

Comment ça marche

----- LE MAG QUI DÉCRYPTE LE MONDE ----- #149



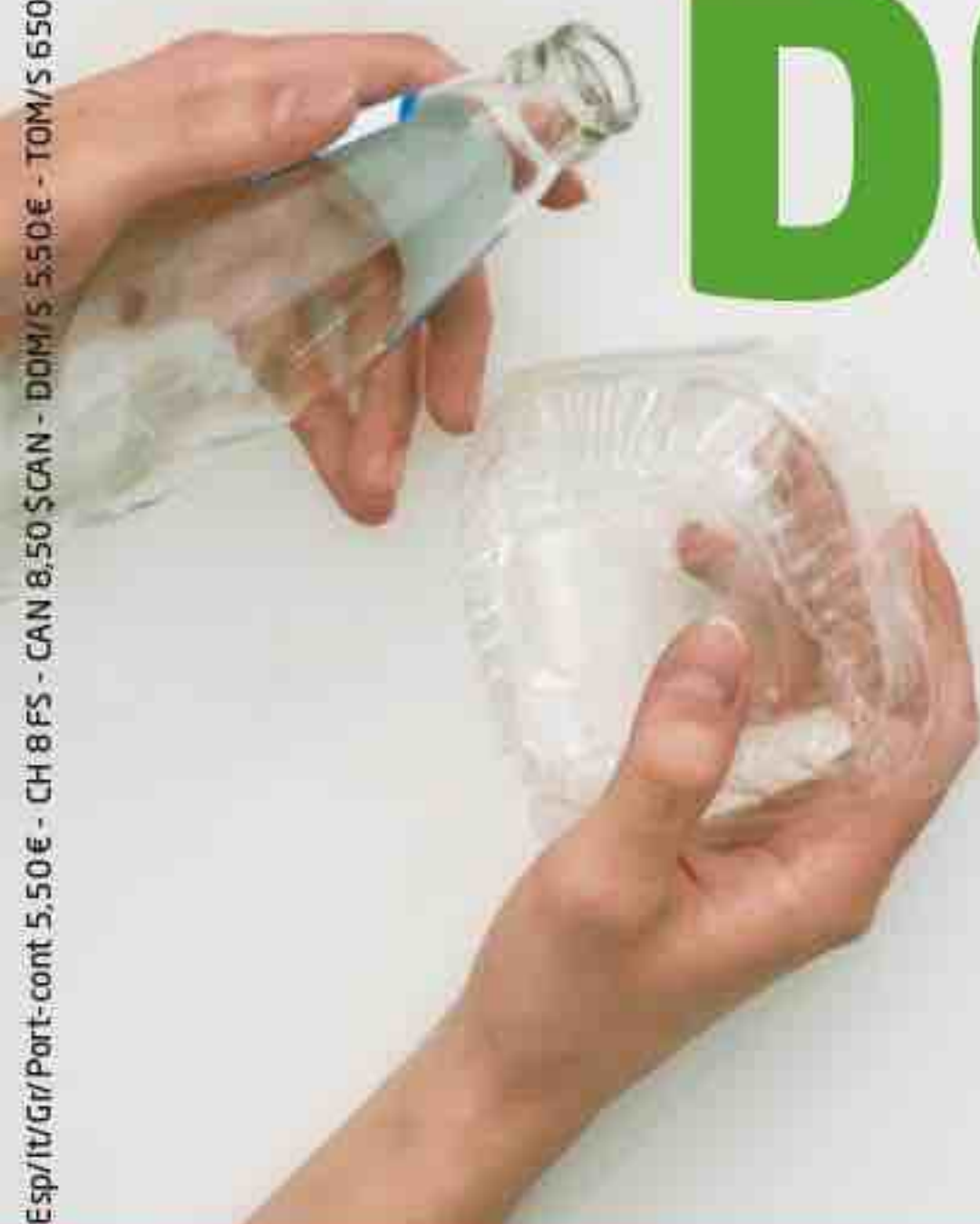
**EN FINIR AVEC LES
ALLERGIES**



RECYCLAGE

MORT ET RENAISSANCE D'UN

DÉCHET



HISTOIRE

**Les bonnes surprises
du concours Lépine**

ESPACE

**L'album photo
du James Webb**

SCIENCE

**Aux origines
de la couleur**

Découvrez Epsilon

LE NOUVEAU MAGAZINE D'ACTUALITÉ SCIENTIFIQUE



12 numéros par an

4 hors-séries par an

Abonnez-vous

82€/AN

SOIT 2 MOIS OFFERTS



sur notre site
EPSILOON.COM



ou par téléphone
01 87 64 09 62

Du lundi au vendredi de 9 h à 19 h



En 2022, le marché de la seconde main pour les vêtements, les chaussures et la maroquinerie a représenté en France 6 milliards d'euros contre 1 milliard en 2018.

Le mot du mois

RECYCLER

Verbe dont la base, tirée du latin *cyclus* (cercle), est précédée de « re- », préfixe qui indique notamment le retour à un point de départ. Recycler implique de transformer un déchet ou un produit pour le mettre dans un cycle neuf en vue d'être réutilisé et, donc, valorisé.



© Shutterstock

DU NEUF AVEC DU VIEUX

Consommer mieux et non consommer plus: tel est le leitmotiv des adeptes de la seconde main.

Vide-greniers, friperies, brocantes, sites de revente, nous avons tous, ou presque, déambulé un jour dans l'un de ces lieux ou navigué sur le Net en quête d'une pièce de seconde main. C'est un fait, depuis plusieurs années, le marché de l'occasion ou de la seconde main, notamment pour la mode, a le vent en poupe. Preuve de cet engouement, fin 2021, une enquête de l'Observatoire Natixis Payments relevait une progression de +140 % sur ce marché entre 2019 et 2021. Un phénomène de mode? Doubé d'une prise de conscience. Entre les impératifs économiques – liés à la baisse du pouvoir d'achat – et écologiques, un tiers des Français déclarent acheter des vêtements d'occasion. Une bonne nouvelle car l'enjeu environnemental notamment est de taille. Avec 4 milliards de tonnes d'équivalent CO₂ émises annuellement, l'industrie textile mondiale (chaussures comprises) contribue activement au réchauffement climatique. À cela s'ajoute une production immodérée. Chaque année, quelque 100 milliards de

vêtements sont vendus dans le monde, soit 60 % de plus qu'il y a quinze ans. Ce qui, selon l'Ademe*, génère 2,1 milliards de tonnes de déchets textiles. Rien qu'en Europe, par exemple, on se débarrasse annuellement de 4 millions de tonnes de textiles neufs ou usagers. La seconde main semble ainsi la parade à cette fast fashion qui consiste à produire, acheter, consommer, puis jeter les vêtements. Poussées par les nouvelles générations soucieuses de réduire leur impact environnemental, des initiatives, comme «30 Wears Challenge» lancé en 2015, encouragent les consommateurs à abandonner la surconsommation et à privilégier les pièces durables pour les porter au moins 30 fois contre 7 habituellement. En parallèle, des sites de revente d'habillement ont fleuri, avec succès, sur le Net. À tel point que des grandes marques de sport, de denim, y compris de luxe, ont elles aussi créé leur site dédié à la seconde main. De bonnes résolutions à condition qu'elles n'incitent pas les clients à une surconsommation d'un nouveau genre...

Karine Jacquet

*Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie, en France.

SOMMAIRE Mai 2023

40

COULEUR

Depuis la préhistoire, l'homme a cherché à colorer son quotidien en puisant dans la nature, puis dans la chimie.

Décrypter

Rencontrer

30

HUGO DUMINIL-COPIN

Il a décroché la médaille Fields, la récompense suprême en mathématiques.

60

ARBRES

Comment ils naissent, grandissent, mais aussi luttent pour survivre au fil des saisons.

Observer

58

FRENCH TECH

L'appli de Klava aide les fumeurs à en finir avec leur addiction.

Nature

Techno

Histoire

Espace

Science

Société

06 FAQ

09 Les chiffres du mois

10 Actualités des sciences

18 4 choses à savoir sur Harry Potter

20 Dossier : recyclage, mort et renaissance d'un déchet

30 Interview : Hugo Duminil-Copin, mathématicien

34 En finir avec les allergies

40 Aux origines de la couleur

46 Les plus belles images du James Webb

54 Les secrets des hologrammes

58 French Tech : Klava

60 La vie des arbres

66 Des auréoles boréales en France métropolitaine

68 Concours Lépine : ces inventions qui ont changé notre quotidien

74 Sophie Adenot

76 Sorties, expos, BD, livres...

81 Un classique de la SF

Ce numéro comporte une offre de réabonnement.

dossier

20

RECYCLAGE DES DÉCHETS

De leur collecte à leur transformation en de nouveaux objets, suivez leur parcours sous haute surveillance. Et l'utilité du tri sélectif ne fera pour vous plus aucun doute...



Décrypter



34

ALLERGIES

Peut-on les prévenir ? Pourquoi le corps réagit-il ainsi ? La désensibilisation est-elle vraiment efficace ? ... Tous les moyens de vous en débarrasser enfin !

54

HOLOGRAMMES

Tout savoir sur ces images qui fascinent autant que leur technologie intrigue.



Innover

Événement

18

HARRY POTTER

Exposition, livres, jeu vidéo... Mais quels sont les secrets de longévité du héros de J.K. Rowling ?



46

LES IMAGES DU JAMES WEBB

Découvrez le best-of du plus puissant télescope spatial jamais conçu.



Raconter

68

CONCOURS LÉPINE

Espace d'inventivité à la Foire de Paris, il sert de tremplin à nombre d'innovations devenues incontournables au quotidien.



FAQ

Par Delphine Gaston-Sloan

Envoyez-nous
vos questions à :

**Comment
ça marche**

[www.fleuruspresse.com/
participation-aux-magazines](http://www.fleuruspresse.com/participation-aux-magazines)



© Shutterstock

Qui a choisi la date du 1^{er} mai comme fête du Travail en France?

Question de Nolan N., Laval (Mayenne)



Sous la IV^e République (présidence de Vincent Auriol), le gouvernement de Robert Schuman instaure la dénomination officielle de « fête du Travail » pour le 1^{er} mai, et la loi du 29 avril 1948 en fait un jour férié, chômé et payé. Avant d'en arriver là, de nombreux épisodes s'étaient succédé. À l'origine, le 1^{er} mai 1886, où les syndicats ouvriers

américains appellent à manifester pour la journée de travail de huit heures. L'idée de dédier cette date à la revendication des travailleurs est reprise en 1889 à l'occasion du centenaire de la Révolution française, lors de la II^e Internationale socialiste qui se tient à Paris. La première a lieu l'année suivante. En 1919, le 1^{er} mai est déclaré chômé, alors que le parlement

a légalisé la journée de huit heures. L'étape suivante sera pour le moins controversée : le 24 avril 1941, le régime de Vichy déclare le 1^{er} mai férié en tant que « Fête du Travail et de la Concorde sociale », renvoyant explicitement à sa devise « Travail, Famille, Patrie ». À la Libération, on s'empresse de la supprimer pour mieux la rétablir – et ce, définitivement – en 1948.

Pourquoi est-il si douloureux de recevoir un coup dans les testicules?

Question de Charlie M., Charmes-sur-Rhône (Ardèche)



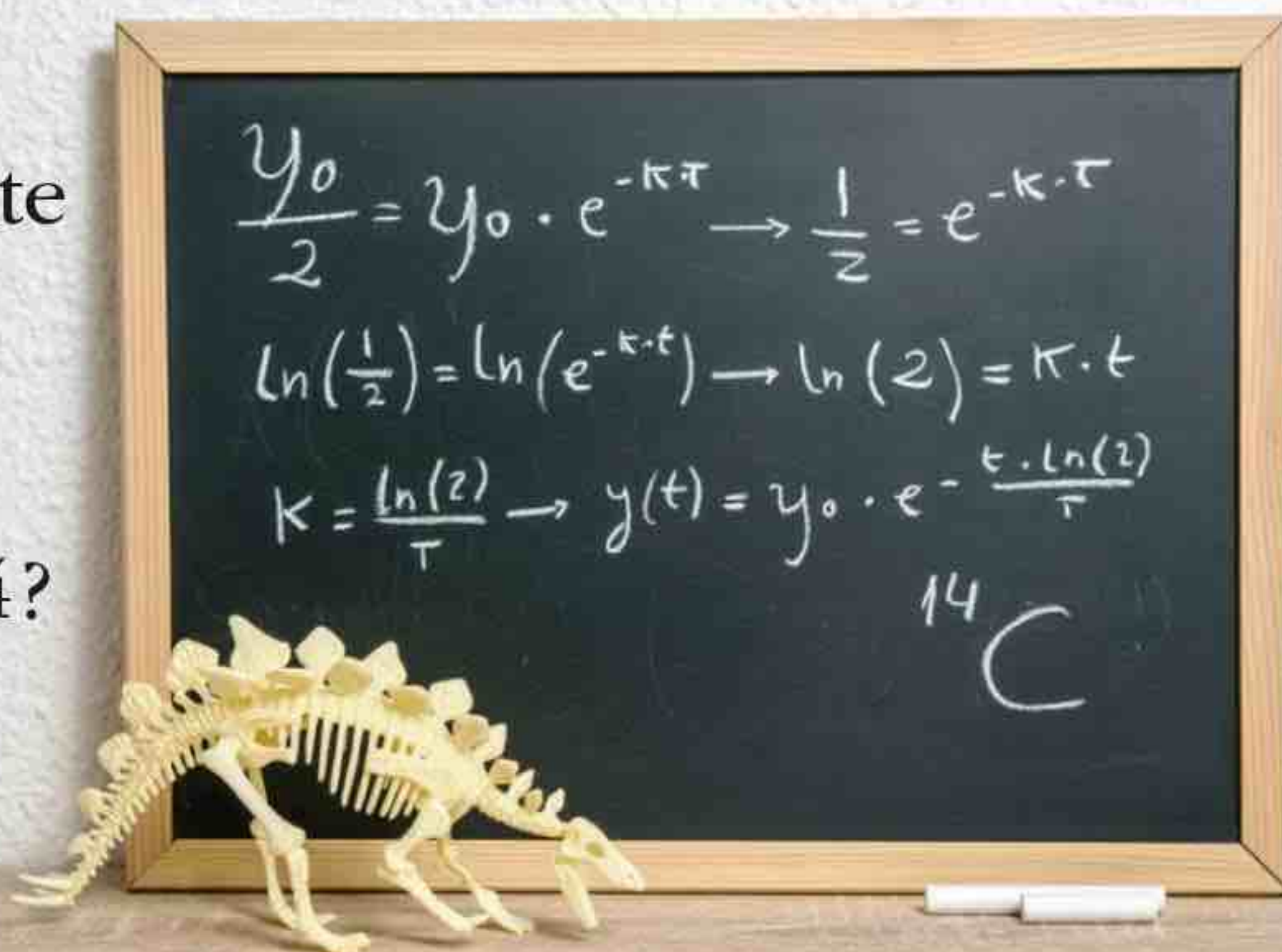
Parce qu'ils se situent à l'extérieur du corps et ne disposent donc d'aucune protection. La fine enveloppe de peau qui les enrobe, le scrotum, ne saurait jouer le rôle d'amortisseur comme le font les os, les muscles, les tissus adipeux pour les organes internes. La raison de leur positionnement est due au fait que les testicules doivent être maintenus à une température d'environ 35 °C (inférieure à la température corporelle moyenne de 37 °C), condition indispensable à la spermatogenèse, c'est-à-dire au développement des spermatozoïdes ou cellules reproductrices mâles. La douleur consécutive à un choc est d'autant plus intense que ces glandes sont riches en vaisseaux sanguins et en nerfs. Selon la violence du coup, elle peut même entraîner nausées, vomissements, diarrhées ou encore malaise vagal, une perte de connaissance consécutive à une brutale chute de la tension artérielle et de la fréquence cardiaque.



© Shutterstock

Que représente le 14 quand on évoque la datation au carbone 14?

Question d'Adam P., Dijon (Côte-d'Or)



© Shutterstock



14 représente le nombre de masse, soit la somme des 6 protons et 8 neutrons constituant le noyau de l'atome de carbone 14. Il est l'un des isotopes du carbone, qui en possède 16 en tout. Par isotope, on désigne les diverses formes d'un même élément. Leurs propriétés chimiques sont identiques, mais leurs propriétés physiques diffèrent. Par exemple, le carbone 14, ou ¹⁴C,

a la particularité d'être radioactif. Tous les 5730 ans, sa radioactivité diminue de moitié. Les organismes vivants absorbent le carbone 14 présent dans leur environnement. Lorsqu'ils meurent, ce processus cesse et le ¹⁴C qu'ils contiennent commence à se décomposer. Le rythme régulier selon lequel il se désintègre permet aux archéologues de l'utiliser comme une sorte d'horloge mesurant sa décroissance, à même

de déterminer l'âge d'un objet (en remontant jusqu'à 50 000 ans environ). Une condition : qu'il ait contenu des éléments vivants (bois, cuir, nourriture, pollens, fossiles, plantes, os, sédiments, restes humains ou animaux...), car cela ne fonctionne pas pour les matériaux non organiques (roches, statues de pierre...). L'Américain Willard F. Libby (1908-1980) a reçu le prix Nobel de chimie 1960 pour avoir mis au point cette méthode.

Existe-t-il une treizième constellation du zodiaque?

Question de Romy L., Corbeil-Essonnes (Essonnes)

? Oui, elle existe bel et bien, et se nomme Ophiuchus (du grec *Ophioukhos*, «porteur de serpent»), mais elle est plus connue sous son appellation de Serpentaire. La représentation du personnage le montre tenant un long serpent entre ses mains. L'animal passe derrière son dos et entre ses jambes, la tête d'un côté et la queue de l'autre. Situé entre la constellation du Scorpion et celle du Sagittaire, le Serpentaire est traversé par le Soleil entre le 29 novembre et le 18 décembre. Voilà pour l'astronomie. En astrologie, elle fait débat. Le Serpentaire doit-il être considéré comme le treizième signe du zodiaque, rendant obsolète le découpage occidental en douze signes? En ce cas, toutes les dates correspondant aux signes traditionnels se trouveraient chamboulées. Les Babyloniens, à l'origine du zodiaque au V^e siècle av. J.-C., l'auraient-ils sciemment laissé de côté, au motif que douze signes cadraient mieux avec les douze mois de l'année? Autre hypothèse, il aurait été écarté à cause des superstitions attachées au chiffre 13. Une seule certitude, entre science et croyance, aucune prédiction n'annonce la moindre réconciliation.

Représentations astronomique et astrologique de la constellation du Serpentaire.



Est-il vrai que l'hymne anglais *God Save the King* est d'origine française?

Question de Mariam K., Abbeville (Somme)



? Selon que l'on se situe d'un côté ou de l'autre de la Manche, la réponse diffère. Les tenants de l'origine française racontent qu'en 1686, Madame de Maintenon, épouse (secrète) de Louis XIV, aurait demandé à Jean-Baptiste Lully de mettre en musique *Grand Dieu sauve le Roy*, cantique composé par Madame de Brinon, supérieure des demoiselles de Saint-Cyr. Il fallait saluer la miraculeuse guérison du Roi-Soleil après opération à haut risque d'une fistule anale (un abcès mal placé). Georg Friedrich Haendel, compositeur officiel de la couronne d'Angleterre depuis 1713, l'aurait entendu à Versailles, plagié et présenté au roi George I^{er}. Ignorant son origine, le monarque l'adopta pour les cérémonies officielles. La Couronne britannique a sa version, celle d'un chant de soutien patriotique en l'honneur de George II, défait lors d'une bataille par son rival écossais Charles Edward Stuart. Entonné pour la première fois à Londres en 1745 sur la scène du Théâtre royal, ce *God Save the King* (*Que Dieu protège le Roi*), dont l'auteur est inconnu, aurait déclenché la ferveur, au point d'être repris chaque soir. Le Royaume-Uni n'ayant pas d'hymne national, autre que cet hymne royal, le *God Save the King* retentit, par exemple, lors de compétitions sportives, à l'instar de notre *Marseillaise*. Le 6 mai 2023, il accompagnera le couronnement de Charles III.

Les chiffres du mois

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



1 gramme
de safran colore
200 litres
d'eau bouillie

Daniel Radcliffe,
alias Harry Potter,
a chaussé
160 paires
de lunettes

L'holographie a été
inventée en
1948



L'astronaute
Sophie Adenot
a été choisie parmi
22 000
postulants

En France,
30%
des adultes
souffrent
d'allergies
aux pollens



Un chêne peut
atteindre
facilement
1 500 ans

1/3 des Français
achèteraient
des vêtements
d'occasion



Chaque année,
500
inventions
sont en lice au
concours Lépine

Dans notre pays,
3 emballages
jetés sur 4
sont recyclés



Le miroir du
télescope James
Webb mesure
6,50 m
de diamètre

Dès 2015, dans le cadre de la mission ScanPyramids, trois télescopes à muons conçus par le Commissariat à l'énergie atomique (CEA) ont été déployés autour de la pyramide de Kheops.



La caméra endoscopique a révélé un corridor de 9 mètres de long sur quelque 2 mètres de large et de haut.

ARCHÉOLOGIE

La pyramide de Kheops se dévoile un peu plus

Située tout près du Caire, à Gizeh, la célèbre pyramide de Kheops n'a pas fini de faire vibrer les archéologues tant il reste de mystères à percer dans ses entrailles. Il y a quelques semaines, les chercheurs ont introduit une caméra endoscopique, de 5 millimètres de diamètre, dans un minuscule orifice niché au niveau d'un joint. Elle a pu capturer cette image d'un tunnel de 9 mètres de long localisé juste au-dessus de l'entrée de l'édifice. C'est l'un des premiers clichés de ce corridor, inaccessible depuis... 4500 ans! Pour rappel, une mission scientifique internationale, ScanPyramids, tente depuis 2015 de comprendre la structure de la pyramide avec des méthodes dites non destructives, c'est-à-dire qui n'endommagent pas le monument en l'explorant. L'un des principaux outils, la tomographie muonique, consiste à étudier comment des particules, les muons issus des rayons cosmiques, pénètrent plus ou moins densément à l'intérieur du lieu afin d'en déduire les espaces et les vides. À partir de ces résultats, les chercheurs avaient, dès 2017, repéré plusieurs zones à explorer, dont ce tunnel. Il ne restait plus qu'à en trouver l'entrée pour faire pénétrer l'endoscope. C'est désormais chose faite. En revanche, le mystère demeure entier quant à l'utilité de ce couloir...



Actualités[®]

des sciences

Nature

Techno

Histoire

Espace

Science

Société

Par Muriel Valin et Louna Esgueva

L'imagerie muonique
a permis de localiser
le couloir et ouvert
la voie à l'exploration
endoscopique

© Philippe Boursellier / HLP Institute

GÉOLOGIE

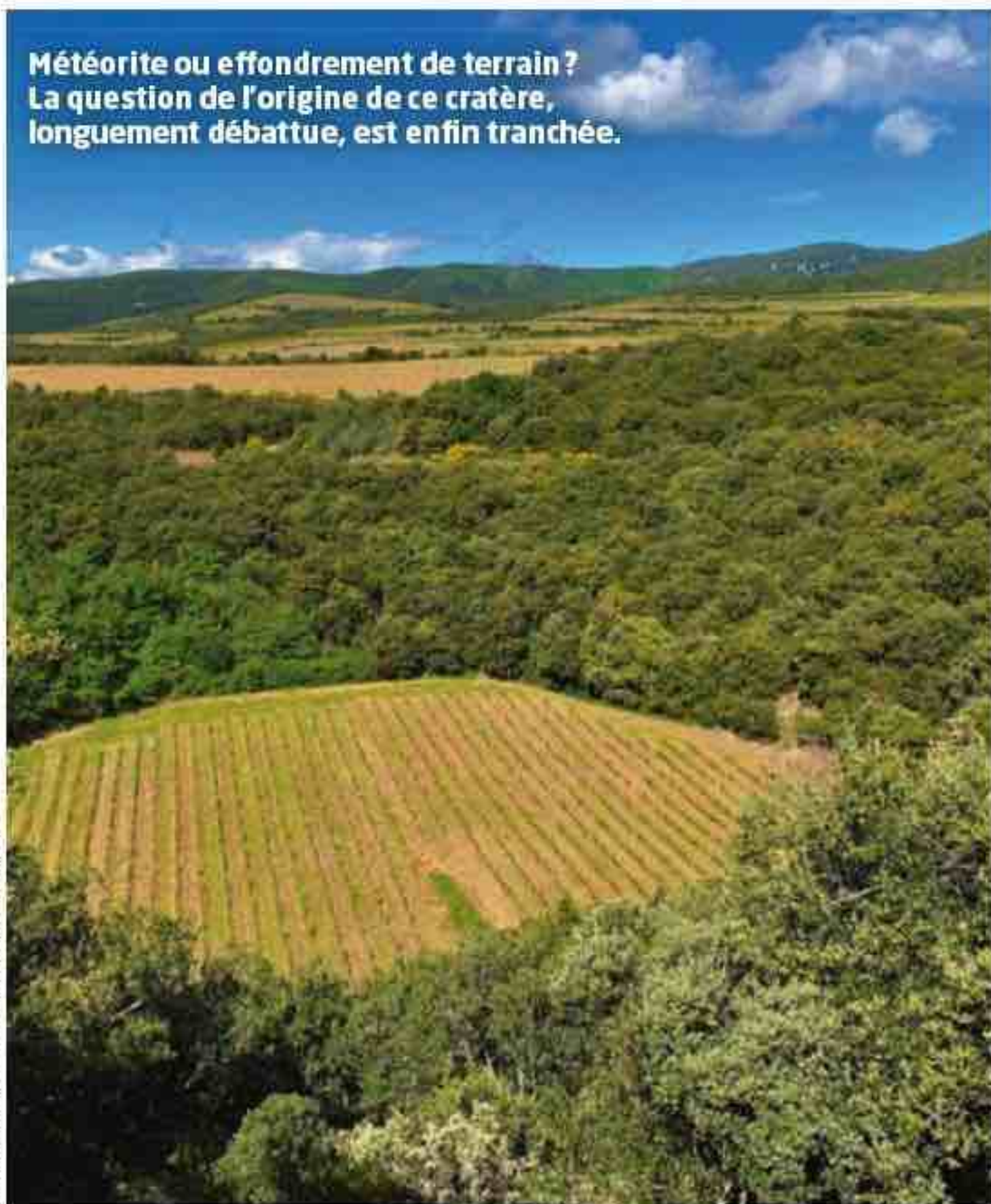
Une couche supplémentaire pour la Terre

Des chercheurs de l'université du Texas (États-Unis) viennent de découvrir une nouvelle couche de roche à l'intérieur de notre planète. Partiellement fondue, cette couche « molle » est située à environ 160 kilomètres sous la surface, soit juste en dessous de la croûte terrestre (constituée par les plaques tectoniques continentales et océaniques), dans ce que les spécialistes nomment l'asthénosphère. Cette dernière correspond à la partie malléable du manteau supérieur de la Terre, et c'est elle qui permet aux quinze plaques tectoniques de se déplacer. L'étude de cette nouvelle couche pourrait à l'avenir éclairer les mystères de la tectonique des plaques.



Croûte, manteau (supérieur et inférieur) et noyau (externe et interne) constituent la structure interne de la Terre.

Météorite ou effondrement de terrain ?
La question de l'origine de ce cratère, longtemps débattue, est enfin tranchée.



© Frank Brenker, Goethe University Frankfurt

MINÉRALOGIE

Ce cratère est bien dû à la chute d'une météorite

À Cabrerolles, dans le sud de la France (Hérault), une sorte de cratère (220 mètres de diamètre et 50 mètres de profondeur) détonne au milieu des vignobles. Dans les années 1950, deux scientifiques français avaient émis l'hypothèse qu'il pouvait s'agir du résultat de l'impact d'une météorite et le propriétaire du terrain avait alors baptisé le lieu « Domaine du météore ». Sauf que très vite, ce postulat fut balayé par un chercheur canadien qui avait rétorqué que la forme et le rebord n'étaient pas conformes à ce scénario. Aujourd'hui, nouveau revirement : l'origine de ce trou serait enfin comprise. Un scientifique allemand de l'université de Francfort, Frank Brenker, a refait des mesures, prélevé des échantillons avec son équipe et, pour lui, il n'y a plus d'ambiguïté : ce serait bien une météorite qui serait tombée là. « Nous avons des preuves convaincantes de l'origine de l'impact. Mais ce n'est plus qu'une question de temps pour que quelqu'un trouve le premier fragment de météorite dans la région », commente le chercheur. De quand daterait cet événement ? Impossible de le dire pour l'instant, mais les investigations vont se poursuivre pour le déterminer. Une chose est sûre, il existe peu de cratères de ce type dans le monde et c'est seulement le deuxième qui est localisé en France. Le premier se situe dans le village de Rochechouart, en Haute-Vienne.

© Getty

ROBOTIQUE

Ce bras robotisé est un as du pinceau

Son nom est Frida, un clin d'œil à l'artiste mexicaine Frida Kahlo et, surtout, l'acronyme de Framework and Robotics Initiative for Developing Arts. Né derrière les murs de l'Institut de robotique de l'université américaine Carnegie Mellon, à Pittsburgh (Pennsylvanie), ce bras articulé peint sur commande, c'est-à-dire en suivant les instructions que lui donnent les humains, ce qui en fait davantage un exécutant qu'un véritable créateur. Il peut cependant peindre ou reproduire de vrais tableaux avec de la vraie peinture et un pinceau en suivant

les recommandations (couleurs, style...) qui lui sont transmises via des algorithmes dits de *text-to-pix* («du texte vers l'image»). Depuis plusieurs mois, les programmes d'intelligence artificielle (Dall-E, Midjourney...) axés sur le graphisme ou l'architecture fleurissent. Frida pourrait en être pour ainsi dire un nouveau prolongement, puisqu'il suffit de lui donner une instruction, par exemple «*le portrait de Vincent Van Gogh*» et une image, l'un des autoporraits du maître néerlandais, pour qu'il s'exécute. Avec talent? À chacun d'en juger...



Dernièrement, Frida a appris des sons et des émotions décrits textuellement. Un pas vers une future créativité?

© Carnegie Mellon University

Ce vol réussi signe l'ouverture d'une campagne d'essai de deux ans. Objectif: la mise en service d'une flotte convertie à l'hydrogène pour le transport régional.

La propulsion par pile à hydrogène suscite l'espoir d'une aviation décarbonée



AÉRONAUTIQUE

Un avion de ligne à hydrogène prend son envol

Quize minutes... c'est la durée de vol de cet avion, *Dash 8*, alimenté par une pile à hydrogène le 2 mars dernier. Un vol court, mais cette nouvelle étape franchie reste significative. Universal Hydrogen, son concepteur américain, a voulu prouver qu'un aéroplane, transportant

habituellement 40 passagers, était capable de voler avec un moteur électrique alimenté en hydrogène. Deux mois plus tôt, ZeroAvia, un constructeur américano-britannique, s'était déjà illustré avec un avion de 19 places, doté lui aussi d'un propulseur alimenté à l'hydrogène, sur une durée moindre

(dix minutes). Une chose est sûre, ce domaine de l'aviation « propre », est actuellement en pleine effervescence pour essayer de réduire, voire de se passer totalement du kérosène. À quelle échéance ? Difficile à dire, mais Airbus a annoncé, début janvier, la production d'un modèle commercial d'ici 2035.



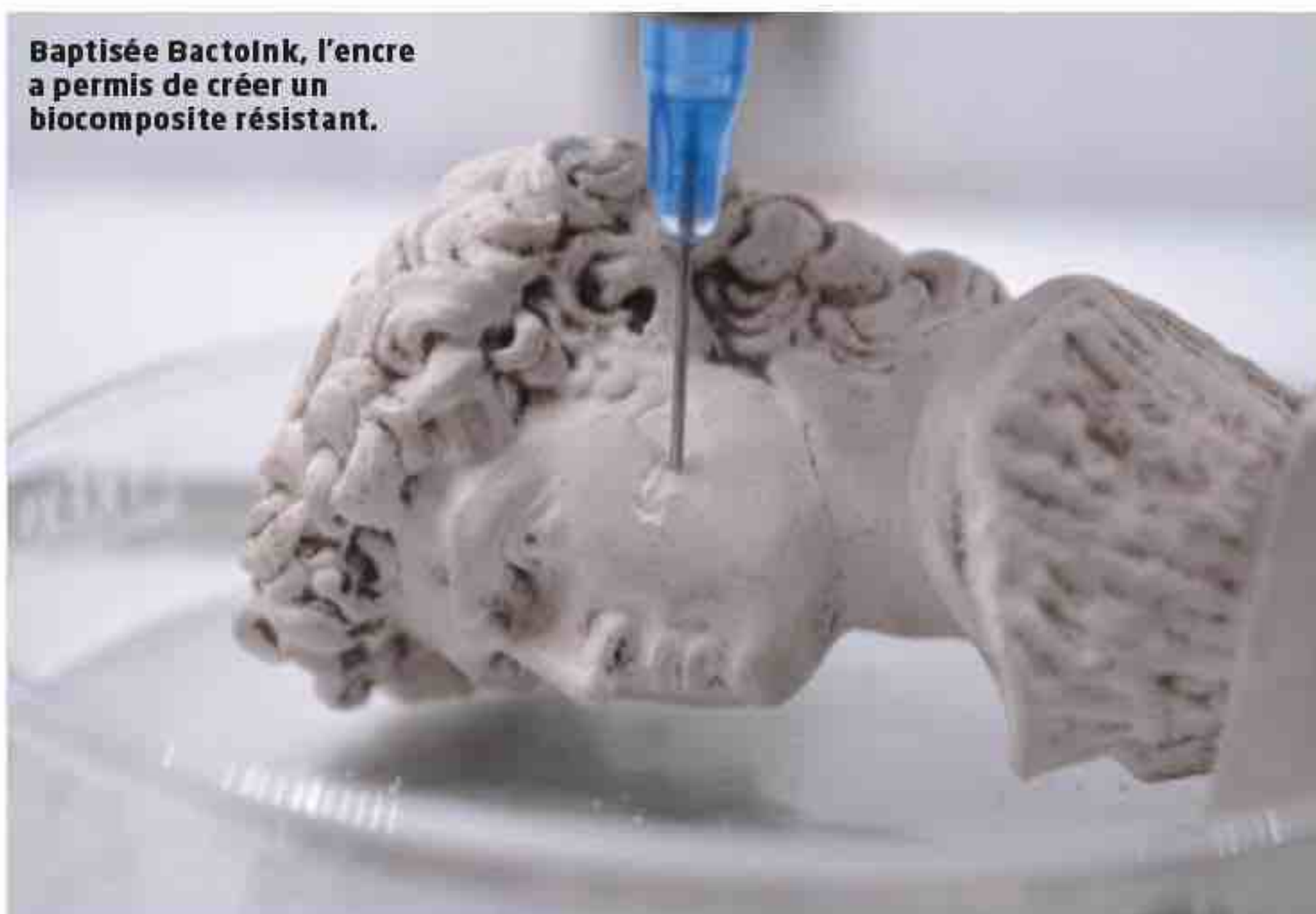
UNE JUMELLE DE LA PLANÈTE BLEUE

Une équipe internationale d'astronomes a découvert une exoplanète (une planète située hors du Système solaire) d'une taille similaire à celle de la Terre. Baptisée K2-415b, elle se trouve à 72 années-lumière de nous et orbite autour de l'étoile K2-415 (d'où son nom), l'une des plus froides connues. Sa température de surface serait de 2 900 °C contre 9 900 °C pour le Soleil!

TECHNOLOGIE

Des bactéries pour l'impression 3D

Baptisée Bactolnk, l'encre a permis de créer un biocomposite résistant.



© Eva Baur

Solidité, légèreté, résistance à l'usure, respect de l'environnement... L'impression 3D présente bien des avantages pour fabriquer du sur-mesure, mais elle a du mal à concilier tous ces paramètres en utilisant de simples plastiques. D'où l'idée de modifier la recette habituelle à base de polymères seuls. Des chercheurs de l'École polytechnique fédérale de Lausanne (Suisse) ont travaillé avec des bactéries *Sporosarcina pasteurii*, qui, exposées à de l'urée, ont la particularité de produire une réaction de minéralisation. Résultat, elles

fabriquent en quelques jours du carbonate de calcium, lequel, associé à des polymères, donne naissance à un nouveau matériau possédant une teneur en minéraux de plus de 90 %. Le produit obtenu est donc moins riche en plastique, et pourtant très solide et compatible avec une utilisation en impression 3D. De quoi envisager, selon les chercheurs de l'EPFL, des applications multiples: création de coraux artificiels, réparation d'œuvres d'art ou de construction... Et même, pourquoi pas, une piste thérapeutique: intervenir sur nos os et les renforcer!

© Francis Zera

Tournant pour la plupart le dos à la mer,
les moais représenteraient les ancêtres
des Rapa Nui, le peuple qui les a sculptés.



© Shutterstock

La lagune où a été retrouvée la statue
a commencé à s'assécher en 2018.

ARCHÉOLOGIE

Une nouvelle statue découverte sur l'île de Pâques

Les moais n'ont pas fini de susciter des interrogations et de nous dévoiler leurs secrets... En février dernier, une nouvelle statue a été retrouvée sur l'île de Pâques, au fond du lac asséché d'un cratère. Mesurant 1,60 mètre, le monolithe est apparu couché, en partie enterré. C'est une équipe de chercheurs chiliens qui l'ont repéré, alors qu'ils travaillaient dans la région du volcan Rano Raraku, touchée

par l'incendie qui a ravagé l'est de l'île en octobre dernier. Or, c'est la première fois qu'un moai est découvert à cet endroit précis. À ce jour, plus de huit cents de ces géants réalisés en tuf (pierre volcanique) ont été identifiés, même si le chiffre exact est difficile à fixer car certains sont en morceaux. Pour les scientifiques, il n'est pas exclu que ce lieu en révèle d'autres dans les mois à venir.



© Ma'u Henua Indigenous Community/AFIP

© NASA/Johns Hopkins APL

ASTRONOMIE

Les retours sur la mission Dart sont plus que positifs

Les premiers résultats semblaient déjà prometteurs, mais il fallait encore les étudier de près. Voilà qui est fait. Et le moins que l'on puisse dire, c'est que la mission Dart a été un beau succès. Souvenez-vous... Le 26 septembre dernier, une sonde envoyée par la Nasa avait été projetée volontairement sur un gros caillou spatial – Dimorphos – à 11 millions de kilomètres de la Terre, pour tenter de dévier sa trajectoire. Le but : examiner si cette solution pouvait être retenue en cas de menace de chute d'un astéroïde sur notre planète. Verdict : l'orbite de Dimorphos a bien été décalée de 33 minutes, ce qui signifie que pour faire le tour

de Didymos, l'astéroïde qu'il encercle, Dimorphos met désormais 33 minutes de moins, à cause de la matière qui a été éjectée lors du choc. Avant l'expérience, les scientifiques avaient plutôt parié sur une diminution de 7 minutes. La collision a donc eu plus d'effets qu'estimé. Ce n'est pas tout... Les chercheurs ont aussi décortiqué le lieu d'impact, l'emplacement, les effets et leur chronologie, ainsi que les trajectoires des matières éjectées. Cette partie de billard géante s'avère donc une réussite totale et une vraie piste désormais à creuser... pour se protéger d'un éventuel scénario catastrophe.

L'orbite de Dimorphos a été bien plus modifiée que ce qu'envisageaient les scientifiques



Le vaisseau de la mission Dart avait percuté sa cible à 22 500 km/h, arrachant quelque 1 000 tonnes de matière.

4 choses à savoir

UNE SAGA LITTÉRAIRE ET UNE FRANCHISE CINÉMATOGRAPHIQUE

- *Harry Potter à l'école des sorciers* (1997 en librairie, 2001 en salles)
- *Harry Potter et la Chambre des secrets* (1998, 2002)
- *Harry Potter et le Prisonnier d'Azkaban* (1999, 2004)
- *Harry Potter et la Coupe de feu* (2000, 2005)
- *Harry Potter et l'Ordre du Phénix* (2003, 2007)
- *Harry Potter et le Prince de sang-mêlé* (2005, 2009)
- *Harry Potter et les Reliques de la mort* (2007, 1^{re} partie en 2010, 2^e partie en 2011)

Une exposition, un jeu vidéo, un coffret collector...
Un quart de siècle après l'éclosion du phénomène Harry Potter,
la ferveur est intacte et le sorcier fait toujours l'actualité.
Divulguons les ingrédients d'une formule magique.

Par Delphine Gaston-Sloan

1

HARRY POTTER EST NÉ DANS UN TRAIN

Le train est central dans *Harry Potter*. Le Poudlard Express conduit les élèves à l'école depuis la voie 9¾ de la gare de Londres à chaque rentrée, le 1^{er} septembre. Le voyage rime avec retrouvailles et dégustation de bonbons extraordinaires. Le train a eu de l'influence dans la vie de l'autrice anglaise Joanne Rowling, dite J.K. Rowling (avec un K. pour Kathleen, hommage à sa grand-mère). Ses parents s'y sont rencontrés et elle y a eu l'idée de son héros en 1990 dans le Manchester-Londres, en revenant de chez son petit ami. Le garçon lui est comme apparu. Sans carnet ou crayon à portée de main, elle a dû le faire vivre dans sa tête le temps du trajet. Âgée de 25 ans, elle n'avait jamais rien publié. Pourtant, une fois arrivée à destination, elle savait que son roman courrait sur sept tomes. À partir de là, il lui a fallu cinq ans pour tout charpenter.

2

LES NOMS PROPRES SONT DIFFÉRENTS EN ANGLAIS ET EN FRANÇAIS

La qualité de l'œuvre tient aussi à l'inventivité de J.K. Rowling pour les noms propres (personnages, lieux) ou du domaine magique. Les références anglaises pouvant tomber à plat, le traducteur Jean-François Ménard s'est collé avec talent à un travail d'adaptation. Il explique comment *Hogwarts* est devenu Poudlard. Le terme était une inversion de *warthog*, phacochère, un cochon à verrues. Elles lui ont fait penser au pou, aussi peu ragoûtant. Le cochon est devenu du lard. Une excellente re-création puisque les lecteurs ont vu dans Poudlard un nom sonnait anglais. Le mot original pour Moldus (ceux qui ignorent la magie) est *Muggles*. Les dictionnaires peinant à le définir, Rowling s'empare d'un nom bizarre, dépourvu de sens précis, pour désigner ces êtres ordinaires, sans pouvoirs. Désireux de garder la consonance, Ménard aboutit à Moldus, des mous du cerveau à qui il manque quelque chose.

Les chiffres clés

En 2004, selon le magazine *Forbes*, J.K. Rowling devient le premier auteur à la tête d'une fortune d'1 milliard de dollars.

La saga a été traduite dans plus de 80 langues, dont le grec ancien, le breton, le groenlandais...

Fin 2022, les ventes en France, toutes éditions confondues, s'élevaient à 35,8 millions d'exemplaires.

En 2021, une première édition anglaise rare du tome 1 s'est arrachée aux enchères à 471 000 dollars (livre moderne le plus cher de l'histoire des ventes).

Les huit films ont généré 9 milliards de dollars de recettes au box-office mondial.

Harry Potter

3

HARRY POTTER À UNE SUITE... AU THÉÂTRE

En dépit de la pression commerciale, Rowling tient bon et continue de marteler qu'il n'y aura pas de huitième aventure. Romanesque s'entend, car son héros a repris du service... au théâtre! Le 30 juillet 2016, au Palace Theater de Londres, avait lieu la première d'*Harry Potter et l'Enfant maudit*. Le dramaturge Jack Thorne et le metteur en scène John Tiffany cosignent avec elle. Harry a 37 ans, il est employé au ministère de la Magie, ses fils aînés fréquentent Poudlard et son lourd passé refait surface, déclenchant de nouvelles péripéties. Cette pièce, qui a tourné aux États-Unis, en Australie, en Allemagne (pas encore en France), a immédiatement connu une édition en volume au succès fulgurant. En dix ans, un livre ne s'était pas écoulé aussi rapidement, a fortiori le texte d'une pièce.

La pièce
*Harry Potter
et l'Enfant maudit*
dure environ 5 h 20,
sans compter l'entracte.

Les 4 parcs d'attractions
Universal Studios
d'Orlando (Floride),
Hollywood (Californie),
Osaka (Japon), Pékin
(Chine) hébergent
*The Wizarding World
of Harry Potter*.

4

LA TRILOGIE CINÉMATOGRAPHIQUE DES ANIMAUX FANTASTIQUES EST UN SPIN-OFF

En 2013, Rowling annonce être désormais scénariste. La Warner, productrice de la franchise Harry Potter, lui a commandé le script des *Animaux fantastiques*, basé sur *Vie et habitat des animaux fantastiques*, son guide écrit en 2001 au profit d'une organisation caritative anglaise vouée aux enfants pauvres (Comic Relief). Un manuel scolaire incontournable à Poudlard, du magizoologiste Norbert Dragonneau (Newt Scamander en VO). Rowling bâtit une aventure autour de ce personnage et la situe dans le passé (1926), à New York. Le film de David Yates (réalisateur des *Harry Potter* n° 5 à 8) sort en 2016, suivi des *Crimes de Grindelwald* (2018) et des *Secrets de Dumbledore* (2022). Rowling pensait que cette série dérivée compterait cinq films. Pourtant, fin 2022, Warner semblait vouloir s'en tenir à trois, en cause, un box-office en demi-teinte.

Plus de 400 produits
dérivés (baguettes
magiques, uniformes,
bijoux...) rapportent
à la Warner 900 millions
de dollars chaque année.

Daniel Radcliffe,
interprète d'Harry Potter,
a chaussé 160 paires
de lunettes en 8 films.

1 maladie tient son nom
d'Harry Potter: *Hogwarts
Headache* (la céphalée
de Poudlard). De forts
maux de tête dus à une
trop longue lecture, selon
le médecin américain
Howard J. Bennett (2003).

3 ACTUS



1. EXPOSITION

Jusqu'au 1^{er} octobre, Porte de Versailles (Paris), se tient *Harry Potter: L'Exposition*. La technologie permet aux apprentis sorciers, en immersion à Poudlard, de concocter des potions magiques (virtuelles). Costumes et accessoires sont également exposés. Tarif: de 15 à 69 € pour 1 h à 1 h 30 de visite.



2. LIVRES

Le coffret collector en édition limitée et numérotée (99,90 €), contient les sept volumes en poche, mis en beauté par Jean-Claude Götting, l'illustrateur attitré des couvertures françaises depuis l'origine.



3. JEU VIDÉO

2023 est aussi marqué par la sortie, en février dernier, du jeu vidéo de rôle (RPG) *Hogwarts Legacy: L'Héritage de Poudlard*, qui était l'un des plus attendus de l'année.



RECYCLAGE

MORT ET RENAISSANCE D'UN

DÉCHET

/// dossier

Aujourd'hui, la plupart de nos déchets sont, au moins en partie, recyclables, à condition bien sûr d'être correctement collectés. Mais du verre au métal, en passant par le papier et le plastique, tous n'ont pas le même potentiel de réutilisation.

Par Laurene Bertelle

582

kilogrammes : c'est la quantité de déchets ménagers produite par habitant en France

en 2019 selon l'Ademe (l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie, un organisme public). En y incluant les déchets de construction et ceux des entreprises, ce chiffre grimpe à 5 tonnes ! À l'échelle nationale, on dénombre 34 millions de tonnes d'ordures ménagères et 315 millions de tonnes de déchets tous confondus chaque année. Car si l'être humain s'avère très doué pour transformer la matière et fabriquer de nouveaux objets, il est également la seule espèce qui crée des déchets qu'il ne sait pas éliminer : son papier met au moins trois mois à se décomposer, son verre 4 000 ans ! Pire : la société de consommation dans laquelle il vit le pousse à se débarrasser au plus vite de ses biens pour en acheter de nouveaux grâce à des techniques bien rodées : obsolescence programmée, produits à usage unique ou non réparables...


Arrivés trop rapidement en fin de vie, ces déchets polluent la planète s'ils sont abandonnés dans la nature. Le tristement célèbre septième continent, immense vortex de plastiques situé dans l'océan

Pacifique, en est la preuve la plus emblématique : sacs, pailles et autres débris piègent ou étouffent la faune marine avant de se transformer lentement en microplastiques toxiques dilués dans l'eau.

Le recyclage est donc essentiel pour trouver une nouvelle utilisation à ces déchets et éviter qu'ils ne finissent dans la nature. Mais ce processus a aussi deux autres utilités : il permet une production de matière recyclée moins énergivore que celle de matière vierge et ne puise pas dans nos ressources souvent non renouvelables, comme nos minerais de métal ou le pétrole nécessaire à la synthèse du plastique. C'est pourquoi, depuis plusieurs années, de nombreux efforts sont faits afin d'améliorer le recyclage de nos produits. Avec le tri à domicile, nous, consommateurs, sommes à la base

Avec le tri à domicile, nous, consommateurs, sommes à la base d'une chaîne vertueuse

d'une chaîne vertueuse. Aujourd'hui, jeter les emballages en plastique, en papier ou en métal dans la poubelle jaune comme déposer les pots et bouteilles en verre dans un conteneur public est devenu

pour beaucoup d'entre nous des gestes quotidiens. Mais nous savons rarement ce qu'il advient de nos déchets une fois notre poubelle sortie sur le pas de la porte. Où vont-ils ? Sont-ils vraiment réutilisés ? Comment fabrique-t-on des emballages recyclés ? Retour sur l'itinéraire d'un déchet recyclable, de sa collecte à sa transformation en un nouvel objet. 

LE CENTRE DE TRI

La France compte 364 centres de tri, qui traitent 10 millions de tonnes de déchets ménagers par an. Parmi eux, les matériaux recyclables secs représentent 3,3 millions de tonnes, soit 50 kilogrammes par habitant. Papiers, plastiques et métaux sont tous jetés dans le même bac jaune et arrivent en vrac au centre de tri (le verre, lui, est collecté séparément dans des poubelles individuelles ou des conteneurs de couleur verte), où ils sont séparés selon leur matière par une série de machines. Celles-ci réalisent aujourd'hui un tri automatique plus rapide et précis que le tri manuel, et certaines sont même capables de capter les films plastiques et les plus petits métaux (comme les capsules de bouteilles ou les opercules de yaourts) qu'il était hier impossible de recycler. Mais cette modernisation est progressive et reste inégale : toutes les communes ne sont pas à l'heure actuelle équipées de l'ensemble des techniques décrites dans la chaîne ci-contre.

Pour faciliter ce tri, quelques bonnes habitudes sont à prendre à la maison : ne pas emboîter ses déchets afin que chaque matière soit bien identifiée et ne pas les déchirer en morceaux. Les déchets mesurant moins de 6 cm de côté, appelés « fines », sont en effet éliminés du processus de tri car potentiellement dangereux pour les employés (risques de coupures notamment). Seuls certains centres récupèrent les fines métalliques.

Les différentes étapes

7. Tri optique

Des scanners envoient des rayons visibles et infrarouges sur les déchets, qui les réfléchissent différemment selon leur couleur et leur matière. Un ordinateur distingue ainsi les papiers des plastiques, mais aussi les résines de plastique entre elles. Il active ensuite des buses de soufflage pour envoyer de l'air comprimé sur un type précis de déchets et les éjecter du convoyeur.

8. Tri manuel

En début et en bout de chaîne, des employés contrôlent le flux de déchets pour enlever les erreurs de tri émanant des habitants ou des machines. À la fin du processus, 18 % des déchets sont éliminés en moyenne.

9. Presse à balles

Regroupés par grandes familles, les déchets sont compressés par une machine pour devenir des « balles ». Ces grands cubes compacts mesurant environ un mètre de côté sont ensuite redirigés vers des usines spécifiques de transformation (voir p. 24). On obtient ainsi des balles de bouteilles en PET clair, en PET foncé ou en PEHD, de films, de briques alimentaires, d'aluminium, d'acier, de papiers journaux, de cartons...



TROIS QUESTIONS À...

RAPHAËL GUASTAVI

Directeur adjoint du service économie circulaire de l'Ademe, il insiste sur la nécessité d'alimenter une demande en matière recyclée.

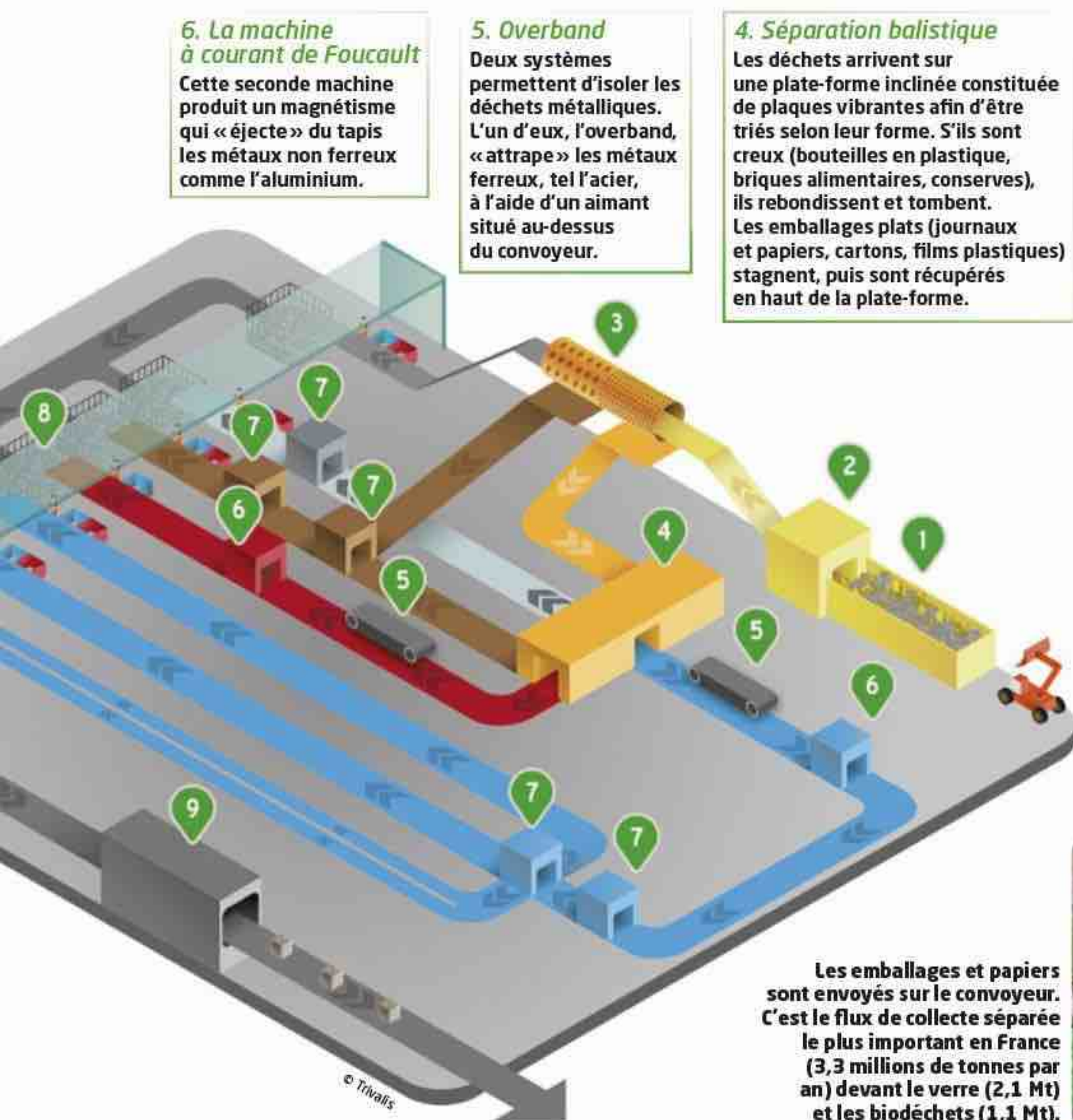
« Une offre supérieure à la demande met en danger la filière du recyclage »

Comment ça marche : L'État souhaite réduire de 15 % nos déchets ménagers d'ici 2030 et tendre vers 100 % de plastique recyclé d'ici 2025. Ces objectifs semblent difficilement atteignables...

Raphaël Guastavi : On n'y sera pas, mais les efforts sont faits :

réduction des produits jetables, développement de filières de recyclage chimique pour les plastiques type pots de yaourts... Il faut aussi s'assurer qu'on les collecte bien, car il y a encore une marge importante : les plastiques les mieux collectés sont les bouteilles,

POUR LE BÂTIMENT, LA RESPONSABILITÉ ÉLARGIE DU PRODUCTEUR (REP) OBLIGE FINANCER LA PRÉVENTION ET LA GESTION DE SES DÉCHETS.



© Citeo/Fabrice Cateloy

à 60-65%. Dans les collectivités locales qui ont mis en place la tarification incitative [payer en fonction de sa quantité de déchets, NDLR], on remarque moins de déchets et plus de participation aux collectes séparées. Cette méthode concerne aujourd'hui 10 millions de Français, et beaucoup d'autres collectivités réfléchissent à l'instaurer.

CCM : 70% des déchets en France proviennent de la construction. Prend-on aussi des mesures pour les réduire ?

R.G. : La majorité est constituée de déchets de travaux publics : granulats, terres excavées...

C'est très pondéreux mais ce n'est pas le plus problématique, car une grande partie est déjà valorisée : elle sert, par exemple, à remblayer des chantiers voisins. Le reste est des déchets du bâtiment, qu'il faut mieux trier, réemployer, recycler. Pour cela, une nouvelle filière REP (voir « Bon à savoir » en haut de la page) est en place depuis cette année. Mais il faut aussi moins construire, changer d'usage certains bâtiments au lieu de déconstruire et reconstruire. Il n'y a pas de réglementation mais une grande prise de conscience des collectivités locales et dans les formations des maîtres d'œuvre.

CCM : Quels sont les autres défis à venir pour améliorer le recyclage dans notre pays ?

R.G. : Le problème est aussi d'alimenter une demande en matière recyclée. Son prix sur le marché international est assez stable, en revanche, celui de la matière vierge peut énormément varier. Or, quand les prix de cette dernière sont très bas et plus attractifs, cela met en danger la filière de recyclage qui peut avoir plus d'offre que de demande. La solution pourrait se trouver au niveau politique, en obligeant les producteurs à utiliser un seuil minimal de matière recyclée.

LA TRANSFORMATION

Une fois rassemblée en balles au centre de tri et acheminée vers des usines spécifiques, comment chaque matière est-elle transformée afin de servir à la fabrication de nouveaux objets ?

LE PLASTIQUE

Nos déchets en plastique – matière issue du pétrole qui ne se décompose pas – sont les plus néfastes pour la planète, mais aussi ceux que l'on recycle le moins et le moins bien. En France, seuls 27 % des emballages plastiques utilisés sont envoyés au recyclage, contre 77 % pour le verre, 83 % pour le métal et 91 % pour le papier. La raison ? La multitude de résines de plastique existantes, souvent mélangées dans un même emballage et dont certaines n'ont pas de filières de recyclage adaptées actuellement. Celles dédiées au polyéthylène téréphtalate (PET) et au polyéthylène haute densité (PEHD), qui composent nos bouteilles et bidons, sont les plus développées dans notre pays, mais comportent tout de même des limites importantes. En effet, le plastique en général perd très rapidement certaines de ses propriétés, notamment sa transparence et sa solidité, lors du processus de recyclage. Les bouteilles de boisson en PET clair sont, pour l'heure, les seules qui peuvent être retransformées en bouteilles ; mais il faut quatre bouteilles usagées pour fabriquer trois bouteilles neuves, qui ne comprennent, en moyenne, que 25 % de matière recyclée. Les autres types de plastiques recyclés, comme les bidons de lessive ou les films, ne peuvent pas être utilisés pour un contact alimentaire et le mélange de leurs couleurs, qui ne peuvent être ôtées, donne une matière grise à l'usage très restreint (voir p. 28). Une filière qui peine donc encore à être vraiment circulaire pour l'instant...

Le recyclage des divers emballages plastiques

Les matières thermoplastiques peuvent être refondues et, donc, potentiellement recyclées. Composantes de nos emballages, elles sont classées en six catégories principales :

-  Se recycle en France
-  Filière en cours d'étude
-  Ne se recycle pas
-  Transformation



PET


Polyéthylène téréphtalate

Bouteilles d'eau, de soda, de jus ; barquettes de viennoiseries
 Bouteilles (PET clair uniquement), fibres textiles, vêtements en polaire...



PEHD

Polyéthylène haute densité

Bouteilles de lait, de shampoing, bidons de lessive
 Sièges auto, tuyaux



PVC


Polyéthylène haute densité

Plaquettes de médicaments ; barquettes de charcuteries



PE

Polyéthylène basse densité

Sachets de surgelés ; packs de bouteilles ; boîtes de chocolat en poudre
 Sacs-poubelle, sièges auto, tuyaux



PP

Polypropylène Rigide

Pots de rillettes ; barquettes de margarine
 Pare-chocs de voiture

Souple

Sachets de pâtes, de salade, de biscuits



PS

Polystyrène

Pots de yaourt, de crème
 Pots de fleurs, citres (en Espagne et en Allemagne)

La loi « antigaspi »

Promulguée en 2020, la « loi antigaspillage pour une économie circulaire » (loi AGEC) prévoit d'instaurer jusqu'à 2040 une série de mesures pour réduire nos déchets plastiques, mais aussi favoriser le tri, le réemploi et une production plus écologique. En 2021, elle a interdit les pailles, puis, en 2022, les sachets de thé en plastique... Cette année, elle a étendu les consignes de tri à tous les Français, interdit

la vaisselle jetable chez certains restaurateurs et l'impression systématique des tickets de caisse. Elle prévoit aussi d'abaisser la production de déchets à 501 kg/an/habitant d'ici 2030, soit - 15 % en vingt ans. Certaines mesures sont hélas trop peu connues ou respectées : sachiez-vous que depuis 2021, un vendeur de boissons à emporter a l'obligation de vous faire une réduction si vous apportez votre contenant ?

La régénération du plastique

Aujourd'hui, la quasi-totalité du recyclage du plastique est mécanique. Dans l'usine de transformation, les balles sont versées sur un convoyeur et à nouveau triées pour éliminer les matières indésirables. Les étiquettes sont décollées à la vapeur, puis les déchets sont broyés en paillettes. Celles-ci sont lavées et les différentes résines de plastique séparées par flottaison : le PET coule et le PE flotte, par exemple. Les paillettes sont ensuite séchées avant de passer dans une extrudeuse : en glissant le long d'un tube chauffé, le plastique fond et forme une pâte épaisse. Puis il est coulé sous forme de filaments, refroidi dans l'eau et, enfin, coupé en granulés qui pourront être intégrés dans la fabrication de nouveaux objets. Le plastique peut aussi être simplement broyé en paillettes ou réduit en poudre : deux procédés plus économiques mais au résultat de moindre qualité. Par ailleurs, le recyclage chimique commence à se développer et consiste à casser les liaisons moléculaires pour revenir à la source du plastique : le polymère qui le compose. Ce recyclage est de meilleure qualité mais s'avère plus polluant.



© Citeo/Mark Power/Magnum Photos



DANS LE BAC JAUNE
✓ Depuis janvier 2023, tous les emballages plastiques : bouteilles de boissons, de shampoing, de lessive, mais également films, barquettes, pots de yaourt, de crème...
✗ Les objets en plastique autres que les emballages : jouets, vaisselle réutilisable, tuyaux...



TAUX DE RECYCLAGE
Les emballages plastiques fabriqués en France contiennent en moyenne 14,5 % de matière recyclée.

LES DEEE

Les déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE ou D3E) regroupent tous les objets fonctionnant avec des piles, une batterie ou sur secteur (smartphones, télévisions, perceuses, lave-vaisselle...). Après leur collecte, ils sont démantelés et dépollués (on ôte les piles, cartouches d'encre...) dans des sites spécialisés. Leurs composants sont broyés et triés selon leur matière, comme dans un centre de tri. On récupère principalement de l'acier (51%) et d'autres métaux (7%), parfois rares comme le lithium ou le cobalt, ainsi que du plastique (19%), transportés vers les usines de recyclage appropriées.



LE TRI
Les D3E ne doivent jamais être jetés dans une poubelle mais déposés dans une déchetterie ou un point de collecte (proposés par certains magasins).



TAUX DE RECYCLAGE
La production de DEEE en France contient en moyenne 43 % de matière recyclée.

© Shutterstock : Getty



LE VERRE

En France, le verre qui compose nos emballages est dit sodocalcique, c'est-à-dire fabriqué à base de sable (silice) à environ 70%, auquel on ajoute de la soude (sodium) et de la chaux (calcium) pour faire baisser son point de fusion et améliorer sa résistance. La température de chauffe doit tout de même atteindre quelque 1 500 °C ! Mais l'atout du verre est qu'il se « refond » très bien et à plus basse température que la seule silice : l'ajout de 10% de calcin (verre recyclé) dans un four permet d'économiser 3% d'énergie. Cela tombe bien car, en France, la collecte du verre usagé est l'une des plus performantes : trois emballages jetés sur quatre sont recyclés.



1. Tri par l'habitant

85 % des 2,1 Mt de verre collectées en France sont déposées dans des points d'apport volontaire séparés.

2. Collecte

Les déchets collectés sont surtout des bouteilles de boissons alcoolisées (71%). Suivent les pots et bocaux (20%).

3. Centre de traitement

Un contrôle manuel permet de retirer les erreurs de tri. Puis le verre passe dans

une machine à courant de Foucault et un overband, qui extraient les attaches et couvercles métalliques (voir p. 23), avant d'être broyé en débris de quelques millimètres appelés calcin.

Les étiquettes sont éliminées par aspiration, tandis qu'un trieur optique capte les matières infusibles (qui ne fondent pas, comme les bouchons en céramique) et sépare, dans certains centres, le calcin par couleurs.

4. Usine verrière

Le calcin est mélangé à du verre vierge, fondu

à plus de 1 000 °C (les derniers résidus alimentaires sont alors brûlés) et coulé dans des moules. Le verre ne perd pas ses propriétés durant ce processus : une bouteille peut être refondue à l'infini.

5. Nouvelles bouteilles

Le verre neuf ne comprend jamais 100% de calcin. Le taux dépend de la couleur : jusqu'à 90% dans les bouteilles vertes contre 10% pour du verre extra-blanc, car le moindre défaut dans le calcin peut altérer sa transparence.

Avec l'essor du numérique, la quantité de papier graphique produite en France a baissé de moitié entre 2010 et 2019, passant de 3 632 Kt à 1 633 Kt.



LE PAPIER/CARTON

Papiers et cartons sont conçus à base de fibres de cellulose de bois. En variant le type de fibres (longueur, couleur...), on obtient des produits variés : carton plat (boîtes de biscuits), carton ondulé (colis), papier graphique (bureautique, presse, cahiers...), ouate de cellulose (boîtes d'œufs), papiers d'hygiène (essuie-tout, mouchoirs)... Le recyclage altère peu à peu la qualité des fibres : l'ajout de pâte de bois vierge à la pâte recyclée est donc quasi systématique, mais il est plus ou au moins important selon la qualité recherchée. Le recyclage du papier/carton est néanmoins d'un très bon niveau en France : près de 80% des déchets (8,5 Mt) sont collectés en vue du recyclage (6,7 Mt).

59 % des emballages en papier ou carton triés en France sont recyclés. 33 % sont exportés vers l'Union européenne.



DANS LE BAC VERT

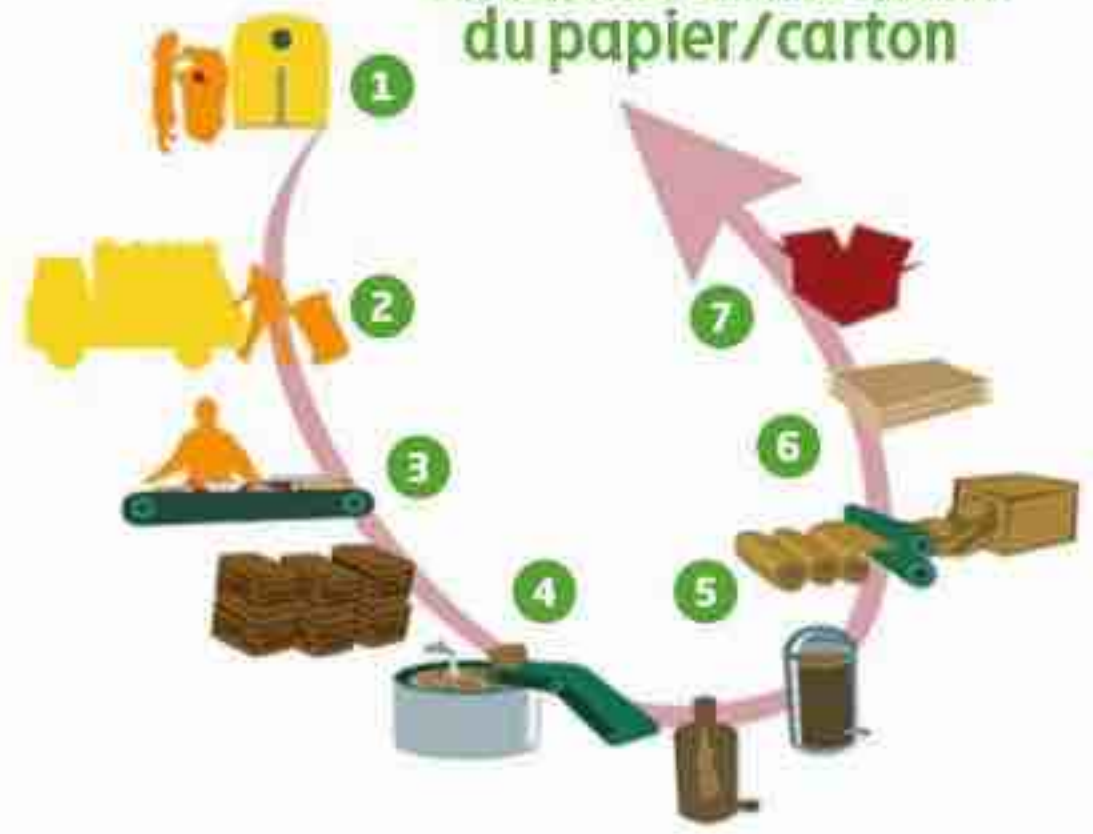
- ✓ Tous les emballages en verre (bouteilles, bocaux...) sont fabriqués avec le même type de verre sodocalcique et se recyclent.
- ✓ Les couvercles peuvent être laissés ou jetés dans le bac jaune.
- ✗ La vaisselle et les objets de décoration (vases), dont le verre possède des propriétés différentes (notamment un point de fusion plus élevé).



TAUX DE RECYCLAGE

Le verre produit en France contient en moyenne 61 % de matière recyclée.

Circuit de traitement
du papier/carton



1. Tri par l'habitant
23 % des emballages en papier ou carton (hors papiers graphiques) jetés en France proviennent des ménages (77 % émanent des industries et commerces).

2. Collecte sélective
Chaque année, 6,7 millions de tonnes de papiers et cartons sont collectées en vue du recyclage.

3. Centre de tri
Les papiers et cartons sont triés sous forme de balles, selon une norme européenne qui détermine la composition et la qualité du lot (balles de papiers/cartons mélangés, de carton ondulé, de magazines avec ou sans colle...), puis vendus à des usines papetières.


4. Pulpage
Les balles sont versées dans un grand tambour, le pulpeur, et brassées avec de l'eau pour séparer

les fibres de cellulose des autres matières (agrafes, pellicules plastiques...).

5. Épuration et désencrage
La pâte obtenue subit plusieurs traitements (tamis, centrifugeuse) pour éliminer les impuretés. Si besoin, de l'air est injecté pour isoler l'encre, qui s'accroche aux bulles d'air et remonte à la surface.

6. Égouttage et séchage
Comme pour le papier vierge, la pâte est déposée sur une toile en mouvement pour s'égoutter, puis elle est pressée et chauffée. En séchant, les fibres se ressoudent entre elles et forment une feuille de papier ou de carton.

7. Nouveaux produits
Le papier recyclé permet de fabriquer de nouveaux emballages, papiers graphiques ou d'hygiène.

- 

DANS LE BAC JAUNE

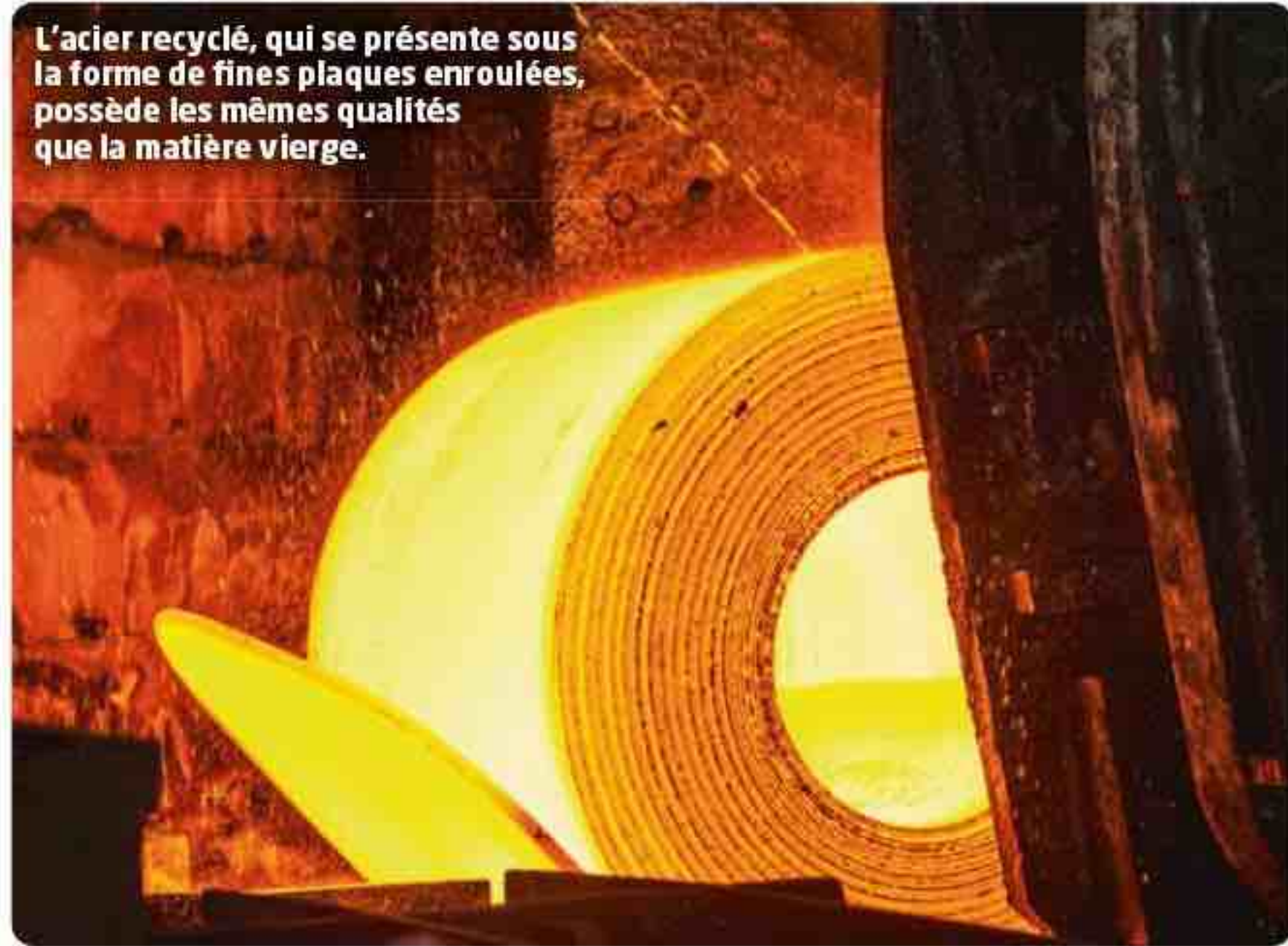
 - ✓ Tous les emballages en carton même gras (type cartons de pizzas).
 - ✓ Tous les papiers graphiques (journaux, cahiers avec agrafes, à spirales...).
 - ✗ Les papiers d'hygiène, les masques.

TAUX DE RECYCLAGE
En moyenne, papiers et cartons produits en France contiennent 71 % de matière recyclée.




LE MÉTAL

Nos déchets ménagers métalliques sont principalement en acier et en aluminium. Et chaque année, quelque 734 000 tonnes d'aluminium (tous déchets confondus : ménagers, industriels, de construction...) sont collectées pour être recyclées. Le procédé de recyclage est le même pour tous les métaux ? : ils sont d'abord chauffés à basse température pour brûler les impuretés (résidus alimentaires, étiquettes...) sans altérer le métal, puis fondus à haute température (jusqu'à 1 600 °C pour l'acier) et coulés en lingots (acier) ou en fines plaques enroulées en bobines (aluminium). L'acier et l'aluminium conservent toutes leurs qualités. Ils peuvent donc ensuite redevenir des emballages ou permettre de fabriquer d'autres objets. Leur recyclage permet d'économiser 74 % d'énergie pour l'acier et 95 % pour l'aluminium, ainsi qu'une grande quantité de minerais : par exemple, 4 tonnes de bauxite (roche renfermant l'aluminium) pour fabriquer 1 tonne de métal !



L'acier recyclé, qui se présente sous la forme de fines plaques enroulées, possède les mêmes qualités que la matière vierge.

- 

DANS LE BAC JAUNE

 - ✓ Tous les emballages alimentaires bien vidés (conserves, canettes, aérosols...).
 - ✓ Les pièces d'emballages métalliques (couvercles, capsules) sont peu à peu recyclées.
 - ✗ Les emballages de produits chimiques comme les pots de peinture ou d'engrais

TAUX DE RECYCLAGE
Les produits en aluminium fabriqués en France contiennent 51 % de matière recyclée.

Nos remerciements à Jan Le Moux, directeur économie circulaire et politiques produits chez Copacel (l'Union française des industries des cartons, papiers et celluloses) pour l'ensemble de ses précisions sur le recyclage du papier.

© Shutterstock : DR

LES LIMITES DU

Des techniques complexes et différents acteurs contribuent à donner une seconde vie à environ 30 % de nos déchets ménagers. Mais comme toute industrie, celle du recyclage a ses failles. En effet, rien ne se perd, mais...

... tout ne se transforme pas

Depuis 2023, la France entière est concernée par « l'extension des consignes de tri » : tous les emballages sont collectés quelles que soient leurs taille, forme et composition. Puis vos déchets sont bel et bien traités au centre de tri, mais certains sont écartés au cours du recyclage même si vous n'avez pas commis d'erreur. C'est le cas des trop petites pièces (voir p. 22) et de la majorité des nouveaux plastiques acceptés dans le bac jaune (pots de yaourt, sachets...), qui n'ont toujours pas de filière de recyclage chez nous. Alors, à quoi sert l'extension des consignes de tri ? Avant tout à les simplifier pour inciter plus de personnes à le faire et ainsi augmenter la part de collecte de produits réellement recyclables, mais aussi récupérer ces nouveaux plastiques pour tester leur « recyclabilité ».

... un peu est éliminé quand même

Aujourd'hui, nos objets sont, en majorité, composés de plusieurs matières. Ainsi, un pot de pâte à tartiner en verre est envoyé dans une usine de recyclage du verre. Mais il est aussi fermé par un couvercle en plastique, recouvert d'une étiquette elle-même faite d'un mélange de papier et de plastique, d'un opercule métallisé... Toutes ces matières « indésirables » seront éliminées et, au mieux, valorisées énergétiquement dans un centre d'incinération. Quelques solutions commencent à voir le jour : l'usine papetière Norske Skog à Golbey (Vosges) est alimentée par une chaudière à vapeur qui fonctionne grâce à l'incinération de ses déchets de recyclage. Mais ces investissements sont très coûteux et restent, pour l'instant, minoritaires.

En outre, le recyclage permet rarement d'obtenir un produit équivalent au produit d'origine : il s'agit souvent d'objets de moindre qualité ou de moindre valeur, et peu, voire non recyclables : c'est le cas du plastique, souvent recyclé en pièces automobiles, tuyaux... La matière n'aura donc été recyclée

qu'une fois avant de quitter la boucle de l'« économie circulaire » : on parle alors de « décyclage ».

... on ajoute un peu de matière vierge

Les nouveaux objets ne sont presque jamais fabriqués avec du 100 % recyclé : une part plus ou moins importante (29 % pour le papier, 85 % pour le plastique) de matière vierge est ajoutée pour corriger les défauts de la matière recyclée. Et même pour ceux produits à base de matière recyclable à l'infini comme les bouteilles de verre, il y a toujours un peu de matière perdue durant les étapes de tri, de fonte. Il faut donc plus d'un kilo de déchet recyclable pour obtenir un kilo de matière recyclée.

... tout consomme de l'énergie

En général, recycler consomme beaucoup moins d'énergie que fabriquer à partir d'une matière vierge (jusqu'à 95 % en moins pour le métal !), mais cette énergie n'est pas toujours moins polluante. Le papier recyclé, produit dans des usines fonctionnant aux énergies fossiles, a ainsi un bilan carbone moins bon que le papier vierge dont les sites de production utilisent les restes de bois dans une chaudière biomasse. Selon une étude réalisée par l'Ademe-Copacel en 2013, produire une tonne de pâte à papier recyclée nécessite globalement quatre fois moins d'énergie (12 600 mégajoules contre 46 500 pour la pâte à papier non recyclée) mais deux fois plus d'énergie non renouvelable (12 000 MJ contre 6 800). Et pour recycler un déchet, il faut aussi parfois le transporter sur de longues distances : la France exporte ainsi 70 % de ses déchets d'aluminium en Europe (Espagne, Belgique, Italie), Inde et Chine. De même, le verre, très lourd, est plus énergivore à acheminer que le plastique... Le recyclage a donc, lui aussi, un impact environnemental : qu'il soit en papier, en plastique, en métal ou en verre, le déchet idéal n'existe pas !



© Alsace Consigne



© Recyclerie Sportive



© Terradona

RECYCLAGE

La solution : les 3R

Le recyclage constitue la meilleure « fin » pour nos déchets. Mais avant, il faut essayer de les réduire à la source et prolonger la vie de nos objets par tous les moyens. Des démarches « responsables », dont voici trois exemples.



Réduire notre production de produits jetables

Alsace Consigne

En France, plusieurs initiatives ont remis les bouteilles en verre consignées réutilisables au goût du jour, comme Alsace Consigne, un réseau qui fédère producteurs et distributeurs de boissons. Dans sa région, des supermarchés vendent des bouteilles consignées que le client peut rapporter et qui lui sont remboursées. Lavées et renvoyées au producteur, elles pourront être réutilisées jusqu'à 30 fois, soit une économie d'énergie de 76 % par rapport à un emballage jetable.

<https://alsaceconsigne.fr/>



Réutiliser les objets arrivés en fin de vie

La Recyclerie sportive

À Bordeaux, Grenoble, Lyon, Marseille, Roubaix et en Ile-de-France, La Recyclerie sportive récupère vos équipements de sport usagés et leur offre une seconde vie. Si c'est possible, ils sont réparés et revendus pour la même utilisation. Sinon, ils sont transformés (les tables de ping-pong deviennent des meubles, les guidons de vélo des porte-manteaux...) ou bien démantelés pour être vendus en pièces détachées dans la matériauthèque de cette association. Mais jetés, ça, jamais !

recyclerie-sportive.org



Recycler davantage et mieux

L'application ou la carte Ciiink

Selon l'Ademe, 40 % du contenu de notre poubelle « tout venant » aurait sa place dans un bac de tri ! Pour inciter leurs habitants à trier davantage, une quinzaine d'agglomérations (Avignon, Clermont-Ferrand, Le Havre, Limoges...) se sont équipées de bornes Ciiink qui détectent les déchets jetés : pour chaque emballage que vous déposez dans un conteneur de tri vous engrangez des points pour recevoir des bons-cadeaux (restaurants, cinémas, salles de sport, spa...). ciiink.com

Que deviennent les déchets non recyclables ?

En France, les ordures ménagères et les recalés au tri sélectif ont deux principales destinées. 32 % sont envoyés vers 187 installations de stockage des déchets par enfouissement, autrement dit des décharges. En se décomposant, ils dégagent toutefois des gaz polluants comme le méthane. Cette technique tend donc à être remplacée par la valorisation énergétique par incinération, qui compte 119 unités traitant 22 % de nos déchets ménagers. Cette seconde méthode est notamment utilisée au centre Ecostu'Air, en Seine-Maritime. Les déchets collectés sont déchargés dans une immense fosse et récupérés par un grappin qui les mélange afin d'homogénéiser leur contenu (et de permettre une combustion plus équilibrée), puis qui les attrape pour les déposer dans un four à 850 °C capable de brûler 13 tonnes de déchets par heure, 24h/24. Il n'y a aucun tri entre la collecte des déchets ménagers et leur combustion : aucun recyclable n'est ainsi « sauvé », d'où l'importance de bien trier ses déchets chez soi.

La chaleur dégagée permet de produire de la vapeur d'eau, qui passe ensuite dans un turbo-alternateur pour faire tourner une turbine dont la force est transformée en électricité. L'électricité produite est consommée à 67 % par Ecostu'Air. Le reste est vendu, tout comme la vapeur, envoyée vers une usine sucrière voisine, qui l'utilise pour l'extraction du sucre. L'incinération produit aussi des fumées, épurées par trois filtrations différentes, des résidus combustibles (notamment du métal, envoyé vers des filières de recyclage dédiées) appelés mâchefers (220 kg pour une tonne d'ordures ménagères), ou encore des cendres (stockées en tant que déchets dangereux) et du CO₂, relâché dans l'air car impossible à capter à l'heure actuelle.

Actu

Samedi 3 juin de 10 à 17 heures, Ecostu'Air (Saint-Jean-de-Folleville, 76) ouvre ses portes au public : l'occasion de découvrir comment sont incinérés nos déchets, mais aussi de rencontrer d'autres acteurs qui participent, à leur manière, à leur donner une seconde vie : représentants de centres de tri, de ressourceries...

INTERVIEW


HUGO DUMINIL-COPIN

«Les maths, c'est une démarche profondément créative!»

Lauréat de la médaille Fields, l'équivalent d'un prix Nobel de mathématiques, ce Français est un découvreur dans sa discipline où il «s'amuse» notamment avec les probabilités. Et sa passion communicative fait voler en éclats quelques idées reçues...

Par Santiago Rodriguez

Ce fan de handball et de musique est devenu, le 5 juillet 2022, le treizième Français à se voir décerner une médaille Fields. Attribuée tous les quatre ans par le Congrès international des mathématiciens, cette distinction suprême récompense des progrès mathématiques réalisés par de jeunes chercheurs (moins de 40 ans). Après avoir suivi la voie royale (lycée Louis-le-Grand, classe préparatoire, concours d'entrée aux grandes écoles, École normale supérieure...), avec l'objectif de devenir enseignant (il a obtenu l'agrégation en 2008), Hugo Duminil-Copin se rend compte que sa vraie passion, c'est de «jouer» avec les mathématiques.

Il décide alors de se tourner vers la recherche scientifique. Son talent et son travail lui vaudront plusieurs prix dont celui de la Société mathématique européenne en 2016 (qui «reconnait d'excellentes contributions aux mathématiques par de jeunes chercheurs d'au plus 35 ans») ou encore le Grand Prix Jacques-Herbrand de l'Académie des sciences en 2017 (qui distingue des chercheurs de moins de 35 ans, dont les travaux sont jugés «utiles au progrès des sciences physiques ou de leurs applications pacifiques»). Hugo Duminil-Copin a notamment travaillé sur les changements de comportement de la matière, par exemple l'eau qui devient solide lorsqu'on la refroidit. Et pour ce faire, il utilise les probabilités, autrement dit la physique statistique. 

© Julien Faure/Laex tra via opale

Hugo Duminil-Copin est le treizième mathématicien français à décrocher la prestigieuse médaille Fields.



Comment ça marche:
Qu'est-ce que la médaille Fields a changé dans votre vie?

Hugo Duminil-Copin:

Il n'y a pas eu de changement fondamental au niveau professionnel, puisque la reconnaissance était déjà là avant. Ce qui est plus intéressant, ce sont les changements de comportement en dehors du milieu académique. C'est-à-dire que l'exposition médiatique et publique a été bien plus importante qu'auparavant. J'ai donc découvert quelques petites choses, comme les interviews. C'est assez intense de temps en temps, mais intéressant.

CCM: Vous êtes devenu une sorte d'ambassadeur de la vulgarisation mathématique. Est-ce que vous vous envisagez comme tel?

H. D.-C.: À vrai dire, l'exposition médiatique, ce n'est pas quelque chose que je recherche. Moi, j'aimerais avoir surtout du temps pour ma recherche et mon enseignement à l'université. Mais je ressens également une responsabilité de faire une bonne publicité, d'expliquer ce qu'est un chercheur ou une chercheuse et, plus largement, ce qu'est la science.



BIO EXPRESS

1985

Naissance à Châtenay-Malabry (92).

2003

Classe préparatoire (MPSI) au lycée Louis-le-Grand (Paris).

2008

Agrégation de mathématiques à l'École normale supérieure de Paris.

2011

Thèse, puis postdoctorat à l'université de Genève.

2014

Professeur à l'Université de Genève.

2016

Prix de la Société mathématique européenne (EMS).
Professeur à l'Institut des hautes études scientifiques.

2017

Prix New Horizons in Mathematics et Grand Prix Jacques-Herbrand de l'Académie des sciences.

2022

Il reçoit la médaille Fields.

« Parfois, les idées mathématiques viennent à un moment imprévu. Sous la douche, en promenant le chien... »

CCM: Vous êtes passionné de sport et de musique. Comment s'articulent ces activités avec votre autre passion que sont les mathématiques?

H. D.-C.: Assez bien. Parfois, je fais plus de l'un, parfois, plus de l'autre. Depuis la naissance de ma fille, j'essaie de veiller à avoir des horaires de bureau normaux, pour passer du temps avec ma famille et pour mes autres activités, comme le sport.

Je trouve cela extrêmement important car, parfois, les idées mathématiques viennent à un moment imprévu. Sous la douche, en promenant le chien... Finalement, le cerveau carbure toujours un peu. D'ailleurs, quelle que soit sa passion, c'est très utile de pouvoir en sortir de temps en temps, pour y revenir avec une vision un peu différente. C'est particulièrement vrai pour

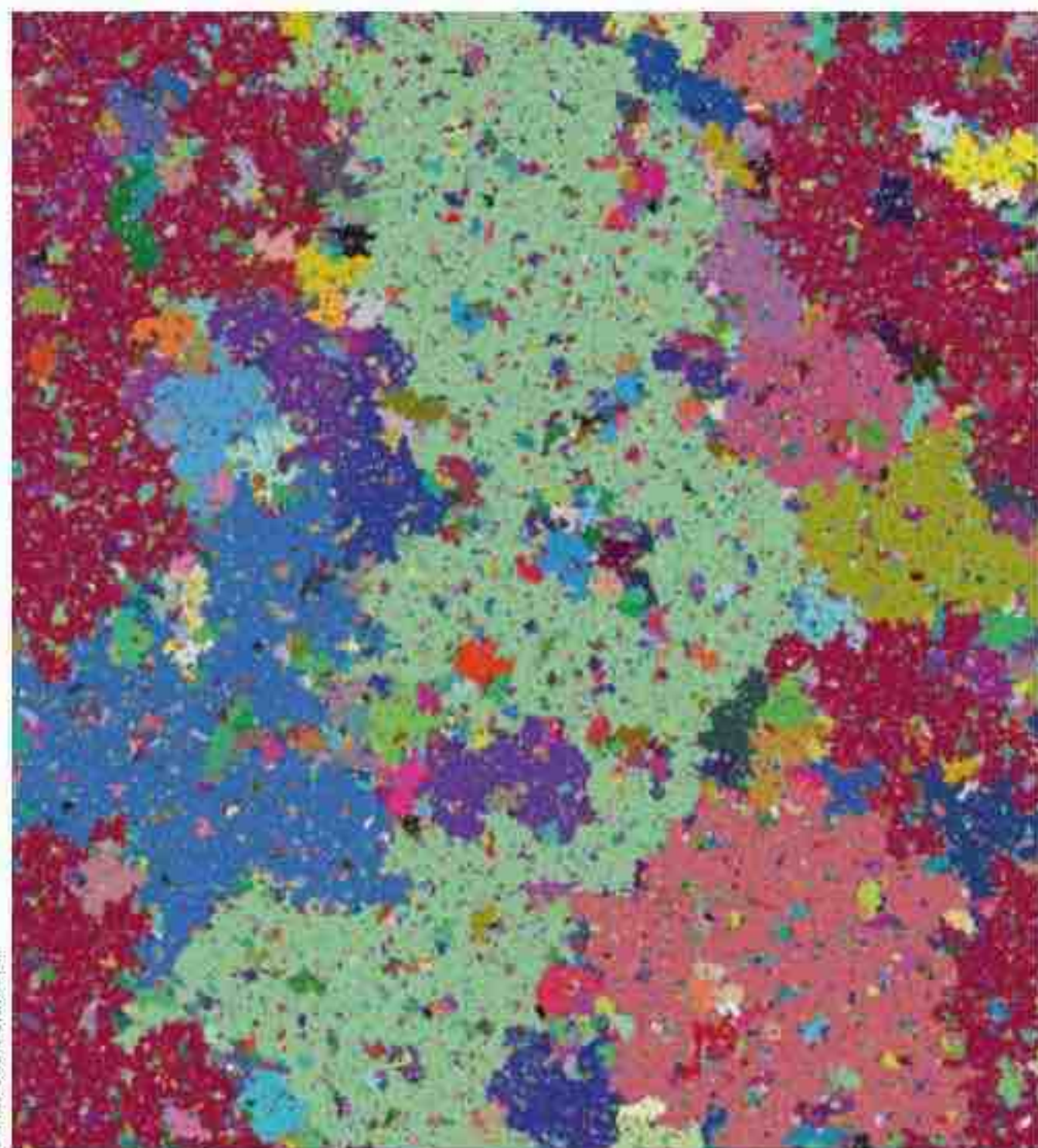
les maths, quand on est pris par un problème, par exemple, il est crucial de pouvoir s'extraire un peu, couper sa réflexion, y revenir plus tard.

CCM: Nous aussi, nous faisons des maths tous les jours?

H. D.-C.: Il est vrai que l'on parle souvent de l'utilité des maths pour ceux et celles qui en ont besoin dans leur métier. Mais il y a aussi les maths ...

« Si on n'est pas très bon en maths, on pense ne pas pouvoir prendre de plaisir à en faire. Or, c'est faux ! »

Hugo Duminil-Copin a été récompensé notamment pour ses travaux sur la théorie de la percolation (du latin *percolare*, « couler à travers »). Celle-ci permet de modéliser la porosité des matériaux pour comprendre si un gaz ou un fluide peut les traverser (ci-dessous une simulation).



© Mendes Oulamara

... de tous les jours, celles des citoyens et des citoyennes. Et il y en a beaucoup. En réalité, ça va du raisonnement logique jusqu'au calcul mental, en passant par la géométrie dans l'espace. Par exemple, quand on imagine le plan de chez soi, quand on est en train d'organiser sa journée, quand on fait des calculs à la caisse d'un magasin, tout ça, ce sont des mathématiques. Quand on fait un raisonnement logique, quand on lit un article sur Internet et que l'on se pose la question : « Est-ce que c'est un article dans lequel le raisonnement est juste ? », cela implique des déductions logiques et, donc, des maths. Peut-être qu'effectivement, tout le monde n'utilise pas la notion de dérivée (NDLR : notion mathématique qui permet de calculer l'ampleur de changement d'une valeur) au quotidien, mais les maths, ce n'est pas juste ça. Apprendre

à raisonner logiquement, formuler une hypothèse, arriver à une conclusion... ce sont des raisonnements que l'on apprend en mathématiques et qui nous servent dans notre vie quotidienne.

CCM : Que répondez-vous à ceux qui disent qu'ils n'ont jamais été bons en maths et qu'ils ne pourront jamais en faire ?

H. D.-C. : Premièrement, il y a beaucoup de gens qui disent qu'ils étaient mauvais en maths alors qu'ils ne l'étaient pas. Ils disent : « Ah, mais j'étais vraiment nul en maths, parce que je travaillais et j'avais 13 de moyenne. » Alors que si vous avez 13 de moyenne, vous n'êtes pas mauvais en maths. La perception de son niveau en mathématiques est donc déjà complètement perturbée. Deuxièmement, ce qui me choque un peu, c'est que quand on parle de maths, les gens ont tendance à corréler deux choses qui, de mon point de vue, ne sont clairement pas liées : ils associent niveau et plaisir. Autrement dit, si vous n'êtes pas très bon en maths, vous ne pouvez pas prendre de plaisir à en faire. Et inversement, si vous êtes bon, vous prenez forcément du plaisir. Pourtant, c'est faux ! Ce serait exactement comme dire que pour apprécier le footing, il faut être capable de courir le marathon en moins de trois heures. Or, ce n'est pas vrai. Certains apprécient de faire du footing même s'ils ne sont pas spécialement de bons coureurs. Pourquoi ? Parce qu'ils débutent et, avec le temps, progressent. En général, ils commencent à comprendre leur corps, puis à aimer l'effort... C'est la même chose avec les maths. À n'importe quel niveau, on peut apprécier d'en faire. Le problème, c'est que l'école étant essentiellement le seul contact que la plupart ont eu avec les maths, ils ont forcément cette connexion dans la tête : si je suis en difficulté

sur tel aspect des maths, j'ai une mauvaise note. Je trouve dommage qu'il n'y ait pas plus de contacts. Mais ce n'est pas le problème de l'école, c'est un problème des maths, de ne pas réussir à les connecter avec les gens en dehors du cadre scolaire. Quand quelqu'un dit qu'il aime le français, il aime la lecture en général. Pourtant, je ne suis pas certain qu'il aimait les examens, les dictées ou les analyses de textes. C'est quand même rare que ce soit l'examen lui-même qui était apprécié dans la discipline. On aime la lecture parce qu'on lit en dehors de l'école et qu'on y prend du plaisir. Ce serait bien qu'il existe la même chose avec les maths. Tant qu'il n'y a pas ça, je trouve que c'est difficile de dire qu'on n'aime pas les maths.

CCM : Vous parlez énormément du processus de création en maths. Comment l'expliquer à ceux pour qui les maths se résument à reproduire une méthodologie, appliquer un théorème ?

H. D.-C. : Malheureusement, les enseignants doivent suivre des programmes chargés et ils peuvent être forcés, parfois, de donner juste le contenu et demander de le reproduire : appliquer tel théorème, dériver telle fonction... Mais on apprend peu à découvrir. Et c'est ce travail de découverte, d'un certain point de vue, qu'on appelle création : on tâtonne sur un problème, on développe des outils (mentaux quand on fait des maths)... Ce travail de création d'outils est très proche du processus créatif lorsqu'on peint une toile ou tire un penalty. Les gens ont été peu confrontés à ça, et pourtant, les maths, c'est ça. La plupart du temps, j'essaie d'élaborer de nouveaux outils, peut-être à partir d'un théorème, qui vont me servir à démontrer une nouvelle chose, comprendre un nouveau problème et, là, c'est une démarche profondément créative.

LE MAG QUI DÉCRYPTE LE MONDE



à partir de
49 €
par an

JE M'ABONNE

11 numéros - 1 an

49 €

59,40 € - 18% (1)

POURQUOI S'ABONNER ?

- Tarif avantageux
- Livraison gratuite en France
- Je peux changer de formule
- Accès gratuit à la version numérique dans votre espace client

ABONNEZ-VOUS SIMPLEMENT SUR INTERNET

FLEURUSPRESSE.COM

AVEC VOTRE CODE PROMO

CCM223

OU

PAR TÉLÉPHONE

01 87 64 05 32

Du lundi au vendredi de 9 h à 19 h.

OU PAR COURRIER À RETOURNER ACCOMPAGNÉ DE VOTRE RÈGLEMENT :

CDN VIVETIC - SERVICE FLEURUS PRESSE - TSA 10017 - 93539 AUBERVILLIERS CEDEX

Tél. : 01 87 64 05 32 (appel non surtaxé)

MES COORDONNÉES

NOM*, PRÉNOM*

COMPLÈMENT D'ADRESSE (RÉSIDENT, BÂTIMENT, LIEU DIT...)

NUMÉRO DE VOIE*

VOIE* (AVENUE, RUE...)

CODE POSTAL*

COMMUNE*

TÉLÉPHONE (pour vous communiquer des informations sur votre abonnement)

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

COORDONNÉES DE L'ENFANT À ABONNER

POUR :

NOM*, PRÉNOM* DE L'ENFANT

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

COMPLÈMENT D'ADRESSE (RÉSIDENT, BÂTIMENT, LIEU DIT...)

NUMÉRO DE VOIE*

VOIE* (AVENUE, RUE...)

CODE POSTAL*

COMMUNE*

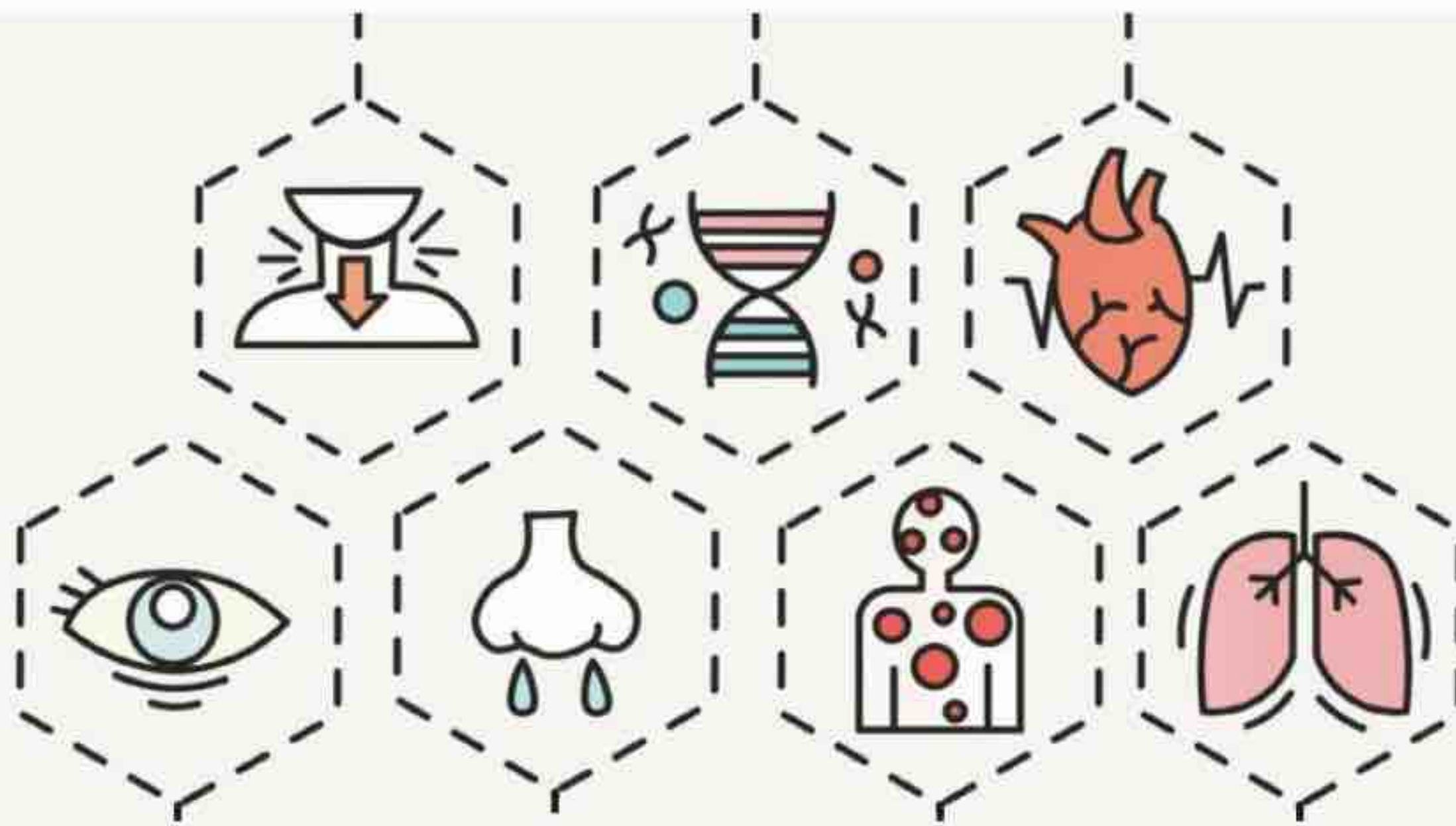
DATE DE NAISSANCE (pour lui souhaiter son anniversaire et lui envoyer des surprises)

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

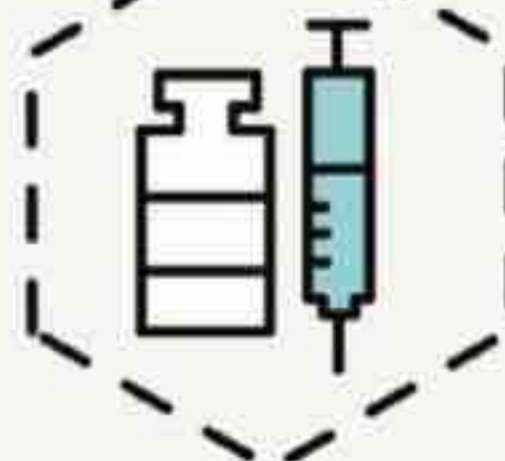
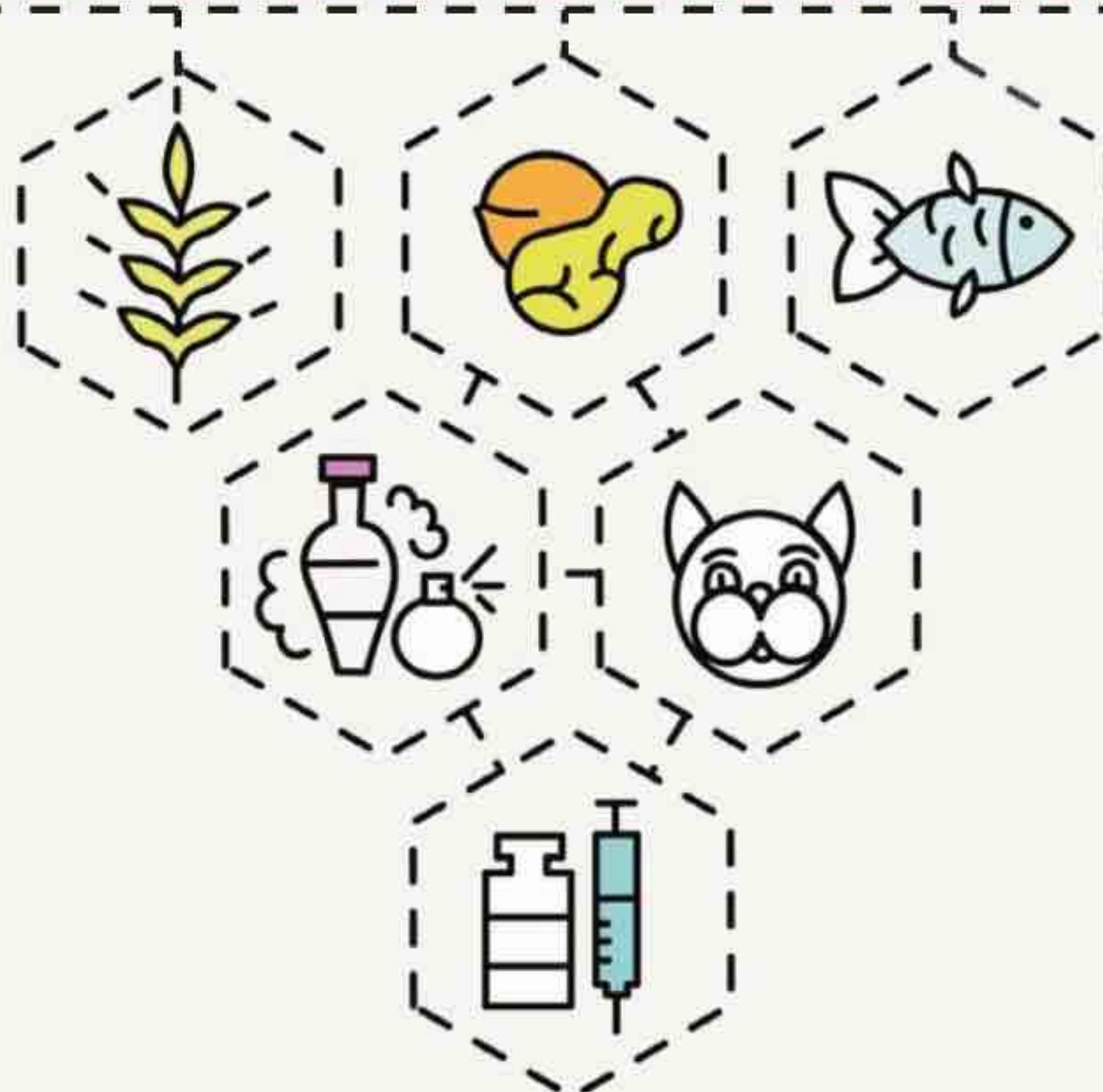
DATE

SIGNATURE OBLIGATOIRE

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



EN FINIR AVEC LES ALLERGIES





Elles sont de plus en plus fréquentes et il n'y a pas d'âge pour souffrir de ces réactions excessives de notre système immunitaire. Mais des solutions permettent de les éviter ou d'en limiter les symptômes.

Par Aude Claire de Parcevaux

Ca chatouille et ça gratouille à la fois. Éternuements intempestifs, démangeaisons, nez encombré, yeux rougis et larmoyants... Chaque année, le retour du printemps signe aussi celui des pollens et des allergies. En France, 20% des enfants de plus de 9 ans et 30% des adultes sont victimes de rhinite ou de conjonctivite allergique. En cause : les centaines de milliers de grains de pollens hyperlégers et de petite taille, dits anémophiles, dont la fonction est de transporter les gamètes (les cellules reproductrices) mâles des végétaux vers les gamètes femelles. Transportés par le vent, ils peuvent parcourir des centaines de kilomètres. En suspension dans l'air, ils entrent en contact avec nos muqueuses et pénètrent dans notre appareil respiratoire, entraînant une réaction allergique. Mais comment celle-ci se déclenche-t-elle ?

Que l'on soit allergique à un pollen, à un aliment, aux poils de chat ou à toute autre chose (voir p. 38), le mécanisme est toujours le même : notre corps réagit de manière inadaptée et excessive face à une substance a priori inoffensive mais que notre système immunitaire juge dangereuse. Pour se défendre contre cet envahisseur, il stimule la production d'anticorps, les immunoglobulines E (IgE), par les globules blancs (voir schéma p. 36), ce qui induit la libération de molécules telles que l'histamine (voir schéma p. 37). Cette dernière provoque à son tour une réaction inflammatoire, à l'origine de symptômes allergiques comme l'urticaire, la congestion nasale, voire, dans des cas très graves mais heureusement peu fréquents, un choc anaphylactique pouvant entraîner la mort. Or, le nombre d'allergies ne cesse de croître. Il a été multiplié par quatre au cours des cinquante dernières années, et la prévalence des allergies respiratoires par trois en

trente ans ! Quant aux allergies alimentaires, environ 8% des enfants en souffrent désormais, alors qu'elles étaient très rares il y a seulement trente ans.

Pourquoi une telle progression ? Si l'aspect génétique de l'allergie est connu, les raisons de leur multiplication sont à rechercher dans notre environnement. À commencer par le réchauffement climatique. L'allongement des saisons et la hausse des températures ont étendu la période des pollens et élargi les zones géographiques concernées par de fortes concentrations de ces derniers, en raison du déplacement vers le nord d'espèces végétales jadis

cantonnées au sud. Facteur aggravant, la pollution atmosphérique, notamment les émissions de CO_2 qui décuplent la puissance allergisante des pollens.

L'autre grand coupable est, en effet, la pollution, plus particulièrement les polluants atmosphériques émis par les transports (dioxyde d'azote et particules fines), qui irritent les muqueuses. L'exposition précoce d'un nouveau-né au dioxyde d'azote (NO_2), lié aux moteurs diesel, est ainsi associée à une incidence plus importante de l'asthme et des allergies. La pollution de l'air à l'intérieur de nos habitations joue également un rôle : aux allergènes naturels (acariens, poils d'animaux et moisissures) s'ajoutent les

La réaction allergique se déroule en deux temps

1. Phase de sensibilisation

A. Premier contact

Quand un allergène entre dans l'organisme pour la première fois, il est avalé, puis digéré par des cellules macrophages. Elles le transforment afin que les lymphocytes T (des globules blancs spécifiques) puissent le reconnaître. Ceux-ci identifient la présence d'un ennemi et produisent alors des cytokines (des molécules signaux qui donnent l'alerte).

B. Production d'anticorps

Alertés par les cytokines, les lymphocytes B (un autre type de globules blancs) libèrent des IgE, des anticorps spécifiques à cet allergène, capables de le reconnaître et de se lier à lui.

C. Sensibilisation

Les anticorps passent dans le sang et viennent se fixer sur les mastocytes, de grosses cellules du système immunitaire présentes près de la peau et des muqueuses. Cette phase dure dix jours et ne donne aucun symptôme.

2. Phase de réaction

A. Activation des mastocytes

Lors d'un deuxième contact avec l'allergène, celui-ci se lie aussitôt avec les anticorps portés par les mastocytes, ce qui les active.

B. Réaction inflammatoire

Les mastocytes libèrent alors une substance appelée histamine (voir page ci-contre), qui se fixe aux récepteurs des cellules avoisinantes. Elle provoque une réaction inflammatoire, et donc les symptômes de l'allergie. Tout cela dure de dix à vingt minutes.

polluants domestiques (limonène et formaldéhydes dans les produits d'entretien, conservateurs dans les cosmétiques...), favorisant le développement de symptômes allergiques. Sans parler du rôle délétère du tabac. Les allergies alimentaires doivent, elles, leur progression à l'évolution de notre microbiote intestinal (les bonnes bactéries de nos intestins), en lien avec la consommation accrue de produits ultra-transformés.

Enfin – et c'est un paradoxe –, notre niveau d'hygiène, bien meilleur qu'il y a cinquante ans, est également sur la sellette. Notre corps possède plusieurs types de cellules immunitaires qui ne peuvent pas être mobilisées en même temps : certaines sont chargées de lutter contre les bactéries et les champignons, tandis que d'autres sont dédiées au combat contre les allergènes. Autrement dit, quand il est sollicité par de « vrais » ennemis, notre système immunitaire a moins de disponibilité pour affronter les autres.

Face à cet accroissement du risque allergique, la première solution consiste à éviter le contact avec de possibles allergènes. Pour les aliments, c'est relativement facile, puisque, depuis 2015, industriels comme restaurateurs sont tenus d'indiquer sur les étiquettes et les menus la présence potentielle de ces indésirables. De même, quelques mesures simples permettent de circonscrire efficacement la pollution intérieure : aérer quotidiennement son logement, ne pas fumer, limiter le nombre de produits d'entretien, éviter les sprays qui polluent l'air, préférer des meubles d'occasion plutôt que des produits

flambant neufs riches en composés organiques volatils (COV)... Pour les pollens, la carte publiée quotidiennement par le Réseau national de surveillance aérobiologique (RNSA) permet de suivre avec précision leur progression (voir p. 38). En cas d'alerte, il est ainsi recommandé d'aérer son habitation plutôt avant ou après le coucher du soleil, de se dispenser d'activités sportives en extérieur, de renoncer à tondre sa pelouse, d'arroser le soir pour faire retomber les pollens, de ne pas faire sécher son linge dehors et de se rincer les cheveux en fin de journée. Si, malgré ces précautions, l'allergie est là, la prise d'antihistaminiques permet de diminuer les symptômes provoqués par l'histamine. Cette molécule est synthétisée par de nombreux organes et stockée principalement dans des cellules immunitaires, les mastocytes (voir infographie ci-dessous). Ceux-ci la libèrent au niveau de la peau, de l'intestin, du foie et des bronches en présence d'un corps étranger comme un allergène.

Mais la seule parade efficace pour en finir vraiment avec l'allergie est la désensibilisation. À l'instar d'un traitement vaccinal, elle repose sur l'administration régulière durant trois à cinq ans d'extraits d'allergènes (voir p. 39). Cette thérapie, certes longue, a fait ses preuves et ses bénéfices apparaissent dès trois ou quatre mois. 🧠

Le nombre d'allergies a été multiplié par quatre au cours des cinquante dernières années

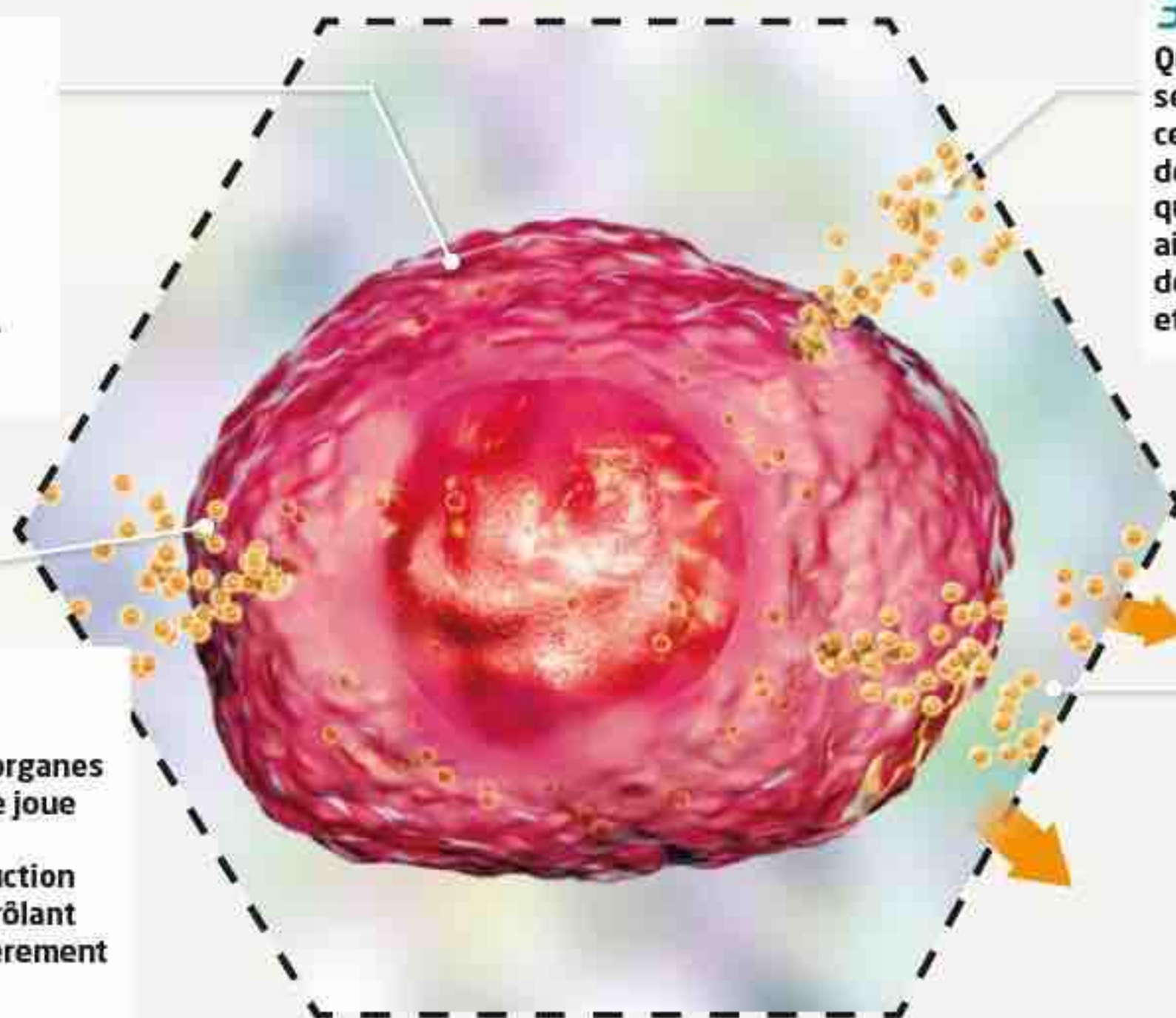
Zoom sur l'histamine, à l'origine des symptômes

1. Localisation

Les mastocytes sont un type de globules blancs. Présents dans l'ensemble de notre corps, ils stockent, dans leur cytoplasme, l'histamine sous forme de petits grains agglomérés (des granulations). Ce sont nos principales réserves en histamine.

2. Fabrication

L'histamine est naturellement synthétisée par de nombreux organes (estomac, cerveau, peau...). Elle joue un rôle de messager chimique, régulant, par exemple, la production d'acide dans l'estomac ou contrôlant l'éveil. Son action est particulièrement visible quand elle déclenche les symptômes de l'allergie.



3. Libération

Quand des anticorps (IgE) se fixent sur un mastocyte, celui-ci expulse le contenu de leurs granules. De grandes quantités d'histamine sont ainsi libérées au niveau de la peau, de l'intestin, du foie et des bronches.

4. Action

L'histamine accroît le diamètre et la perméabilité des petits vaisseaux sanguins, et active les cellules inflammatoires, provoquant un œdème ou des rougeurs. Elle stimule la production de mucus et les muscles lisses des bronchioles se contractent, ce qui entraîne écoulement et démangeaisons du nez, troubles respiratoires (asthme) ou digestifs.

Allergènes, le jeu des 7 familles

Dans notre vie quotidienne, nous rencontrons nombre de substances susceptibles de déclencher des réactions de défense de la part de notre système immunitaire. Voici les principales.



Les pollens

Première source d'allergie respiratoire, elle concerne, en France, 20 % des adolescents et 30 % des adultes.



Les acariens

Invisibles à l'œil nu, ils se nichent dans la poussière et la literie (couettes, matelas). 5 % de la population française y est allergique.



Certains animaux de compagnie

Une protéine, contenue dans la salive ou les larmes du chat (parfois du chien) et propagée par ses poils, est un allergène pour environ 3 % des Français.

Les cartes du RNSA informent jour par jour sur le niveau des pollens dans l'air et donnent les prévisions pour chaque département ou espèce végétale.



Pollen : l'ennemi n°1

Pour informer les personnes allergiques des risques d'exposition aux pollens, un système de surveillance a été mis en place en 2014. Le RNSA (Réseau national de surveillance aérobiologique) publie quotidiennement des cartes qui en synthétisent les données. De quoi suivre la situation département par département, mais également connaître les prévisions d'évolution pollinique selon les espèces végétales, car toutes n'ont pas le même potentiel allergène.

• Risque allergique très élevé :

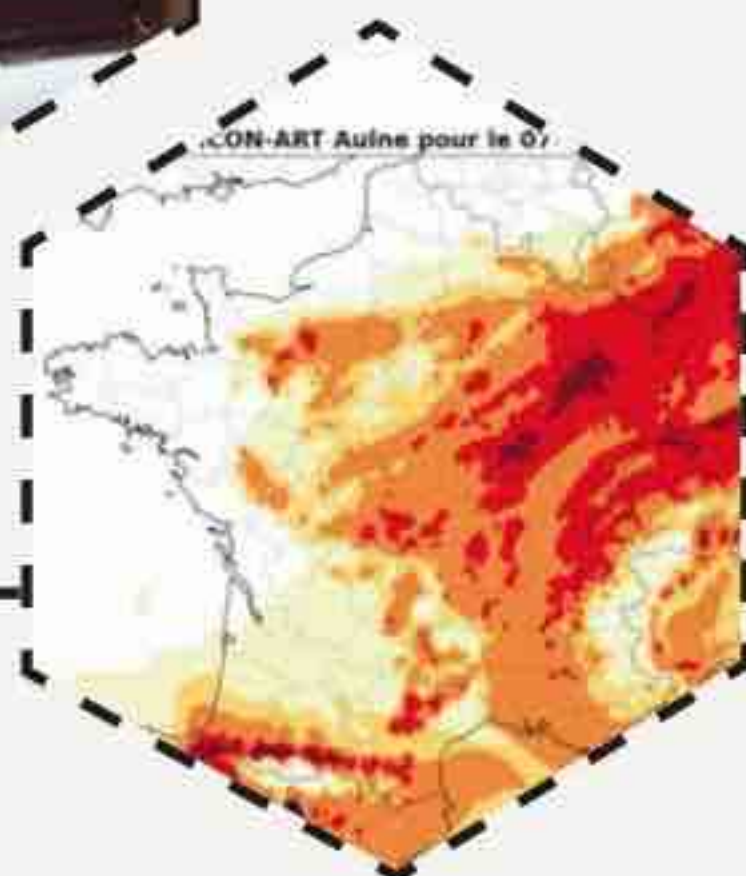
les graminées ; le bouleau et la pariétaire (dans le nord de la France) ; le cyprès, le thuya, le genévrier et l'olivier (dans le sud de la France) ; l'aulne, le charme commun ; le frêne, le mûrier à papier, le noisetier ; l'ambroisie et l'armoise.

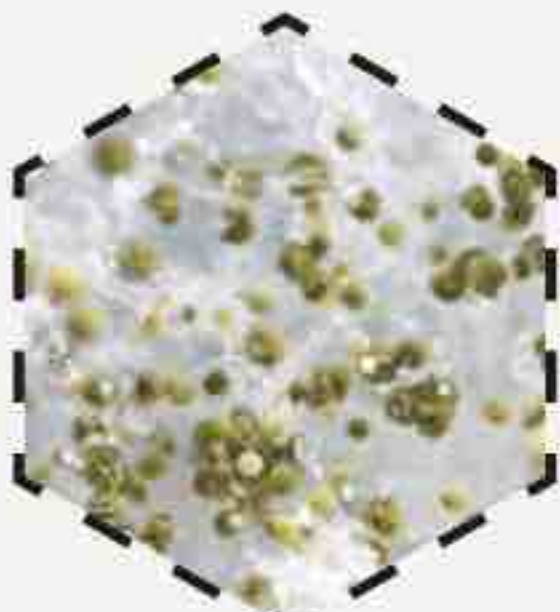
• Risque allergique élevé :

le platane ; le chénopode, l'amarante et d'autres espèces de la famille des Amaranthaceae ; le plantain.

(Source : ministère de la Santé)

POUR CONSULTER LES CARTES DE RISQUES ET/OU LES ALERTES POLLINIQUES : site Internet (Pollens.fr) et application pour smartphone (Alertes pollens)





Les moisissures

Les champignons présents dans les lieux mal aérés libèrent des spores qui provoquent les mêmes réactions que les pollens.



Certains aliments

Arachides, fruits à coque, œufs, lait, voire tomates et fruits rouges, déclenchent des allergies chez 8 % des enfants et 4 % des adultes.



Les médicaments

Antibiotiques, anti-inflammatoires non stéroïdiens ou encore aspirine peuvent entraîner des réactions allergiques, parfois très graves.



Les venins

Suite à une piqûre de guêpe, d'abeille ou de frelon, 3 % des adultes développent une réaction allergique, plus ou moins sévère.

Comment se passe une désensibilisation ?

Tout d'abord, on effectue un bilan sanguin et des tests cutanés ou alimentaires afin d'identifier précisément le ou les allergènes en cause. Le patient est ensuite mis en contact avec de très faibles doses de cette ou ces substances pour apprendre à son organisme à les tolérer. Longtemps administré sous forme d'injections sous-cutanées, hebdomadaires puis mensuelles, le traitement se fait aujourd'hui par voie sublinguale : le patient doit prendre le matin des gouttes d'allergènes, les garder deux minutes sous la langue, puis les avaler. Pour les pollens, le traitement se fait même par comprimés. Il doit être effectué durant trois à cinq ans, et avoir lieu deux à trois mois avant le début de la saison pollinique. Il reste ensuite efficace au moins deux ans après son arrêt. Cette désensibilisation, appelée immunothérapie allergénique, a notamment fait ses preuves contre les allergies respiratoires et les venins.

Pour le diagnostic, on dépose une goutte de plusieurs allergènes sur l'avant-bras ou le dos du patient. Puis, on note l'apparition de réactions (rougeurs, démangeaisons), signes d'une allergie.





AUX ORIGINES



L'archéologie l'a révélé, la connaissance des substances colorantes est ancienne. Une palette rudimentaire que l'homme n'a cessé d'enrichir pour peindre, s'habiller, décorer...

Par Édith Pauly



Depuis très longtemps, les hommes s'intéressent à la couleur. Les Homo sapiens et les Néandertaliens utilisaient déjà des terres colorées comme l'ocre, un mélange d'oxyde de fer et d'argile, le kaolin, une argile blanche... Les premiers vestiges d'ocre, datés d'environ 250 000 ans, ont été découverts à Maastricht, aux Pays-Bas. Quelques gouttes sur le sol, d'un matériau provenant d'une carrière située à 40 kilomètres. Selon l'archéologue britannique Paul G. Bahn, spécialiste de la préhistoire, outre les peintures, l'ocre a aussi pu servir à neutraliser les odeurs et à mieux conserver le corps des défunts grâce à ses propriétés antibactériennes. Au cours du Paléolithique, qui commence il y a 3,3 millions d'années pour se terminer il y a 11 700 ans, la palette préhistorique s'élargit. On voit apparaître du blanc de craie et du noir de charbon, d'origine végétale ou bien issu d'os calcinés, sur les fresques rupestres, comme en France dans la

grotte de Chauvet (-37 000 à -33 500 ans) ou dans celle de Lascaux (-21 000 et -21 500 ans environ). Au Néolithique (-6 000 à -2 200 ans), d'autres matières colorantes sont découvertes. En Provence, dans la grotte de l'Audoste, on a trouvé les graines d'un arbuste, le pastel des teinturiers ou *Isatis tinctoria* L (voir p. 40). C'est à cette époque, en effet, que les hommes commencent à utiliser les pigments pour teindre les tissus.

Pendant l'Antiquité (à partir de 3 000 ans av. J.-C.), la garance, une plante dont on extrait le pigment rouge de ses racines, est cultivée par les Grecs, les Romains et les Gaulois pour colorer les textiles. De leur côté, les Égyptiens sont friands du bleu du lapis-lazuli, une pierre afghane, qu'ils broient pour décorer murs et sarcophages. Plus tard, au Moyen Âge, on voit apparaître un bleu-violet issu d'un


tournesol, appelé parfois morelle ou croton, utilisé pour les enluminures des manuscrits comme pour les étoffes. Une teinte qui vient s'ajouter au jaune du safran ou du genêt pour les draps

**Plantes, minéraux
et animaux ont fourni
longtemps l'essentiel
des matières colorantes**

DE LA COULEUR

de laine et de soie... Durant la Renaissance, le smalt, un bleu tiré d'un mélange de silicate de potassium et de cobalt brûlé, entre dans la boîte de couleurs des peintres, verriers et céramistes. La découverte de l'Amérique en 1492 et celle du Pacifique au siècle suivant ouvrent la porte à de nouveaux coloris, tels le noir-violet du bois de campêche ou le rouge vif tiré de la cochenille, un insecte (*voir p. 41*). Curieusement, certaines plantes aux propriétés médicinales connues parfois depuis le Moyen Âge ne seront exploitées que très tard pour la teinture. Ainsi, le cachoutier, un arbre épineux originaire de Chine et d'Inde (antidiarrhéique, antiseptique, expectorant...) fournit un jaune foncé à brun apparu seulement en 1830 sur les textiles.

Regain d'intérêt pour les colorants naturels

En fonction de l'endroit où ils vivent, de ce que leur offre la nature (plantes, minéraux, animaux), les hommes ne cesseront d'extraire de nouveaux pigments pour développer leurs activités. Mais à partir du XIX^e siècle, le recours à la chimie va tout bouleverser. L'industrialisation des couleurs qui va de pair fait chuter les coûts. Et pour cause : la chimie nécessite que très peu de main-d'œuvre. Par ailleurs, la qualité des colorants est supérieure, ils se délavent moins à la lumière ou au lavage et l'éventail des coloris s'enrichit grandement. Autant d'atouts qui vont sonner la fin des matières tinctoriales naturelles, même si, ces dernières années, les préoccupations écologiques suscitent un regain d'intérêt pour les produits issus de la nature. 

Pigments & colorants, quelles différences ?

Tous sont des substances qui colorent. Mais la plupart des pigments naturels ne sont pas miscibles, c'est-à-dire qu'ils ne se dissolvent pas dans l'eau mais y restent en suspension. Ils ne peuvent donc pas adhérer durablement à une matière puisque, une fois secs, ils redeviennent poudre... Afin de fixer la couleur à son support, les hommes ont fabriqué des liants pour les peintures et des mordants pour les teintures. Les liants (caséine tirée du lait, colles d'origine animale, huile de lin...) entourent le pigment, telle une colle, et l'emprisonnent définitivement. Les teintures textiles doivent, elles, résister aux lavages. Pour ce faire, le mordant doit créer une réaction chimique qui piège les atomes colorants et les fixe à la fibre. L'alun de potassium, le sulfate de fer ou de cuivre et le tartre sont parmi les plus utilisés.

PIGMENTS ET

Les peintres du Paléolithique, comme ceux de la grotte de Lascaux, n'avaient qu'un choix de coloris très restreint.



Les artistes contemporains disposent d'un nuancier quasi illimité.



Isatis tinctoria L.

LE BLEU DU PASTEL



Utilisé pour teindre les textiles, ce pigment bleu est extrait des feuilles (et non des fleurs... jaunes) du pastel des teinturiers ou *Isatis tinctoria* L. Répandue sur notre continent, cette plante restera, jusqu'au XVII^e siècle, la seule cultivée en Europe pour son bleu. Elle est alors détrônée par l'*Indigofera tinctoria* (voir ci-contre).



Indigofera tinctoria

LE BLEU DE L'INDIGO



Il est issu de l'*Indigofera tinctoria*, un arbuste que l'on trouve dans les régions tropicales et tempérées, notamment en Inde. Ses feuilles écrasées fermentent dans l'eau, puis sont brassées, afin de les oxyder et d'en extraire l'indigotine. Au Moyen Âge, en Europe, l'indigo entre dans la composition de produits cosmétiques et médicinaux, et d'objets décoratifs. Aujourd'hui, il reste le pigment végétal le plus utilisé en Afrique de l'Ouest.



Murex brandaris

LA POURPRE DU MUREX



Rouge violacé, le pigment sécrété par le *Murex brandaris* a été exploité par les Phéniciens, dès l'âge du bronze (2 200 à 800 ans av. J.-C.). Une fois le mollusque dégagé de sa coquille, on écrase les glandes qui lui servent à fabriquer un liquide anesthésiant ses proies. La substance obtenue est séchée au soleil, puis salée durant quelques jours et, enfin, mise à bouillir. Entre 8 000 et 10 000 gastéropodes étaient nécessaires pour obtenir un seul gramme de pigment.



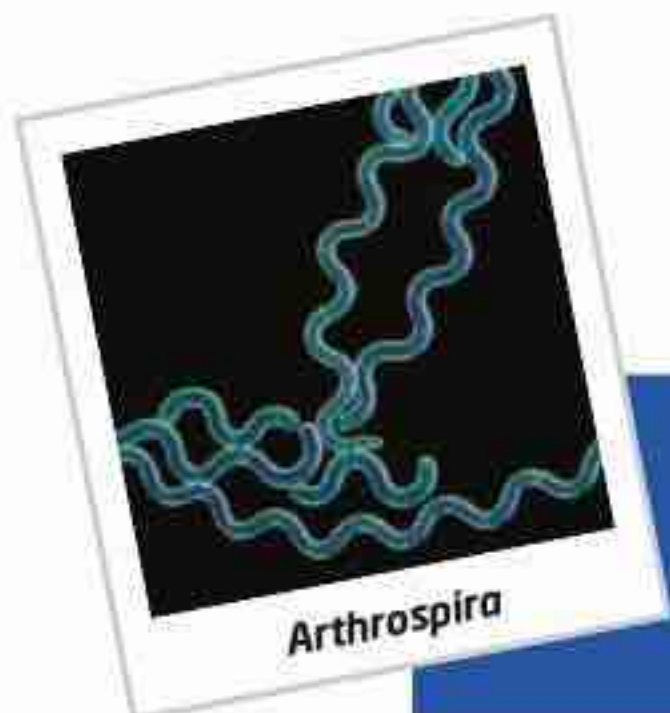
Serratula tinctoria

LE JAUNE DE LA SERRATULE DES TEINTURIERS



La *Serratula tinctoria* appartient à la famille des Asteracées (chardon, bleuet...) originaire d'Europe du Sud-ouest. Ses feuilles, ses tiges et ses fleurs contiennent deux flavonoïdes, la lutéoline et l'apigénine, molécules responsables de la coloration de nombreux végétaux, fruits, fleurs... Récoltées avant la floraison, les différentes parties de la plante, hormis ses racines, sont mises à sécher, puis à bouillir pendant plus d'une heure, avant dessiccation.

COLORANTS NATURELS



Arthrospira

LE BLEU DE LA SPIRULINE



Il est fourni par une cyanobactérie marine du genre *Arthrospira*, autrement dit une bactérie photosynthétique microscopique bleue. Pour fragiliser ses membranes cellulaires et faciliter l'extraction du pigment, la phycocyanine, on a recours à deux techniques, les ultrasons ou la congélation-décongélation. Le bleu de la spiruline est actuellement l'unique colorant alimentaire naturel autorisé en Europe.



Deuto-sulfure de mercure

LE ROUGE CINABRE



Depuis le Néolithique (6 000 à 2 200 av. J.-C.), ce pigment naturel est tiré d'un minéral, le deuto-sulfure de mercure. On en a même retrouvé des traces antérieures (8 200 à 7 000 ans av. J.-C.) sur un crâne en Israël. En Europe, au Moyen Âge, on le synthétise en mélangeant du soufre et du mercure. Ce cinabre artificiel, le célèbre vermillon, sert, dès le XI^e siècle, aux enlumineurs et, à partir de la Renaissance, aux peintres. Il restera en usage jusqu'au XVIII^e siècle.



Dactylopius coccus

LE ROUGE DE LA COCHENILLE



Présent sur le corps du *Dactylopius coccus* ou cochenille, ce colorant rouge composé d'acide carminique protège cet insecte parasite du figuier de Barbarie de ses prédateurs. Seule la femelle, qui ressemble à un gros puceron gris, est utilisée et uniquement avant la ponte. Après avoir séché au soleil, son corps est ébouillanté (pour être blanchi), puis filtré, avant d'être lavé, puis séché à nouveau et, enfin, pilé.



Bois de cerf

LE NOIR DE CERF



Tous les ans, au mois de février, les cervidés perdent leur ramure. Depuis toujours, les hommes les ramassent, pour en faire d'intenses pigments noirs notamment. Le plus souvent, ces bois mais aussi ceux des chevreuils, daims et élans étaient râpés et calcinés, puis réduits en poudre. Ils procédaient de même avec les défenses de mammoths, d'éléphants, de sangliers, et cela dès la préhistoire grâce à la domestication du feu, il y a près de 400 000 ans.



Crocus sativus

LE JAUNE DU SAFRAN



C'est la crocine qui donne au *Crocus sativus* sa belle teinte jaune orangé. Cet agent colorant est très puissant, puisqu'un gramme de safran suffit pour teinter 200 litres d'eau bouillie. Si la France a été, entre le XIII^e et le XVIII^e siècle, un producteur majeur de safran, aujourd'hui ses propriétés ne sont plus guère exploitées pour colorer les textiles. La main-d'œuvre importante nécessaire par la récolte des pistils à la main engendre un coût élevé : environ 1 100 € pour 100 grammes.



Carbonate de cuivre

LE VERT DE LA MALACHITE



Ce pigment vert bleu, extrait des mines de carbonate de cuivre, est plus ou moins vif en fonction de la finesse de son broyage. Lorsque son grain est écrasé grossièrement, son vert est plus lumineux que lorsqu'il l'est très finement. Utilisé en peinture, il était aussi pour d'hypothétiques vertus anti-inflammatoires et comme talisman, dès l'Antiquité. Mélangé à de la graisse, il devenait fard à paupières. Cléopâtre elle-même s'en parait, selon la légende.



LA RÉVOLUTION CHIMIQUE

Dès l'Antiquité, on a tenté de synthétiser les pigments naturels. Mais c'est seulement au début du XIX^e siècle, grâce aux progrès de la chimie, que les colorants artificiels ont commencé à les supplanter.

Cueillir, laver, sécher, broyer... L'extraction des pigments naturels nécessite nombre d'actions qui requièrent une main-d'œuvre importante. Si l'on ajoute à cela la rareté de certaines matières premières, mais également leur lointaine provenance, tout concordait à en faire des produits de luxe. Parvenir à remplacer ces substances grâce à la chimie pour pouvoir fabriquer des colorants de synthèse sur place et en grande quantité présentait donc un intérêt économique évident. Pour exemple, en 2023, 100 grammes de rouge de cochenille coûtent encore 112 € contre 50 € pour l'équivalent synthétique.

Contrairement au pigment, un colorant est un produit chimique solide ou liquide qui se dilue dans la matière qu'il doit teindre, sans que celle-ci ait besoin d'être traitée pour stabiliser la fixation de la couleur. Pour créer une couleur artificielle, il faut identifier la molécule composant son pigment naturel, puis la reproduire. Parmi les découvertes majeures qui ont précédé l'apparition des colorants synthétiques, figure celle du chimiste allemand Eilhard Mitscherlich. En 1833, il obtient, en distillant de l'acide benzoïque avec de la chaux, un liquide incolore et poisseux qu'il nomme Benzin (« essence »). Celui-ci permettra de produire de l'aniline, une molécule organique aromatique qui va participer ensuite à la création chimique de plusieurs coloris, dont le rouge, le bleu, le noir et le violet...

C'est, en effet, en manipulant cette molécule que le très jeune chimiste anglais William Perkin découvre par hasard, en 1856, un premier colorant synthétique violet mauve, la mauvéine, idéal pour teindre les textiles. Il réalise tout de suite l'intérêt de sa trouvaille : pouvoir produire à bas prix et à grande échelle ce coloris afin de le vendre au plus grand nombre. Il en dépose le brevet et ouvre avec succès

une usine à Londres. Ce colorant, bon marché, fit le succès du violet. Même la reine Victoria (1819-1901) s'habillera de robes dont la soie en avait été teintée. Aujourd'hui encore, le pigment pourpre issu du murex coûte plus de 2 500 € le gramme contre environ 0,77 € pour son équivalent synthétique.

Appâtés par cette réussite, nombreux sont les chimistes qui vont se lancer dans l'aventure des colorants. En 1858, le Lyonnais François-Emmanuel Verguin met au point un beau rouge vif, la fuchsine (qu'il nommera rouge magenta par la suite), en chauffant la fameuse aniline avec du tétrachlorure d'étain. Huit ans plus tard, c'est au tour des Allemands Carl Graebe et Carl Liebermann de synthétiser le pigment rouge de la garance des teinturiers, l'alizarine, avant de le reproduire chimiquement à partir d'anthracène, un sous-produit du goudron.

La course aux brevets

Chaque mise au point d'une couleur chimique provoque l'effondrement du marché du pigment naturel correspondant, beaucoup moins abordable. La concurrence est impitoyable : le bleu Guimet, une teinte synthétique disponible à partir du XIX^e siècle pour se substituer au bleu profond du lapis-lazuli, revient alors 3 000 fois moins cher

que le pigment extrait de cette roche broyée, issue principalement de mines afghanes. Les brevets s'enchaînent. En 1902, sept cents colorants chimiques sont déjà disponibles. Dans les années 1920,

on conçoit de nouveaux produits dédiés aux fibres artificielles puis synthétiques, tel le Nylon, qui s'avèrent plus coriaces à teindre. En effet, le plus souvent fabriquées à partir du pétrole, elles ne sont absolument pas poreuses. Enfin, la production industrielle de ces colorants obtenus par synthèse sonnera le glas des pigments naturels.

**Le rouge de cochenille
coûte 112 €/100 gr
contre 50 € pour son
équivalent synthétique**

DE LA COULEUR

En 1856, William Perkin invente, par hasard, la mauvéine, premier colorant artificiel...



... et industriel. Ainsi bon marché, le mauve est un *must have* de la mode victorienne.



Le charme toxique de certains coloris

Certains pigments, extraits de minéraux notamment, s'avèrent d'une extrême toxicité. Le cinabre, avec lequel les femmes se parent lèvres et joues dès l'Antiquité, contient du mercure et provoque des maladies neurologiques. Idem pour le blanc de plomb issu de la cérusite, un minéral, qui sert à se blanchir le teint au Moyen Âge. L'orpiment, un autre minéral, de couleur jaune orangé, sera adopté de l'Antiquité à l'époque moderne pour écrire, peindre ou se maquiller. Ultra-toxique car composé de trisulfure d'arsenic, il peut entraîner la mort; son utilisation est interdite depuis le XIX^e siècle. Mais les colorants naturels ne sont pas les seuls dangereux. Au XVIII^e siècle, les robes teintées au vert de Scheele, un mélange de sel de cuivre et d'arsenic mis au point par le chimiste d'origine allemande Carl Wilhelm Scheele, provoquent chez celles qui les portent évanouissements, nausées, voire la mort en cas d'exposition trop prolongée. Il en va de même pour ceux qui utilisent ce colorant en peinture murale ou en papier peint. Autre exemple, dans l'industrie horlogère cette fois. De 1918 à 1963, les aiguilles des montres et des pendules sont peintes d'un vert fluorescent à base de radium, un produit radioactif très nocif. Un grand nombre d'ouvrières, qui ont la fâcheuse habitude de mettre les poils de leur pinceau à la bouche pour en reformer la pointe, ingéreront ce sel de métal à petites doses durant des années, avec des conséquences fatales.

Extrêmement toxiques, les sels d'arsenic contenus dans le vert expliqueraient, en partie, pourquoi cette couleur est supposée porter malheur.

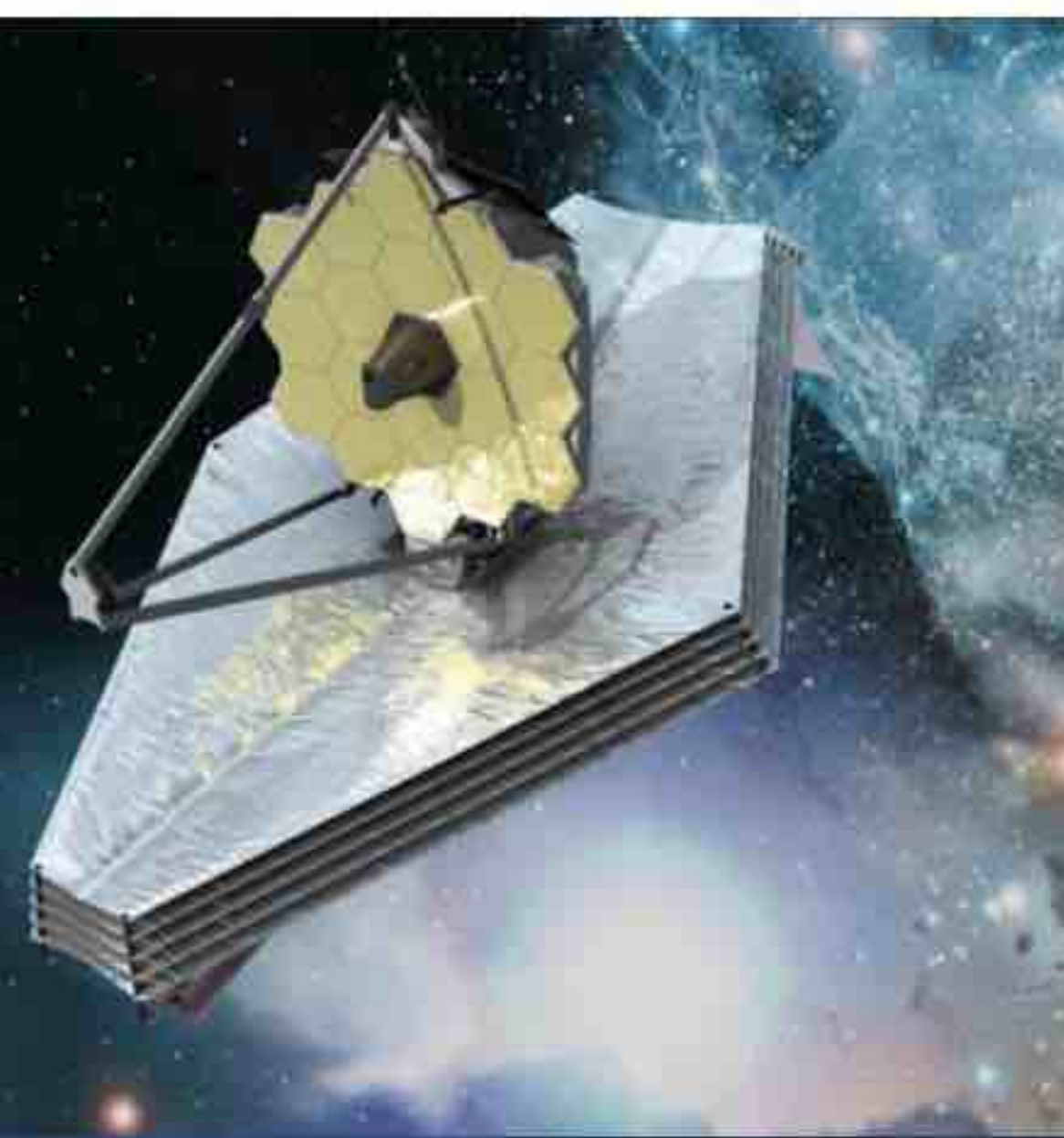


Le nuage sombre du Caméléon,
à 630 années-lumière de nous,
illuminé par de jeunes étoiles.

LES PLUS BELLES IMAGES DU JAMES WEBB

Des pouponnières d'étoiles aux danses galactiques,
le dernier-né des télescopes spatiaux
nous offre un spectacle à couper le souffle.

Par Valérie Grefroz



Le télescope James Webb est protégé de la chaleur du Soleil par son bouclier thermique en forme de cerf-volant.

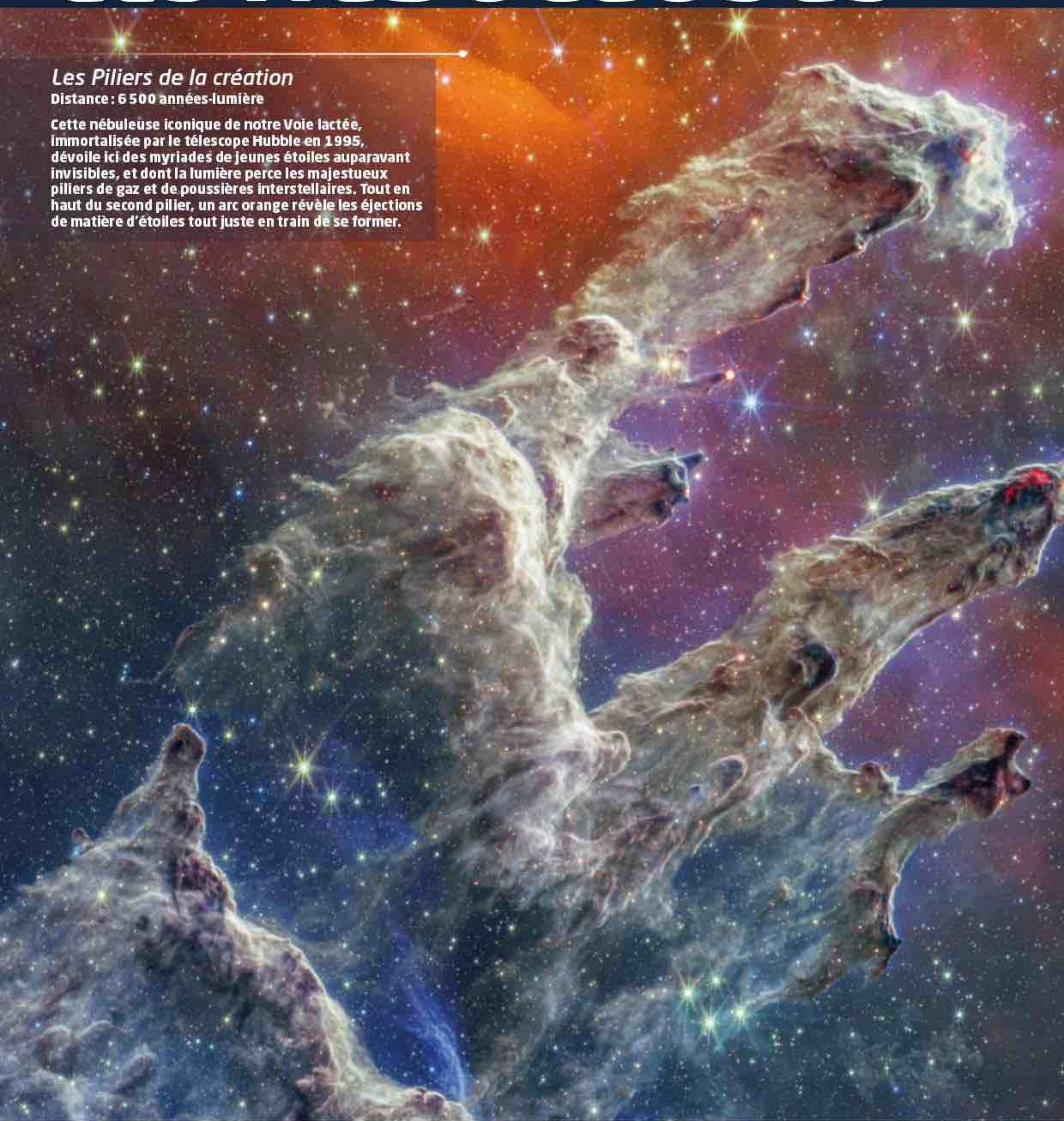
Depuis la première image du Cosmos qu'il nous a envoyée en juillet dernier, le télescope spatial James Webb ne cesse de nous révéler les beautés de l'Univers. Bien installée sur une orbite stable entre le Soleil et la Terre, à 1,5 million de kilomètres de nous, cette merveille de technologie américano-européenne possède un miroir exceptionnellement grand – 25 m² de surface et 6,50 m de diamètre –, qui lui permet de collecter huit fois plus de lumière que son prédécesseur, le télescope Hubble (dont le miroir mesure 2,40 m de diamètre). Surtout, contrairement à ce dernier qui récolte la lumière visible des astres, le James Webb observe le ciel dans l'infrarouge. Un domaine de longueurs d'ondes qui lui permet de voir des objets célestes peu lumineux, comme les exoplanètes, ces planètes qui tournent autour d'autres étoiles que le Soleil. Et aussi des objets très lointains, comme les premières galaxies qui se sont formées peu de temps après le Big Bang, il y a plus de 13 milliards d'années. Plus proche de nous, dans la Voie lactée ou les galaxies voisines, sa vision infrarouge lui donne également la capacité d'observer à travers les nuages de gaz et de poussières : il dévoile ainsi de toutes jeunes étoiles en train de naître, encore cachées dans leurs cocons célestes. Nébuleuses, étoiles et galaxies prennent ainsi un tout autre relief. Bon voyage dans le Cosmos! ☿

LES NÉBULEUSES

Les Piliers de la création

Distance : 6 500 années-lumière

Cette nébuleuse iconique de notre Voie lactée, immortalisée par le télescope Hubble en 1995, dévoile ici des myriades de jeunes étoiles auparavant invisibles, et dont la lumière perce les majestueux piliers de gaz et de poussières interstellaires. Tout en haut du second pilier, un arc orange révèle les éjections de matière d'étoiles tout juste en train de se former.



© NASA/ESA/CSA/STScI

© NASA/ESA/ASCI/STScI



La Carène

Distance : 7 600 années-lumière

On dirait des montagnes mais, en réalité, il s'agit du bord d'une gigantesque région de formation d'étoiles de la Voie lactée. Et ce sont les intenses radiations ultraviolettes et les vents stellaires de jeunes étoiles très massives (non visibles ici) qui ont creusé ces reliefs dans le gaz et les poussières de la nébuleuse de la Carène.

La Tarentule

Distance : 170 000 années-lumière

Intense lieu de naissance d'étoiles situé dans le Grand Nuage de Magellan (une galaxie naine proche de la Voie lactée), ce cocon de gaz laisse entrevoir, en son centre, un essaim de jeunes étoiles très massives, de couleur bleu pâle. Dans cette nébuleuse de la Tarentule, le télescope James Webb a permis de découvrir des dizaines de milliers d'étoiles jusque-là inconnues.

© NASA/ESA/CSA/STScI/James Webb ERO Production Team



LES ÉTOILES



© NASA/ESA/ASO/STScI/NASA-JPL/Caltech

L'étoile double Wolf-Rayet 140

Distance : 5 600 années-lumière

Ces figures concentriques sont des coquilles de poussières cosmiques et de gaz créées par le mouvement d'une étoile binaire au centre (un système composé de deux étoiles orbitant autour d'un centre de gravité commun). Semblables aux anneaux de croissance des arbres, elles se forment tous les huit ans, lorsque les deux astres embarqués dans une valse sans fin passent au plus près l'un de l'autre, leurs vents stellaires interagissant alors.



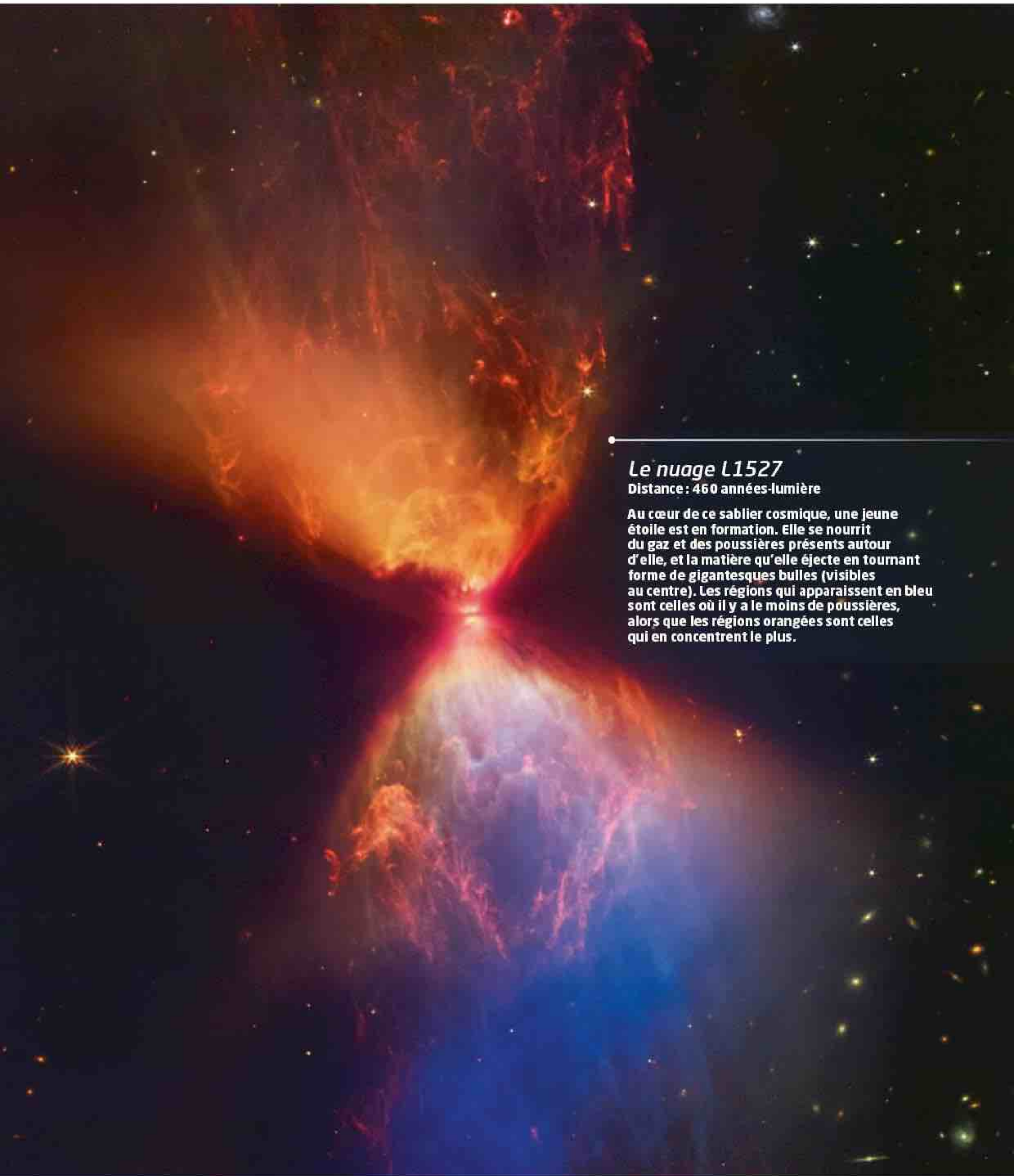
PSST/DSO/ESA/NASA

L'Anneau austral

Distance : 2 000 années-lumière

Elle s'appelle nébuleuse de l'Anneau austral, comme les régions de naissance d'étoiles, mais cette nébuleuse-là est, en réalité, un linceul. Celui de l'étoile brillante en son centre, et surtout celui de son étoile compagne, à peine visible sur l'image. En mourant, celle-ci a éjecté pas moins de huit couches successives de gaz et de poussières pendant plusieurs milliers d'années.

© NASA/ESA/CSA/STScI



Le nuage L1527

Distance : 460 années-lumière

Au cœur de ce sablier cosmique, une jeune étoile est en formation. Elle se nourrit du gaz et des poussières présents autour d'elle, et la matière qu'elle éjecte en tournant forme de gigantesques bulles (visibles au centre). Les régions qui apparaissent en bleu sont celles où il y a le moins de poussières, alors que les régions orangées sont celles qui en concentrent le plus.

LES GALAXIES

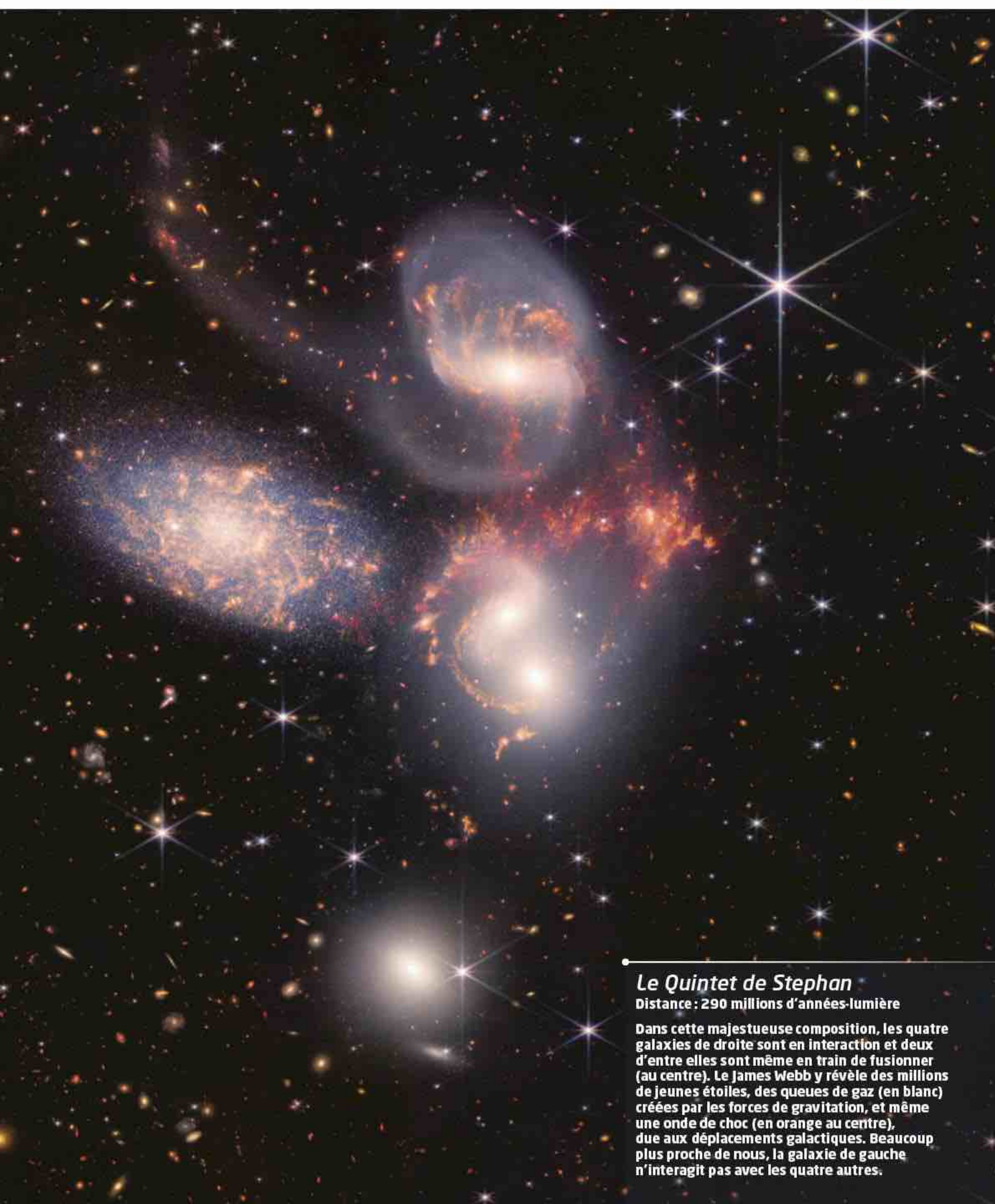
Le système VV 191

Distance: 695 millions d'années-lumière

Sur cette image, combinant une prise de vue du télescope Hubble dans le visible et une autre du James Webb dans l'infrarouge, on voit deux galaxies au coude-à-coude.

Celle de gauche, elliptique, se trouve légèrement en arrière et éclaire le bord de celle de droite, une spirale comme notre Voie lactée. Ce coup de projecteur inopiné fait ressortir la poussière de ses bras spiraux.

© NASA, ESA, CSA, Rogier Windhorst (ASU), William Keel (Université d'Alabama), Stuart Wyithe (Université de Melbourne), JWST PEARS Team



Le Quintet de Stephan

Distance : 290 millions d'années-lumière

Dans cette majestueuse composition, les quatre galaxies de droite sont en interaction et deux d'entre elles sont même en train de fusionner (au centre). Le James Webb y révèle des millions de jeunes étoiles, des queues de gaz (en blanc) créées par les forces de gravitation, et même une onde de choc (en orange au centre), due aux déplacements galactiques. Beaucoup plus proche de nous, la galaxie de gauche n'interagit pas avec les quatre autres.

Impossibles à photographier ou à scanner,
les hologrammes dits de sécurité garantissent
l'authenticité des billets de banque.



LES SECRETS DES HOLOGRAMMES

Billets de banque, passeports, publicité, art... Ces images inscrites en relief sont de plus en plus présentes. Mais leur création relève d'une technique complexe, sur laquelle nous faisons toute la lumière.

Par Corentin Paillassard

Hologramme. Un mot qui fascine et dont on se sert couramment pour désigner toutes sortes de choses, mais souvent à tort (*voir encadré p. 54*). En effet, nous sommes encore bien loin de pouvoir communiquer en direct avec des images en 3D, comme dans les films de science-fiction. Mais de vrais hologrammes, c'est-à-dire obtenus grâce à la technique de l'holographie, sont bel et bien utilisés aujourd'hui. On pense bien sûr immédiatement aux hologrammes de sécurité, catégorie qui regroupe l'ensemble des images holographiques permettant de garantir le caractère infalsifiable des billets de banque, des passeports et d'autres documents officiels, en général sous la forme d'images qui changent selon l'angle sous lequel on les regarde. Mais on retrouve aussi

ce procédé dans les domaines de la publicité, de la création artistique, ou encore dans les musées.

Il est vrai que l'holographie est une technologie finalement assez récente. Apparue en 1948, elle valut à son inventeur, le Britannico-Hongrois Dénes Gábor, le prix Nobel de physique en 1971. Concrètement, il s'agit de « prendre une photo » d'un objet en exploitant les propriétés ondulatoires de la lumière (autrement dit son comportement en tant qu'onde) afin de pouvoir en restituer une image en trois dimensions. Pour cela, il est nécessaire d'avoir une source de lumière dite cohérente, c'est-à-dire séparable en deux ondes capables de produire des interférences (le phénomène qui se produit lorsque deux ondes de même nature interagissent). Car ce sont précisément ces interférences qui sont à l'origine du procédé ...

... holographique : en faisant interagir la lumière d'une source cohérente avec celle issue de la même source mais réfléctie par un objet, on obtient une figure d'interférence. Celle-ci, enregistrée sur un support adéquat comme une plaque photographique (une plaque de verre avec une couche de sels d'argent où «s'imprime» la lumière), est plus riche en informations sur l'objet photographié qu'une simple photo. L'éclairer à nouveau par la même lumière permet alors de restituer l'image de l'objet en relief!

Les hologrammes ne sont plus de la science-fiction, mais communiquer en direct par leur biais n'est toujours pas pour demain!

particuliers, comme Ultimate développé par l'ingénieur français Yves Gentet, qui, grâce à trois lasers (rouge, bleu et vert), plus un mélange de grains d'argent et de gélatine, parvint, en 1995, à créer

des hologrammes composés de plusieurs couleurs.

Actuellement, la recherche sur les hologrammes reste très active, aussi bien pour des applications tout public, comme les hologrammes de sécurité ou les performances artistiques, que pour des usages plus confidentiels, en laboratoire, à l'image de la microscopie holographique qui permet, par exemple, de visualiser en 3D des particules dans un liquide. Ces évolutions sont rendues possibles notamment par l'essor de l'holographie numérique. En remplaçant la plaque photographique par un enregistrement numérique, celle-ci permet d'avoir accès aux données de l'hologramme sur un ordinateur, ce qui les rend plus faciles à traiter, à visualiser et à modifier. Communiquer via des hologrammes n'est donc pas encore pour tout de suite, mais nous n'avons pas fini d'en voir au quotidien! 📺

L'holographie numérique en plein essor

Mais cela ne se réalise pas sans contraintes techniques. En effet, le besoin de cohérence nécessite l'utilisation de lasers, qui sont des sources de lumière monochromatique (d'une seule couleur), pour la réalisation mais aussi pour la lecture des hologrammes : la restitution se fera donc en une seule couleur! Sauf si l'on a recours à des procédés

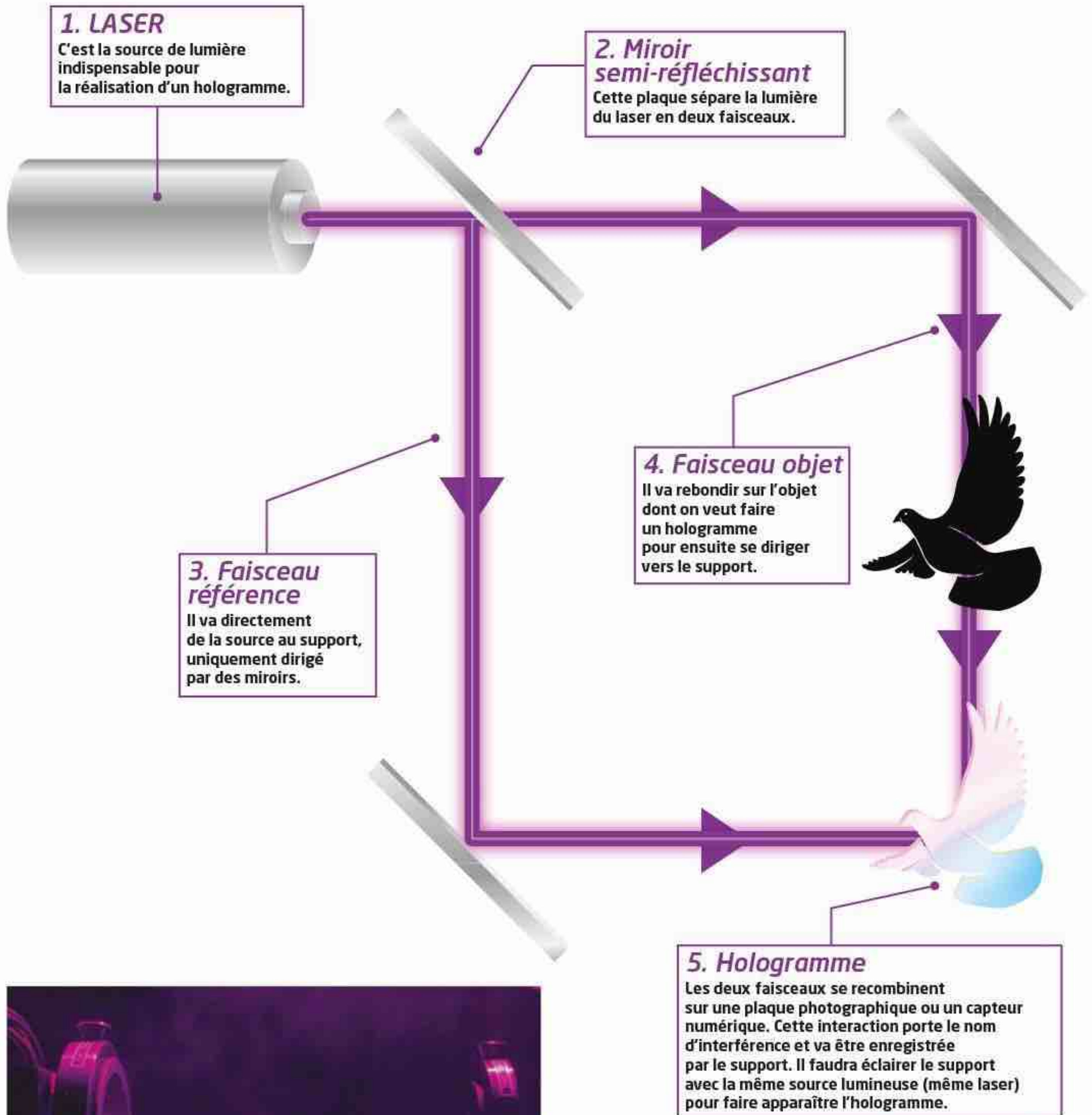
Datant du XIX^e siècle, le principe du « Fantôme de Pepper » a évolué avec les technologies.



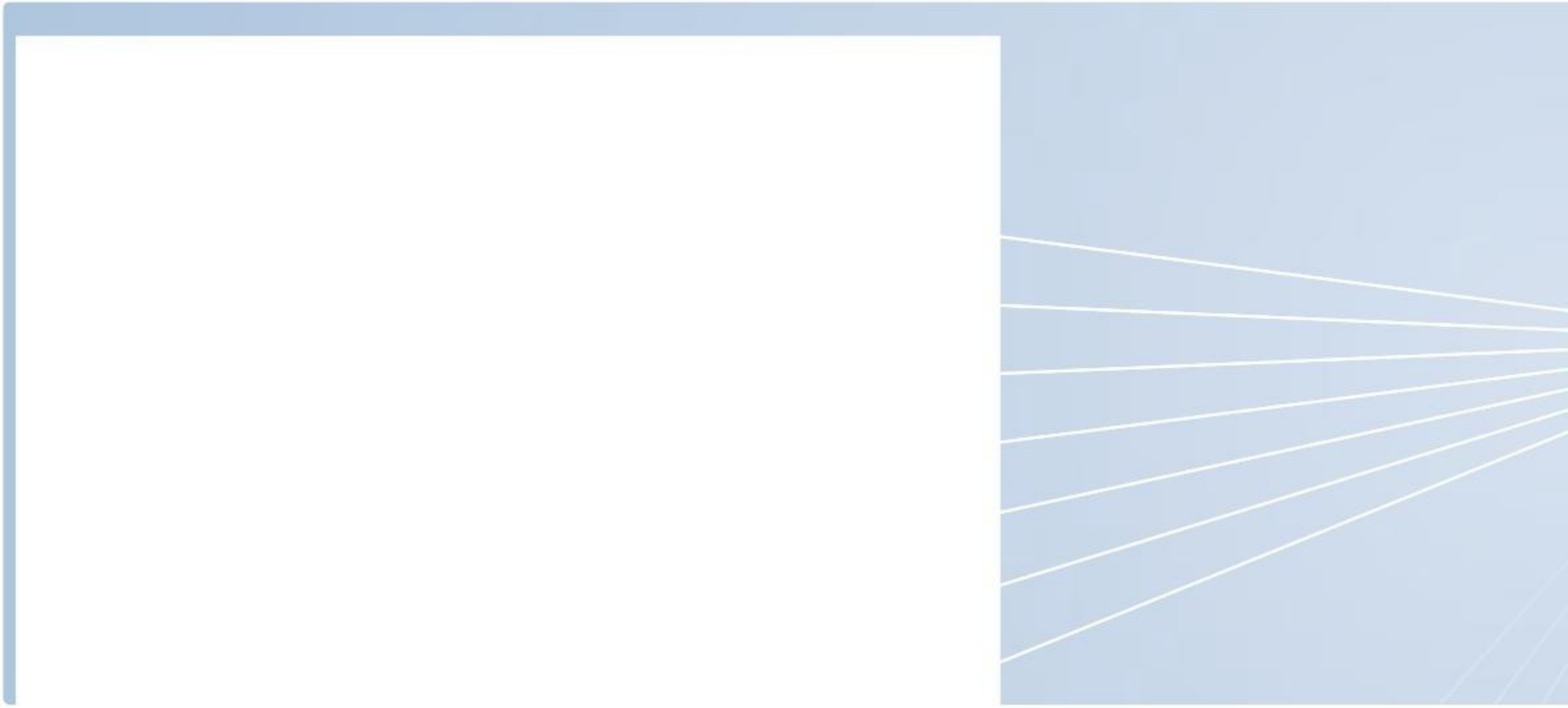
Ceci est-il vraiment un hologramme ?

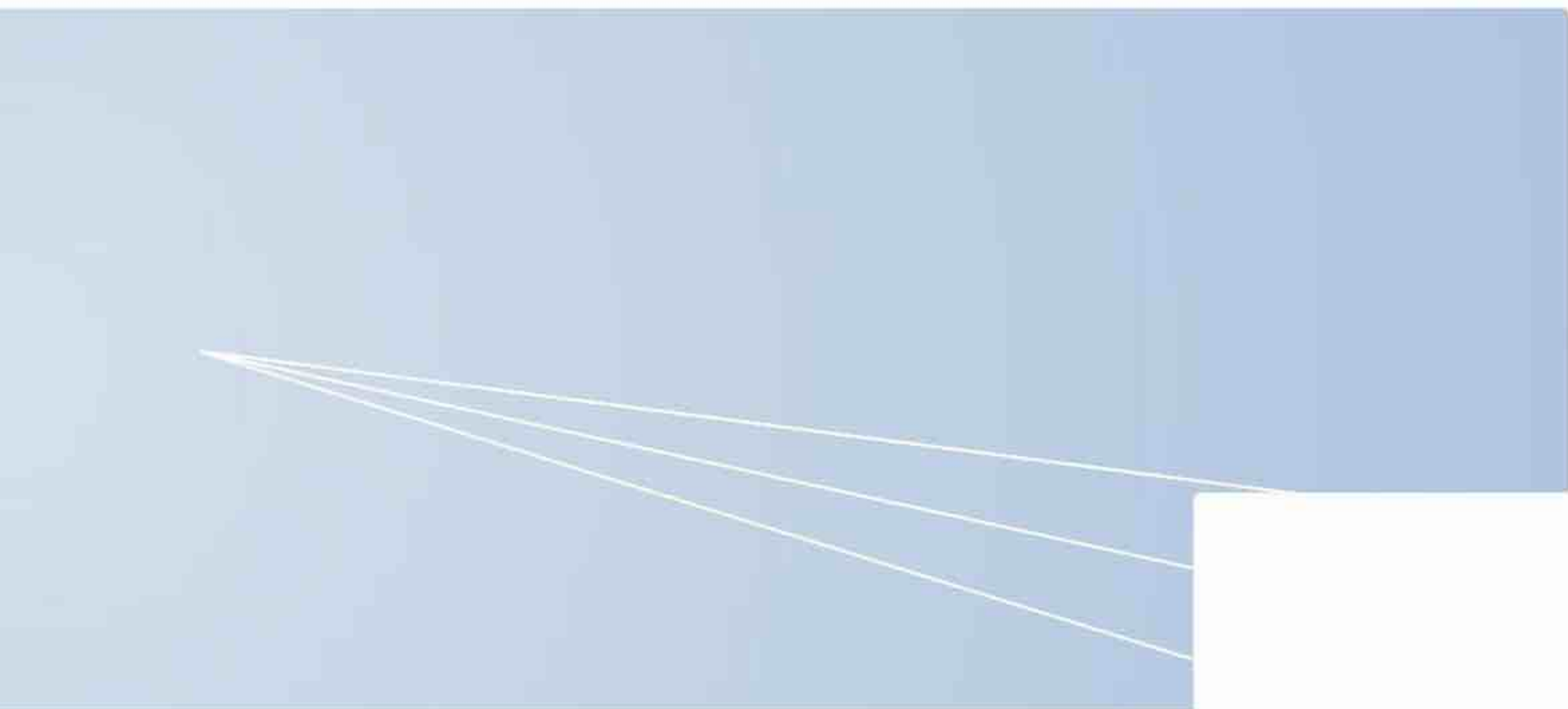
Lorsque des artistes, comme le rappeur décédé Tupac, ou bien des personnalités politiques, comme Jean-Luc Mélenchon, semblent apparaître en trois dimensions sur une scène, on parle un peu trop vite d'hologramme. Il s'agit, en effet, d'un abus de langage, peut-être dû à la similarité entre le rendu visuel et ce que l'on peut voir en science-fiction, par exemple dans des films comme *Star Wars*. Or, ce ne sont ni plus ni moins que des illusions d'optique. Concrètement, l'image est projetée sur un miroir semi-réfléchissant, qui la reflète sur un écran transparent incliné à 45°. Cette technique n'est pas franchement nouvelle, puisqu'elle a été popularisée au XIX^e siècle dans le monde du spectacle sous l'appellation « Fantôme de Pepper », du nom du scientifique britannique, Jonh Henry Pepper, qui l'a démocratisée. Il existe ainsi tout un domaine technologique, l'« affichage transparent », qui utilise cette technique ou des écrans transparents contenant des ampoules (LED, LCD) afin de donner l'impression qu'une image flotte dans les airs. Image qualifiée donc à tort d'hologramme.

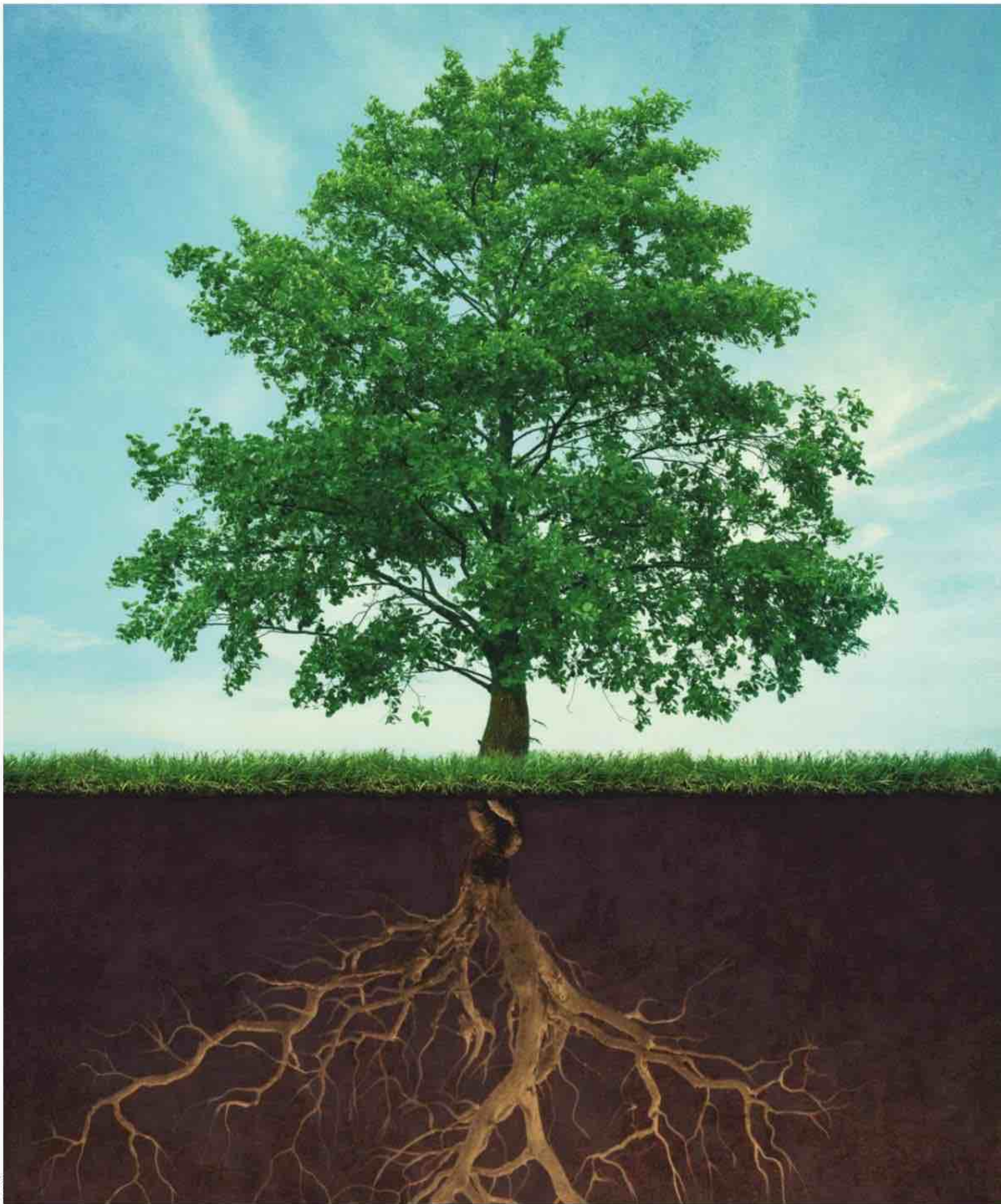
La création d'un hologramme



À partir des années 1960, l'invention du laser a permis de réaliser des hologrammes visibles à l'œil nu.







LA VIE DES ARBRES

D'une petite graine transportée au gré du vent naîtra peut-être un chêne millénaire qui, solidement ancré dans le sol, survivra année après année au froid et à la sécheresse, offrant refuge à d'innombrables espèces. Une histoire banale et pourtant fascinante, qui rappelle que le monde végétal, lui aussi, regorge de vie !

Par Céline Lemoine

Lorsque l'on contemple un arbre robuste, difficile d'imaginer qu'à l'origine, il n'était qu'une petite graine. Une graine issue du fruit d'un autre arbre qui, une fois au sol, et avec les conditions de température et d'humidité adéquates, germe et laisse apparaître la toute première racine, la radicule, suivie par d'autres. Ces racines remplissent plusieurs rôles fondamentaux. D'abord, ancrer le jeune arbre au sol : c'est ce qui va le rendre résistant aux intempéries et aux interactions avec les animaux de la forêt (comme les cerfs qui viennent s'y frotter les bois). Ensuite, le nourrir.

En effet, pour vivre, l'arbre a, comme toute plante, besoin de trois nutriments principaux : de l'hydrogène, du carbone et de l'azote. Le premier est présent dans l'air et dans l'eau. Le carbone, prélevé dans l'air, est transformé par la plante en glucides (source d'énergie) grâce à la photosynthèse. L'azote se trouve lui aussi dans l'air, mais sous une forme qui ne peut pas être absorbée directement par la plante. Il doit d'abord être transformé en azote minéral (azote nitrique ou nitrate). Cette tâche incombe aux racines, en association avec les

champignons. Ce sont eux qui vont changer l'azote atmosphérique en nitrate assimilable. En échange, l'arbre procure aux champignons des glucides issus de la photosynthèse. Cette symbiose entre ces deux organismes s'appelle une mycorhize. Enfin, les racines ont pour mission de produire des hormones. Celles-ci enclenchent ou interrompent la croissance de l'arbre et les périodes de reproduction. Par ailleurs, elles assurent la communication avec d'autres plantes, le tout en fonction des conditions extérieures.

Sève brute et sève élaborée

Parallèlement à la radicule, une ou deux petites feuilles, les cotylédons, font leur apparition. Ce sont les tout premiers tissus à effectuer la photosynthèse, ce processus qui utilise la lumière, l'eau et le dioxyde de carbone de l'air pour produire des glucides et rejeter de l'oxygène. La germination, durant laquelle les parties distinctes de la plante (racines, feuilles, tige) voient le jour, peut varier de plusieurs semaines à plusieurs mois, selon les espèces. Au tout début, la tige, qui





supporte les cotylédons, pratique la photosynthèse. Elle devient ensuite plus solide et forme le tronc.

Le tronc et les branches sont irrigués par deux types de sèves à travers deux tissus distincts : le xylème et le phloème. À la manière des vaisseaux sanguins pour les animaux, ils transportent les molécules nécessaires à la vie de l'arbre (l'eau, les nutriments, les hormones...). Dans le xylème circule la sève brute, celle qui contient l'eau et les molécules extraites du sol. Elle part donc des racines et remonte vers les feuilles, là où s'effectue la photosynthèse. Les sucres synthétisés par cette réaction biochimique énergétique constituent, avec l'eau, la sève élaborée, qui parcourt l'arbre via le phloème. Ces sucres assurent la croissance et le bon fonctionnement des cellules de la plante.

Le temps de la reproduction

Parvenu à l'âge adulte (entre 20 et 50 ans suivant les espèces), l'arbre commence à se reproduire. Des boutons de fleurs émergent. Ces fleurs contiennent les organes reproducteurs mâles (étamines) et femelle (pistil). Elles permettent la dissémination du pollen (l'élément mobile mâle) par le vent ou grâce aux insectes pollinisateurs. Il y a fécondation lorsque le pollen d'un arbre pénètre dans le pistil contenant l'ovule d'un autre arbre. Cette rencontre engendre un embryon. L'ovule se transforme alors en graine pour le

protéger et le nourrir, et le pistil en fruit. Mais l'arbre n'a aucun intérêt à ce que ses « petits » poussent à son pied, bien au contraire : ils entreraient en concurrence avec lui pour les ressources comme l'eau et les sels minéraux, et pourraient ainsi nuire à sa reproduction. L'idéal est que la graine germe loin de celui dont elle est issue. C'est là l'un des rôles du fruit. Celui-ci peut prendre une forme adaptée pour être dispersé par le vent (comme les fameux « hélicoptères » des érables), ou bien se montrer appétissant pour les animaux (comme les glands des chênes ou les fruits charnus des arbres fruitiers). Transportée par le vent ou déplacée par les animaux, la graine pourra germer à bonne distance de son géniteur, croître et se reproduire à son tour.

Tout au long de sa vie (entre 30 et 100 ans pour un bouleau, tandis qu'un chêne peut atteindre facilement 1 500 ans !), et même une fois mort, l'arbre est un lieu d'accueil pour des animaux, des champignons, des bactéries... Et également pour l'homme, qui peut s'y abriter du soleil ou y grimper pour échapper à un danger ! L'arbre constitue ainsi un véritable écosystème qui réunit une multitude d'espèces aux interactions très variées (*voir pages 64-65*). 





En présence d'eau notamment, l'enveloppe de la graine se déchire. La racine apparaît et s'enfonce dans le sol. La tige sort de terre et s'étire pour soulever les cotylédons, qui s'ouvrent et grandissent tandis qu'elle pousse. Un arbre est né !



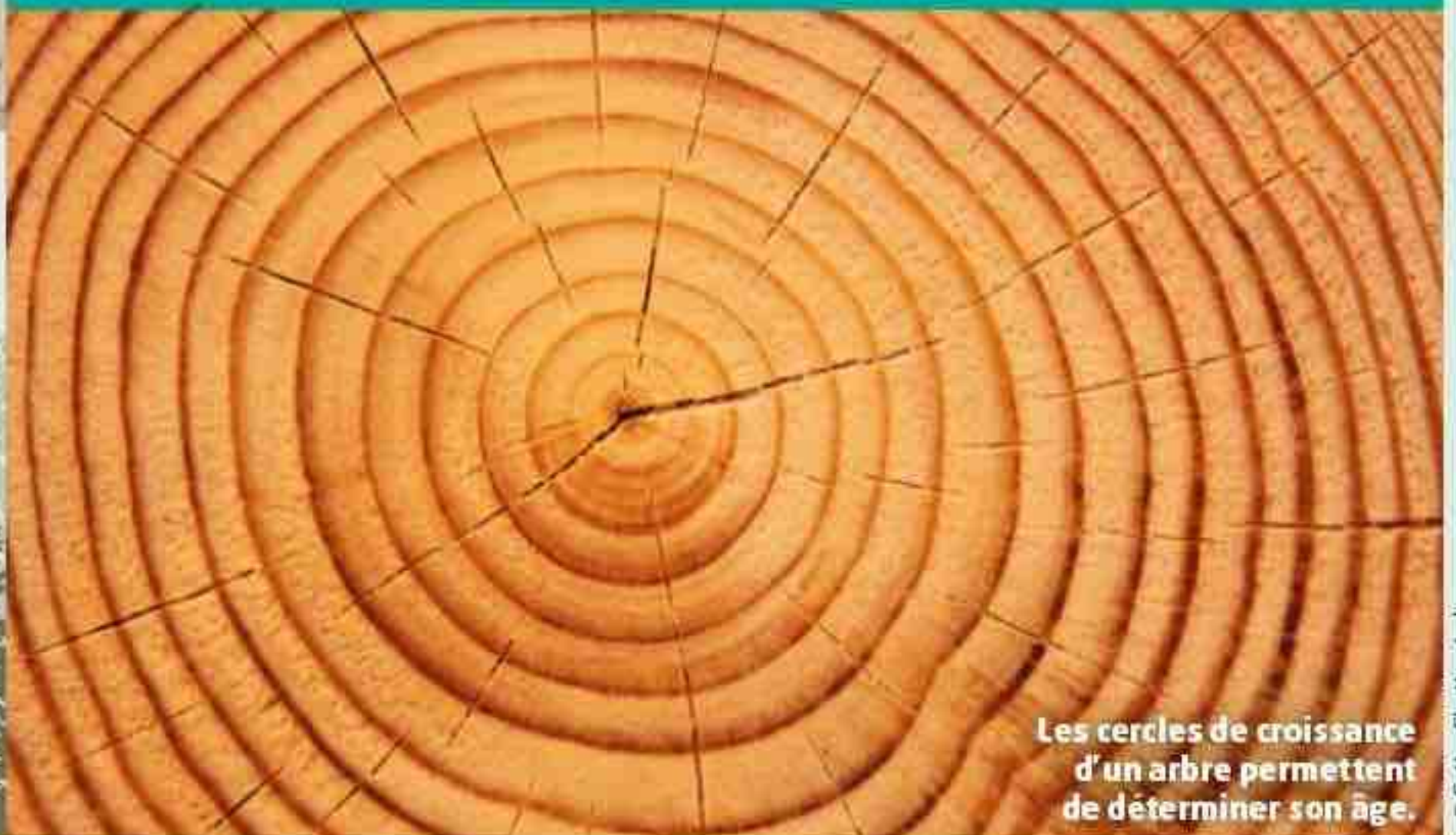
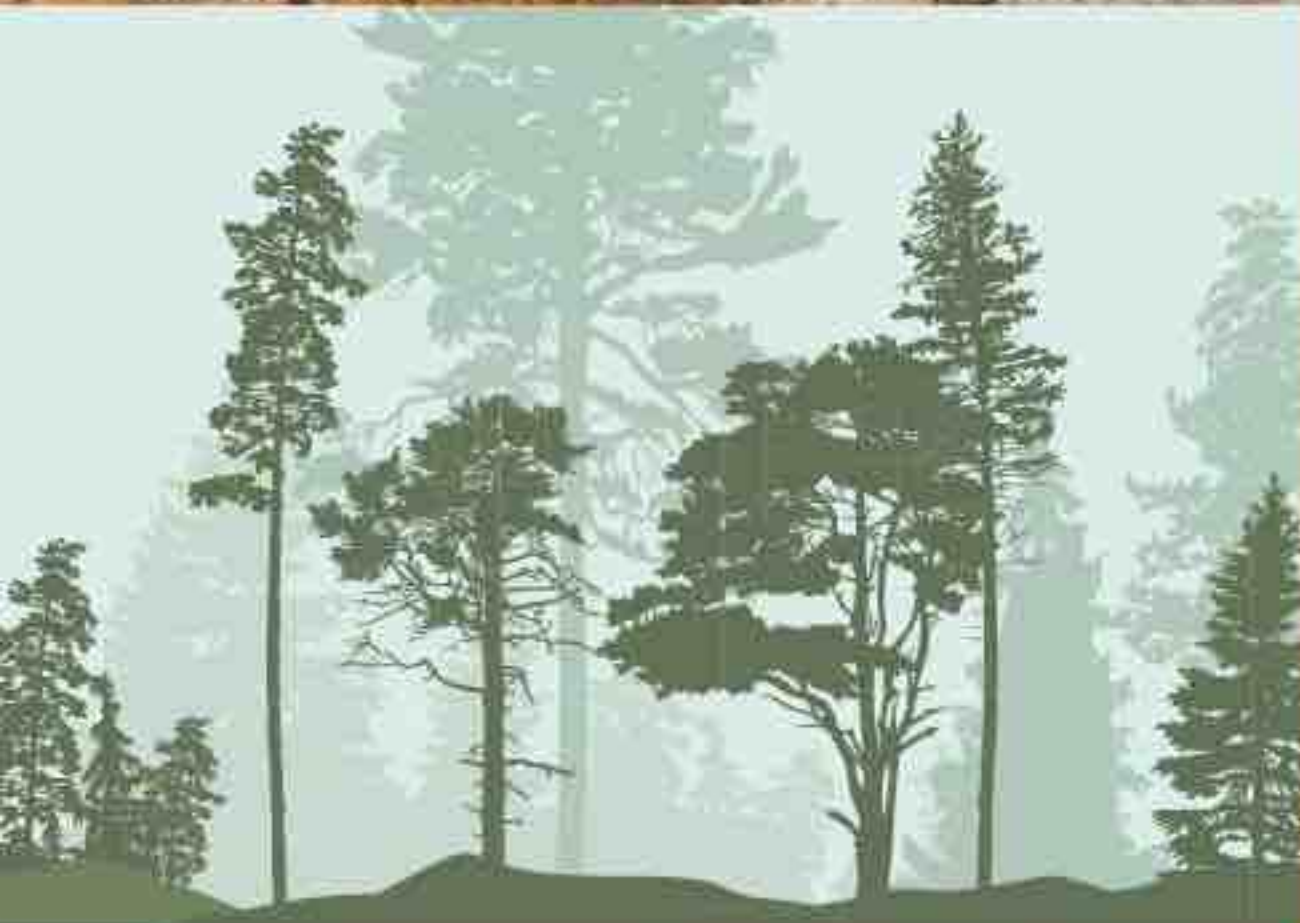
Une martre des pins a trouvé refuge dans un nid creusé par un pic-vert.



Comment s'adapter aux saisons

Pour la photosynthèse, indispensable à leur survie, les arbres ont besoin d'eau et de soleil. Mais certaines saisons y sont peu propices, notamment l'hiver sous nos latitudes. Le soleil est moins présent et l'eau souvent sous forme de gel, rendant son absorption impossible. Pour affronter ces périodes de disette, l'arbre entre en dormance : il ralentit son rythme de vie. Les feuilles, qui consomment beaucoup d'énergie pour s'épanouir, perdent leur couleur verte, puis tombent. La croissance de l'arbre est fortement réduite, et la composition des sèves plus pauvre en eau. Au retour des beaux jours, l'arbre reprend son développement normal : ses feuilles

repoussent, il peut de nouveau absorber plus d'eau. Cette alternance de phases de dormance et de croissance est bien visible lorsque l'on coupe un tronc transversalement : on distingue alors des cercles concentriques, qui révèlent le type de sève dont l'arbre s'est nourri selon la saison. Généralement, l'anneau clair, plus large, correspond à la sève de printemps et d'été, et l'anneau foncé, à la sève de la période de dormance (automne-hiver). On peut donc déterminer l'âge d'un arbre en comptant un cerne clair et un cerne foncé pour un an. Dans les régions plus chaudes, l'arbre peut entrer en dormance en période de sécheresse, quand l'eau se fait plus rare.



Les cercles de croissance d'un arbre permettent de déterminer son âge.

© Getty / Shutterstock

LE MOUVEMENT CONTINU DE L'EAU

L'eau est indispensable à la vie et l'arbre, comme n'importe quel organisme vivant, ne déroge pas à la règle ! Les cellules végétales sont remplies d'eau et, contrairement à ce que l'on pourrait croire, celle-ci y est en perpétuel mouvement. En fait, elle suit le gradient de potentiel hydrique, qui désigne la probabilité de l'eau à quitter un endroit donné. Plus il est élevé dans un compartiment, plus l'eau a tendance à en sortir.

Les parois d'une cellule végétale sont semi-perméables, c'est-à-dire qu'elles laissent passer l'eau mais bloquent les autres éléments propres à la cellule (certaines grosses molécules comme des protéines). Avec le phénomène d'osmose, l'eau a tendance à vouloir atteindre un équilibre de dilution entre deux cellules qui ont la même composition. Si l'une de ces cellules manque d'eau, elle a donc un faible potentiel hydrique par rapport à sa voisine, qui lui en « cédera » afin de compenser cette différence. Par ailleurs, l'épiderme (la couche cellulaire la plus superficielle) des feuilles contient des stomates, de petits orifices qui s'ouvrent et se ferment afin de permettre les échanges de gaz entre la plante et l'atmosphère. Lorsqu'ils s'ouvrent, de la vapeur d'eau s'échappe :

c'est l'évapotranspiration. Les cellules de la feuille se retrouvent alors déficitaires en eau, créant une différence de potentiel hydrique avec les cellules voisines qui ne sont pas ouvertes sur l'extérieur, notamment celles situées au niveau des vaisseaux du xylème, la sève brute composée notamment d'eau. Cette eau se déplace alors vers les cellules déshydratées, en laissant d'autres en manque derrière elle. L'eau chemine ainsi de cellule en cellule, attirée par celles qui en ont besoin.

Le xylème, réseau distributeur

En fait, ce phénomène commence au niveau des racines : la déshydratation des cellules des poils racinaires incite l'eau qui se trouve dans le sol à passer à travers leur paroi pour compenser ce déficit. Il y a donc une circulation permanente de l'eau depuis les racines jusqu'aux feuilles à travers le xylème (*voir illustration ci-contre*).

Dans des conditions optimales, il y a suffisamment d'eau pour que toutes les cellules soient bien remplies et fermes : on dit qu'elles sont turgescentes. Mais en cas de pénurie d'eau, elles sont, cette fois, en « plasmolyse » : les feuilles deviennent molles et tombantes. À terme, l'arbre peut mourir.

Gradient de potentiel hydrique

L'eau se déplace des endroits avec un fort gradient (riches en eau) vers ceux à faible gradient (pauvres en d'eau).

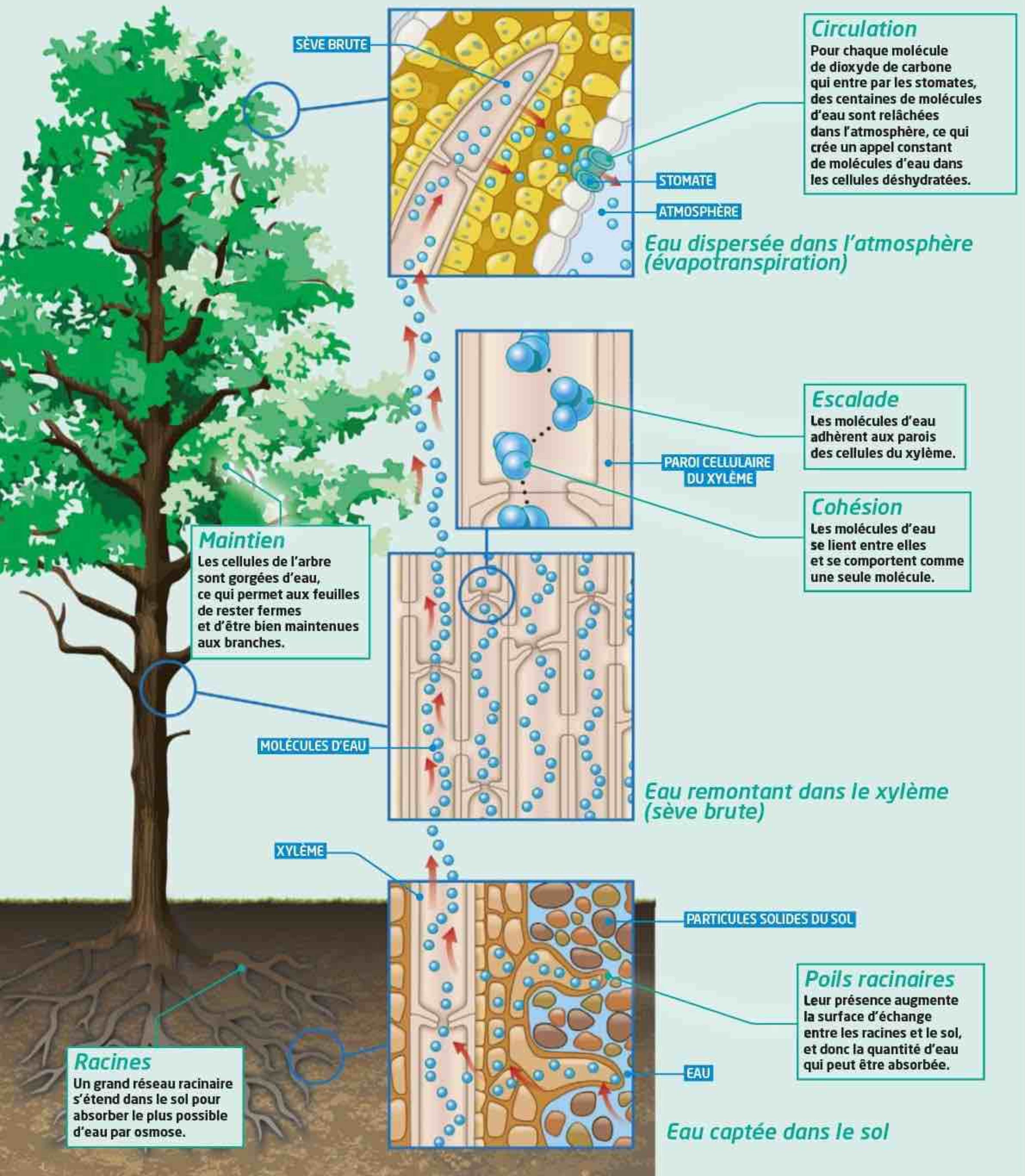
GRADIENT DE POTENTIEL HYDRIQUE

Comment survivre à la sécheresse

Dans les régions désertiques, comme en Afrique, à Madagascar ou en Australie, l'eau est une denrée précieuse. Les plantes se sont donc adaptées afin de limiter le plus possible les pertes. Pendant les heures les plus chaudes de la journée, les stomates se ferment – au risque de ne pas absorber de CO₂ nécessaire à la photosynthèse – pour réduire au maximum l'évapotranspiration. Quand les températures chutent durant la nuit, ils s'ouvrent pour laisser entrer le dioxyde de carbone, tout en limitant considérablement les pertes d'eau. Certaines espèces d'arbres ont même évolué pour

surmonter cette pénurie d'eau. Le baobab, par exemple, a développé un long réseau de racines (dépassant la largeur de ses parties visibles) de manière à capter la moindre molécule d'eau présente dans le sol. Pendant la saison des pluies, son tronc se gorge d'eau pour faire des réserves, prenant une forme caractéristique qui lui vaut le surnom « d'arbre bouteille ». Quand la sécheresse arrive, ses feuilles tombent pour éviter l'évapotranspiration et une trop grande dépense en énergie. Grâce aux réserves stockées dans le tronc, les feuilles repoussent dès que l'humidité ambiante revient.

Durant la période des pluies, ce baobab a stocké de l'eau dans les fibres de son tronc.



Rarissime et quasi imperceptible à l'œil nu, cette féerie au-dessus du Mont-Saint-Michel a été immortalisée par le photographe Mathieu Rivrin.

DES AURORES EN FRANCE

Par deux fois en février, le ciel du nord et nord-ouest de notre pays s'est illuminé de draperies aussi chatoyantes que fugaces. À l'origine de ces inoubliables spectacles nocturnes... le Soleil!

Par Clémentine Laurens

Pendant deux nuits consécutives, un spectacle inhabituel a illuminé le ciel au-dessus de la France: entre le 26 et le 28 février dernier, des aurores boréales ont pu être observées en métropole là où le ciel nocturne était dégagé et la pollution lumineuse suffisamment faible. De tels événements se produisent habituellement plus près des pôles. «*Dans le Grand Nord, les aurores boréales sont beaucoup plus visibles*», témoigne le photographe Mathieu Rivrin, qui peut comparer son expérience en Islande à celle qu'il a vécue récemment au Mont-Saint-Michel. «*Le 26 février, on arrivait à déceler les lueurs à l'œil nu, mais beaucoup moins qu'avec l'appareil photo, qui est plus performant de nuit que notre vue.*» Pour pouvoir contempler pareils phénomènes sous nos latitudes, il a fallu une activité solaire particulièrement intense. Car le Soleil, «*c'est la source d'énergie qui provoque indirectement les aurores boréales*», résume le physicien et spécialiste Éric Donovan.

En effet, plus notre étoile est active et plus elle émet du «vent solaire», des sortes de nuages de particules chargées électriquement. «*Quand un tel nuage heurte le champ magnétique terrestre, il provoque le mouvement de particules chargées en direction des pôles, où elles entrent en collision avec les particules de l'atmosphère*», précise l'astrophysicienne Sandra Chapman. C'est cette collision qui émet de la lumière. Mais pour que les lueurs voyagent loin des pôles, il faut une grande quantité d'énergie à l'origine! Bonne nouvelle pour les chasseurs d'aurores boréales: l'activité du Soleil se trouve dans une phase ascendante, qui devrait se poursuivre jusqu'en 2025. Car notre étoile a un fonctionnement cyclique: son activité augmente, puis diminue, puis réaugmente, etc. Un cycle complet dure en moyenne onze ans, et le dernier en date a débuté en 2019. Peut-être aurons-nous donc encore la chance d'admirer ce spectacle loin des contrées nordiques, avant que la tendance ne s'inverse à nouveau. ☿

BORÉALES MÉTROPOLITAINE!



Une vue nocturne «ordinaire» du célèbre mont.



© Mathieu Rivin; Shutterstock



CES INVENTIONS CHANGÈ

Actu



Du 27 avril au 8 mai, la Foire de Paris revient pour sa 119^e édition. Espace de démonstration et de vente éphémère annuel, elle met en avant les dernières tendances et innovations en matière de décoration, mode, gastronomie... 1 250 exposants y attendent 400 000 clients. Rendez-vous incontournable depuis 1929, le concours Lépine n'est pas la seule animation ; des spectacles sont proposés, des ateliers pour enfants, le Festival Tropiques en Fête, plus grande manifestation afro-caribéenne d'Europe... La première édition s'est déroulée du 17 au 26 mars 1904 sous l'impulsion de Gustave Sandoz, un bijoutier désireux de perpétuer les retombées commerciales des Expositions universelles, qui lorgnait aussi sur le succès croissant de la grande foire de Leipzig (Allemagne). Après avoir réuni 500 exposants au carreau du Temple, elle migre au Grand Palais, sur l'esplanade des Invalides puis au Champ-de-Mars, avant de se fixer Porte de Versailles en 1924.

« Foire de Paris », Porte de Versailles (Paris).
Ouverture de 10 h à 19 h
(nocturne le samedi 6 mai jusqu'à 22 h).
Tarif : 15 € (gratuit pour les moins de 7 ans).

Événement phare de la Foire de Paris, le concours Lépine a été créé en 1901 par le préfet de police Louis Lépine, afin de venir en aide aux petits fabricants de jouets et de babioles menacés par la concurrence allemande. Lors du premier, qui a lieu à la Bourse de commerce, 700 inventions sont présentées, des jeux à la quincaillerie en passant par l'ameublement et la photographie. Depuis, chaque année, environ 500 innovations sont en lice et une moyenne de 150 prix décernés aux Géo Trouvetou. Outre les plus prestigieux, comme le Prix du président de la République, le Trophée du concours Lépine ou le Prix du préfet de police, des partenaires, à l'instar des chambres des métiers, délivrent leurs médailles. Mais la récompense suprême est la postérité. Il a vu défiler des inventions promises à un grand destin tels l'autocuiseur, la semelle crêpe, la yaourtière... de même que des objets insolites. Découvrons les plus mémorables.

Par Delphine Gaston-Sloan

IS QUI ONT É NOTRE QUOTIDIEN



Si la boîte à ouverture perforée est signée d'un géant américain, les feuilles de cellulose sont l'idée géniale d'un « perdant » au premier concours Lépine.

1901

Les mouchoirs jetables

En cellulose (matière première nécessaire à la fabrication du papier), ils sont baptisés, par leur créateur M. Bleton, mouchoirs hygiéniques, plus indiqués que ceux en tissu, traînant avec leurs miasmes dans une poche et reportés au nez autant de fois que possible. M. Bleton n'a pas gagné le Grand Prix, battu par TRIX, un jeu de construction type Meccano. Surtout, il ne les a pas commercialisés et s'est fait voler la vedette par le Kleenex. Celui-ci est né aux États-Unis en 1924, à l'initiative de l'entreprise Kimberly-Clark. Son nom est une combinaison phonétique de *clean*, propre, transformé en *kleen*, et du suffixe *-ex*, emprunté à une autre marque du groupe, Kotex (serviettes hygiéniques jetables). Ce sont des feuilles de cellulose initialement destinées au démaquillage du visage, détournées en mouchoirs jetables par les consommateurs. Un Kleenex, M. Bleton, pour sécher vos larmes ?

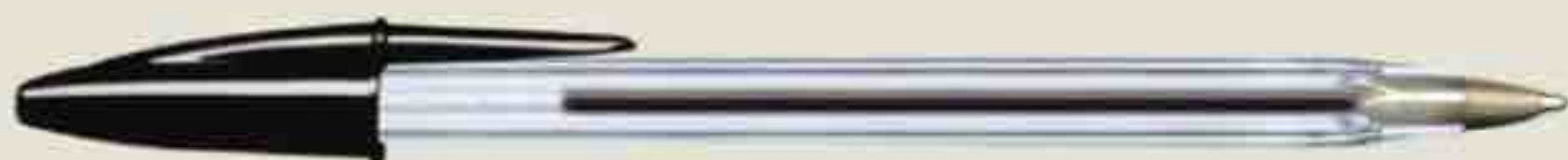
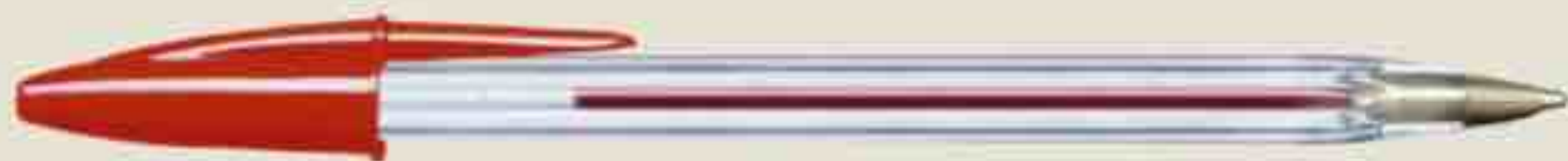
Faire la guerre
à la poussière a stimulé
l'imagination de
nombreux inventeurs.

1907

L'aspirateur Birum

Mme Bimm peine à secouer les tapis pour les débarrasser de la poussière. Il ne vient pas à l'esprit de Robert, son mari, de le faire à sa place, mais il lui bricole un aspirateur ! Un engin mécanique pourvu d'une pompe, d'une ventouse et d'un filtre, présenté au concours Lépine avec la promesse d'être maniable et économique. Des modèles étaient déjà brevetés : le Whirlwind (« tourbillon ») d'Ives McGaffey (États-Unis, 1869), aspirant la poussière en quelques tours de manivelle ; le *vacuum cleaner* d'Hubert Cecil Booth (Angleterre, 1901), muni d'une pompe, d'un moteur à essence, d'un collecteur de poussière et d'un long tuyau à faire passer par la fenêtre. En 1907, l'Américain James Murray Spangler en crée un à partir d'un manche à balai, d'un moteur de ventilateur, d'une caisse à savon, d'une taie d'oreiller et d'une brosse rotative. Le commerçant William Hoover flaire le bon filon et rachète le brevet. Preuve de la *success story* consécutive, passer l'aspirateur peut se dire en anglais *to hoover*.





Après avoir révolutionné l'écriture, le stylo-bille est devenu, avec le BIC Cristal, un objet culte.

1919

Le stylo à bille

Ne dit-on pas un Bic pour désigner tout stylo à bille ? Référence au baron Marcel Bich, créateur en 1950 du modèle Cristal. M. Pasquis, prétendant au concours Lépine de 1919 avec le sien, est tombé dans les oubliettes de l'innovation. Car les encyclopédies retiennent qu'après un brevet déposé en 1888 par l'Américain John J. Loud, les véritables créateurs sont deux frères hongrois, les Bíró, un journaliste et un chimiste (1938). La pression exercée par l'écriture et la gravité enduisent une bille roulante d'encre visqueuse à séchage rapide. Le Birome est commercialisé en Argentine où ils résident et surtout plébiscité par la Royal Air Force. Il est ensuite plagié par la compagnie américaine Reynolds, dont le produit, dès sa mise sur le marché en 1945, cartonne. Rien que la première semaine, il s'en écoule 30 000 dans le magasin new-yorkais seul distributeur. Mais la véritable vente de masse (100 milliards d'exemplaires à travers le monde) intervient avec la pointe Bic, très bon marché (50 centimes de l'époque) et jetable.

1921

Le fer à repasser à vapeur

Si, aujourd'hui, on peine à imaginer que le repassage puisse s'effectuer autrement qu'à la vapeur, un siècle en arrière, pour chasser les faux plis, on devait soit humidifier directement le tissu (avec tous les risques afférents de le brûler, jaunir... s'il était un peu fragile), soit le couvrir d'un linge mouillé, dit pattemouille, avant de passer le fer. En 1921, Constantin Caroni a l'idée lumineuse de doter le sien d'un réservoir d'eau qui, en chauffant, dégage de la vapeur et de le présenter au concours Lépine. Moins visionnaires et plus timorés, les industriels ne sont pas chauds pour le commercialiser, le jugeant trop dangereux. Et l'américaine Eldec Company en brevète un en 1926, précurseur du Steam-O-Matic (1938), plus grand public. En France, il faut attendre le Vapomatic de Calor en 1954.



Avec les fers à vapeur modernes, à thermostat et semelle dotée de trous d'évacuation, le repassage, ça ne fait pas un pli.



Après le succès de ses moulins pratiques mais manuels, Jean Mantelet, fondateur de Moulinex, passera à l'électrique pour « mouliner express ».

1932

Le moulin à légumes

Dans une casserole, le légume est pressé contre une plaque percée et en quelques mouvements de manivelle, l'aliment est râpé. Adieu les grumeaux dans la purée et les crampes à écraser les patates à la fourchette. Pas plus tôt présenté au concours Lépine, le « Moulin-Légumes » de Jean Mantelet, fabricant de petits outils agricoles à Bagnole (93), entre en production de masse pour faire chuter le prix (15 francs pièce) et assurer 2 millions de ventes en deux ans. Le Mouli-persil, le Mouli-sel... suivent. Dans les années 1950, en voyant les VéloSolex, l'entrepreneur pressent que bientôt, les femmes ne voudront même plus tourner une manivelle. Le moteur s'impose. En 1956, la conversion débute avec le moulin à café (électrique). L'année suivante, l'entreprise Moulin-Légumes est rebaptisée Moulinex, abréviation de moulin express. Le slogan de 1961 « Moulinex libère la femme » reste dans les mémoires.

1948

Les verres cornéens de contact

M. Rouvère a marqué le concours Lépine, mais pas la saga des lentilles dans laquelle il n'est jamais autrement mentionné.

Astronome, l'Anglais John Herschel évoque, en 1827, la possibilité de réaliser une sorte de moule en gélatine de l'œil. Puis, des objets en verre soufflé sont développés par des ophtalmologistes, Fick à Zurich (1887), Kalt en France (1888), Müller en Allemagne (1889). Légèreté et confort viennent avec l'apparition des matières thermoplastiques : en 1936, la société allemande IG Farben les fabrique en Plexiglas. L'opticien californien Kevin Tuohy, retenu comme l'inventeur de la lentille cornéenne, met au point une nouvelle génération améliorée (1948). Le Tchèque Otto Wichterle conçoit la lentille souple, épousant la forme de l'œil et accompagnée d'un gel hydrophile prévenant l'irritation (1961).



Les lentilles de contact ont longtemps évolué avant de devenir une alternative confortable aux lunettes.

1956

Le jeu des Mille bornes

Mille bornes pour 1 000 km à parcourir afin de gagner cette partie de cartes avec, face à soi, des adversaires qui s'ingénient à vous mettre des bâtons dans les roues en dégainant feu rouge, crevaisson, limitation de vitesse... On devient un as du volant même sans permis puisque à partir de 6 ans, on y joue. S'il le présente au concours Lépine de 1956, Edmond Dujardin, éditeur de matériel pour auto-écoles installé à Arcachon, a élaboré son Mille bornes deux ans plus tôt, à partir d'une création antérieure, L'Autoroute (1947). Le succès est immédiat et dépasse les frontières, notamment grâce à l'exportation aux États-Unis dans les années 1960. Il est le jeu français le plus vendu dans le monde avec 10 millions d'exemplaires et s'est décliné pour coller aux tendances : version Tintin, Mario Kart, Minions et même écolo. Jeu vidéo et application pour smartphone l'ont fait entrer dans l'ère numérique.

Inspiré par la célèbre nationale 7, reliant Paris à Menton (un millier de kilomètres), ce jeu a traversé les générations et... les continents.



Un système d'arrosage automatique pour préserver ses lombaires.

1957

Le bac Riviera

L'arrosage, geste répété aussi souvent que nécessaire, risque de se transformer en calvaire pour peu que les pots soient posés au sol et que l'on souffre du dos. Comme le Dr Ferrand, dentiste toulonnais, sujet aux lumbagos. Cherchant à devoir se baisser moins souvent sans nuire à ses plantes, il songe à placer au fond du pot une réserve d'eau séparée par une grille qui, une fois remplie par un orifice prévu à cet effet, assure une irrigation régulière par capillarité, l'eau remontant par la terre jusqu'aux racines de la plante. Une jauge permet de vérifier le niveau de remplissage. La Manufacture Provençale de Matières plastiques l'a baptisé bac Riviera après lui avoir acheté le brevet, dès 1957, année de l'obtention de son prix au concours Lépine.

TOP 5 DES IDÉES SAUGRENUES

1949

L'ATOMIC

La publicité fait l'effet d'une bombe : « Les gangsters en déroute grâce à L'ATOMIC ». Une explosion retentit si un cambrioleur pénètre chez vous. Un anti-effraction sans danger, le voleur s'en sort couvert de poussière. En cas d'absence, on peut toujours miser sur la réactivité des voisins, alertés par un boucan d'enfer.

1957

Les faux cils ombrelles

Indéfrisables et ininflammables, ils évitent l'éblouissement, se substituant aux lunettes de soleil. Avec eux, adieu les marques blanches disgracieuses sur le visage bronzé. Seule ombre au tableau : ils ressemblent à des balais-brosses aux poils recourbés et, surtout, ils ne filtrent pas les rayons UV !

Une œuvre d'art à mettre entre toutes les mains pour chasser les mauvaises odeurs.

1983

L'Aspivenin

L'été, où guêpes et autres insectes sont légion, il est toujours bon d'avoir à portée de main l'Aspivenin en cas de piqure. Cette invention d'André Emerit (épaulé par son fils), lauréate du concours Lépine 1983, est aussi indiquée pour lutter contre les agressions de scorpions, poissons, plantes urticantes. Simple comme bonjour d'usage et d'une couleur verte reconnaissable, l'Aspivenin, incontournable du kit de premiers secours, est une mini-pompe aspirante indolore, de fabrication française (et aujourd'hui exportée dans plus de quarante pays). On place l'embout où il y a eu piqure ou morsure, on enfonce le piston bien à fond et on ressent instantanément l'aspiration puissante du venin (800 millibars, soit dix fois la succion buccale). Douleurs et démangeaisons ne sont bientôt plus qu'un lointain souvenir.



Une mini-pompe aspirante à glisser « dard-dard » dans sa trousse de secours.

1994

Le savon en acier Deos

Tous ces objets sont entrés dans notre vie quotidienne, peu ont eu les honneurs d'être exposés au Museum of Modern Art de New York ou introduits dans le décor d'un *Star Wars*, à l'image du savon en acier Deos. Médaille de l'édition 1994, il sert à débarrasser les mains des odeurs persistantes, type poisson, ail, oignon. Selon la légende, son inventeur Mathieu Lion a eu l'idée en jardinant. Frottant sa bêche sous l'eau pour la nettoyer, il constata que ses mains ne sentaient plus rien. Merci l'oxydoréduction, une réaction chimique. Au contact de l'eau, les ions métalliques captent les molécules responsables des mauvaises odeurs, les faisant disparaître. Soucieux d'esthétique, il sollicite le designer Lucas Bignon qui donne à son savon en acier inoxydable et inusable un aspect de galet plat. Il s'en écoulera 10 millions. Produit phare de la société Mastrad, fondée par Mathieu Lion, il sera bientôt suivi du gant en silicone Orka résistant jusqu'à 250 °C, du chauffe-plat micro-ondable Magma...



2013

La VACHÀBEURRE

La VACHÀBEURRE de Nicolas Trüb est une raclette en inox représentant une tête de bovin. Lorsque l'on frotte son museau percé de petits trous contre la motte de beurre, des filaments, comme des brins d'herbe, se forment et ne demandent qu'à s'étaler en douceur sur la biscotte sans la réduire en bouillie.

2019

La chaussette à poche

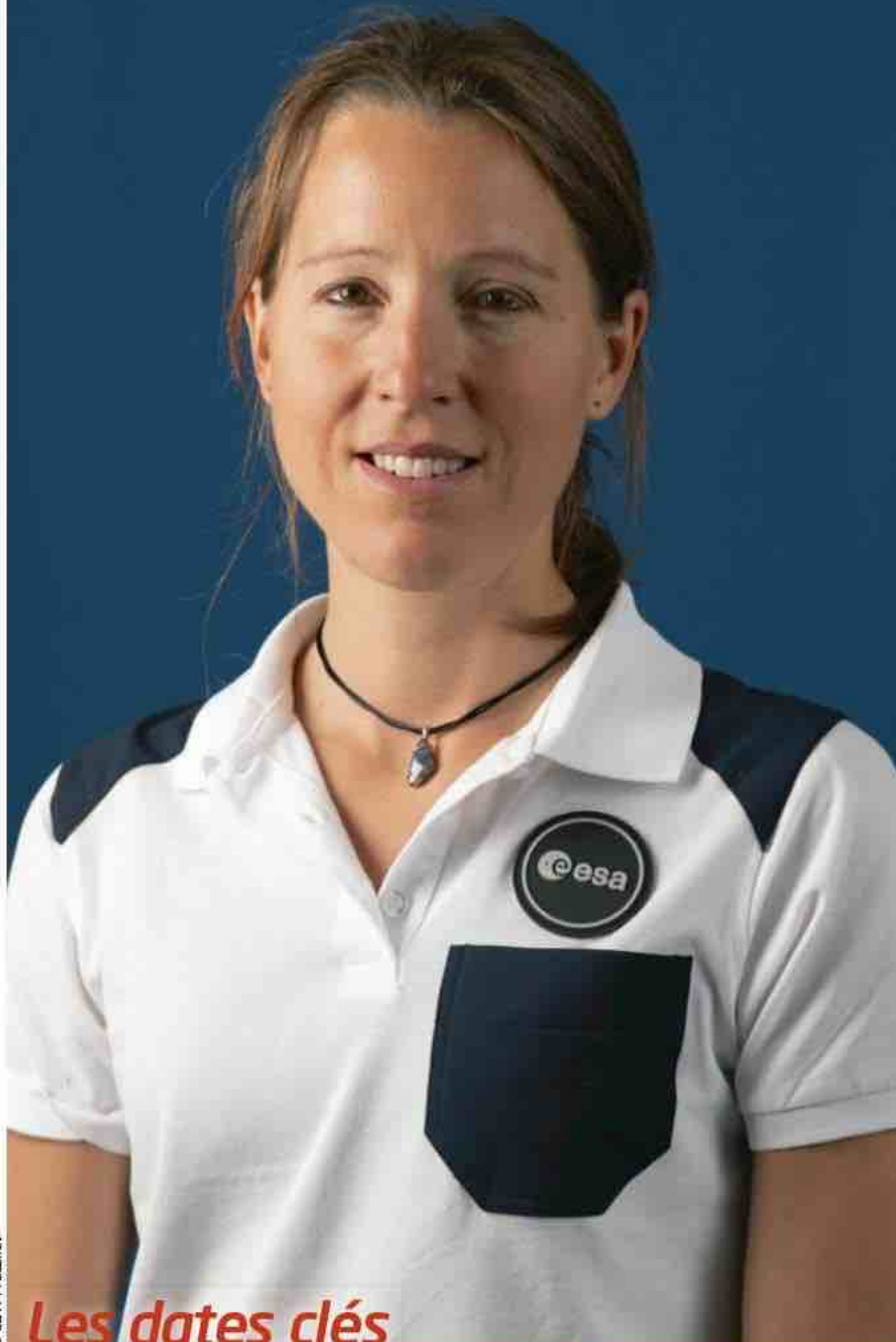
Frédéric Charles propose de glisser dans sa chaussette un billet, sa carte bancaire, son (petit) smartphone, une clé (pas tout le trousseau)... De quoi rassurer les phobiques des pickpockets, séduire les runners ou ceux qui détestent déformer leur jean. Avis aux distraits : videz-la avant le passage en machine !

2021

Aqwa Itineris

Jean-François Buisson imagine, en 2017, un camion-piscine pour apprendre à nager partout. Dans la remorque, un bassin de 8 m sur 2 au fond réglable (de 0 cm à 1,20 m), dont l'eau est chauffée entre 28 et 30 °C. À bord, tout le nécessaire au fonctionnement de ce centre aquatique (local technique, vestiaires), maîtres-nageurs compris.

SOPHIE ADENOT



Avant de marcher un jour peut-être sur la Lune, elle fera un séjour dans la Station spatiale internationale (ISS), mais sans doute pas avant trois ans. Pourtant, elle a déjà sa place dans l'histoire de France pour être la deuxième femme astronaute. Découvrez le parcours de cette combattante.

Par Delphine Gaston-Sloan

Le 17 août 1996, Claudie Haigneré, 39 ans, docteure en neurosciences, spécialiste en médecine aéronautique, devient la première Française à voyager dans l'espace. Ce jour-là, Sophie Adenot, 14 ans, sait qu'il n'existe plus, dans notre pays, de barrières de genre à ses ambitions : elle sera astronaute. Vingt-six ans plus tard, le 23 novembre dernier, la dépêche tombe : l'ESA (Agence spatiale européenne) dévoile sa nouvelle promotion. Trois hommes et deux femmes, parmi eux deux Français, dont Sophie Adenot, 40 ans. Son jeune fils résume bien l'état d'esprit : « *Bravo maman, tu vas réaliser ton rêve d'enfant !* » L'aboutissement de décennies de travail, d'efforts, de dépassement de soi, de ténacité.

Formation continue

Elle est née dans la Nièvre en 1982, d'un père notaire et d'une mère pharmacienne. Dans sa jeunesse, Sophie Adenot est inspirée par son grand-père, mécanicien dans l'armée de l'air, qui lui transmet la passion des machines. Après des études secondaires à la maison d'éducation de la Légion d'honneur de Saint-Denis, internat d'élite, elle se prépare aux grandes écoles d'ingénieurs et,

Les dates clés

1982

Elle naît le 5 juillet à Cosne-Cours-sur-Loire (Nièvre).

2001

Elle entre à l'école d'ingénieurs ISAE-SUPAERO (Toulouse), et se spécialise dans la dynamique de vol des engins spatiaux et des avions.

2004

Au MIT (Massachusetts Institute of Technology), elle décroche un master de sciences en ingénierie des facteurs humains.

2005

Avec l'objectif de devenir pilote d'hélicoptère, elle s'engage dans l'armée de l'air.


2008

Sur la base aérienne de Cazaux (Gironde), elle rejoint l'escadron spécialisé dans les missions de recherche et de sauvetage (SAR), et missions de recherche et de sauvetage au combat (RESCO).

en 2001, décroche SUPAERO (Toulouse), le graal de la formation pour le secteur de l'aérospatiale. Elle enchaîne, outre-Atlantique, avec le MIT (Massachusetts Institute of Technology), où elle passe en 2004 un master en ingénierie des facteurs humains, soit l'indispensable compréhension, pour la conception d'engins d'aviation et spatiaux, des êtres de chair et de sang qui en seront les usagers. Elle y bûche sur la conception de centrifugeuses pour l'entraînement des astronautes.

L'ingénieure est ensuite recrutée par Airbus Helicopters pour concevoir des cockpits. Il lui faut moins d'un an pour frapper à la porte de l'armée de l'air où elle s'engage pour devenir pilote d'hélicoptère (2005). Dès

lors, son ascension est constante : entre 2008 et 2012, elle enchaîne les missions de recherche et de sauvetage (SAR) et les missions de recherche et de sauvetage au combat (RESCO), notamment en Afghanistan ; après un passage au transport du président de la République (2012-2017) et un retour à l'école (l'Empire Test Pilots' School anglaise en 2018), elle devient la première femme pilote d'essai d'hélicoptères en France.

Un tel CV éclaire la décision de l'Agence spatiale européenne, qui a retenu la lieutenant-colonel parmi 22 523 postulants. Autre atout, ses activités extraprofessionnelles. Sur ses loisirs, ce bourreau de travail se forme encore : elle est titulaire d'un brevet de parachutisme sportif, de plongée sous-marine, mais aussi professeur de yoga certifiée. Car la transmission est essentielle à ses yeux, elle donne des conférences scientifiques, certaines devant des enfants, et est marraine d'OSE L'ISAE-SUPAERO, programme d'égalité des chances de son ancienne école. Il incite des filles, des jeunes de banlieue ou de milieux ruraux à oser se lancer dans des cursus scientifiques. Sophie Adenot atteste qu'il ne suffit plus de demander la Lune, il appartient à chacun et chacune d'aller la décrocher. 

Parvenue « en bas de l'Everest », la Française a désormais tout à apprendre du métier d'astronaute

La nouvelle astronaute française a été sélectionnée par l'Agence spatiale européenne parmi plus de 20 000 candidats.

Ses défis à venir

Pour faire partie des cinq élus parmi plus de 20 000 candidats européens, Sophie Adenot s'est soumise au processus de sélection en six étapes, sur un an et demi. La présélection s'est faite sur dossier. Après deux épisodes de tests, cognitifs, pratiques, individuels et collectifs..., elle a satisfait à un examen médical poussé évaluant sa condition physique et psychologique. Enfin, elle a passé deux tours d'entretiens, le second avec le directeur général de l'ESA. Mais son départ vers l'ISS, ce n'est pas demain la veille. Début avril, elle a rejoint le Centre des astronautes européens à Cologne (Allemagne), pour une formation intensive de trois ans en deux phases. Cours théoriques, de l'histoire des vols habités à la mécanique spatiale, alterneront avec un entraînement dans des maquettes de l'ISS, y compris en immersion en piscine, afin de reproduire les conditions d'apesanteur. Au programme également la centrifugeuse qui simule décollage et rentrée dans l'atmosphère, les cours de pilotage du vaisseau... Le tout en un an. Alors, sa mission spécifique sur l'ISS lui sera assignée (botanique, médecine, physique...), et elle aura deux ans d'apprentissage des gestes et protocoles à mettre en œuvre pour mener les expériences en apesanteur.



2012

Elle intègre l'unité de l'armée de l'air chargée du transport du président de la République et des autorités gouvernementales (Villacoublay, Yvelines).

2018

Elle obtient le diplôme de pilote d'essai de l'Empire Test Pilots' School (ETPS, Royaume-Uni).

2019

Première femme pilote d'essai d'hélicoptères en France, elle est recrutée par la Direction générale de l'armement (DGA).

2020

La French-American Foundation la sélectionne pour son programme Young Leaders destiné à renforcer la coopération France-États-Unis.

2022

Faite chevalier de l'ordre national du Mérite en avril, elle est choisie, en novembre, par l'ESA pour devenir astronaute.

BORDEAUX

JĀNGALA, AU CŒUR DE LA JUNGLE INDIENNE Sur les traces de Shere Khan

Qu'est-ce que la jungle ? En sanskrit, langue ancienne de l'Inde, « jāngala » désigne un terrain accidenté. Mais depuis *Le Livre de la jungle* de Rudyard Kipling (1894), le terme est synonyme de forêt abondante dans l'imaginaire collectif. Cette exposition nous révèle, en fait, sa diversité à travers quatre milieux naturels – les terres arides, la forêt tropicale humide, sa lisière et, enfin, les contreforts himalayens – grâce à une scénographie qui met tous les sens en éveil. Dans les plaines désertiques, entre un chacal et un vautour, on effleure un crâne de loup et une dent

d'éléphant. Dans la forêt tropicale, on ressent son atmosphère humide si particulière quand la mousson déverse ses précipitations, les plus abondantes du monde. Tandis que vous respirez l'odeur de l'humus et du bois de santal, tendez l'oreille : à quel animal appartiennent ces cris ? Des spécimens naturalisés d'espèces emblématiques de l'Himalaya, comme un bébé panthère des neiges et un panda roux, concluent ce voyage en beauté.

« Jāngala, au cœur de la jungle indienne », au Muséum de Bordeaux, jusqu'au 17 septembre 2023. Tarifs : 8 € (3,50 € pour les 6-18 ans). Plus d'infos sur : www.museum-bordeaux.fr



© Mairie de Bordeaux, photo Frédéric Deraf



Les 160 espèces qui peuplent cette exposition dévoilent la jungle indienne dans toute sa diversité, mais aussi, désormais, sa fragilité.

PARIS

DES CHEVEUX ET DES POILS Question de modes

Du XV^e siècle à nos jours, cette exposition parcourt l'histoire de la pilosité et de la coiffure. Plus de 600 œuvres permettent d'admirer le talent de célèbres artistes capillaires : Léonard Autier (coiffeur favori de la reine Marie-Antoinette), Monsieur Antoine, les sœurs Carita, Alexandre de Paris et, plus près de nous, les coiffeurs studio ou le maître des perruques Charlie Le Mindu aux sculptures décoiffantes ! En bonus, un atelier découpage où les plus jeunes créent, avec moustaches, bouclettes et poils en tous genres, un portrait inspiré des œuvres présentées.

« Des cheveux et des poils », au musée des Arts décoratifs (Paris), jusqu'au 17 septembre. Tarifs : 14 € (gratuit pour les moins de 26 ans). Plus d'infos sur : madparis.fr



© Musée Denon / Philip Bernard

Elisabeth Stuart (1596-1662), reine de Bohême, porte une variante du voile cachant les cheveux, longtemps la norme.



© Raïa Andrieu, Mannequin : Emma Fuhmann, Agence Blow models

Le styliste barcelonais Alexis Ferrer mêle technologie de pointe et motifs baroques dans ses impressions sur cheveux.

Cinéma

PAR SWALI GUILLEMANT

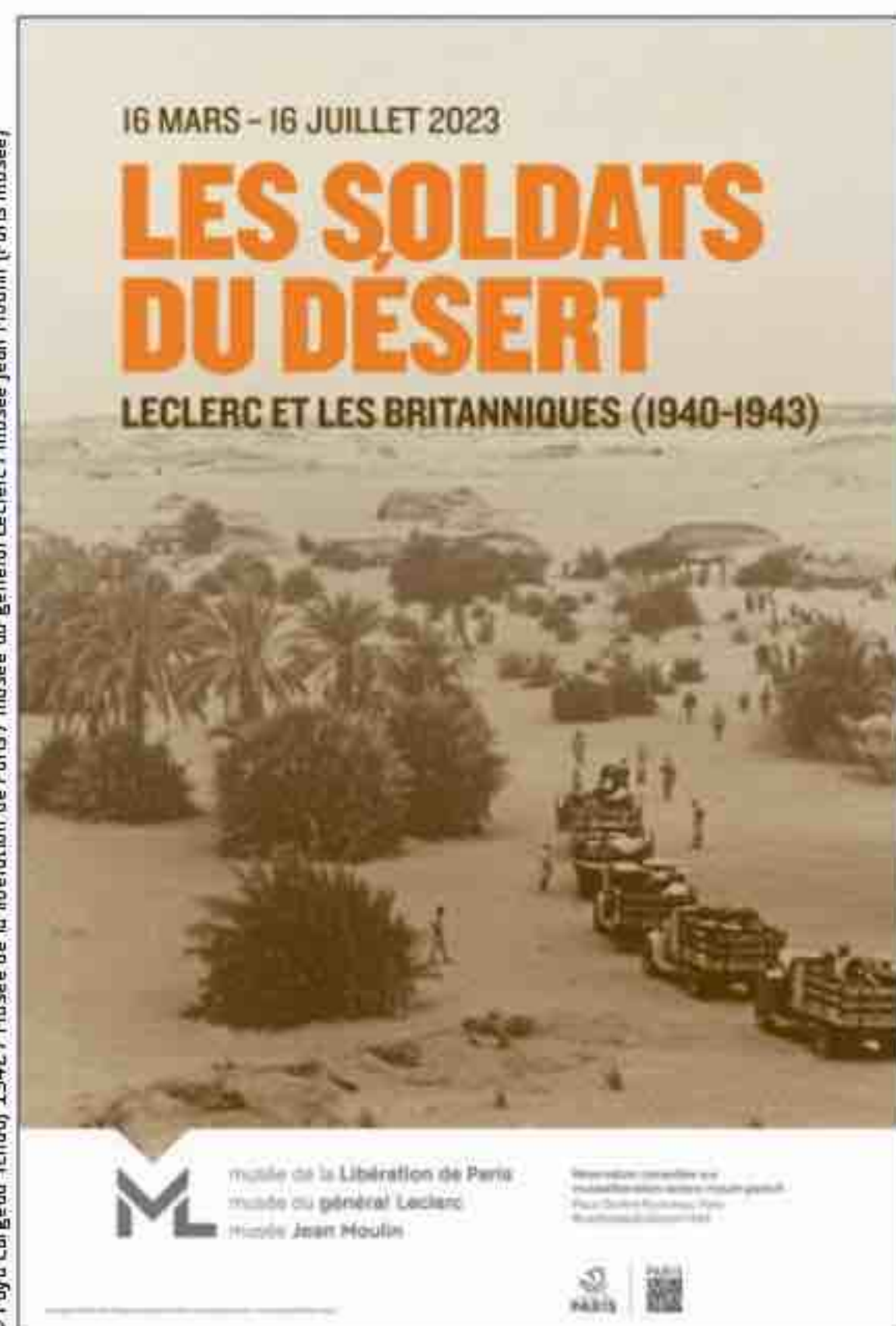
PARIS

LES SOLDATS DU DÉSERT LECLERC ET LES BRITANNIQUES (1940-1943)

La guerre au cœur du désert

22 juin 1940. La France signe l'armistice avec l'Allemagne nazie, mais loin de l'Europe, le combat continue. Du Cameroun à la Libye, le colonel Leclerc et ses soldats tentent, avec l'appui de troupes britanniques, de rallier des territoires africains à la France libre. Témoignages et portraits de soldats, films d'archives, objets du quotidien et, bien sûr armes nous plongent dans les raids en missions de reconnaissance organisées jusqu'en 1943. Le Sahara est un véritable ennemi. Il est mal répertorié sur les cartes et le sable entrave les véhicules. Au fil des missions, on découvre la débrouille des soldats et on peut même se mettre à leur place le temps de la visite ! Sur des écrans, on manipule des équipements indispensables dans le désert comme le compas solaire et la boussole. On peut aussi envoyer un message en morse. Une plongée dans un épisode méconnu de la Seconde Guerre mondiale.

« Les soldats du désert - Leclerc et les Britanniques (1940-1943) », au musée de la Libération de Paris, jusqu'au 16 juillet. Tarifs: de 7 € à 9 €. Plus d'infos sur : www.museeliberation-leclerc-moulin.paris.fr



Une cinquantaine d'objets du quotidien des soldats en plein désert témoignent de l'audace des troupes britanniques et de celles du colonel Leclerc.



FILM DOCUMENTAIRE

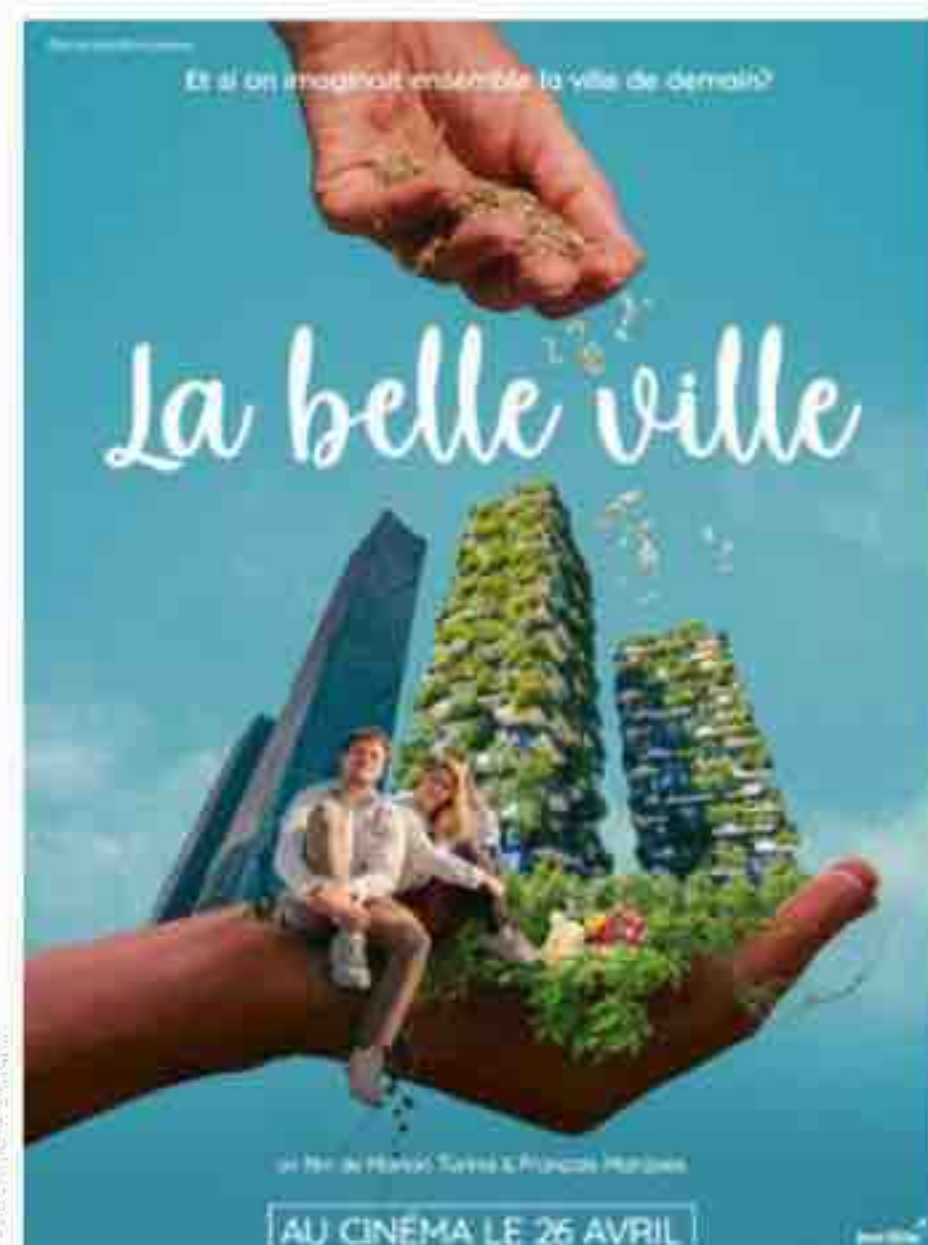
LA BELLE VILLE

Nouveaux modes de vie urbains

de Manon Turina et François Marques. Au cinéma.

A lors que plus de 75 % de la population française vit en milieu urbain, Manon et François, citadins depuis toujours, veulent réinventer la ville de demain. Le confinement de mars 2020 est le point de départ de ce documentaire-voyage. Durant près d'une heure et demie, il nous emmène à la rencontre de gens ordinaires qui proposent des initiatives à la hauteur de tous. Des miniforêts de Bruxelles aux toits verts de Chicago, la végétalisation des villes nous

dévoile l'importance de reconnecter leurs habitants avec la nature. Dans les jardins partagés de Berlin ou sur un balcon parisien de 4 m², Manon et François nous font ensuite découvrir l'agriculture urbaine. Et démontrent que chacun peut devenir l'un de ses représentants ou simplement réaliser un compost à domicile. De Mexico City à Zurich, ce film optimiste met en avant des changements à intégrer dans son quotidien. Passer à l'action n'a jamais semblé aussi facile !

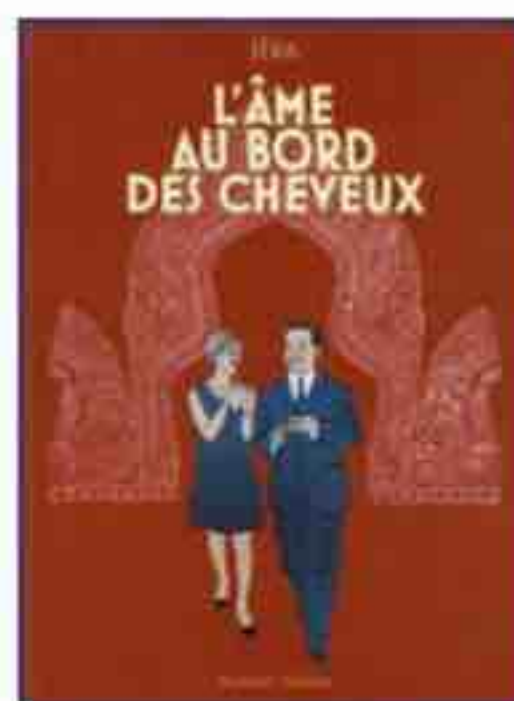


ROMAN GRAPHIQUE

L'ÂME AU BORD DES CHEVEUX

de Séra (scénario et dessin)

La vie s'est arrêtée



Delcourt,
176 pages, 24,95 €

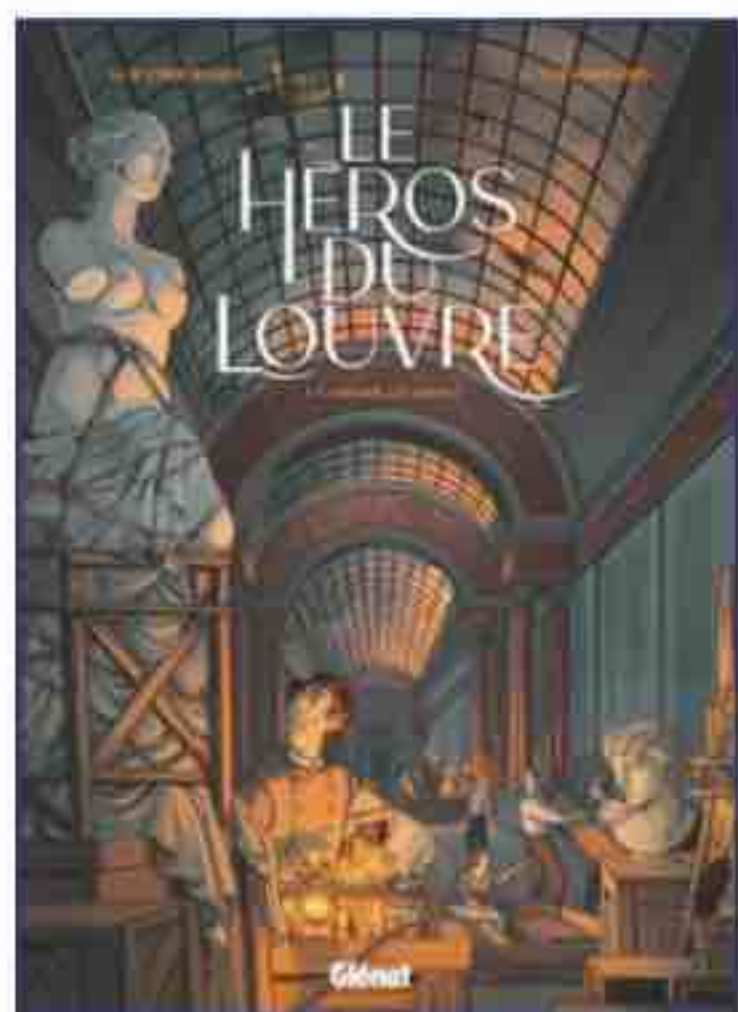
Pour Séra et tant d'autres, il y a un avant et un après 17 avril 1975. Ce jour-là, les Khmers rouges entrent dans Phnom Penh, la capitale du Cambodge, et en vident sa population. Commence le génocide de tout un peuple. Son père, un entrepreneur lettré attaché à son pays, refuse de le quitter. Séra ne le reverra plus. Sa mère, française, regagnera la métropole en compagnie de ses trois enfants. En quelques heures, l'adolescent passe de l'insouciance à l'âge adulte, l'expression « l'âme au bord des cheveux » signifiant être mort de peur dans la langue khmère. Plus tard viendra le temps du témoignage, sidérant, radical. Séra n'occulte rien de la tragédie, les exactions de chaque camp, la lâcheté occidentale, l'aveuglement des médias. « Ceci est mon héritage », conclut-il sobrement.

BD TOUT PUBLIC

LE HÉROS DU LOUVRE

TOME 1: LA JOCONDE A LE SOURIRE

d'Élie Chouraqui (scénario) et Letizia Depredi (dessin)



Glénat,
56 pages, 12,50 €



Sauver la Joconde et les siens

Le réalisateur et producteur de cinéma Élie Chouraqui s'inspire de la vie de Babi Maklouf, son grand-père, qui, après avoir passé sa jeunesse en Algérie, alors département français, s'installe à Paris à la fin des années 1930. Recruté comme gardien de nuit au Louvre, le jeune idéaliste y étanche sa soif

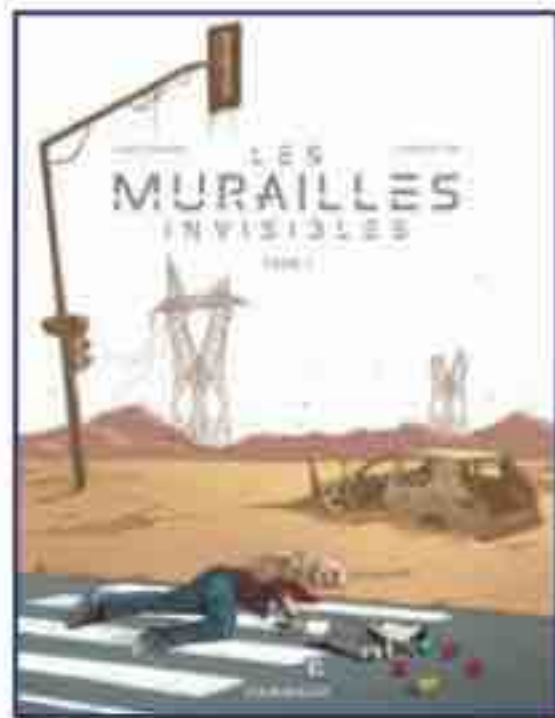
de culture. Quand, en juin 1940, l'armée allemande arrive aux portes de la capitale, Babi se voit confier une mission risquée : mettre à l'abri les principaux chefs-d'œuvre du musée. Babi accepte à condition que toute sa famille l'accompagne. C'est le début d'un périple semé d'embûches à travers un pays occupé.

ANTICIPATION

LES MURAILLES INVISIBLES, TOME 1

d'Alex Chauvel (scénario) et Ludovic Rio (dessin)

Pièges temporels


Dargaud,
92 pages, 17 €

Les lecteurs de Stephen King ne seront pas dépayés et se remémoreront son roman *Dôme* dans lequel une petite ville américaine est mise sous cloche. Tous les autres découvriront un même récit étrange et décalé. Sans signe avant-coureur, Lino se retrouve séparé des siens dans un monde fragmenté par d'infranchissables murailles invisibles.

Infranchissables ? Pas tout à fait, des brèches y apparaissent çà et là par intermittence. Suffirait-il de passer de l'autre côté pour retrouver son petit chez-soi ? Trop facile, ces failles s'ouvrant en vérité sur d'autres époques, comme si le temps lui-même avait volé en éclats. La raison de Lino est mise à rude épreuve. Sa rencontre avec un groupe venu du futur lui apportera-t-elle la solution de l'énigme ? Peut-être.



CHRONOLOGIE

DEBOUT! DE #METOO À VERCINGÉTORIX

de Manon Paulic
et un collectif d'illustrateurs

Celles et ceux qui ont dit non


Milan, 144 pages,
16,90 €

En prenant la Bastille le 14 juillet 1789, le peuple de Paris a précipité l'Ancien Régime vers sa fin. Avant cela, les révoltes françaises avaient connu plus ou moins de succès : Vercingétorix défait par César à Alésia en 52 av. J.-C. (après l'avoir repoussé à Gergovie) ; la grande Jacquerie paysanne de 1358 contre les taxes, finalement matée ; la Fronde (1648-1653) où l'unanimité contre la Couronne fera, au final, de Louis XIV un monarque absolu... Leur mérite : entraîner les populations à se soulever pour qu'un jour, enfin, les victoires arrivent. Voir le long combat des femmes pour l'égalité, la résistance aux nazis, la lutte du Larzac contre l'extension d'un camp militaire sur des terres agricoles (1971-1981)... La bataille continue pour la sauvegarde de l'environnement, des acquis sociaux, la tolérance. Le livre égrène ces soulèvements (parfois pour une cause réactionnaire), inspire à l'engagement et enthousiasme par l'esthétique de ses illustrations.



Dr Steven Laureys

Le sommeil,
c'est bon
pour le
cerveau

Odile Jacob,
368 pages, 22,90 €

DOCUMENT

LE SOMMEIL, C'EST BON POUR LE CERVEAU

du Dr Steven Laureys

Je dors donc je suis

Si un macho vous assure qu'il est toujours au top en ne dormant que quatre heures par nuit, ne l'enviez pas ! Oubliez le « culte du sacrifice viril du sommeil », trop ancré dans nos sociétés où dormir tout son soûl est un signe de faiblesse, grâce à ce livre salutaire montrant que dormir (beaucoup) est vital. Il ne vous viendrait pas à l'esprit de prétendre qu'oxygène, eau, nourriture ne le sont pas. Eh bien, il en va de même du sommeil ! Il rend plus fort, plus intelligent, plus créatif, garantit une meilleure santé, l'équilibre émotionnel... En plus de détailler ses bienfaits, le Dr Laureys nous explique son fonctionnement (et ses dysfonctionnements), expose les solutions pour le retrouver, décrypte les rêves. Allez, ce bon livre et au lit !



DOCUMENT ILLUSTRÉ

LA SCIENCE À L'ÉPREUVE DES MAUVAISES LANGUES

d'Annabelle Kremer-Lecointre et Arnaud Rafaelian (illustration)

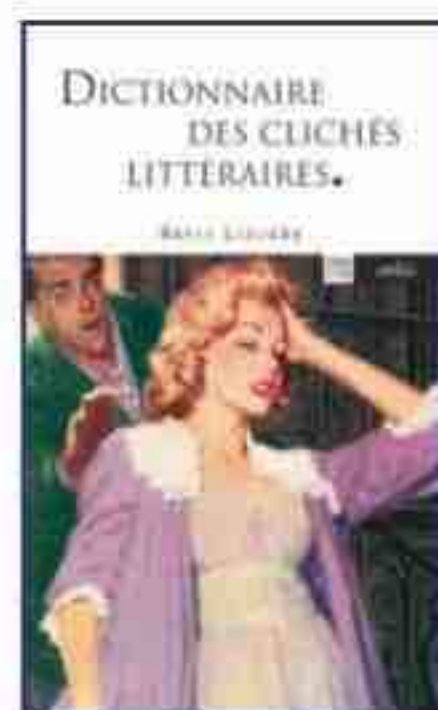
Delachaux et Niestlé,
208 pages, 22,90 €



Avant de ramener ta science...

Discourir en mode café du commerce (ouvert 24h/24 sur Internet, à l'échelle mondiale) sur la politique, le cinéma, le football, ça ne prête pas trop à conséquence. Se sentir expert polyvalent est plus douteux sur les questions scientifiques. L'autrice, une professeure de SVT, l'a ressenti lors de la crise Covid où vous et moi (pas médecin, pas chercheur en immunologie) avons eu nos opinions sur les masques, la transmission du virus, les vaccins... Et avons été déstabilisés dans une période anxiogène (aggravée par un matraquage médiatique)

où même les experts patentés divergeaient. Cela nous a appris qu'on ignorait largement ce qu'est la science ou plus exactement la démarche scientifique. Par conséquent, il est utile de revoir les bases, dans cet ouvrage faisant le point sur dix questions pour, par exemple, battre en brèche ces idées : les experts scientifiques sont corrompus ; ils sont indignes de confiance puisqu'il leur arrive de se tromper ; science et religion se complètent ; la science est dangereuse... Après, on tournera sept fois sa langue dans sa bouche avant de parler.



Arléa,
286 pages, 10 €

DICTIONNAIRE

DICTIONNAIRE DES CLICHÉS LITTÉRAIRES

de Hervé Laroche

Les clichés ont la vie dure

Ma plume court pour déclencher une salve d'applaudissements en l'honneur de l'auteur qui a redoublé d'efforts et mené à bien une folle entreprise : déceler dans la littérature son cortège de clichés. Saurez-vous les retrouver tous dans cette simple phrase ? Après des tests (visant à jauger votre radar en lieux communs), vient l'inventaire des formules à utiliser pour faire de la bonne mauvaise littérature. L'ouvrage refermé, pas sûr que vous réussissiez à lire sereinement le dernier best-seller. Ou même *Comment ça marche* ! Les masques vont tomber : « L'art d'écrire est nécessairement d'écrire mal. »

Comment ça marche

POUR VOUS ABONNER, GÉRER VOS ABONNEMENTS
OU CHANGER DE MAGAZINE

Par téléphone :

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

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

Par mail :

relation.abo@fleuruspresse.com

Par courrier :

CDN Vivetic, Service Fleurus Presse,
127, rue Charles Tillon, CS 80021, 93308 Aubervilliers Cedex.
Pour la Belgique :

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

Pour la Suisse :

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

Pour le Canada :

Fleurus Presse, Express Mag, expressmag@expressmag.com

Relations collecteurs/libraires/écoles :

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

Tarif France 1 an : 58,80 €.

RETROUVEZ L'ENSEMBLE DE NOS PUBLICATIONS
SUR WWW.FLEURUSPRESSE.COM

Comment ça marche

est édité par

Unique Heritage Presse SAS

au capital de 500 000 €.

SIREN 338 412 463 RCS Paris

Adresse : 141, boulevard Ney -

75018 Paris.

Président et directeur de la

publication : Emmanuel Mounier.

Directrice générale médias

Fleurus Presse : Juliette Salin.

Rédaction :

Karine Jacquet

(Rédactrice en chef),

Isabelle Dubesset

(Rédactrice graphiste),

Béatrice Bon (Iconographe)

Ont collaboré à ce numéro :

Laurène Bertelle, Gaël

Dremmel, Louna Esgueva,

Gisèle Foucher, Delphine

Gaston-Sloan, Patrick Gaumer,

Laurence Gay, Swali Guillemant,

Valérie Greffoz, Clémentine

Laurens, Cécile Lemoine,

Corentin Paillassard, Aude-

Claire de Parcevaux, Edith Pauly,

Santiago Rodriguez, Muriel Valin,

Jacqueline Voyant.

Gestion des ventes au numéro :

(réservé aux dépositaires et aux

marchands de journaux) : Isabelle

Alliaume (Directrice diffusion

et réseau), tél. : 01 56 79 36 94,

diffusionmdj@fleuruspresse.com

Distribution : MLP

Publicité : 01 87 15 42 39

Marion Stastny (Directrice

marketing, partenariats

et business development),

Patricia Danan (Directrice

de publicité), Barbara Valdès

(Directrice de clientèle).

Opérations spéciales :

Yann Grolleau (Directeur),

Contacts :

prenom.nom@uniqueheritage.fr

Fabrication :

Créatoprint, tél : 06 71 72 43 16

Impression :

Arti Grafiche Boccia S.p.A.

84131 Salerno (Italie)

Papier : origine Finlande,

taux de fibres recyclées : 0%,

certification : PEFC 100%,

eutrophisation : Ptot 0,005 kg/

tonne.

Commission paritaire :

0925 K 90540

Loi du 16 juillet 1949 sur

les publications destinées

à la jeunesse.

ISSN : 2739-3755

Dépôt légal à parution.

Tous droits de reproduction

réservés sauf autorisation écrite

préalable

© Comment ça marche.

Les coordonnées de nos abonnés

sont communiquées à nos

services et aux organismes liés

contractuellement à Comment

ça marche sauf opposition

écrite. Les informations

pourront faire l'objet d'un droit

d'accès et de rectification dans

le cadre légal.

Ce magazine est édité sous

licence de la société anglaise

Future Publishing Limited.

Tous les droits d'utilisation liés

à la licence, incluant le nom

How It Works, appartiennent

à Future Publishing Limited

et ne peuvent être reproduits,

en partie ou dans leur

intégralité, sans consentement

préalable écrit et délivré par

Future Publishing Limited.

© Future Publishing Limited.

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.

LA STRATÉGIE ENDER

La guerre, un jeu d'enfant

Lecture recommandée par la Marine Corps University américaine, ce premier titre d'une suite romanesque devenue un classique du *space opera* militariste a reçu les deux prestigieux prix Hugo et Nebula. Exploit reproduit dès le tome 2, l'année suivante. Seul Orson Scott Card a réalisé une telle prouesse.

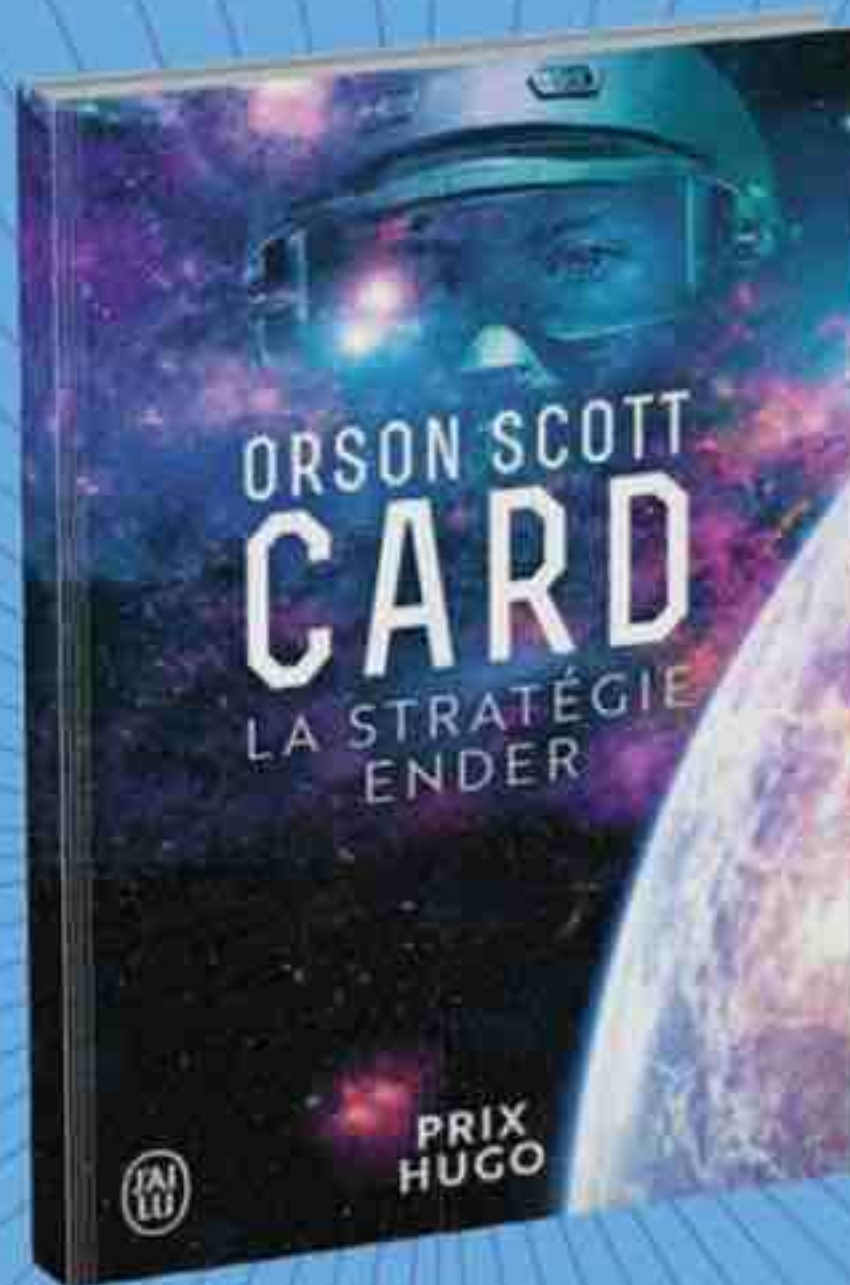
Par Delphine Gaston-Sloan

● L'auteur

Né en 1951, il est membre de l'Église mormone (mouvement chrétien à la pratique rigoriste, fondé aux États-Unis en 1830), ceci expliquant sans doute ses positions controversées contre le mariage gay. Missionnaire au Brésil, il enseigne ensuite la littérature à l'université, puis se tourne vers l'écriture SF. Dès sa première nouvelle, en 1977, il décroche un prix du meilleur nouvel auteur. La consécration vient avec *La Stratégie Ender* et *La Voix des morts*. Il est, en parallèle, reconnu dans la *fantasy* (cycle des *Chroniques d'Alvin le Faiseur*, 1987-2003). Il a signé la novélisation du film de James Cameron *Abyss* (1989) et donné ses conseils dans *Comment écrire de la fantasy et de la science-fiction* (1990).

● Ses prémonitions

Card fonde l'entraînement des jeunes soldats sur des simulations hyperréalistes apparentées aux jeux vidéo, s'avérant *in fine* authentiques. Le roman annonce les drones de combat et le débat éthique sur leur usage : un soldat doit-il tuer une cible potentiellement à des milliers de kilomètres, assis face à un écran, en pressant juste un bouton de joystick ?



d'Orson Scott Card,
roman américain publié sous le titre
original *Ender's Game* en 1985

● Les adaptations

Un film est mis en scène en 2013 par le Sud-Africain Gavin Hood (*X-Men Origins: Wolverine*), avec l'objectif d'en faire un blockbuster pour ados. Il a cependant connu un résultat commercial mitigé, en dépit d'un casting alléchant : Harrison Ford, Asa Butterfield (*Sex Education*), Viola Davis (*Murder*), Abigail Breslin (*Little Miss Sunshine*), Ben Kingsley (*Iron Man 3*)...

● Un cycle romanesque

Six romans constituent le cycle d'Ender (enrichi de nouvelles). Après *La Stratégie Ender*, viennent *La Voix des morts* (1986), *Xénocide* (1991), *Les Enfants de l'esprit* (1996), *Une guerre de dons* (2007), *Ender: L'Exil* (2008). Et un second cycle dérivé, *La Saga des ombres* (1999-2021). Six romans consacrés à l'évolution des personnages restés sur la Terre, alors qu'Ender l'a quittée. Le premier tome s'intitule *La Stratégie de l'ombre*.

● L'histoire

Dans un futur lointain, les humains sont menacés par les Doryphores, espèce extraterrestre insectoïde supérieure en nombre. Pour se défendre, ils forment à l'école militaire des enfants très jeunes, à fort potentiel. Le plus prometteur, peut-être seul capable de sauver l'humanité, Andrew Wiggin, dit Ender, suit l'entraînement afin de se préparer au combat final.

● Le contexte

Le roman découle d'une nouvelle publiée en 1977 dans le magazine *Analog Science Fiction and Fact*. En changeant de format, l'histoire, marquée par la guerre froide (l'idéologie libérale et individualiste de la Force Internationale humaine affronte l'esprit de ruche collectiviste des Doryphores), a pu être développée et évoluer en même temps que la situation géopolitique.



DÉCOUVREZ AUSSI...

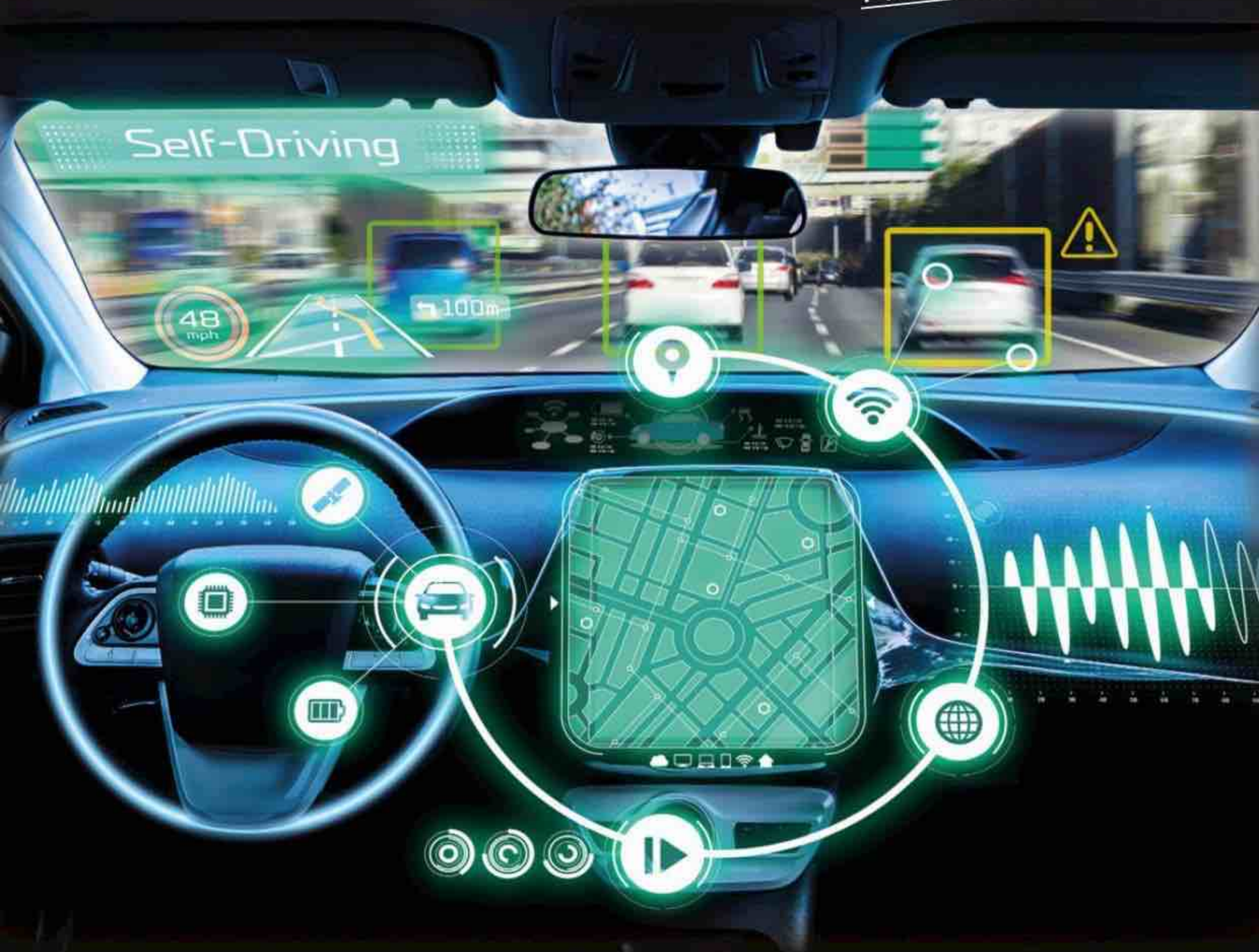
2€_{,95} *Les Cahiers de* **RÉPONSE À TOUT**

JEUX!

RONDE DES MOTS
MOTS MÉLANGÉS
SUDOKU
ANAGRAMMES
MOTS CODÉS
MOT DE TROP
QUIZ...

**MOTS
FLÉCHÉS**
FORCES 1 2 3 4

EN VENTE CHEZ VOTRE MARCHAND DE JOURNAUX



LE VÉHICULE AUTONOME, UNE VRAIE BONNE IDÉE?



■ DÉCRYPTER: GRAINS DE BEAUTÉ,
D'OÙ VIENNENT-ILS?

■ OBSERVER: LES VACHES, UN EFFET
BOEUF SUR L'ENVIRONNEMENT

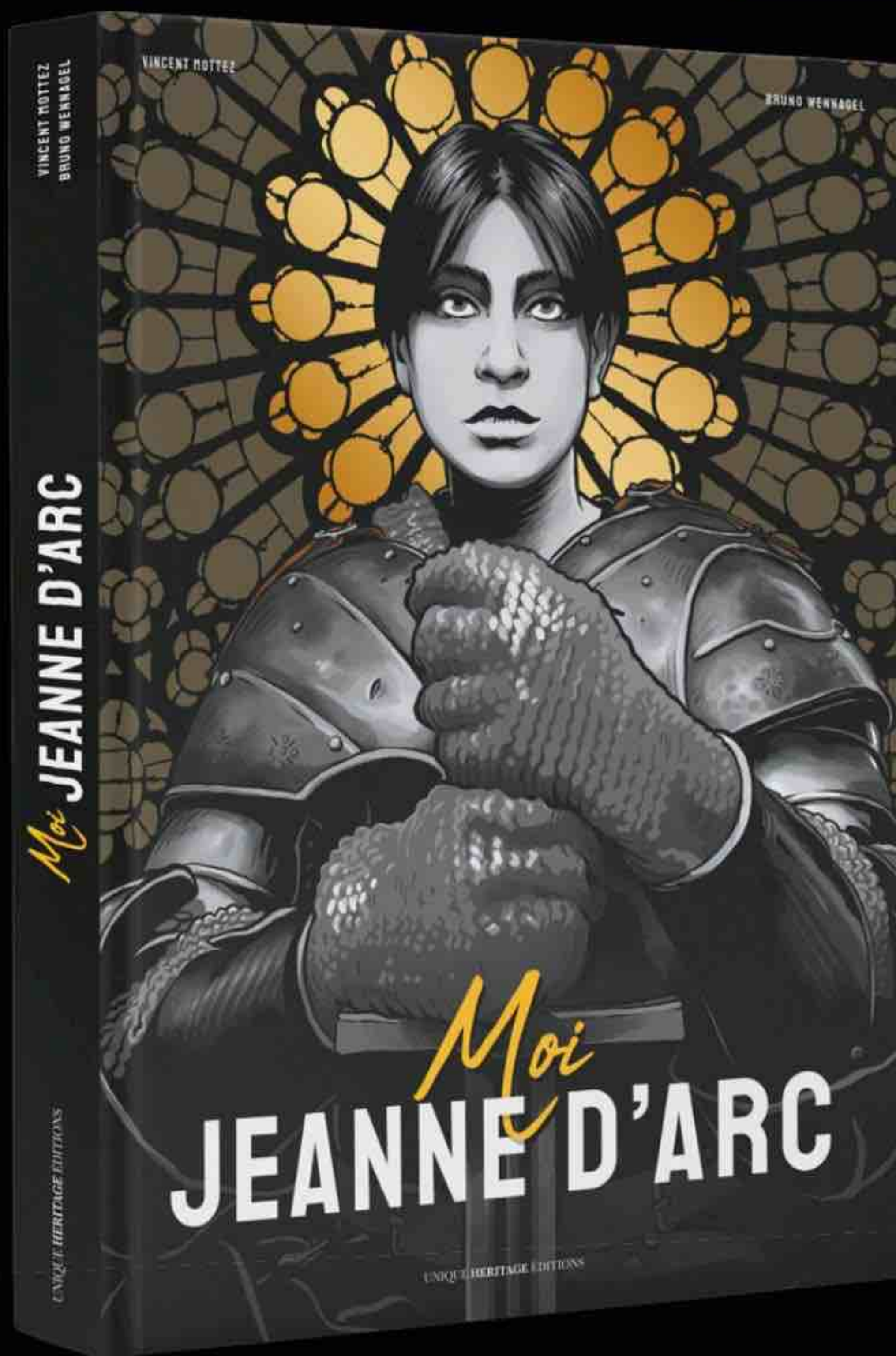
■ EXPLORER: LE MONT OLYMPE,
LE PLUS HAUT SOMMET DE MARS

■ INNOVER: LES SECRETS
D'UNE BALLE DE GOLF

■ RACONTER: LA VIE D'UNE LÉGION
ROMAINE

■ AGENDA: CINÉ, JEUX VIDÉO,
BD, LIVRES, EXPOS...

DISPONIBLE EN LIBRAIRIE



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