, en Espagne. Cette grande dame a ainsi soufflé cette année ses 141 bougies et, pourtant, elle n'est toujours pas achevée. Il faut dire que sa construction n'a pas été de tout repos: suite à des désaccords entre Paula del Villar et les financeurs, le célèbre architecte catalan Antoni Gaudí (1852-1926) reprend le projet en 1883. Après sa mort, plusieurs autres architectes vont se succéder pour poursuivre son œuvre. Leur tâche ne sera pas facilitée par la destruction presque totale des plans et maquettes de Gaudí en 1936, durant la guerre civile! Heureusement, la restauration d'une partie des maquettes permettra malgré tout de continuer le chantier financé intégralement par les dons des particuliers,

le mécénat et les tickets d'entrée. Le projet a ainsi profité du nombre croissant de visiteurs au fur et à mesure que l'édifice religieux gagnait en renommée, plus particulièrement à la faveur des Jeux olympiques de Barcelone en 1992 ou encore suite au classement au patrimoine mondial de l'Unesco, en 2005, des réalisations directes de Gaudí – la crypte et la façade de la Nativité. La Sagrada Família est aujourd'hui l'un des monuments les plus visités du pays, attirant plusieurs millions de personnes chaque année (4,7 millions d'entrées en 2019). Son édification continue donc, en dépit des polémiques, notamment sur le non-respect de la vision de Gaudí, comme lors de la pose en 1990 des statues au style contemporain de Josep María Subirachs sur la façade de la Passion, contrastant avec celui que le maître espagnol de l'Art nouveau avait appliqué sur celle de la Nativité. Désormais, l'espoir est de voir le bâtiment emblème de Barcelone «bientôt» terminé: la tour de la Vierge Marie, qui s'élève à 138 m, a été inaugurée en 2021; celle de Jésus, la dizième sur dix-huit et la plus haute (172,5 m), devrait l'être en 2026.

## LES PRINCIPALES ÉTAPES DE SA CONSTRUCTION

**1889**

La crypte est terminée, ainsi que la construction de l'abside, c'est-à-dire l'extrémité du chœur où se trouve l'autel.

**1930**

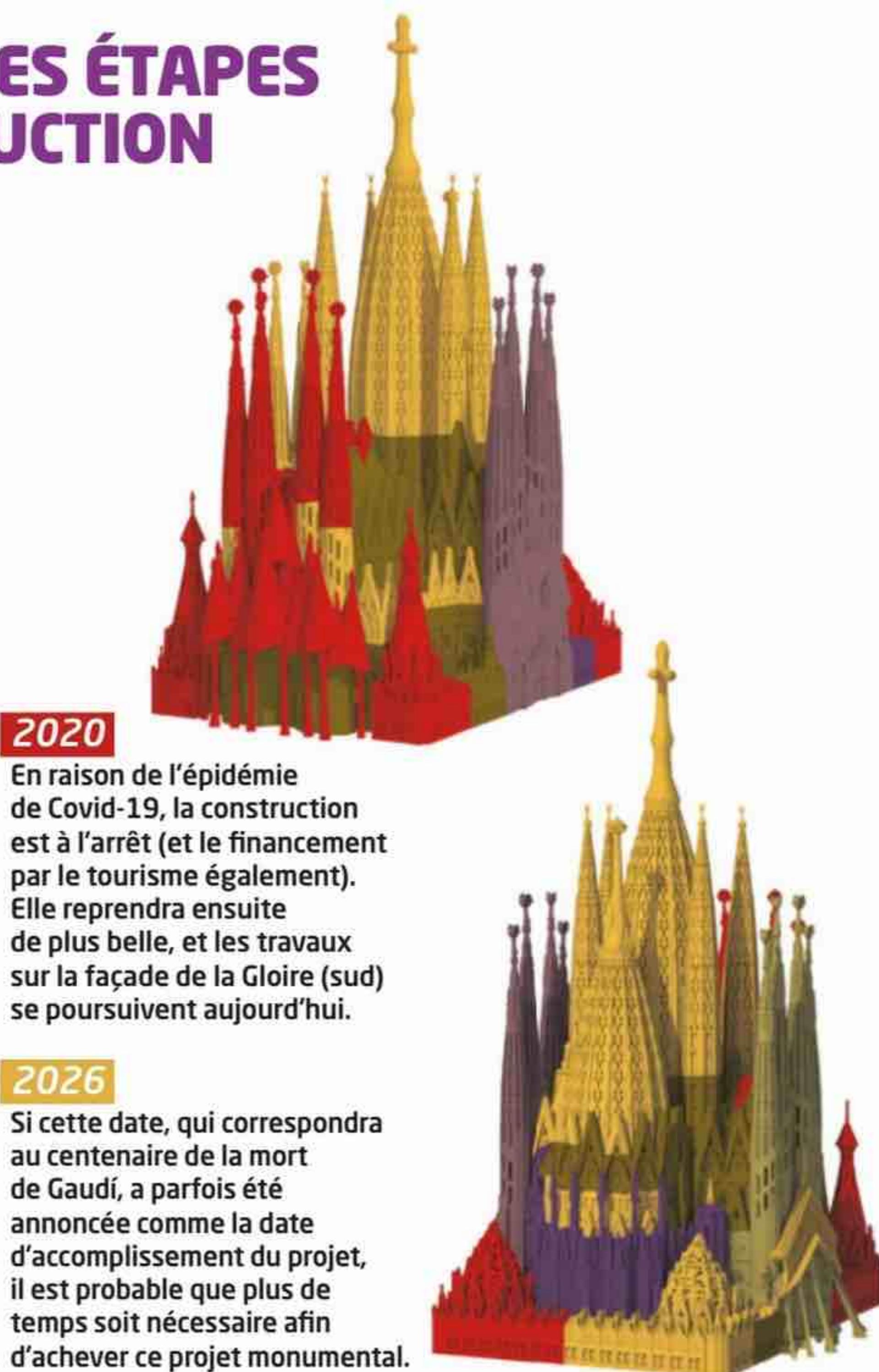
Avant sa mort (1926), Gaudí n'a pu achever qu'une structure de son immense projet: l'un des clochers de la façade de la Nativité (est), celui de Saint-Barnabé. Les trois autres seront finis en 1930.

**1954**

Les travaux sur la façade de la Passion (ouest) débutent. Ses clochers sont terminés en 1976, mais elle connaîtra de nombreux aménagements dans les années suivantes (statues, vitraux, croix).

**1978**

Le chantier des murs des nef est lancé. Mais les travaux d'édification de leurs voûtes ne commenceront, eux, que dans les années 1990.





À l'instar d'une tige de bambou dont sa forme est censée s'inspirer, la tour Taipei 101 a été voulue « souple ».

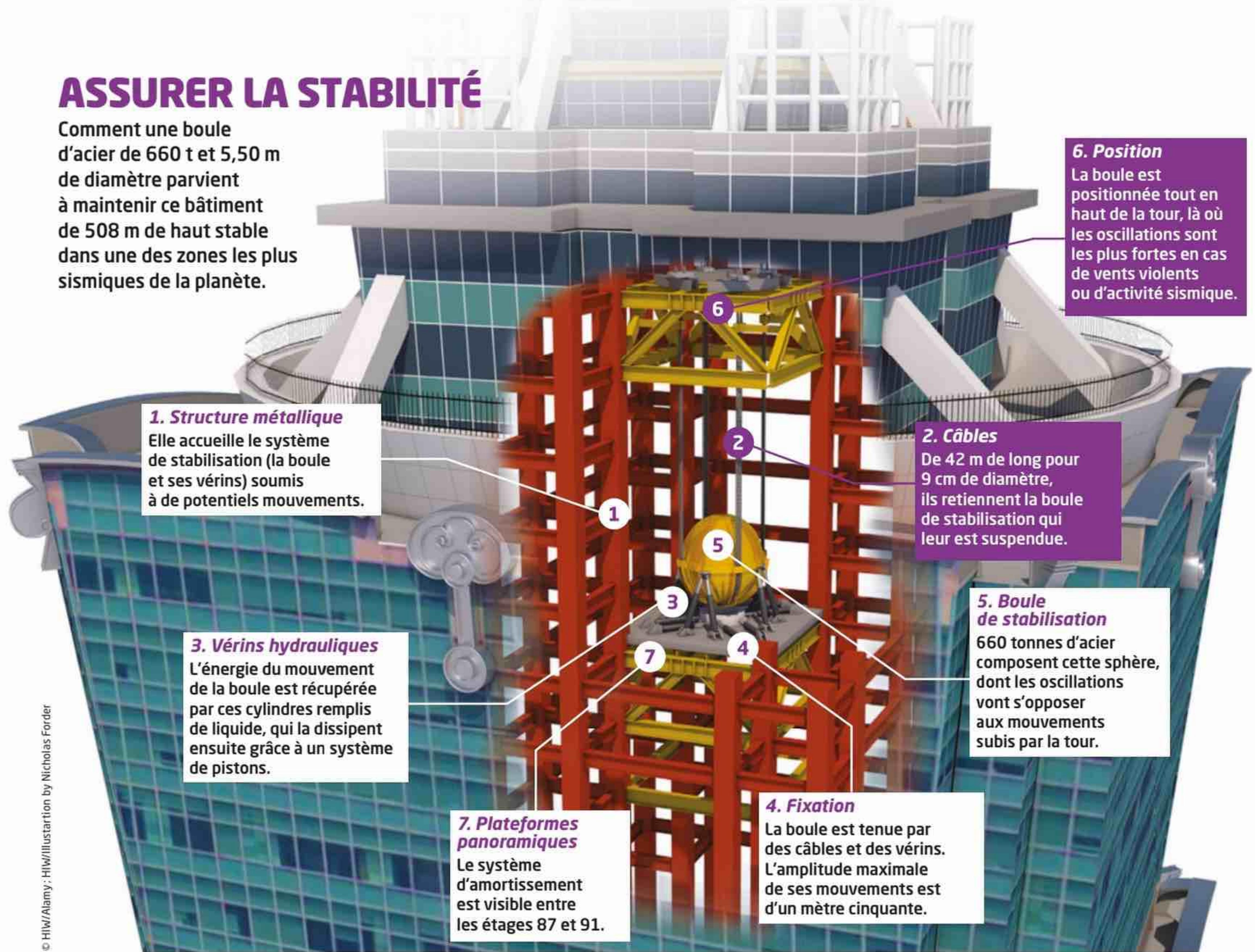
## 2. TAIPEI 101

Une flèche qui compte 101 étages et culmine à 508 mètres : Taipei 101, situé dans la ville du même nom (la capitale de Taïwan, état insulaire en Asie de l'Est), a été le gratte-ciel le plus haut de 2004 à 2009, détrôné depuis 2010 par le Burj Khalifa (828 m à Dubaï, Émirats arabes unis). Mais ériger une tour aussi élevée sur une île à la frontière entre deux plaques tectoniques – eurasiatique et philippine –, là où le risque sismique est particulièrement important, exige des mesures spécifiques, *a fortiori* quand la région est aussi sujette aux typhons, avec des vents pouvant dépasser les 200 km/h. Il a ainsi fallu trouver un équilibre entre flexibilité et rigidité afin que le bâtiment résiste à tout événement susceptible de mettre en danger son intégrité. Et le constructeur n'a pas fait les choses à moitié : des centaines de pieux d'acier et de béton, de plus d'un mètre de diamètre, renforcent les fondations et le socle de l'édifice, et

trente-six colonnes composent sa structure. Surtout, il abrite le plus gros amortisseur harmonique du monde. Ce système est formé par un gigantesque assemblage de plaques d'acier en forme de balle de 5,50 mètres de diamètre. Cette boule de stabilisation, de 660 tonnes au total, soutenue par des câbles en acier et couplée à des vérins hydrauliques, amortirait, selon le constructeur, 30 à 40% des mouvements de la tour. Comment ? Ce qui est aussi appelé amortisseur dynamique accordé est un oscillateur qui va se balancer en opposition de phase avec le gratte-ciel. Si celui-ci s'incline dans une direction, la boule ira dans l'autre sens, ce qui permettra de récupérer une partie de son énergie qui sera dissipée par les vérins. Le tout pour atténuer le mouvement global du bâtiment provoqué par une source externe. Taipei 101 a déjà résisté à des bourrasques de 210 km/h et à des séismes de magnitude supérieure à 6 ces dernières années !

## ASSURER LA STABILITÉ

Comment une boule d'acier de 660 t et 5,50 m de diamètre parvient à maintenir ce bâtiment de 508 m de haut stable dans une des zones les plus sismiques de la planète.



### 3. TAO ZHU YIN YUAN/THE AGORA GARDEN

**L**e biomimétisme désigne un processus par lequel la science prend pour modèle la nature pour résoudre des problèmes, innover, voire donner une portée symbolique. La démarche de l'architecte belge Vincent Callebaut est similaire : pour concevoir le Tao Zhu Yin Yuan, à Taipei (Taïwan), il s'est inspiré de la forme en double hélice de l'ADN. Pour rappel, l'ADN, logé dans le noyau des cellules, est le support de toute l'information génétique nécessaire pour développer et faire fonctionner un organisme vivant. Commencée en 2013 et achevée en 2021, cette construction se veut à la pointe d'une architecture « verte », en laissant notamment une grande place aux plantes (plus de 23 000 arbres seraient présents dans toute la structure), avec pour objectif annoncé d'absorber 130 tonnes de dioxyde de carbone par an. The Agora Garden, son deuxième nom, est également équipé de panneaux photovoltaïques, de générateurs éoliens et de systèmes de récupération de l'eau de pluie, et vise une consommation d'énergie minimale grâce, entre autres, à une ventilation naturelle. Mais au-delà de ces ambitions écologiques louables – qui lui ont valu quelques prix –, c'est aussi son design qui marque les esprits : chacun de ses vingt et un étages est décalé de 4,5° par rapport au précédent, conférant au bâtiment sa forme torsadée caractéristique. Haut de 93 mètres, il respecte, à l'image de sa voisine la Taipei 101 (*voir page ci-contre*), toutes les normes antismisques. À vocation résidentielle, il comprend quarante luxueux appartements avec balcon (où le jardinage est fortement encouragé, notamment pour produire sa propre nourriture), une piscine, des salles de sport... Le Tao Zhu Yin Yuan est présenté comme le symbole d'une architecture respectueuse de l'environnement, son concepteur déclarant vouloir transformer les tours en « *arbres urbains* ».



**2. Espaces verts**  
En incluant le jardin extérieur, les végétaux recouvrent une surface totale de 6 000 m<sup>2</sup> (une trentaine de terrains de tennis!).

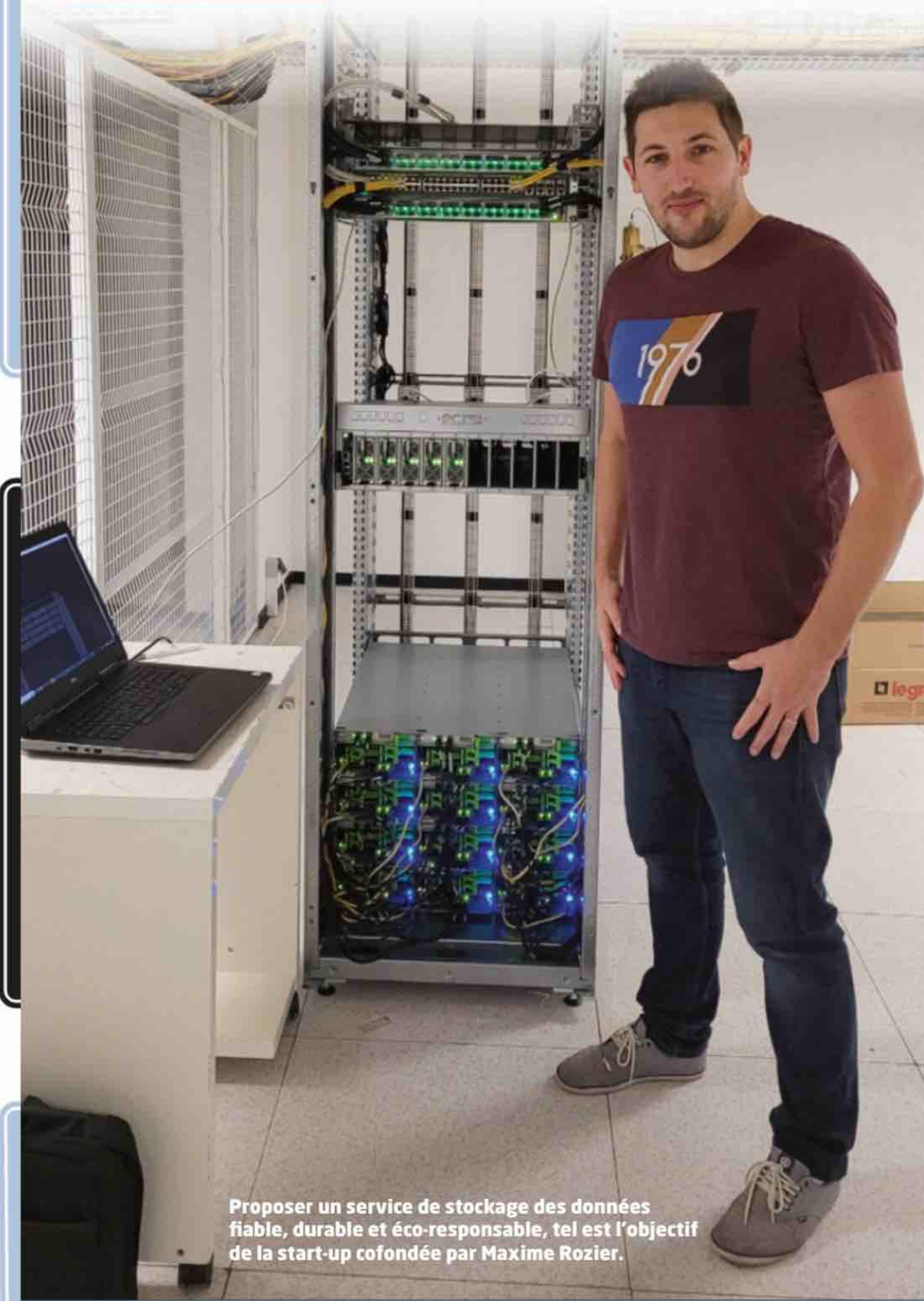
**1. Simple ou double ?**  
Deux tours semblent s'enrouler autour d'un pilier central, donnant son apparence unique au bâtiment. Le décalage de chaque étage par rapport au précédent donne un angle total de 90°!



# Denv-r lance un data center

La start-up a installé un centre de stockage de données sur la Loire. Il utilise la fraîcheur de l'eau fluviale, au lieu de consommer de l'énergie, pour refroidir les serveurs informatiques qu'il héberge.

Par Gaël Dremmel



Proposer un service de stockage des données fiable, durable et éco-responsable, tel est l'objectif de la start-up cofondée par Maxime Rozier.

**E**n 2023, le numérique est responsable de 4% des émissions de gaz à effet de serre (GES) dans le monde... soit plus que le secteur aérien ! Celles-ci proviennent en très grande partie des data centers, ces immenses bâtiments destinés à stocker sur des serveurs toutes les données informatiques que chacun d'entre nous laisse sur Internet (-mails, photos, vidéos...). Or, ces serveurs dégagent de la chaleur dès qu'ils sont sollicités pour réceptionner, enregistrer ou encore renvoyer une information vers un ordinateur. Les data centers requièrent ainsi d'importants moyens de climatisation afin de maintenir une température acceptable et d'éviter une surchauffe des équipements informatiques.

**Maxime Rozier,**

#### **CV en bref**

**2006:** passe un bac scientifique au lycée Thiers, à Marseille

**2012:** finalise son cursus d'ingénieur à l'École nationale supérieure d'arts et métiers (ENSA) à Paris

**2017:** devient responsable investissements au sein d'Airbus

**2021:** cofonde la start-up Denv-r

*La start-up  
souhaite embaucher  
**2 personnes**  
d'ici la fin de l'année*

# flottant et écologique

## LE CONCEPT

Fondée fin 2021 et basée à Guérande, près de Saint-Nazaire, la start-up Denv-r propose une alternative plus durable. Elle a mis au point un data center flottant. «À l'intérieur de ce dernier, un échange de chaleur va s'effectuer entre l'eau des fleuves, fraîche, et les serveurs, qui dégagent de la chaleur. Cet échangeur thermique est au cœur de notre technologie et fait l'objet d'un brevet», explique Maxime Rozier, directeur technique et cofondateur de la société.

### Un premier modèle fluvial

Cette plateforme flottante est dépourvue de pompes, ce qui évite aux espèces aquatiques d'être piégées par une aspiration. «Nous consommons 40% d'énergie

en moins qu'un data center classique.» L'entreprise a installé son premier modèle sur la Loire cet été. Mesurant 10 mètres sur 10, ce cube est composé de capacités de stockage des données d'environ 3000 à 5000 entreprises de taille moyenne. «L'avantage d'être sur l'eau est aussi de limiter l'artificialisation des sols. Au-delà de l'aspect positif pour la biodiversité, cela n'accuse pas la pression foncière de la région.»

Ce premier data center vise à héberger des données informatiques d'entreprises locales, à l'inverse des énormes data centers qui collectent des informations du monde entier. «Si deux entreprises du



Ce conteneur de 100 m<sup>2</sup> installé sur un flotteur renferme le data center.

coin communiquent, il y a des chances que leurs mails transitent par de gros hubs mondiaux comme Paris, Londres, voire New York, avant de revenir. Si un problème survient sur certains câbles, près de Paris par exemple, c'est tout le réseau d'une région française qui peut être paralysé», explique Maxime Rozier. Outre l'aspect écologique, héberger ses données localement offre aussi une relative indépendance vis-à-vis des réseaux centralisés actuels. ☑

## L'INTERVIEW

### 35 ans, directeur technique et cofondateur de Denv-r

#### Comment ça marche: Où en est votre développement aujourd'hui?

**Maxime Rozier:** Avec Vincent Le Breton, nous avons créé la société fin 2021, et avons lancé en mai dernier notre activité commerciale. Pour ma part, je me suis concentré sur l'industrialisation de notre procédé. L'objectif est d'installer au total cinq data centers flottants dans les trois à cinq ans. L'avantage est que notre data center

peut être déployé très vite. À terme, nous pourrons avoir un bon maillage du territoire français avec une dizaine d'installations.

#### CCM: Avez-vous d'autres objectifs?

**M. R.:** Outre les fleuves, nos data centers pourraient, à terme, être installés dans les ports, voire en pleine mer. Ils seraient alors alimentés par les parcs éoliens offshore et équipés

de panneaux solaires sur leur toit. Ils pourront aussi tirer de l'énergie de la houle pour parvenir à une autonomie énergétique totale. Ces modèles au large verront le jour à l'horizon 2026 ou 2027.

#### CCM: L'empreinte carbone du numérique pourrait-elle devenir négligeable en multipliant vos data centers?

**M. R.:** Il s'agit d'une solution,

mais ne sont pas la solution unique aux effets du numérique. De plus, nous ne visons pas à remplacer les immenses data centers, qui restent utiles pour faire voyager certaines informations. En revanche, la meilleure économie d'énergie possible est sans nul doute celle que nous n'utilisons pas, ce qui nécessitera donc un jour de restreindre ou diminuer les échanges et le stockage des données.

## LES CHIFFRES

### L'installation du data center sur la Loire a nécessité

**4 jours**, notamment pour apporter la fibre aux abords du quai

### Denv-r a déployé son premier data center flottant

**2 ans** seulement après sa création



# COMMENT FABRIQUENT-ELLES

# LES ABEILLES LE MIEL?



Du labeur dans les champs, parmi les fleurs mellifères, au travail de transformation puis de conservation dans la ruche, tout est affaire de professionnalisme.

Par Julia Negroni

**D**epuis 8000 ans, l'humanité se délecte de son bon goût sucré. Il était même considéré comme sacré dans la civilisation égyptienne, qui utilisait ses vertus antibactériennes et bactéricides pour embaumer et empêcher la putréfaction des corps des défunt. Autant dire qu'il fait partie de l'histoire. Pourtant, au départ, le miel n'est que le simple résultat d'une interaction entre les fleurs et les abeilles à miel (*Apis mellifera*), suivie d'un long processus chimique. C'est en effet à partir du nectar, un liquide sucré composé d'eau et de divers sucres sécrété par les plantes à fleurs, que tout commence. Enfin pas seulement, car la fabrication du miel par les abeilles repose avant tout sur un travail d'équipe, des enzymes (des protéines qui agissent comme accélérateur dans les réactions chimiques) et une succession de bouches!

transfert à son tour à une autre. Au cours de ces échanges successifs, le nectar se transforme progressivement en miel, grâce aux enzymes présentes dans la salive de ces insectes. Ainsi, l'enzyme invertase convertit le saccharose (le sucre) du nectar en d'autres sucres, le glucose et le fructose, tandis que l'enzyme glucose oxydase change une partie du glucose en acide gluconique et en peroxyde d'hydrogène (de l'eau oxygénée). L'acide gluconique apporte au miel son côté acide, évitant au passage la prolifération de bactéries lors de sa maturation. Le peroxyde d'hydrogène joue, lui, le rôle d'oxydant permettant la conservation du miel. La dernière ouvrière de la chaîne régurgite le miel mature dans une alvéole, où les abeilles ventileuses terminent le travail en asséchant la préparation. Une fois le précieux nectar déshydraté, les abeilles cirières scellent les alvéoles à l'aide d'un opercule en cire: ainsi préservé, le miel servira à nourrir les larves et les ouvrières durant toute l'année. À moins qu'un apiculteur ne vienne le prélever... ☺

## Butiner, recevoir, ventiler, cirer

La première est celle d'une abeille ouvrière butineuse, qui aspire le nectar au cœur des fleurs et le stocke dans son jabot, une poche spéciale placée à l'extrémité de son œsophage (voir p. 64). De retour à la ruche, elle le régurgite, autrement dit le fait remonter vers sa bouche, pour le donner à une autre abeille ouvrière receveuse, qui le

**Depuis l'Antiquité, ce «produit en or» est utilisé sous différentes formes et pour ses multiples vertus, pas seulement gustatives.**



# UN INSECTE TAILLÉ POUR LA COLLECTE

L'anatomie d'une abeille est parfaitement adaptée pour récolter le nectar et transférer cette substance sucrée afin de produire du miel. Extrêmement efficace, *Apis mellifera* butine jusqu'à 250 fleurs en une heure.

## Mandibules

La bouche est équipée de deux mandibules, qui protègent la trompe utilisée pour pomper le nectar des fleurs.

## Antennes

Les abeilles se dirigent vers le nectar grâce à leurs antennes qui détectent l'odeur sucrée.

## Trompe

Dans sa trompe coulisse une langue dont l'abeille se sert comme d'une paille pour aspirer le nectar au cœur de la fleur.

## Œsophage

Ce tube creux qui part de la bouche permet le transport du nectar vers le jabot.

## Jabot

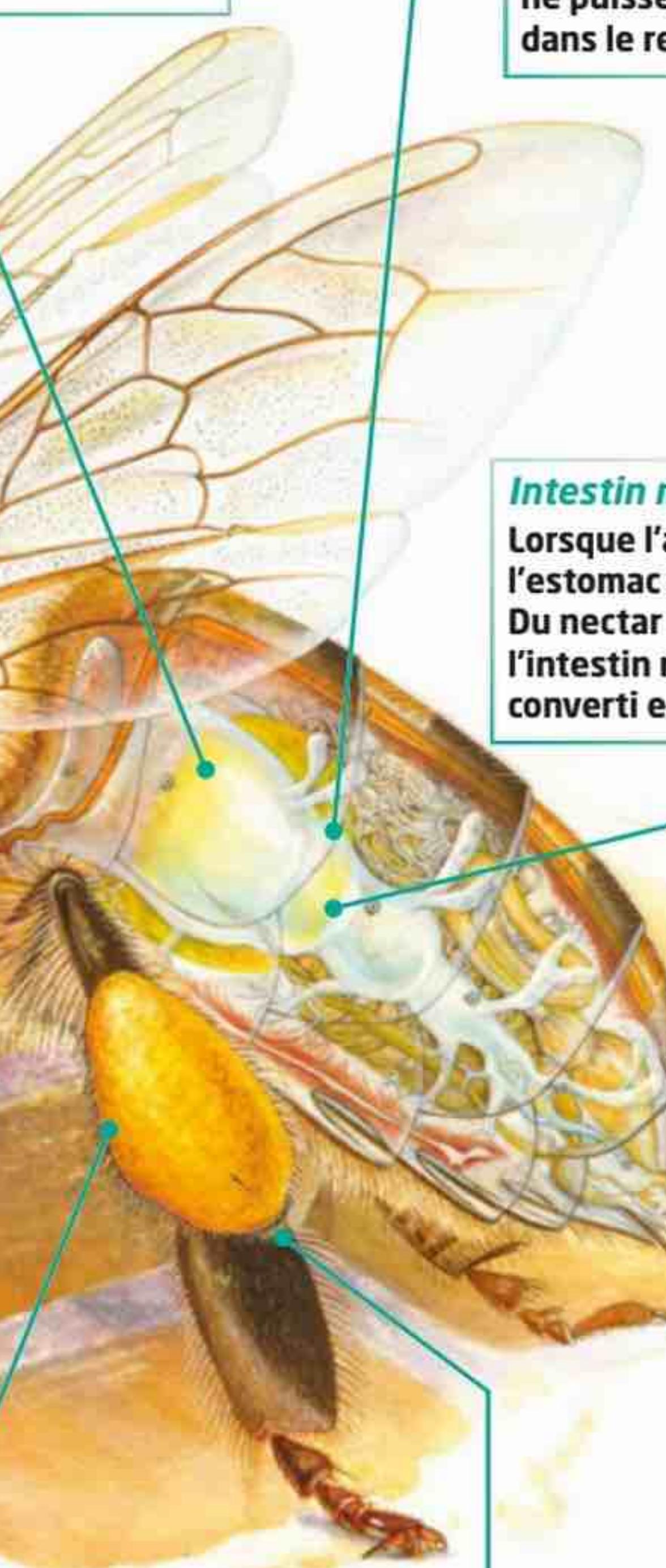
Également appelé estomac à miel, il stocke le nectar et contient les glandes cirières, qui fabriquent la cire nécessaire à la construction des alvéoles.

## Muqueuse imperméable

La muqueuse de l'estomac à miel est imperméable afin que le nectar ne puisse pas se répandre dans le reste du corps.

## Intestin moyen

Lorsque l'abeille a faim, l'estomac à miel s'ouvre. Du nectar migre alors dans l'intestin moyen où il est converti en énergie.



Le frelon asiatique (*Vespa velutina*) ou frelon à pattes jaunes est l'une des causes majeures de la surmortalité des abeilles.



# DES ABEILLES EN GRAND DANGER

**E**n France, environ 30% des colonies d'abeilles disparaissent chaque année. Cette surmortalité, observée à l'échelle mondiale, est qualifiée de syndrome d'effondrement: subitement, les abeilles ne rentrent plus dans leur ruche, sans que l'on retrouve le moindre

cadavre à proximité. Les ruches se vident ainsi de leurs occupantes et périment. Plusieurs facteurs sont incriminés. La pollution automobile ou les pesticides, comme les néonicotinoïdes, diminuent en effet l'efficacité de butinage en perturbant les communications

## À CHACUNE SON RÔLE

Sur la chaîne de production du miel, qui fonctionne 7 jours sur 7 en pleine période de récolte du nectar, se succèdent des ouvrières hyper-qualifiées.

### 1 Butineuse

Ces hexagones forment les rayons de la ruche. Ils abritent les larves et servent aussi au stockage au miel.

### 3 Ventileuse

Elle passe son temps à battre des ailes pour rafraîchir la température à l'intérieur de la ruche (environ 30 °C) et déshydrater le miel stocké dans les alvéoles. Le nectar devient véritablement du miel lorsque sa teneur en humidité diminue de 70 % à 18 %.

### 4 Cirièse

Une fois le miel correctement ventilé, elle bouche les alvéoles. Le miel restera ainsi stocké comme réserve de nourriture jusqu'à l'hiver, où il sera consommé par les ouvrières, mais aussi leurs larves à partir du troisième jour d'éclosion.

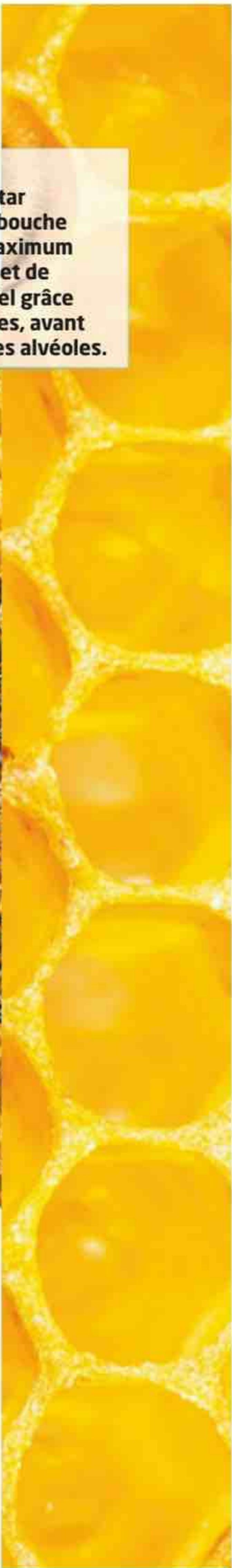
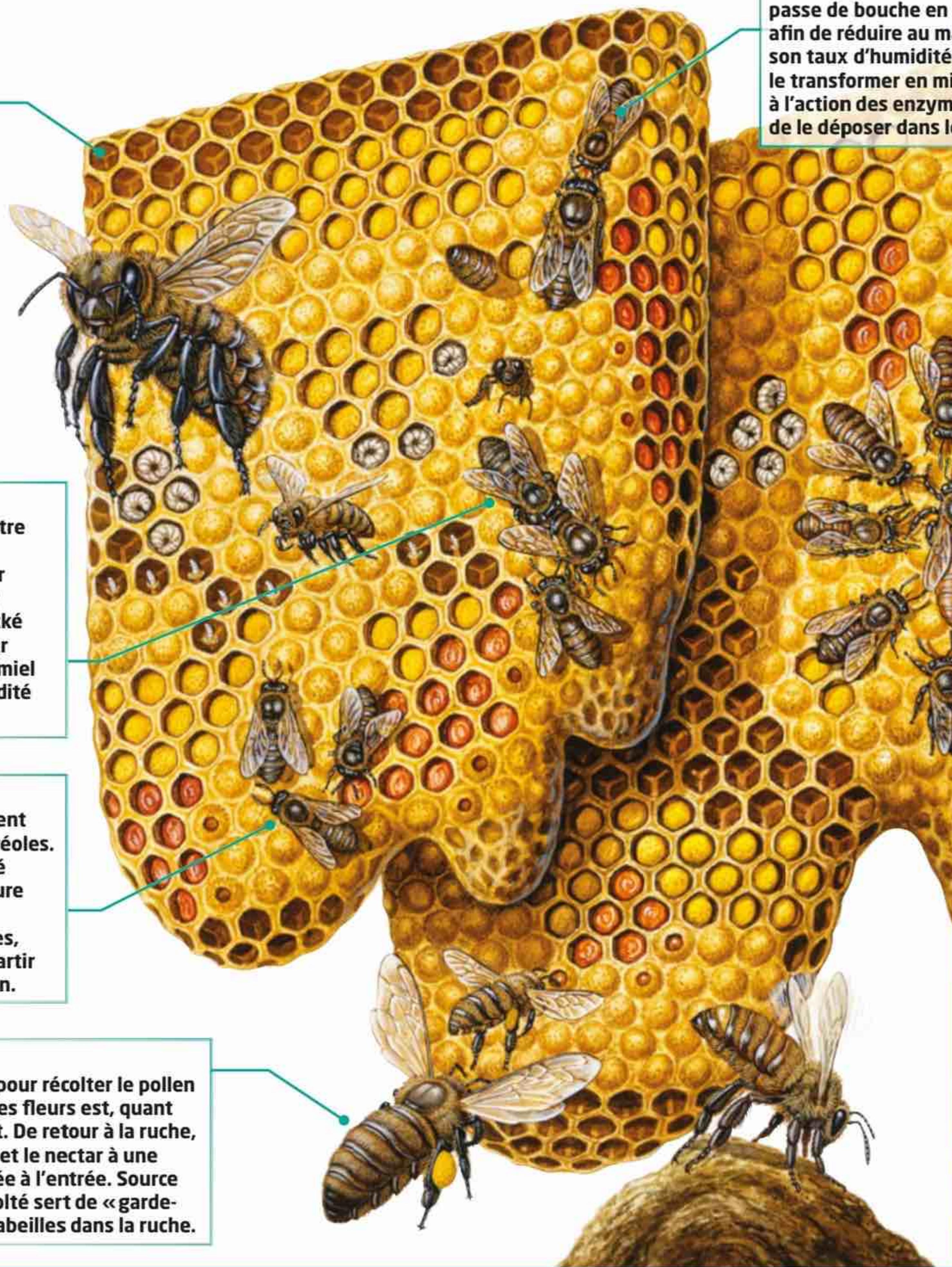
### 2 Magasinière

Dans la ruche, le nectar passe de bouche en bouche afin de réduire au maximum son taux d'humidité et de le transformer en miel grâce à l'action des enzymes, avant de le déposer dans les alvéoles.

nerveuses dans le cerveau des abeilles. L'agriculture intensive, la monoculture et le réchauffement climatique altèrent, eux aussi, la nutrition des abeilles, en réduisant la diversité des végétaux disponibles. Ces insectes hyménoptères (pourvus de quatre ailes membraneuses

couplées en vol et de pièces buccales du type broyeur-lécheur) sont également sensibles à de nombreux parasites, virus et prédateurs qui se sont mondialement répandus avec les échanges commerciaux. Par exemple, le frelon asiatique, introduit par accident en France en 2004, décime

les abeilles dont il se nourrit tandis que l'acarien parasite Varroa les pique et leur transmet un virus altérant leur système nerveux. La surmortalité des abeilles n'est pas sans conséquence pour la biodiversité et l'humanité, car elles pollinisent environ un tiers des plantes que nous consommons.



# LE BROUILLARD

Comment ne pas le confondre avec la brume ou même le distinguer d'un simple nuage ? Voici le b.a.-ba pour y voir plus clair...

Par Corentin Paillassard

**D**e fines gouttelettes d'eau en suspension dans une atmosphère humide qui bloquent la visibilité: cette définition correspond aussi bien à la brume qu'au brouillard. La différence entre les deux réside dans la distance à laquelle on y voit encore quelque chose. Si la visibilité est comprise entre 1 et 5 km, on parle de brume, alors que si elle est inférieure à 1 km, c'est du brouillard. L'apparition de ce type de phénomène naturel nécessite une humidité suffisante et, au choix, un refroidissement ou un apport d'humidité

supplémentaire pour provoquer la saturation de l'air en eau et sa condensation en gouttelettes. Le seuil de saturation est en effet atteint quand une masse d'air ne peut pas contenir davantage de vapeur d'eau, et il augmente avec la température. Les saisons hivernales sont ainsi plus propices à la formation du brouillard, puisque l'air froid contient une moindre quantité de vapeur d'eau.

## Un phénomène difficilement prévisible

Un minimum de vent est également nécessaire pour que ces gouttes restent suspendues, mais il doit rester faible, voire quasi inexistant: trop fort, il les disperserait. En cas de température négative, le brouillard devient givrant: les gouttelettes d'eau

Le transport aérien est particulièrement affecté par les nappes de brouillard, le manque de visibilité pouvant notamment bloquer les décollages.

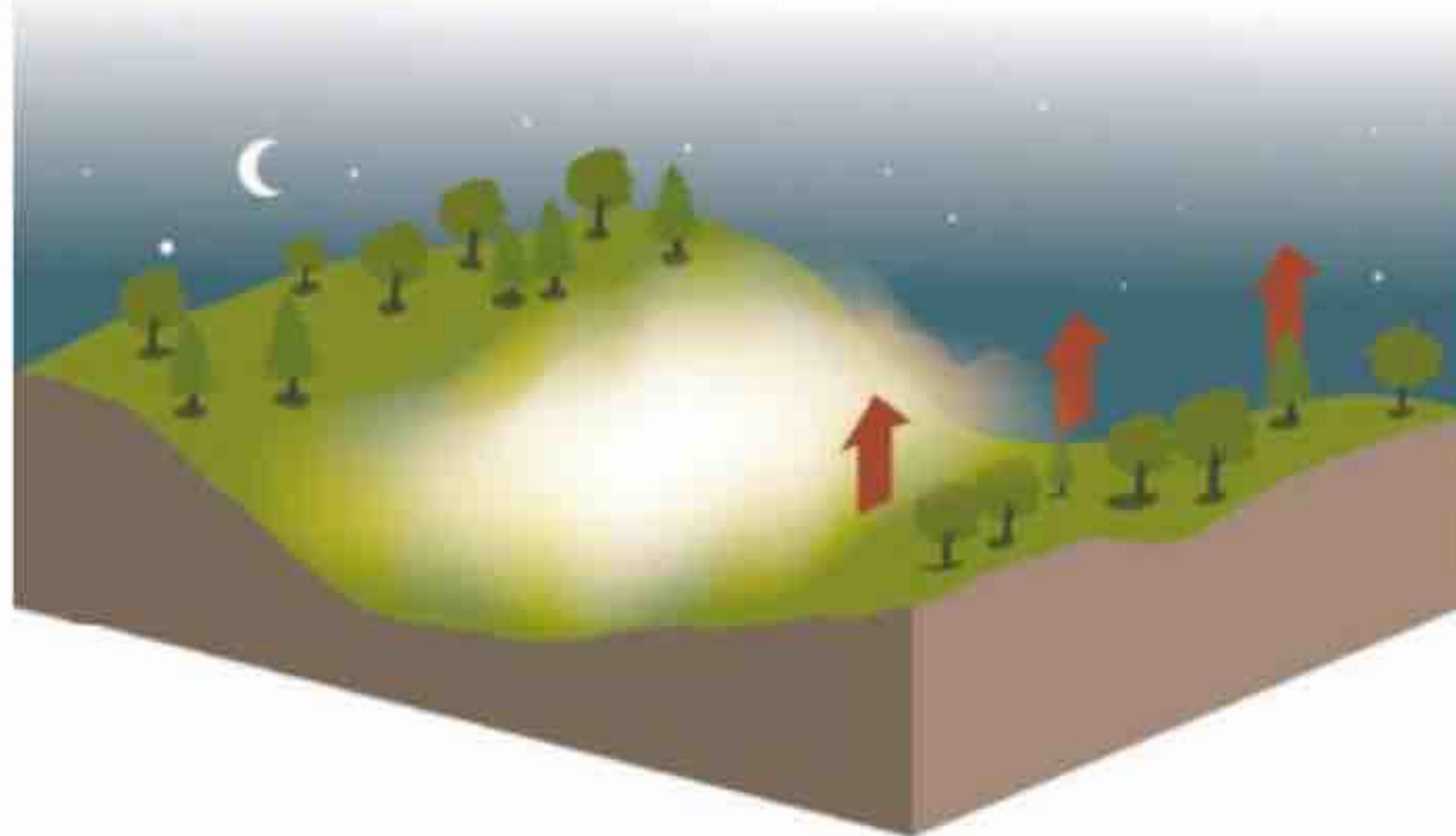


## QUELQUES ORIGINES POSSIBLES

Voici les principaux mécanismes de formation du brouillard.

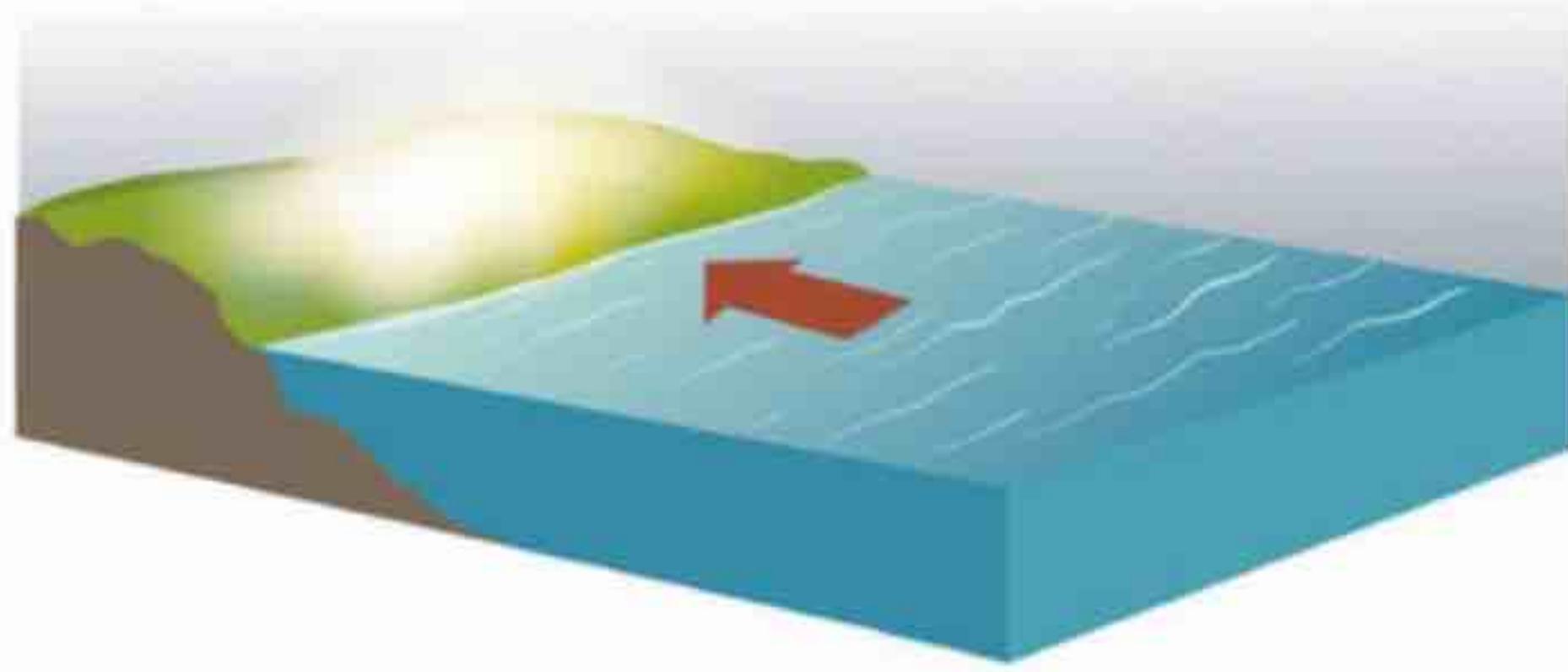
### Brouillard radiatif ou de rayonnement

Par temps clair, la chaleur émise par la Terre sous forme de rayonnement thermique se dissipe dans l'espace et le sol refroidit. L'air proche du sol se refroidit lui aussi, et si l'atmosphère est humide, la vapeur d'eau va se condenser et former du brouillard (en l'absence de vent supérieur à 10 km/h), qui disparaîtra au matin, sous la chaleur du soleil.



### Brouillard d'advection

Lorsque le vent pousse une masse d'air relativement chaude et humide au-dessus d'une zone plus froide, la base de celle-ci va se refroidir et l'eau qu'elle contient se condenser en brouillard, sur une épaisseur variable de quelques centaines de mètres. Ce type de brouillard est rarement très dense mais peut se former à n'importe quel moment de la journée.





**Le scarabée du désert du Namib (Afrique) s'abreuve en captant les gouttelettes du brouillard matinal.**

## NUAGE À BOIRE

Le brouillard peut être une source d'eau pour les plantes et les animaux, comme le scarabée du désert du Namib, ou ténébrion phalangé, qui se dresse dans la brume pour en récupérer l'humidité. Alors, pourquoi pas pour les humains ? Des « capteurs de brouillard » ont vu le jour dans des régions où l'accès à l'eau est difficile, comme au Chili, au Pérou ou au Maroc. L'idée : installer des filets de plusieurs mètres carrés en polymères face au vent, afin que l'eau du brouillard s'y condense puis ruisselle dans des tuyaux.

Une méthode qui permet de recueillir plusieurs litres d'eau par mètre carré et par jour, pour un prix potentiellement modeste comparé à d'autres modes d'approvisionnement comme les camions-citernes. Mais plusieurs questions se posent concernant la durabilité des filets, la quantité aléatoire d'eau récoltée et le fait qu'elle n'est pas toujours potable (en cas de forte pollution atmosphérique, par exemple). La technique est aussi limitée aux brouillards de montagne, aux gouttes plus grosses. Des recherches sont en cours pour répondre à ces problématiques, notamment sur l'exploitation du brouillard côtier, plus fin et difficile à récolter.

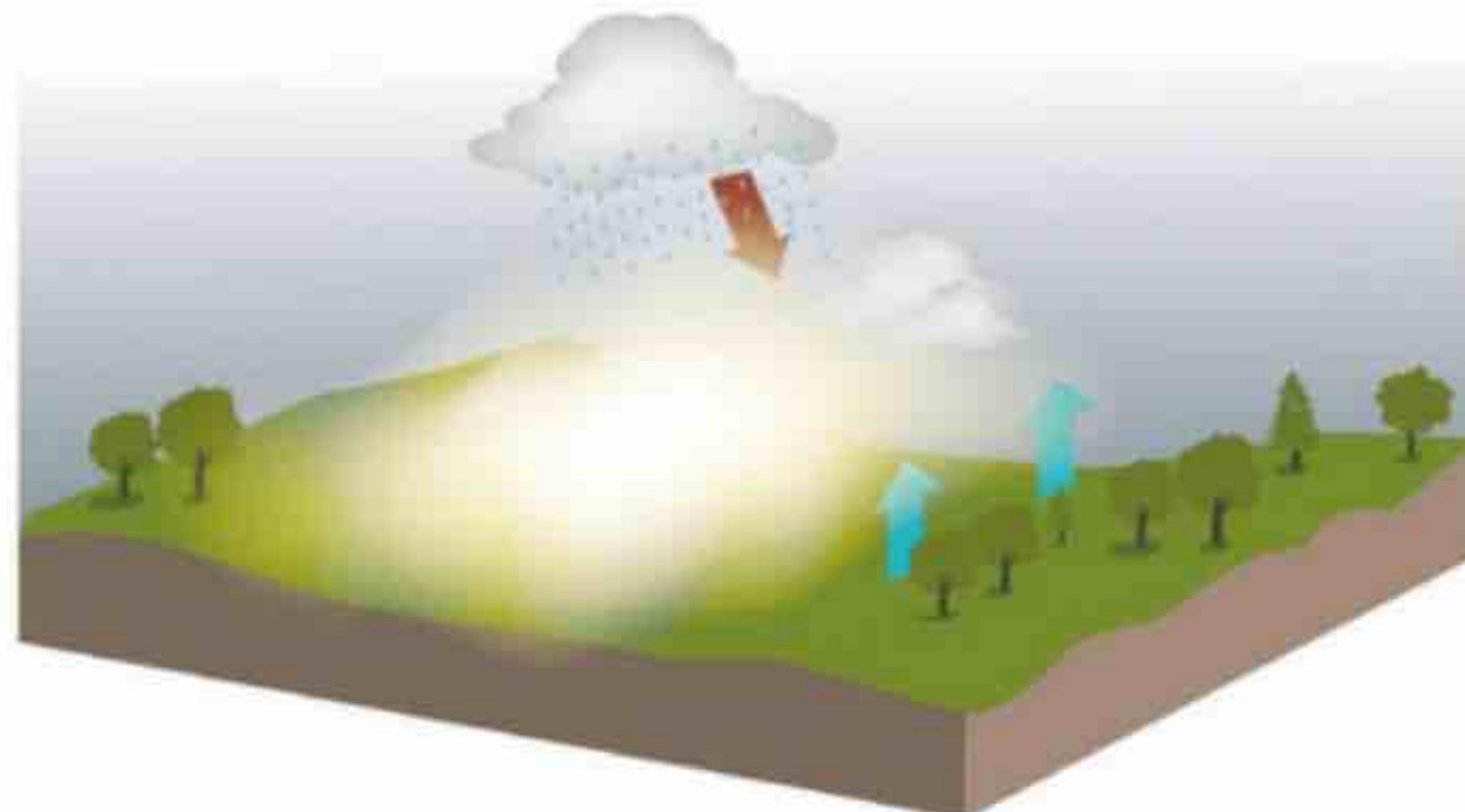
sont alors en surfusion, c'est-à-dire à une température inférieure à 0 °C même si elles sont toujours à l'état liquide. Mais la moindre perturbation (contact avec un objet, par exemple un pare-brise) entraîne leur transformation en glace, ce qui peut gêner la visibilité des automobilistes.

Si les différents (et nombreux) mécanismes de formation du brouillard commencent à être bien connus (*voir infographies ci-dessous*), prévoir exactement où et quand il va se former demeure extrêmement compliqué. Bien sûr, la connaissance des conditions météorologiques (humidité, pluie, température) peut améliorer la prévision. Néanmoins, la nature très locale de l'apparition du brouillard, qui peut résulter de petites variations très circonscrites de ces paramètres, la rend délicate. ☰

**Certains projets d'attrape-brouillard représentent des milliers de mètres carrés de filets.**

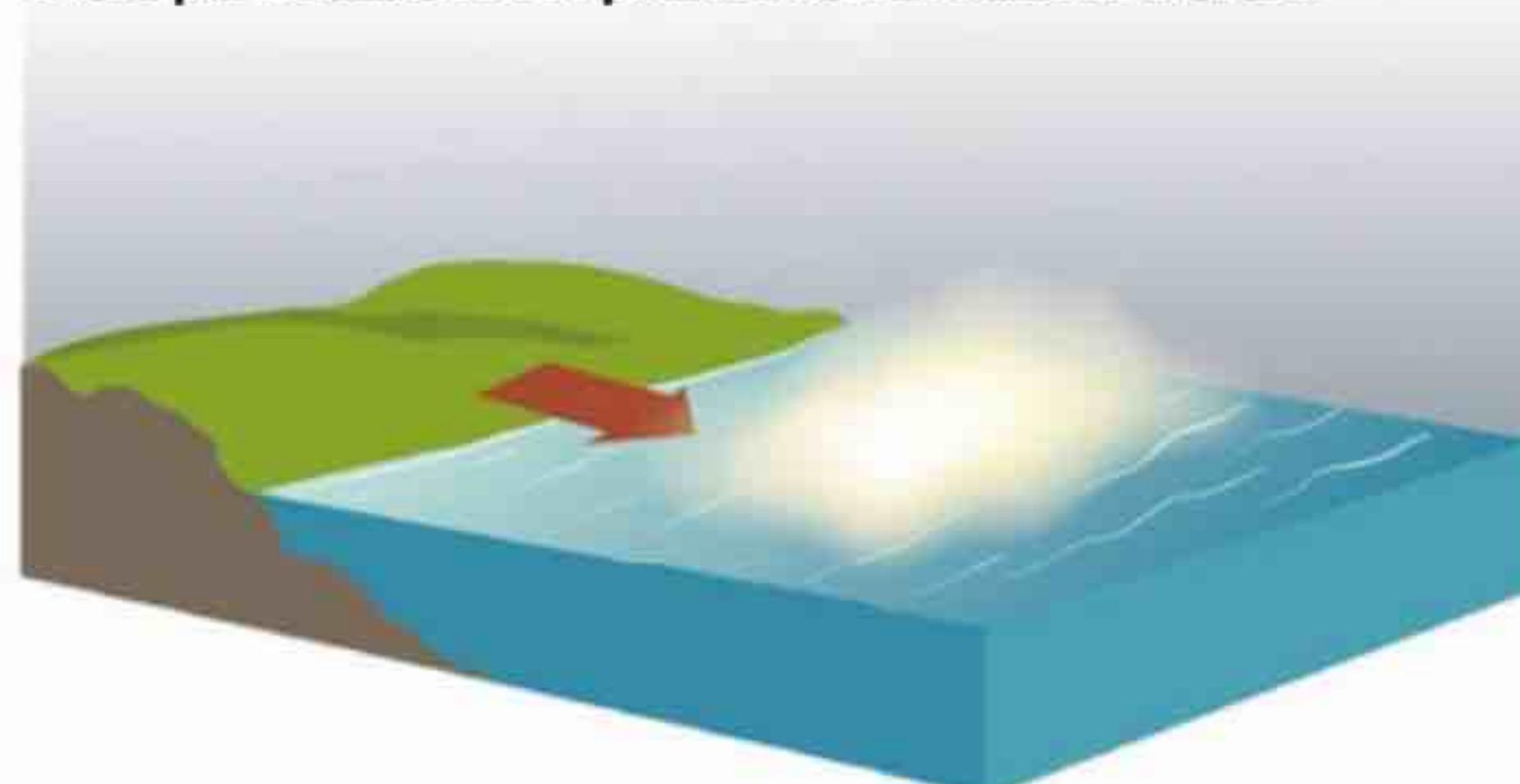
### Brouillard de précipitation

Les gouttes de pluie ou les flocons de neige qui s'évaporent en tombant dans de l'air plus chaud peuvent refroidir ce dernier et augmentent l'humidité, ce qui peut aboutir à la formation de brouillard.



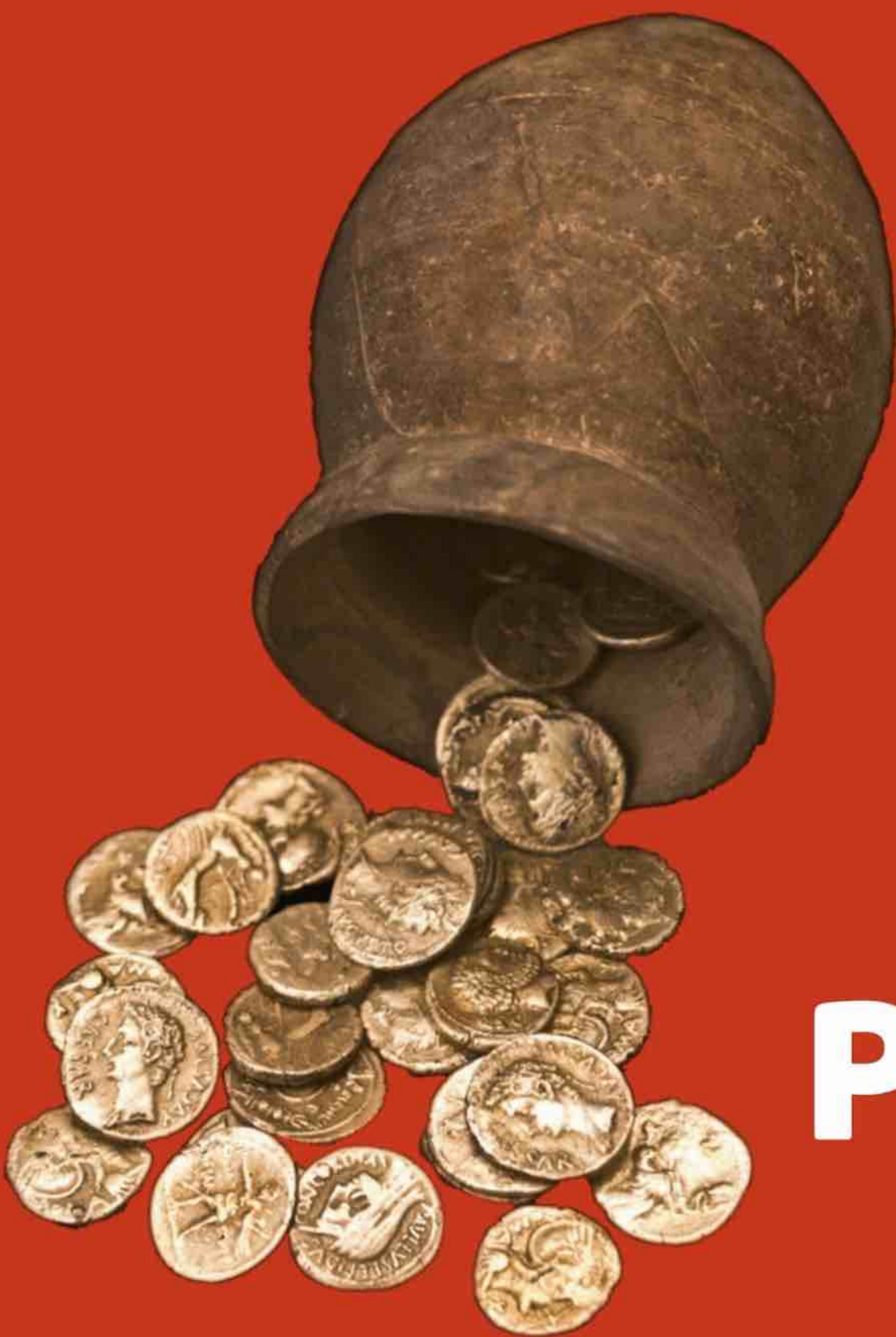
### Brouillard d'évaporation

Quand une masse d'air froid survole une zone humide plus chaude, le refroidissement va provoquer la condensation de l'eau à l'intérieur de l'air froid, formant du brouillard. Un phénomène courant au-dessus de la mer, typiquement quand l'eau chaude à la surface s'évapore dans de l'air froid venu de la terre, au point que l'on nomme ce brouillard « fumée de mer ». Mais il peut aussi se produire au-dessus des lacs et cours d'eau, voire être causé par l'humidité des plantes ou des fumées d'usine.





**PAR ICI LA**

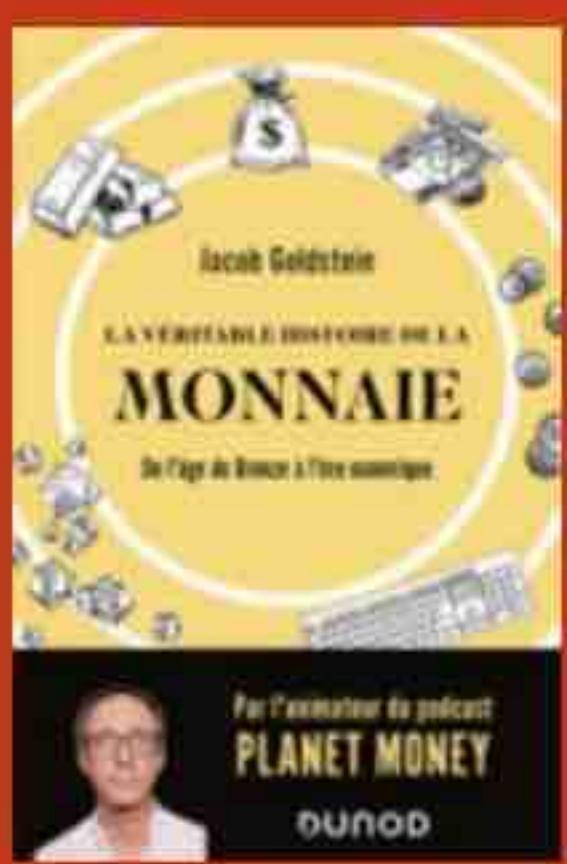




# MONNAIE!

Artiche, balles, blé, flouze, fric, gen-ar, grisbi, kichta, lové, maille, moula, oseille, patates, pépètes, pognon, radis, ronds, sous, thune, wari... *Comment ça marche* vous parle d'argent et particulièrement de son invention au VII<sup>e</sup> siècle avant notre ère, à l'origine d'une révolution dans les échanges.

Par Delphine Gaston-Sloan



#### EN SAVOIR PLUS

*La Véritable Histoire de la monnaie*  
de Jacob Goldstein,  
Dunod, 236 pages, 23 €.

## LE MYTHE DU TROC PRIMITIF

Adam Smith (1723-1790), économiste écossais – et théoricien du libéralisme – est l'auteur d'un mythe fondateur : les Hommes préhistoriques pratiquaient le troc, mais puisque ce système était imparfait, la monnaie est apparue, comme une solution. Hypothèse battue en brèche par les historiens, car il ne peut y avoir trace de ce genre de pratique – je te donne un bœuf contre deux cochons ou vingt kilos de figues – et surtout ces tribus étaient autosuffisantes. La communauté chassait, cueillait, cultivait pour les besoins en nourriture, et fabriquait outils et vêtements nécessaires à tous, dès lors nul besoin de recourir au troc.



Leur perforation centrale permettait d'enfiler les sapèques, anciennes pièces chinoises assez lourdes, sur un lien pour faciliter leur transport.



elon la sagesse populaire, l'argent ne fait pas le bonheur, alors à quoi sert-il ? Trois fonctions sont reconnues à la monnaie, un terme couvrant les divers moyens de paiement à notre disposition : pièce, billet, chèque, carte de crédit, PayPal, Apple Pay... Elle est un intermédiaire des échanges : elle est acceptée par tous en contrepartie de biens et services. Unité de compte, elle permet de mesurer et comparer les produits, d'évaluer les prix. Réserve de valeur, elle offre la perspective d'achats dans le futur en la conservant, en l'épargnant. D'où l'impératif qu'elle reste stable afin de garantir le pouvoir d'achat de son détenteur. Cet enjeu a émergé avec sa dématérialisation progressive (du papier à l'électronique), alors qu'initialement elle était constituée de métal précieux.

### La Lydie prend le lead

La Lydie (ancien royaume d'Asie Mineure, aujourd'hui en Turquie) est la mère patrie de la monnaie. Au VII<sup>e</sup> siècle av. J.-C., le roi (Gygès ou Alyatte II selon les sources) usa de ses abondantes ressources en électrum, un alliage naturel d'or et d'argent, pour frapper des pièces identiques en poids et donc en valeur (le sceau royal la garantissant). Avant ce statère de Sardes (la capitale du royaume), et ce

depuis les premières cités en Mésopotamie (dès le IV<sup>e</sup> millénaire av. J.-C.), on commerçait grâce à une kyrielle de choses prisées : bétail, céréales, ivoire... Face à ces denrées périssables et difficilement stockables, argent et or se sont imposés. Car celles-ci présentaient un inconvénient de taille pour les marchands et prestataires de services, elles devaient être pesées pour être sûr de recevoir son dû ! Un problème résolu avec la standardisation des pièces lydiennes. Aussi sec, leurs voisins grecs prennent modèle et contribuent, grâce à l'essor de leur civilisation, à celui de la monnaie, qui se diffuse en à peine un siècle jusqu'en Italie.

### La Chine en donne son billet

Dans l'histoire de la monnaie, les Chinois jouent un rôle prépondérant. Dès le II<sup>e</sup> siècle av. J.-C., ils auraient inventé le papier, puis perfectionné sa fabrication au II<sup>e</sup> siècle de notre ère. Étant donné qu'on leur doit aussi l'imprimerie (VIII<sup>e</sup> siècle), ils étaient bien placés pour concevoir le papier-monnaie. Leur monnaie métallique,



la sapèque (ronde, percée d'un trou carré, en cuivre ou bronze) était lourde et de faible valeur, ce qui impliquait d'en transporter beaucoup, un véritable frein au commerce ! Vers la fin du VIII<sup>e</sup> siècle, des marchands ont commencé à les laisser en dépôt à des personnes de confiance qui, en échange, leur remettaient un bon. La pratique s'est ensuite amplifiée avec la raréfaction des métaux, vers la fin du X<sup>e</sup> siècle, quand des commerçants ont émis une monnaie en papier standardisée avec une valeur faciale garantie pouvant servir à payer.

## Payer à la carte

Après l'apparition des chèques en Angleterre en 1742 (réaction de banquiers face au monopole d'émission de billets par la banque centrale), la dématérialisation de l'argent franchit un nouveau pas au XX<sup>e</sup> siècle avec la carte de crédit. La première, la Diners Club, née en 1950, permet de régler à la fin du mois sa note dans vingt-sept restaurants de New York. Ce moyen de paiement fait entrer le crédit dans la vie quotidienne, la banque étant remboursée à terme des achats de son client. En 1958, la Bank of America crée la BankAmericard (future Visa, 1977). Suite à la première carte à piste magnétique (1971), la carte à puce est inventée par le Français Roland Moreno en 1974. Depuis 2014, avec Apple Pay, les transferts d'argent s'effectuent aussi via un smartphone ou une montre



connectée. En Chine, bientôt plus besoin d'eux alors que le paiement biométrique (avec reconnaissance faciale), initié en 2017, se démocratise.

Cependant, la palette des modes de paiement modernes et virtuels n'a toujours pas fait disparaître l'argent liquide, non traçable. Un achat ...

**Les chèques, tel celui-ci émis par la Barclay's & Co à Londres, en 1793, ont constitué la première étape de dématérialisation de l'argent.**

## LES LYDIENS ONTOUCHARÉ LE PACTOLE

**À** en croire la mythologie grecque, les Lydiens peuvent remercier le roi Midas pour leur gisement d'électrum. Silène (père adoptif du dieu du vin Dionysos) aurait accordé à ce souverain de Phrygie (le pays voisin) le vœu de transformer en or tout ce qu'il touchait. Un cadeau empoisonné puisque chaque denrée devenait du métal. Avant de mourir de faim, Midas implora Dionysos de rompre le charme. Pour s'en libérer, le dieu lui indiqua de se tremper les mains dans la rivière de Lydie, le Pactole, qui se chargea en pépites. Ainsi, les Lydiens ont pu frapper monnaie d'électrum et l'un de leurs rois, Crésus (VI<sup>e</sup> siècle av. J.-C.), reste dans les mémoires pour avoir été ultrariche.

## LES PREMIÈRES PIÈCES DE MONNAIE

### L'électrum

Le statère lydien était composé d'électrum, alliage naturel d'or et d'argent. Chaque pièce comportait une proportion constante d'environ 55 % d'or et 45 % d'argent ainsi que des traces de cuivre.

### Forme irrégulière

Malgré leur forme non uniforme, les pièces étaient fabriquées pour peser à peu près le même poids et donc avoir la même valeur.

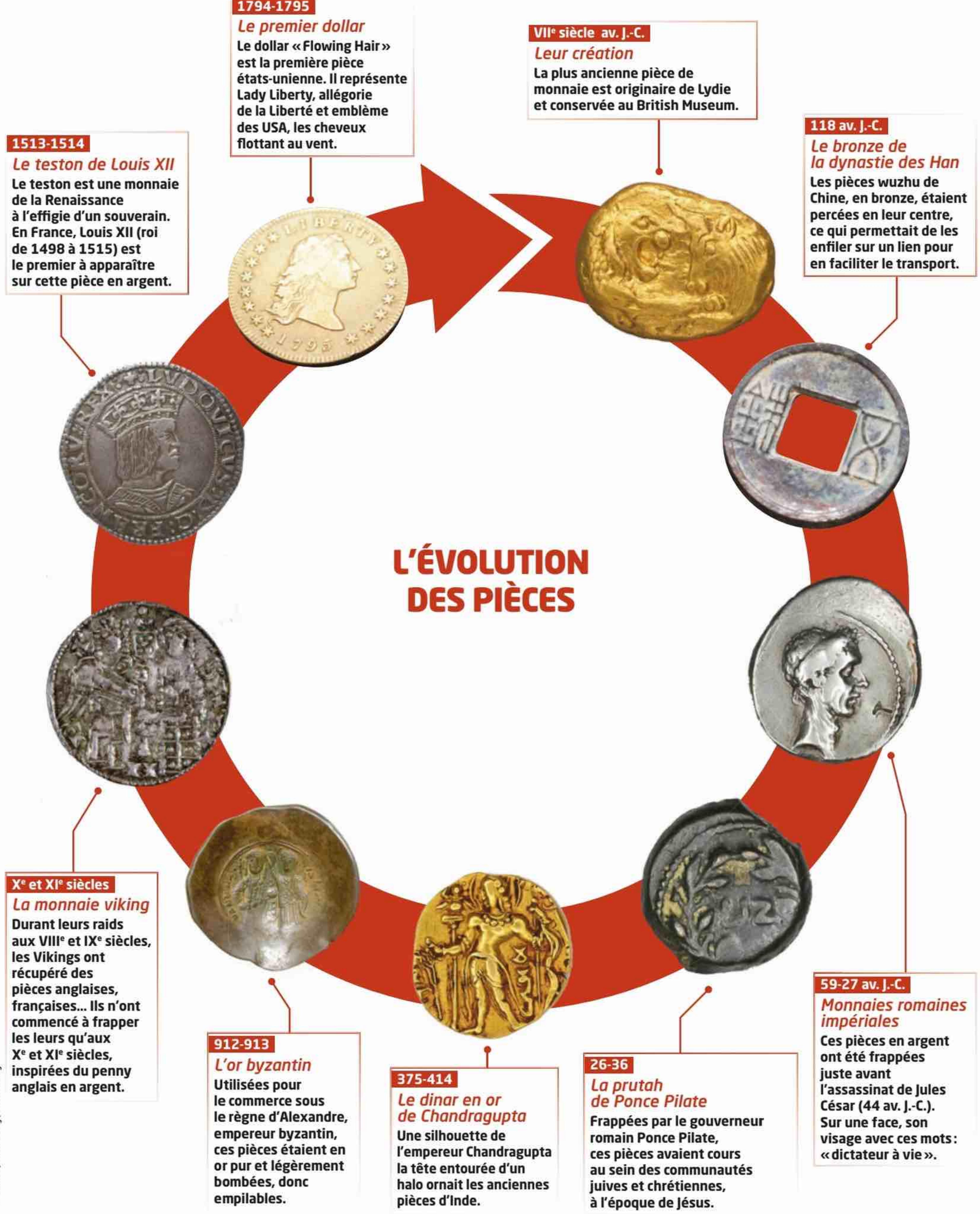


### Le lion

La tête d'un lion authentifiait le statère comme monnaie officielle du roi de Lydie.

### Le taureau

Son face-à-face avec le lion symbolisait la puissance du royaume lydien.



... dit dématérialisé, du moment qu'il passe par un compte bancaire, reste en mémoire sur des registres. En réalité, il se matérialise, devient une donnée dont on ignore qui peut y avoir accès.

## Les cryptos décryptées

De ce souci de confidentialité a germé l'idée des cryptomonnaies. Dès le début des années 1980, David Chum, chercheur américain en informatique et expert en cryptographie, travaille à la programmation d'une monnaie numérique préservant l'anonymat. Son Digi-Cash n'a qu'une courte existence (1989-1998), mais il influence d'autres acteurs, peut-être plus radicaux, ayant eux l'ambition supplémentaire de libérer la monnaie de la férule des banques et, surtout, des États. Parmi ces « cypherpunks », le Britannique Adam Back propose le concept hashcash (1997) et le Chinois Wei Dai, b-money (1998), prémisses du bitcoin (encore aujourd'hui la plus célèbre cryptomonnaie) imaginé en 2008 par Satoshi Nakamoto. Un individu ? Un groupe ? Son identité demeure un mystère. Le préfixe « crypto- » vient du fait que la monnaie repose sur la technique de la cryptographie (un code cache le message). Les actifs n'ont pas de cours, celui-ci repose uniquement sur l'offre et la demande (ce qui les rend volatiles). Le système est basé sur la confiance, la communauté des utilisateurs étant garante de la monnaie. Leur participation intervient lors des échanges de cryptomonnaie entre eux (ou de cryptos contre des biens et services) au moyen de la technologie de la blockchain (chaîne de blocs), outil de stockage et de transfert d'informations sécurisé, transparent (il conserve la trace de l'ensemble des transactions) et décentralisé (un réseau d'ordinateurs à travers le monde).

Chaque demande de transaction est envoyée sur le réseau, le processus de sa validation, appelé minage, est ouvert à tout un chacun, à ceci près qu'il exige de réaliser des calculs mathématiques très complexes et *a fortiori* d'être équipé d'ordinateurs surpuissants. Mais pour prix de cet effort, le mineur reçoit des bitcoins. La création monétaire résulte de cette récompense.

Depuis ses origines, l'émission de la monnaie – et ses mutations – fait l'objet d'une incessante concurrence entre institutions publiques (États), privées (banques) et acteurs économiques (commerçants, usagers), il est alors difficile de se prononcer sur son avenir. D'ailleurs en a-t-elle un ? Et si le troc, qui ne semble pas l'avoir précédée, venait à la supplanter ? ☀



**Méfiez-vous des apparences, bitcoin et autres monnaies virtuelles n'existent pas sous forme de pièces ou de billets, mais uniquement sous forme de codes cryptographiques.**

## Non traçable, l'argent liquide survit à tous les modes de paiement modernes et virtuels

# 5 ALTERNATIVES À LA MONNAIE



### 1. LE CAURI

II<sup>e</sup> millénaire av. J.-C.

Instrument de paiement attesté en Chine, ce petit coquillage de l'océan Indien servait même de pictogramme désignant la monnaie. Il a gagné l'Inde, la Thaïlande, le Brésil et surtout l'Afrique, où il a eu cours jusqu'au début du XX<sup>e</sup> siècle.



### 2. LES COUTEAUX

475-221 av. J.-C.

Indispensables aux chasseurs et pêcheurs, ils sont déjà des moyens d'échange, en Chine, vers 1700 av. J.-C.. Mais les plus célèbres, les « Qi dao » (photo), de forme incurvée et à pointe carrée, ont circulé au royaume de Qi.

### 3. LA MONNAIE DE CUIR

118 av. J.-C.

Des carrés de peau de daim de 30 cm de côté étaient utilisés en Chine. Ces ancêtres des billets étaient blancs avec une bordure brillante.



### 4. LE PAPIER-MONNAIE

VIII<sup>e</sup> siècle

Il est apparu en Chine après les pièces, le matériau étant moins lourd à transporter.



### 5. LE WAMPUM

XVII<sup>e</sup> siècle

Monnaie d'échange des Indiens d'Amérique, ces ceintures de perles étaient confectionnées à partir de coquilles de palourdes mauves et blanches.

# EUGÈNE VIOLET-LE-DUC



© GHYBLY (COLL / AURIMAGES

## LES DATES CLÉS

1814

Eugène Emmanuel Viollet-le-Duc naît à Paris le 27 janvier.

1829

Il intègre le collège royal de Bourbon à Paris (futur lycée Condorcet).

1834

Il entre comme professeur suppléant de composition et d'ornement à la «petite école» de dessin (futurs Arts-Déco).

1838

Il seconde son ancien maître de stage, l'architecte Achille Leclère, après avoir passé dix-sept mois en Italie, à étudier son patrimoine.

1853

Par décret, il devient inspecteur général des édifices diocésains (poste quitté en 1874).

Alors que le Louvre accueille du 18 octobre 2023 au 29 janvier 2024 l'exposition *Le trésor de Notre-Dame. Des origines à Viollet-le-Duc*, son nom apparaît à jamais lié à la cathédrale. Mais ce sauveur en série de monuments médiévaux a livré maintes autres batailles.

Par Delphine Gaston-Sloan

**S**'il a conçu des bâtiments originaux (église de Saint-Denis-de-l'Estrée à Saint-Denis, 1864-1867), il s'est surtout consacré à la restauration d'édifices, en majorité du Moyen Âge, et ses partis pris artistiques, scientifiques, techniques, ont souvent été au cœur de polémiques, au point que «faire du Viollet-le-Duc» a pu signifier avec mépris «restaurer abusivement».

Dès ses débuts, Eugène Viollet-le-Duc, né en 1814 d'une mère fille d'architecte et d'un père conservateur des résidences royales, montre sa singularité. Virtuose précoce du dessin, la voie de l'Ecole des Beaux-Arts semble toute tracée. Très peu pour lui, il ne veut pas entrer dans ce moule. La carrière d'architecte en ligne de mire, il préfère se nourrir de ses voyages : quel meilleur apprentissage que l'observation et l'étude des monuments sur place ? Son tour de France débute en 1831. Parmi les étapes, Clermont, Lyon, Nîmes, Marseille... D'autres périples d'exploration ont lieu en 1832 en Normandie, en 1833 dans les châteaux de la Loire, sur la côte Atlantique, dans le Languedoc. Chaque fois, il revient le carton plein de dessins, d'aquarelles. Il expose régulièrement au Salon de peinture et de sculpture annuel et décroche même une médaille en 1834. La même année, il épouse Élisabeth Tempier. Ils auront un fils et une fille (1835, 1838).

De sa découverte du patrimoine français est ressortie une forte préférence pour le Moyen Âge, suscitant justement l'intérêt de l'inspection générale

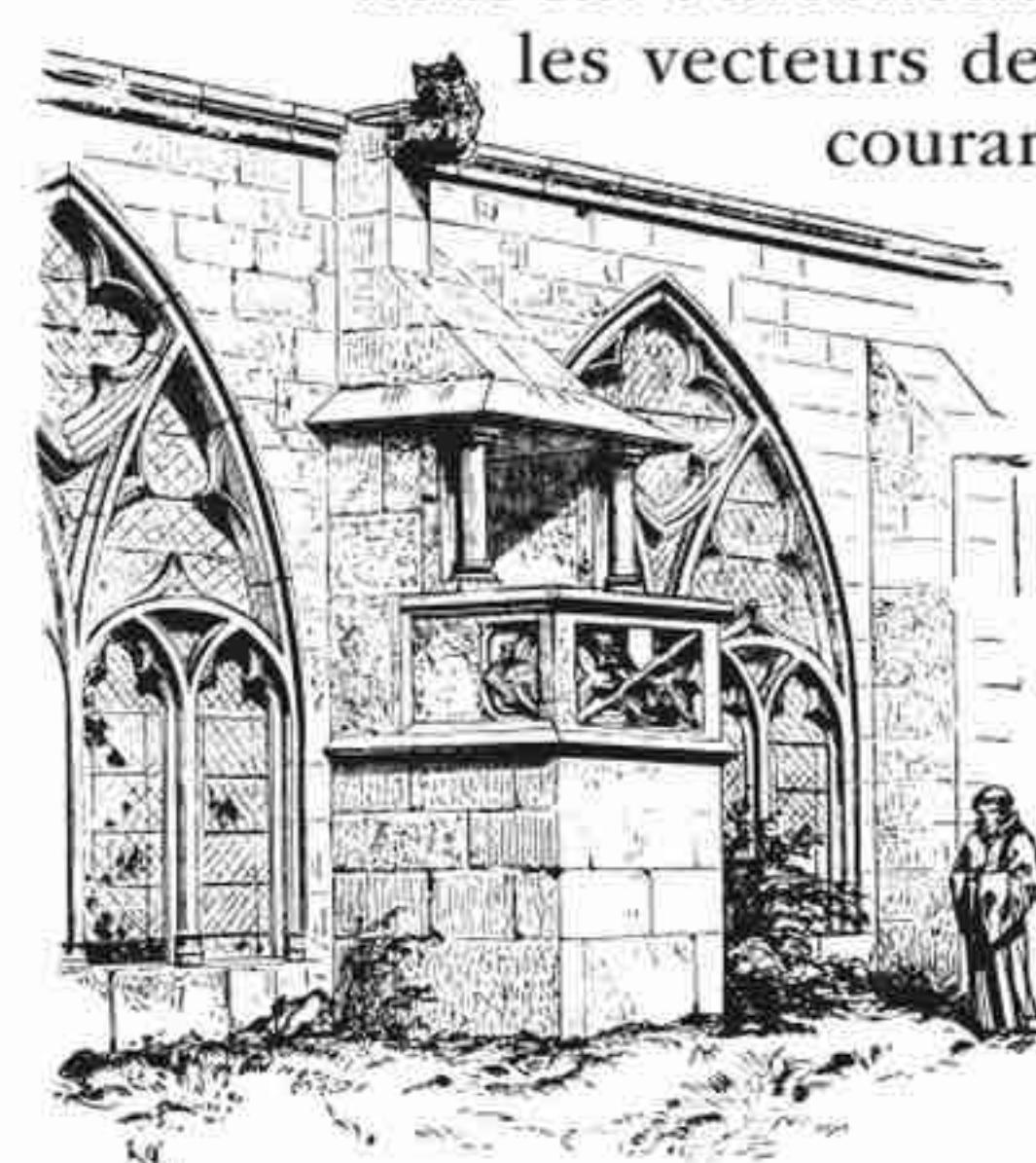
des Monuments historiques, créée en 1830 par le ministre de l'Intérieur François Guizot. Charge à elle d'entreprendre une revue du bâti, d'émettre des rapports, de pointer les édifices à réhabiliter en priorité.

### Le monopole du chœur

En 1834, Prosper Mérimée, un ami de la famille, en prend la tête. Le coup d'envoi de l'ascension remarquable de Viollet-le-Duc est lancé en 1840 quand l'écrivain lui confie le chantier de la basilique Sainte-Marie-Madeleine de Vézelay (Yonne), en dépit de son inexpérience. Cette église des XII<sup>e</sup>-XIII<sup>e</sup> siècles, dans un état pitoyable, où il pleut dedans, serait possible de destruction. Pourtant, il lui redonne vie, au terme d'une campagne de près de vingt ans. Les projets affluent tous azimuts : la Sainte-Chapelle (1840), Notre-Dame de Paris (1844), la basilique Saint-Nazaire de Carcassonne (1844; puis les remparts de la cité, 1855), la basilique Saint-Denis (1846), la cathédrale d'Amiens (1849), le château de Pierrefonds (1857), la basilique Saint-Sernin de Toulouse (1860), pour ne retenir que les principaux.

Face au novice Charles Garnier, l'échec de sa candidature à la construction de l'Opéra de Paris est une ombre au tableau (1861). Autre déconvenue, son expérience à l'École nationale supérieure des Beaux-Arts qu'il ambitionne de transformer. En 1863, titulaire d'une chaire d'esthétique et d'histoire de l'art, il ne donne que sept conférences, étant rejeté tant par ses collègues professeurs que par ses (bruyants) élèves. Son enseignement passera par une bibliographie abondante et approfondie. Ses *Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XI<sup>e</sup> au XVI<sup>e</sup> siècle* (1854-1868) et *Entretiens sur l'architecture* (1863-1872) ont été

les vecteurs de son influence sur des courants postérieurs, tel l'Art nouveau (Hector Guimard et ses bouches de métro parisien, Antoni Gaudí et son église de la Sagrada Família à Barcelone). Par-delà les controverses passées, présentes, futures, Viollet-le-Duc est bien un monument de l'architecture française. ☉



Signée Viollet-le-Duc, cette gravure représentant la chaire du cloître de la cathédrale de Saint-Dié (Vosges) est extraite de son *Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XI<sup>e</sup> au XVI<sup>e</sup> siècle*.

**1860**

Il est désormais membre de la Commission des monuments historiques.

**1870**

La guerre contre la Prusse déclarée, il sert la défense lors du siège de Paris au sein de la légion du Génie auxiliaire.

**1874**

Il est élu conseiller municipal du IX<sup>e</sup> arrondissement de Paris.

**1876**

Expert aussi en sciences naturelles, géologie et géographie, il dresse une carte du massif du Mont-Blanc.

**1879**

Il meurt à Lausanne (Suisse) le 17 septembre, alors qu'il travaille à la restauration de la cathédrale de cette ville.

## 3 RESTAURATIONS PHARES



### *La cathédrale Notre-Dame de Paris (1844-1865)*

Les déprédations de la Révolution française ont bien failli sonner le glas de Notre-Dame de Paris. Le roman éponyme de Victor Hugo (1831) provoque un électrochoc et une pétition assure son salut. Lauréat du concours lancé pour l'opération de la dernière chance, Viollet-le-Duc épingle les archives et s'inspire des techniques des premiers bâtisseurs de cathédrales. Il lui restitue sa flèche en plomb du XIII<sup>e</sup> siècle et la pare de statues originales figurant les douze apôtres. Il l'orne aussi de chimères, fabuleuses créatures de pierre comme surgies du Moyen Âge pour semer l'épouvante.



### *La cité de Carcassonne, dans l'Aude (1844-1879)*

Viollet-le-Duc chapeaute l'un des plus grands chantiers d'Europe visant à sortir du délabrement cette place forte datant du XIII<sup>e</sup> siècle : réfection de la basilique Saint-Nazaire, des portes de la cité, renforcement des remparts... Mais son choix de coiffer les tours de cônes en ardoise au détriment d'une couverture plate en tuiles et l'adjonction d'un pont-levis ont permis à ses détracteurs de souligner ses excès.



### *Le château de Pierrefonds, dans l'Oise (1857-1879)*

Ses ruines le disputent à la végétation lorsque Napoléon III confie cette forteresse à Viollet-le-Duc en vue d'en faire une résidence impériale. Bâti à la fin du XIV<sup>e</sup> siècle, il avait été démolî à coups de boulets en 1617. Spécialiste de l'époque médiévale, l'architecte ne cherche pas la reproduction à l'identique mais à construire sa propre vision : « Restaurer un édifice, [...] c'est le rétablir dans un état complet qui peut ne jamais avoir existé à un moment donné. » La résurrection des tours, remparts, cour d'honneur, statues, vitraux, salles intérieures a ainsi fait rimer Pierrefonds avec réinvention.

**« Restaurer un édifice, [...] c'est le rétablir dans un état complet qui peut ne jamais avoir existé à un moment donné »**

# Sorties & Expos

PAR SWALI  
GUILLEMANT

PARIS

## URGENCE CLIMATIQUE Les enjeux de demain

**E**t si l'addition de votre dîner au restaurant se chiffrait en émissions de CO<sub>2</sub> et non en euros ? Tel est, entre autres, le petit jeu auquel la nouvelle exposition permanente de la Cité des sciences et de l'industrie vous convie. Une manière percutante et originale de sensibiliser chacun de nous à la crise climatique, ici abordée en trois thèmes : « Décarbonons ! », « Anticipons ! » et « Agissons ! ». Avec ses BD murales et structures aux couleurs vives, le premier parcours dévoile aux visiteurs les trois plus importants secteurs émetteurs de gaz à effet de serre : les villes, les

transports et notre système alimentaire. Le deuxième espace alerte sur les bouleversements à venir : diminution de la biodiversité, montée des eaux, hausse des températures... Enfin, la dernière partie met en lumière les actions citoyennes ainsi que le rôle des États et des entreprises pour faire face à cette crise majeure. Une présentation éclairante qui convainc de l'urgence de changer nos habitudes pour réduire notre impact environnemental.

« Urgence climatique », nouvelle exposition permanente à la Cité des sciences et de l'industrie (Paris). Tarif : de 10 € (- de 25 ans) à 13 €. Plus d'infos sur : [www.cite-sciences.fr](http://www.cite-sciences.fr)



© N.Bretton - EPPDCS



© A.Robin-EPPDCS

Ateliers participatifs, interviews d'experts, vidéos, données et jeux permettent de mieux comprendre le rôle du gaz carbonique et les enjeux du changement climatique pour une véritable prise de conscience.

FRANCE

## FÊTE DE LA SCIENCE Place à la découverte !

**D**epuis 1991, le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche organise, chaque année sur tout le territoire, la Fête de la science. Ouvert à tous, cet événement propose plus de 5 000 ateliers et animations gratuits. Une occasion unique d'assister à des expériences, de visiter des laboratoires ou d'échanger avec des chercheurs. « Sport et Science » est le thème de cette 32<sup>e</sup> édition. Des bienfaits de l'activité physique aux spécificités de l'e-sport (des compétitions de jeux vidéo sur console ou ordinateur), en passant par les sciences qui permettent d'améliorer les performances des sportifs, le programme 2023 promet de faire bouger les foules !

« Fête de la science », du 6 au 16 octobre en France métropolitaine et du 10 au 27 novembre dans les départements et régions d'outre-mer. Tarif : gratuit. Plus d'infos sur : [www.fetedelascience.fr](http://www.fetedelascience.fr)



**TOULOUSE****FEUX MÉGAFEUX**  
**L'expo qui fait des étincelles**

**A**ttention, ce parcours immersif qui invite à «jouer avec le feu» pourrait vous rendre tout feu tout flamme ! Il explore d'abord les utilisations que l'homme a fait de la combustion (de la fabrication du verre aux moteurs), et se poursuit avec un film de data-visualisation qui nous plonge au cœur des mégafeux, ces brasiers hors norme attisés par la sécheresse. Après avoir découvert la composition du feu, sa température, sa couleur..., les plus aventureux peuvent se glisser dans la peau de ceux qui le combattent. Manipulation d'une vraie lance à incendie (sans l'eau), déambulation dans une salle où la visibilité est rendue quasi nulle par la fumée, jeu de piste dans une cuisine volontairement incendiée pour identifier les causes du sinistre... autant de mises en situation qui soulignent combien la mission des pompiers est périlleuse mais essentielle.

«Feux mégafeux», au Quai des savoirs (Toulouse), jusqu'au 5 novembre. Tarif: de 5 € (- 18 ans et étudiants) à 7 €. Plus d'infos sur: [www.quaidessavoirs.fr](http://www.quaidessavoirs.fr)



Savoir-faire du souffleur de verre, principe d'une explosion... les expériences s'enchaînent pour comprendre les apports du feu comme ses ravages.



© Emmanuel Grimault

**GENÈVE****ÊTRE(S) ENSEMBLE**  
**Comment renouer le dialogue avec le vivant**

**E**t si, entre espèces différentes, nous pouvions communiquer et nous comprendre ? Pour cela, partons à la rencontre de ceux qui tentent de décrypter le langage de la nature pour mieux la protéger. Cela commence avec les mythes et légendes qui relatent l'entente heureuse entre les espèces, à l'image d'Orphée capable de charmer animaux et plantes avec sa lyre. Revenant au réel, l'exposition se poursuit avec six portraits d'humains qui entretiennent des relations particulières avec les végétaux et les animaux. On découvre ainsi un chasseur

de truffes qui considère ses chiens comme ses partenaires et veille sur la forêt ; une apicultrice ayant appris à interpréter les différents sons de la ruche... Une installation propose d'ailleurs aux plus curieux de plonger dans cette ambiance sonore hyperactive. L'obscurité de la dernière salle est propice à l'écoute de la communication cachée qui se déroule sous terre entre les racines. Étonnant et poétique.

«Être(s) ensemble», au musée d'Ethnographie de Genève, jusqu'au 7 janvier 2024. Tarif: 12 CHF (gratuit - 25 ans). Plus d'infos sur: [www.meg.ch](http://www.meg.ch)



© MEG, J.Watts



300 objets témoignent des interactions entre humains et animaux. Et pour encore mieux comprendre ces derniers, il est même possible de revoir certaines parties de l'exposition à travers leur regard.

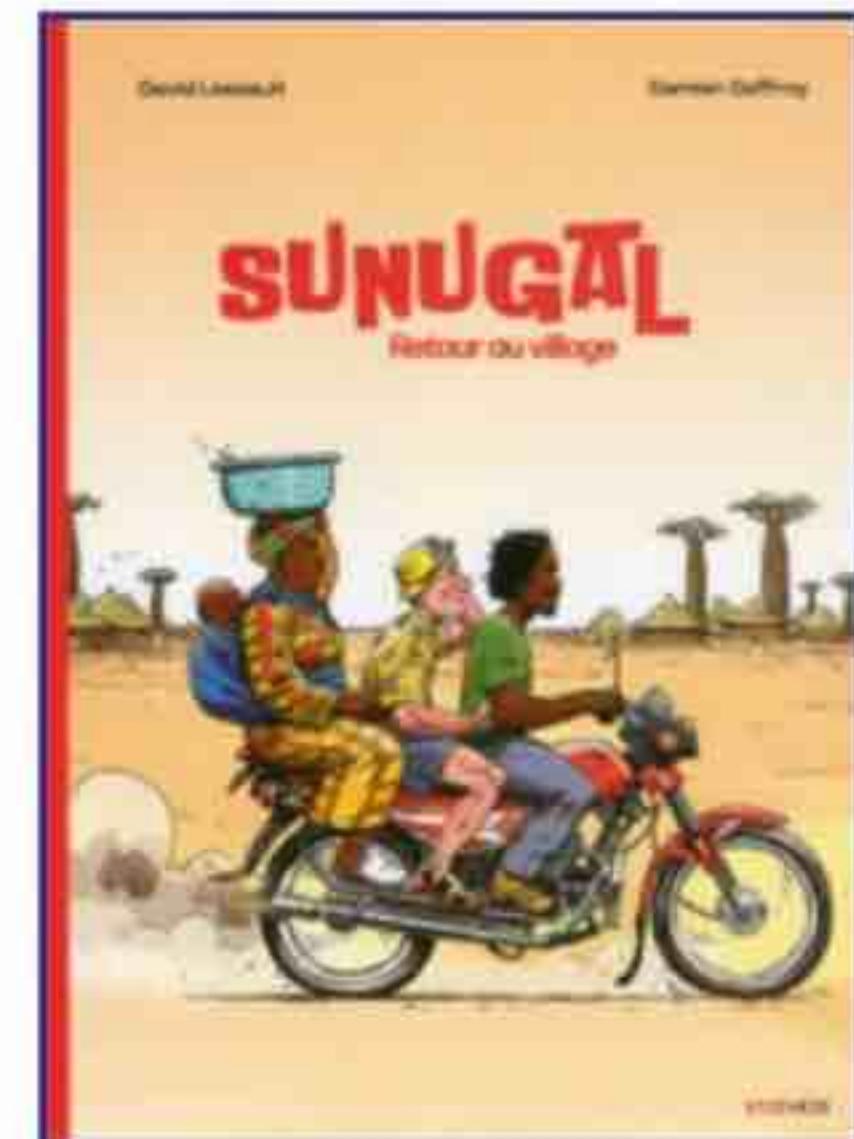


DOCU-FICTION

## SUNUGAL, RETOUR AU VILLAGE

de David Lessault (scénario), Damien Geffroy (scénario et dessin)  
et Alessandra Alexakis (couleur)

### J'ai rêvé d'un autre monde



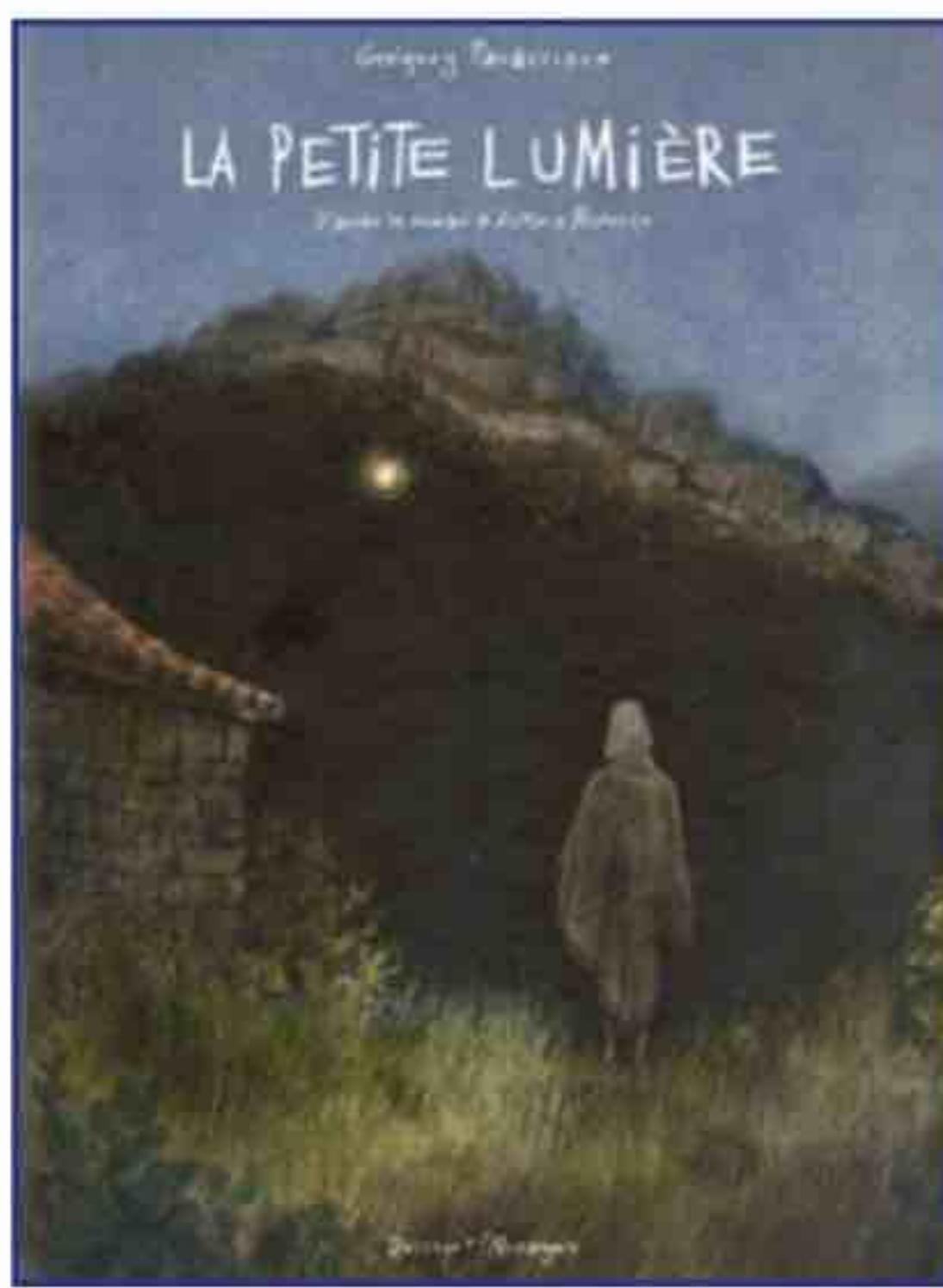
Steinkis,  
128 pages, 20 €

Dans *Sunugal*, Aristide, un papy tranquille et curieux, décide de rejoindre pour les fêtes de fin d'année Salomé, sa petite-fille partie en mission humanitaire au Sénégal. De leur côté, les Tarin, un couple que l'on qualifiera poliment de plus traditionnel, préfèrent passer Noël dans un hôtel huppé de la Petite Côte sénégalaise. Entre autonomie chez l'habitant et résidence fermée pour touristes fortunés, deux visions du voyage se frôlent, sans véritablement se rencontrer. Avec simplicité et bienveillance, le géographe et chercheur David Lessault et le bédéaste Damien Geffroy décrivent un pays en pleine mutation, partagé entre tradition et modernité, quête d'enracinement et envie d'ailleurs.

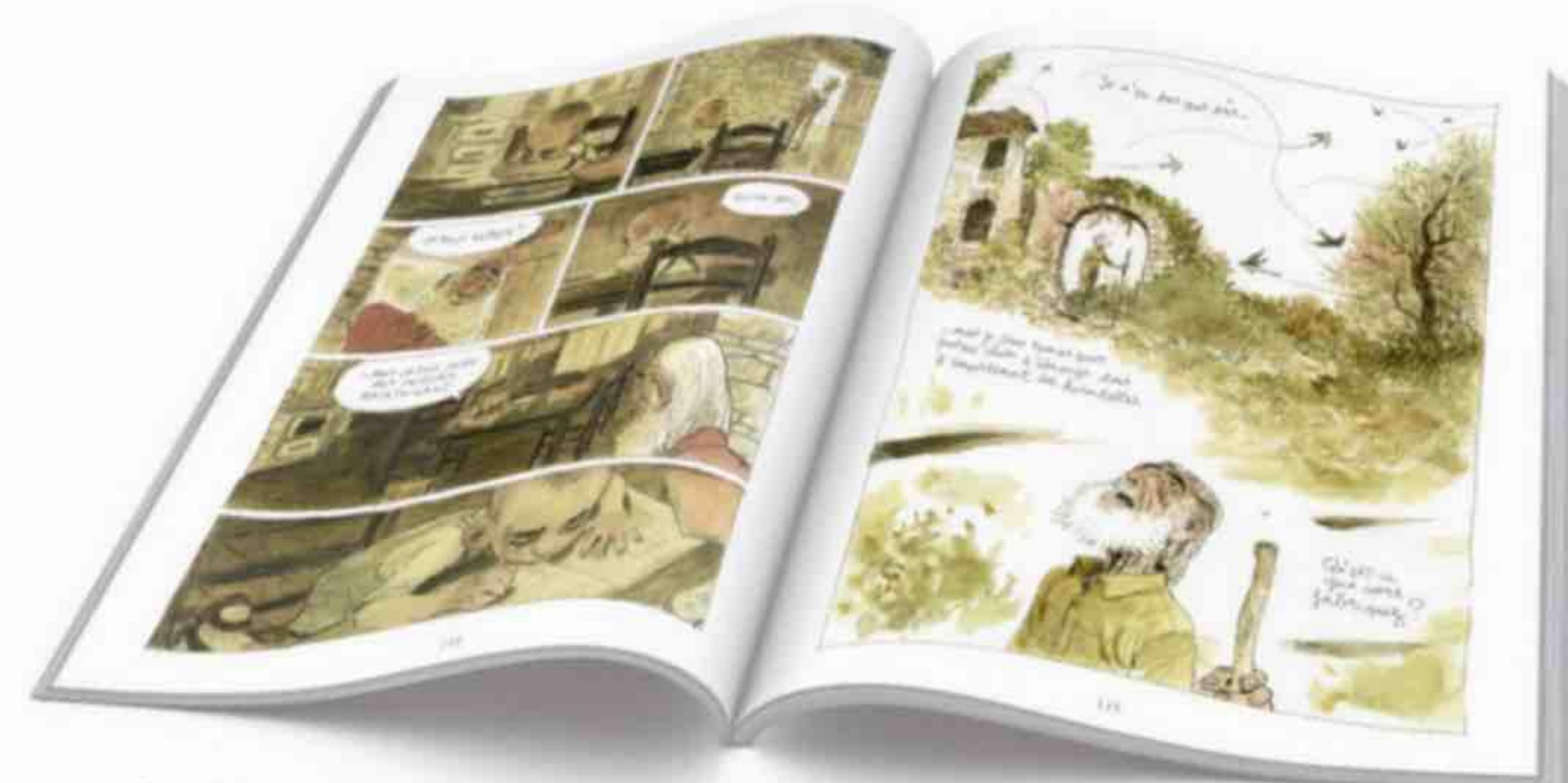
ROMAN GRAPHIQUE

## LA PETITE LUMIÈRE

de Grégory Panaccione  
(scénario, dessin et couleur),  
d'après le roman d'Antonio Moresco



Delcourt,  
248 pages, 27,95 €



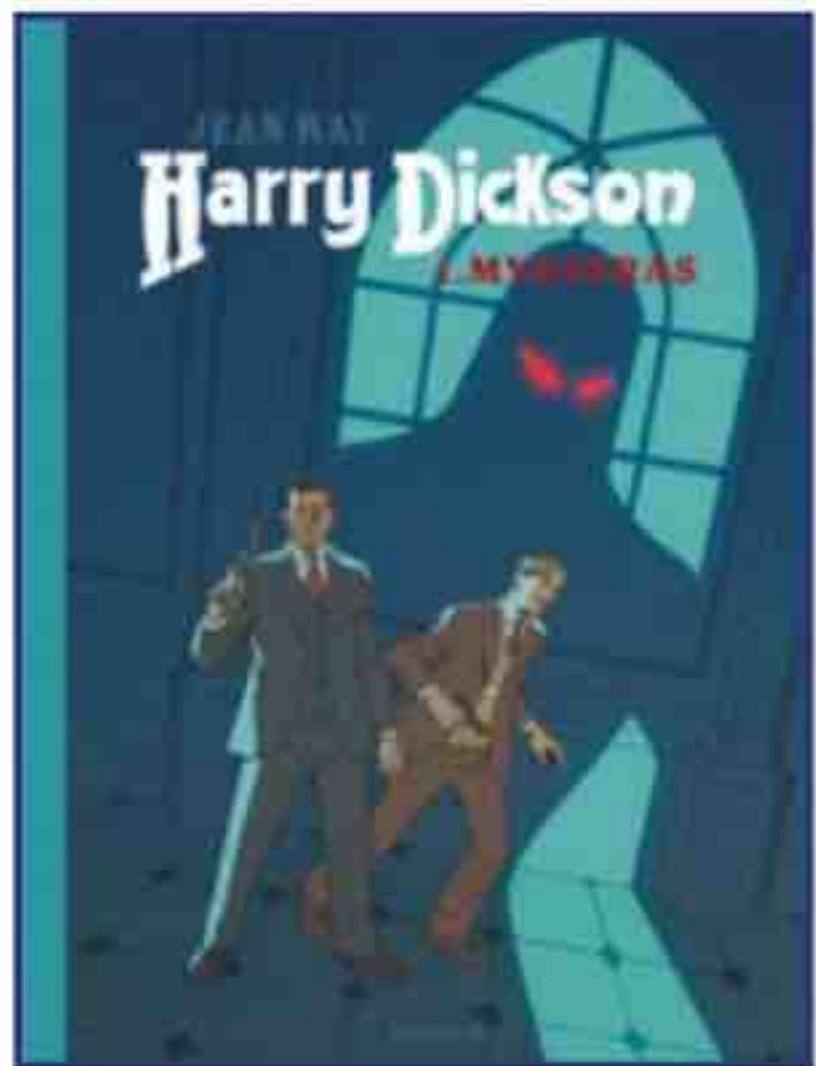
### Le vieil homme et l'enfant

L e vieil homme vit retiré du monde, seul habitant d'un hameau abandonné. De son passé, on ne sait rien. Pas même un nom. Qu'importe, seul compte désormais un présent rythmé par le vol des hirondelles, une nature changeante. En face, sur l'autre versant de la montagne, une fois la nuit tombée, une petite lumière scintille. Une lueur assez intrigante

pour que l'ermite se décide à franchir le pas. Sur place, un petit garçon semble se suffire à lui-même, sans père ni mère. D'où vient-il ? Là encore, les mots s'avèrent fragiles. Adaptant avec talent le court roman *La Lucina*, d'Antonio Moresco, Grégory Panaccione signe une œuvre profonde et mélancolique, dans laquelle le temps et l'espace semblent abolis.

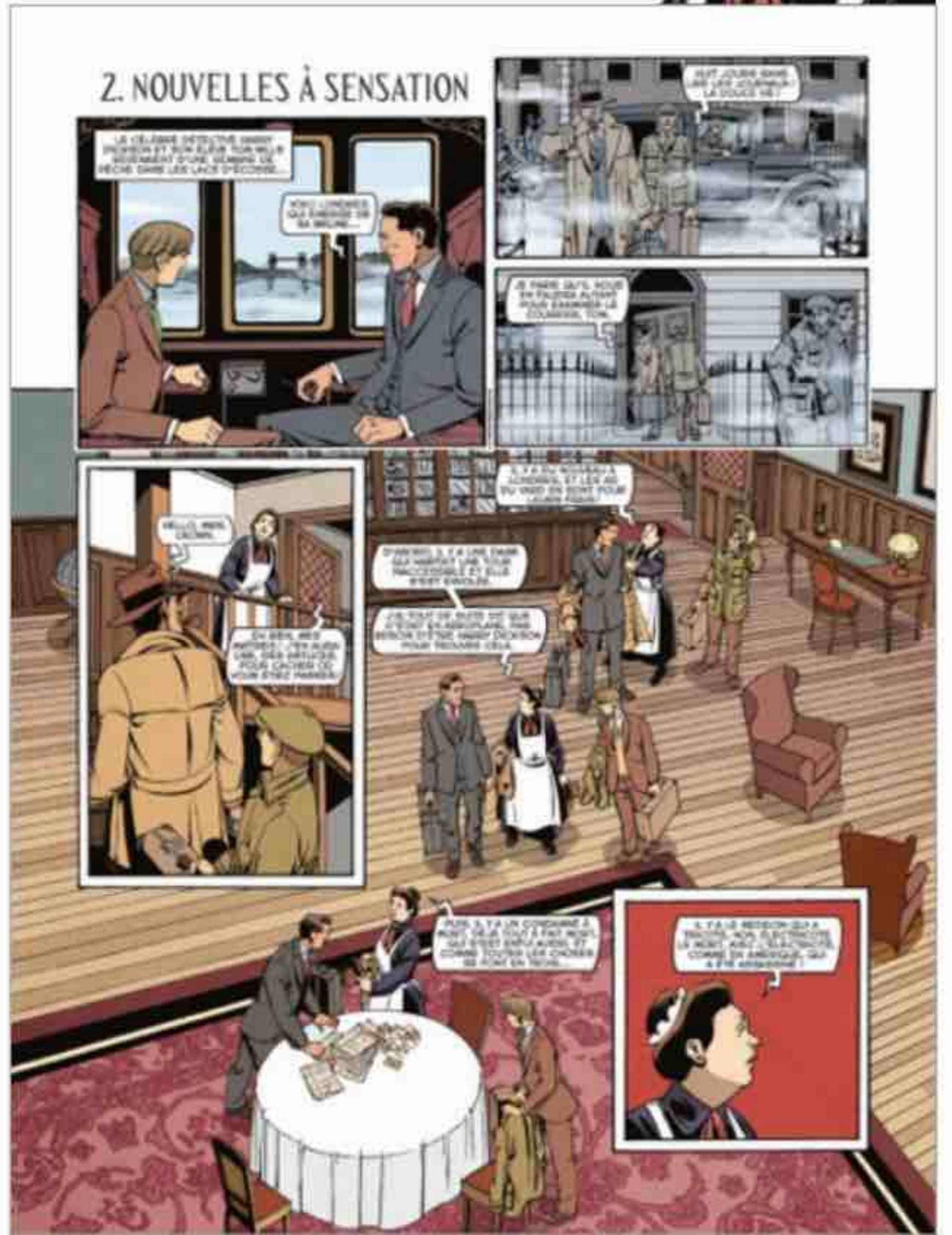
**POLAR FANTASTIQUE****HARRY DICKSON 1. MYSTERIAS**

de Doug Headline et Luana Vergari  
(scénario d'après une histoire originale de Jean Ray),  
Onofrio Catacchio (dessin) et Hiroyuki Ooshima (couleur)

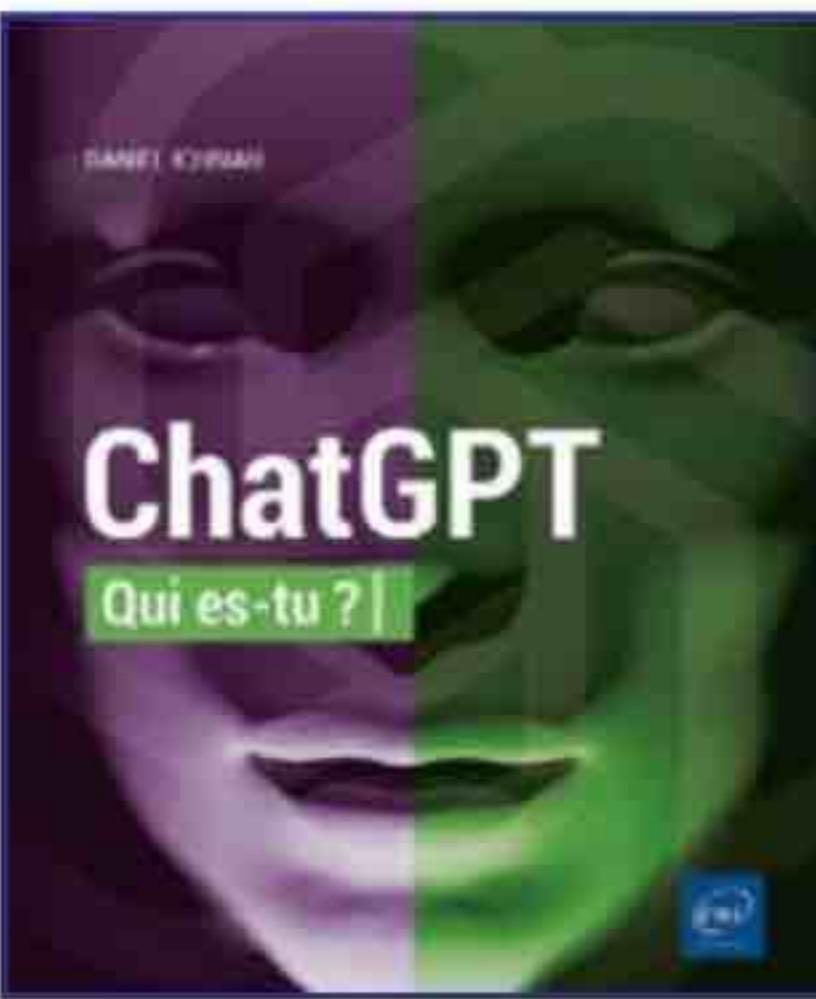
**Le détective de l'étrange**

Dupuis,  
64 pages, 15,95 €

**A**pparu au début du siècle dernier, popularisé par Jean Ray, l'un des grands maîtres de la littérature populaire belge, le détective Harry Dickson construit sa notoriété sur la résolution d'énigmes en apparence « impossibles », un peu à l'image de Sherlock Holmes, la dimension fantastique en plus. Cette adaptation BD ne trahit pas son modèle d'origine et lui offre même une seconde jeunesse. Recluse dans sa demeure inaccessible (une sorte de château d'eau desservi par un simple ascenseur), la romancière Delphina Cruyshank disparaît après avoir observé l'exécution d'un criminel. Ce dernier ressurgit pourtant, tandis que des spectres folâtrent dans la lande autour d'un sombre manoir des Cornouailles. Ambiance...

**GUIDE****CHATGPT QUI ES-TU ?**

de Daniel Ichbiah

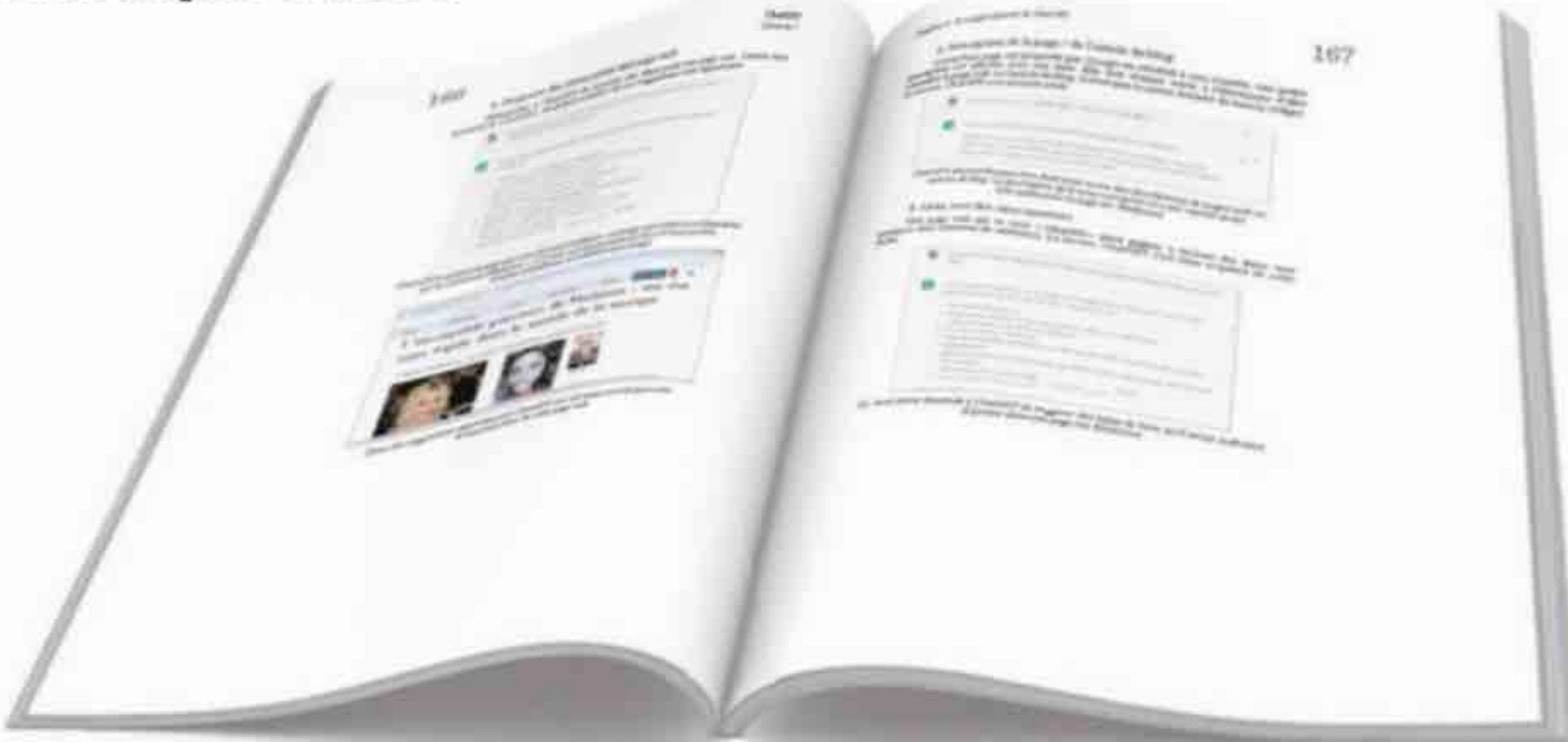
**Jouez au ChatGPT et à la souris**

Éditions ENI,  
242 pages, 19,90 €

**D**epuis la fin 2022 et son apparition, ChatGPT est sur toutes les lèvres. En dépit de ce qu'on entend ou lit, des commentaires à la fois impressionnés et préoccupés, on peine à cerner exactement ce qu'est cette IA (intelligence artificielle) ou plus exactement ce qu'elle fait. Rarement un ouvrage pratique a répondu aussi explicitement au cahier des charges. Grâce à lui, on assimile que ChatGPT est un homme (une machine) à tout faire. Demandez-lui de planifier votre journée, faire des recettes du placard, créer une start-up, vous entraîner à un entretien d'embauche, assurer la publicité de votre entreprise, jouer le tour operator, générer du code pour une page Web, écrire une lettre de réclamation, un scénario de film, un sketch de stand-up, un

rap, une interview... Pas moins de 100 tâches sont réalisées, ici, sous nos yeux.

Et si l'auteur n'est pas satisfait, il le fait savoir et formule plus précisément ses requêtes (prompts), alors ChatGPT recommence, apprend, s'améliore. La séance de « dressage » est bluffante et laisse à penser que les insuffisances de ChatGPT, également mises en lumière, seront corrigées avec le temps. Préparons-nous au monde d'après ChatGPT.

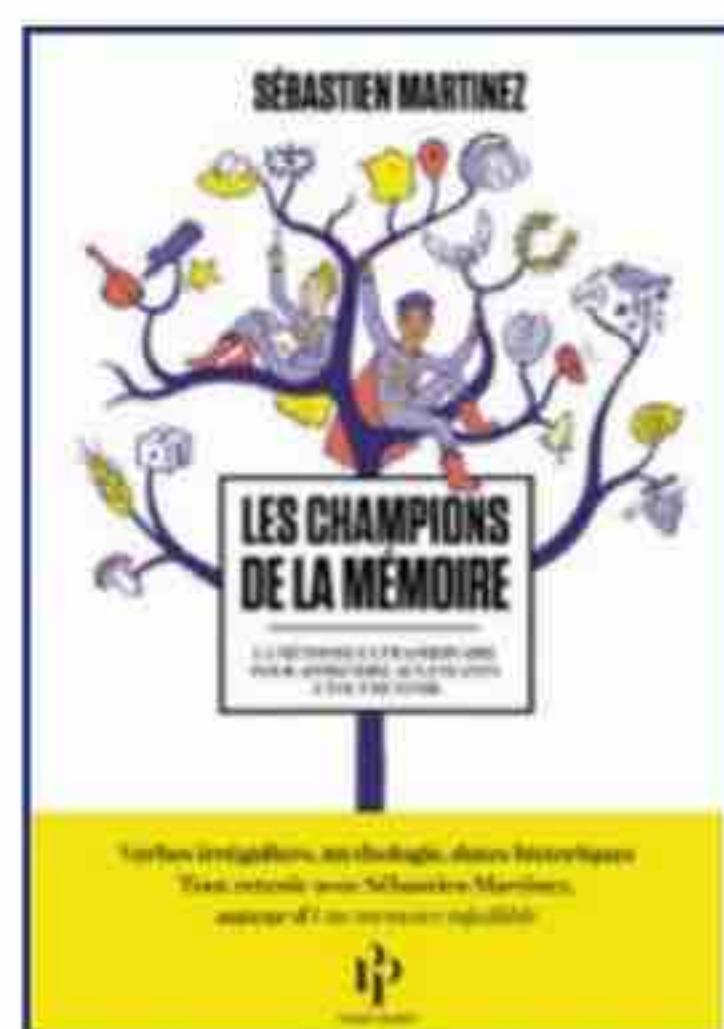
**VRAI/FAUX****100 CONSEILS POUR MIEUX S'ENTRAÎNER ET ÉPROUVER LES IDÉES REÇUES SUR LE SPORT**

de Killian Tanguy

**La vérité si je m'entraîne**

Éditions Solar,  
158 pages, 16,90 €

**À** la rentrée, on se dit « je me mets au sport », pour poursuivre sur la bonne voie des activités de l'été. Seulement, on se lance avec un chapelet d'idées reçues : il faut faire 40 minutes pour brûler de la graisse, manger des pâtes pour carburer, le cardio est plus efficace que la muscu pour perdre du poids, plus on transpire plus on se dépense, pour avoir le ventre plat enchaînons les crunchs, le sport compense les effets du tabac... Les 100 égrenées sont tout aussi courantes – donc bien choisies – et leur réfutation est claire et argumentée. Une fois la tête bien dégourdie, au tour des jambes !



Premier Parallèle,  
240 pages, 18 €

**E**t si, après avoir entraîné votre corps, vous passiez à votre cerveau ? Médaille d'or des championnats de la mémoire en France (2015), Sébastien Martinez, ingénieur de formation, a vécu l'apprentissage par cœur comme une souffrance, puis il a découvert les techniques de mémorisation et décidé d'y consacrer sa vie, mettant au point ses propres stratégies, basées notamment sur la motivation, les associations d'idées et l'ancre (écrire ce dont on se souvient, relire et pointer les oubliés). Ici, il met sa méthode à l'épreuve de grands thèmes de culture générale : géographie française, tables de multiplication, astronomie, anatomie... À la fois documentaire, ludique et joliment illustré.



Helvetica,  
90 pages, 18,90 €

L'auteur retient surtout des professions farfelues mais qui en disent long sur une époque et l'état, alors, de la technique ou plutôt de son défaut, induisant des besoins. Aujourd'hui, on regarde avec curiosité le foulonnier de la Rome antique qui collectait l'urine, trempait le linge dedans et le foulait au pied pour le blanchir. La pleureuse, vieille comme l'Égypte antique, était payée pour fondre en larmes aux funérailles. Nombre d'activités ne sont pas si disparues que ça : bouffons, charlatans, attrapeurs de rats... Nous plaidons pour la réintroduction des lecteurs en usine. Ils pourraient commencer par ce livre, même si ce serait dommage de ne pas profiter également des illustrations.



## MÉTHODE D'APPRENTISSAGE LES CHAMPIONS DE LA MÉMOIRE

de Sébastien Martinez, illustrations de Lorène Gaydon

### Rafraîchir la mémoire

**E**t si, après avoir entraîné votre corps, vous passiez à votre cerveau ? Médaille d'or des championnats de la mémoire en France (2015), Sébastien Martinez, ingénieur de formation, a vécu l'apprentissage par cœur comme une souffrance, puis il a découvert les techniques de mémorisation et décidé d'y consacrer sa vie, mettant au point ses propres stratégies, basées notamment sur la motivation, les associations d'idées et l'ancre (écrire ce dont on se souvient, relire et pointer les oubliés). Ici, il met sa méthode à l'épreuve de grands thèmes de culture générale : géographie française, tables de multiplication, astronomie, anatomie... À la fois documentaire, ludique et joliment illustré.

## DOCUMENTAIRE ILLUSTRE DRÔLE D'HISTOIRE CES MÉTIERS

de Markus Rottmann, illustrations de Michael Meister

### Contrats à durée déterminée

**L**a révolution ChatGPT suscite des doutes sur l'avenir de certains emplois. Cet ouvrage rappelle que l'histoire du travail est jalonnée de créations/destructions de métiers. Débutant son inspection il y a 6 500 ans avec la condition de pêcheurs d'éponges en Inde (plongeant nus en apnée, attachés à une pierre),

# Comment ça marche

POUR VOUS ABONNER, GÉRER VOS ABONNEMENTS  
OU CHANGER DE MAGAZINE

Par téléphone :

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

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 Abo France : 70,95 €.

RETRouvez l'ensemble de nos publications  
sur [WWW.FLEURUSPRESSE.COM](http://WWW.FLEURUSPRESSE.COM)

Une publication du groupe



UNIQUE

HERITAGE

MEDIA

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 Exécutive Média Publishing : Alice Cauquil

Rédaction :

Solène Chardronnet-Setton (Directrice des rédactions)

Karine Jacquet

(Rédactrice en chef),

Isabelle Duberset

(Rédactrice graphiste),

Béatrice Bon (Iconographe)

Ont collaboré à ce numéro :

Alice Bomboy, Gaël Dremmel,

Louna Esgueva, Gisèle Foucher,

Delphine Gaston-Sloan,

Patrick Gaumer, Swali Guillemant,

Frédéric Karpyta, Clément Le Foll,

Julia Négroni, Fabrice Nicot,

Corentin Paillassard, Edith Pauly,

Muriel Valin, Jacqueline Voyant.

Gestion des ventes au numéro :

(réservé aux dépositaires et aux marchands de journaux) :

Isabelle Alliaume

(Directrice diffusion et réseau),

diffusionmdj@fleuruspresse.com

Distribution : MLP

Publicité : 01 56 79 36 13

Marion Stastny (Directrice marketing, partenariats et business development),

Patricia Danan (Directrice de publicité), Barbara Valdès

(Directrice de clientèle).

Opérations spéciales :

Yann Grolleau (Directeur),

Contacts :

prenom.nom@uniqueheritage.fr

Fabrication :

Créatoprint, tél : 06 71 72 43 16

Impression :

Arti Grafiche Boccia S.p.A.

84131 Salerno (Italie)

Papier : origine Italie, taux de fibres recyclées : 0%,

certification : PEFC 100%,

eutrophisation : Ptot 0,018 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](http://www.futureplc.com)

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



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

# LE GUIDE DU VOYAGEUR GALACTIQUE

## Space opera comique

Une fois n'est pas coutume, une œuvre de SF aborde nos angoisses existentielles via un humour anglais enraciné dans l'absurde. Astroppeurs, levez le pouce et montez à bord pour une odyssée sidérale et sidérante.

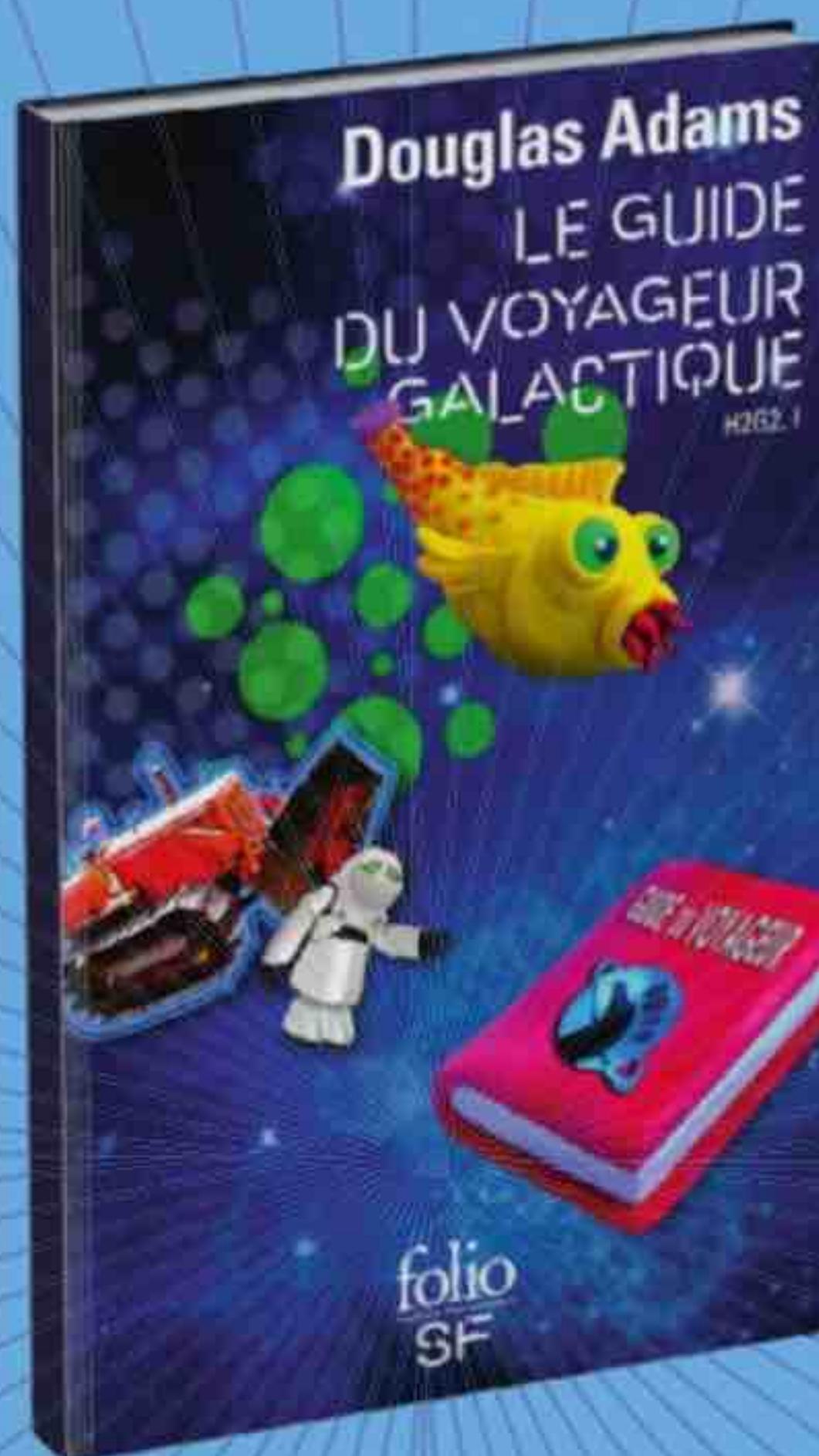
Par Delphine Gaston-Sloan

### Un cycle romanesque

*H2G2* pour les initiés (abréviation de *The Hitchhiker's Guide to the Galaxy*) compte cinq tomes, le n° 1 est suivi du *Dernier Restaurant avant la fin de l'univers* (1980), *La Vie, l'univers et le reste* (1982), *Salut, et encore merci pour le poisson* (1984), *Globalement inoffensive* (1992). Publié posthume, un sixième opus, *H2G2, Encore une chose...* (2009), est signé par l'auteur irlandais Eoin Colfer, initiative soutenue par les ayants droit.

### L'auteur

Il naît à Cambridge en 1952. Après ses études littéraires à l'université, il collabore avec Graham Chapman, l'un des Monty Python (troupe comique), case quelques sketchs à la radio et à la télé. Un producteur de la BBC lui commande une série radiophonique, il propose *The Hitchhiker's Guide to the Galaxy* (1978). Culte après six épisodes, elle est renouvelée (1980), déclinée en roman, série TV (1981)... Il crée aussi le personnage récurrent Dirk Gently (*Un cheval dans la salle de bains*, 1987 ; *Beau comme un aéroport*, 1988). Il décède en 2001.



de **Douglas Adams**,  
roman britannique publié sous le titre  
original *The Hitchhiker's Guide to the Galaxy* en 1979

### Le contexte

Antérieur au roman, un feuilleton radio de 12 épisodes (1978, 1980). Douglas Adams a déterré une idée venue lors d'une soirée arrosée en 1971, à Innsbruck (Autriche), étape de son équipée en stop entre Londres et Istanbul. Allongé à la belle étoile, en train de cuver, son indispensable *Hitch-hiker's Guide to Europe* de Ken Welsh à portée de main, il s'est dit : Pourquoi personne n'a pensé à écrire un guide du routard galactique ? Ce doit être bien plus épantant là-haut qu'ici-bas.

### L'histoire

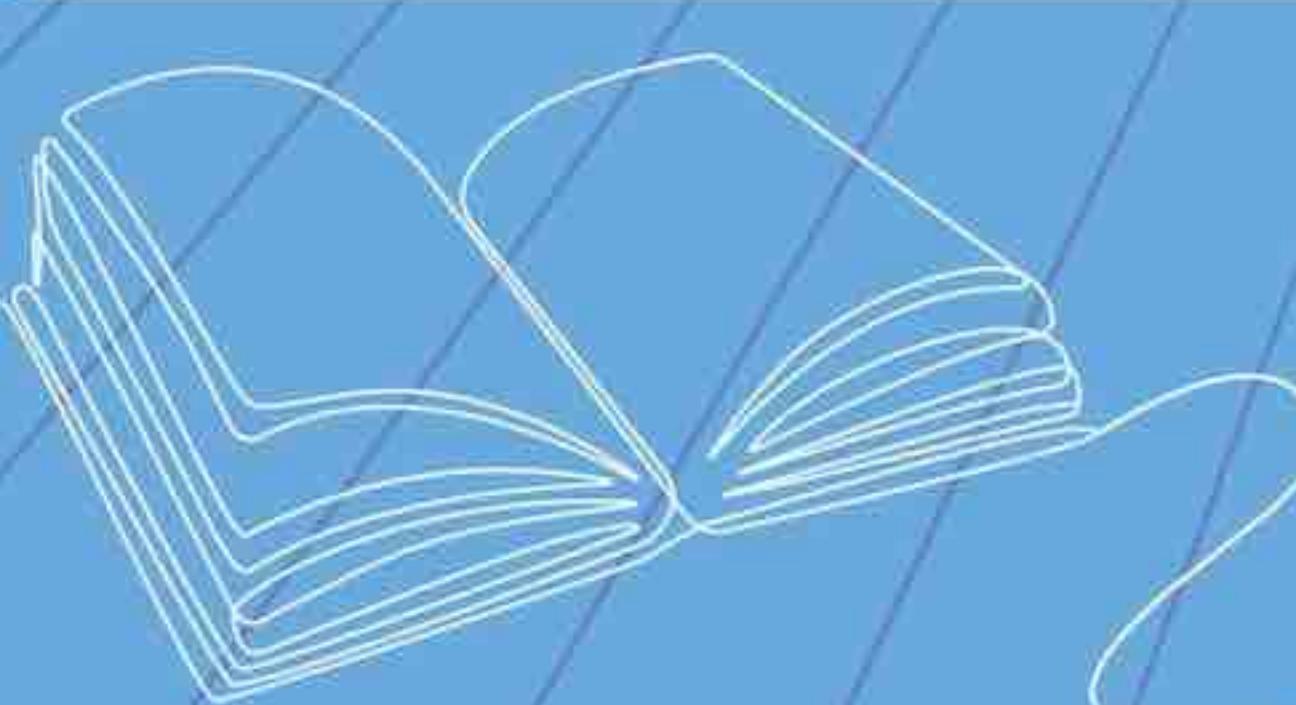
Le train-train de l'Anglais moyen Arthur Dent est bouleversé lorsque son meilleur ami, Ford Prefect, lui fait son *outing* d'extraterrestre, mais surtout l'entraîne en auto-stop à bord d'un vaisseau spatial *in extremis* avant la destruction de la Terre par d'autres aliens. Plongé à brûle-pourpoint dans des péripéties cosmiques, Arthur peut compter sur les informations du livre électronique, *Le Guide du voyageur galactique*, dont le principal conseil est : pas de panique !

### L'adaptation

*H2G2 : Le Guide du voyageur galactique*, de l'Anglais Garth Jennings (*Tous en scène*), sort en 2005 avec Martin Freeman (*Le Hobbit*) dans le rôle de Dent. Bien que basé sur un scénario écrit par Adams avant sa mort, le film a divisé ses fans. La critique a, elle, été plutôt positive, mais les entrées au niveau mondial n'ont pas suivi (quelque 500 000 spectateurs en France).

### L'hommage

*H2G2* a son jour de célébration, le 25 mai (correspondant au Geek Pride Day), la Journée de la Serviette (Towel Day). Depuis le décès d'Adams, chaque année, dans le monde entier, ses adeptes se baladent avec une serviette de bain sur l'épaule, car l'auteur a établi qu'elle est l'objet indispensable au voyageur interstellaire. En 2008, un Grand Ordre de la Serviette a même été fondé en France.





Quelle Histoire



# 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?



Prochain numéro



# LES SUPER-SENS DES ANIMAUX

© ShutterStock



- DÉCRYPTER: D'ΟÙ VIENT LA POUSSIÈRE?
- OBSERVER: BALADE AU CŒUR DE LA FORêt TROPICALE HUMIDE

- EXPLORER: LE CAS DE LA PLANÈTE PLUTON
- INNOVER: À BORD D'UNE PLATEFORME DE FORAGE

- RACONTER: CES CITATIONS QUI ONT MARQUé L'HISTOIRE
- AGENDA: CINé, JEUX VIDéO, BD, LIVRES, EXPOS...



POUR TOUS LES FANS DE BD, **Picsou** PRÉSENTE  
**L'APPLICATION  
100 % BD DISNEY**



# DUCK TOON

**Une nouvelle expérience de lecture  
au format vertical sur smartphone**



Découvrez et essayez Ducktoon