

Quel **éclairage** convient le mieux à notre **vision** ?



Est-il vrai qu'un **jus de fruits** pressés perd ses vitamines ?

Dort-on mieux le ventre plein ?

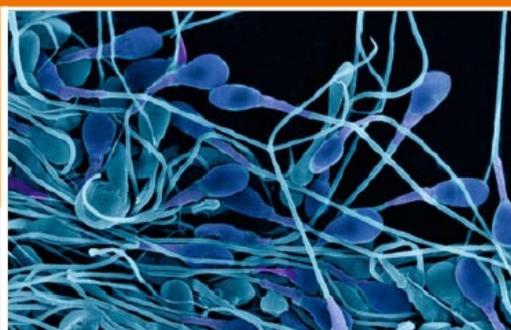


NATURE & ENVIRONNEMENT - VIE PRATIQUE - CORPS & SANTÉ

100

RÉPONSES DE SCIENCE AUX QUESTIONS DE LA VIE

Se **concentrer** peut-il atténuer la douleur ?



La **fertilité masculine** dépend-elle de la saison ?

Voyons-nous tous les mêmes **couleurs** ?



ABONNEZ-VOUS À SCIENCE & VIE

*Retrouvez toutes nos offres
d'abonnement et de nombreux avantages !*

**KIOSQUE
mag**

Disponible sur
KiosqueMag.com



Les clés pour comprendre
le monde d'aujourd'hui et de demain !

Une publication du groupe

MONDADORI FRANCE

PRÉSIDENT : Ernesto Mauri

RÉDACTION

8, rue François-Ory
92543 Montrouge CEDEX
Tél. : 01 46 48 48 48 - Fax : 01 46 48 48 67
E-mail : svmens@mondadori.fr

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION : Matthieu Villiers, assisté de Christelle Borelli
RÉDACTEUR EN CHEF ADJOINT : Grégoire Boullier (édition)
COORDINATION ÉDITORIALE : Karine Jacquet, Morgane Kergoat
DIRECTRICE ARTISTIQUE : Yvonne Diralson
Secrétaire général de rédaction : Jean-Luc Glock
Secrétaire de rédaction : Marie Martin, Yvonne Barbier
1^{re} MAQUETTISTE, RESPONSABLE PHOTO : Jean-Michel Sabatié
CHEF DE SERVICE INFOGRAPHIE : Emmanuel Julien
PHOTOS : Agence Corbis
DOCUMENTATION : Marie-Anne Guffroy

ONF COLLABORÉ À CE NUMÉRO :

E. Abdoun, L. Barnéoud, S. Barge, B. Biellanger, K. Bettayeb, P.-Y. Boquet, L. Boyssoy, R. Brilaud, J. Campanaud, A. Chaligne, M. Cygier, A. Debroise, T. Delport-Ramat, M. Delamarie, O. Donars, S. Devos, E. Dorey, V. Etienne, M. Fortez, J. Grenèche, M. Godher, L. Goujis, F. Graci, M. Grusson, P. Guimberg, F. Heerijns, C. Hancock, D. Humbert, E. Hurault, R. Ilkovicoff, M. Kontente, G. Lapirot, F. Lassagne, A. LeFèvre-Ballejard, C. Loiseau, M.-C. Mérat, V. Nouyrigat, F. Obrist, L. Panta-Crevotto, R. Perseux, B. Robert, G. Siméon, M. Spée, X. Terrien, C. Tourbe, M.-F. Tordjmann, M. Valin, M. De Vericourt, V. Von Den Bos.

DIRECTION ÉDITION

DIRECTION DU PÔLE : Carole Fagot
DIRECTEUR DÉLÉGUÉ : Vincent Cousin

DIFFUSION

DIRECTEUR DIFFUSION : Jean-Charles Guérault
RESPONSABLE DIFFUSION MARCHÉ : Siham Daassa

MARKETING

RESPONSABLE MARKETING : Sandra Boixol
CHARGÉE DE PROMOTION : Michèle Guillet
ABONNEMENTS : Nathalie Carrère

PUBLICITÉ

DIRECTRICE EXÉCUTIVE DE MONDADORI FRANCE PUBLICITÉ : Valéry Carmy
DIRECTRICE DE GROUPE COMMERCIAL TITRES AUTOMOBILE ET SCIENCE : Caroline Soret
DIRECTRICE DE PUBLICITÉ ADJOINTE : Virginie Cornu
DIRECTEUR DE CLIENTÈLE : Lionel DuFour
PLANNING : Stéphanie Guillard, Sabrina Rossi-Djeridi, Angélique Corsoli
TRAFIC : Stéphanie Durand

FABRICATION

Marie-Hélène Michon
FINANCE MANAGER
Guillaume Zaneskos

DÉPARTEMENT INTERNATIONAL

Méthilde Janier-Bonnichon, Murielle Luche

ÉDITEUR

Mondadori Magazines France
8, rue François-Ory
92543 Montrouge CEDEX
DIRECTEUR DE LA PUBLICATION
Carmine Perna
ACTIONNAIRE PRINCIPAL
Mondadori France SAS

PHOTOGRAVURE

Key Graphic
4, allée Verte, 75011 Paris

IMPRIMERIES

ELCOGRAF - ITALIE
IMAYE GRAPHIC - LAVAL
N° ISSN : SY 003668369
N° DE COMMISSION PARTAIRE : 1015 K 79977
DÉPÔT LÉGAL : juin 2014

RELATIONS CLIENTÈLE ABONNÉS

Par téléphone : 01 46 48 48 96
Par courrier :
SERVICE ABONNEMENTS SCIENCE & VIE
CS 50273 - 27092 EVREUX CEDEX 9
Par internet (papier directement dans votre navigateur) :
abo.science&vie.fr
POUR VOUS ABONNER par Internet :
www.kiosquemag.com
États-Unis et Canada : Express Mag,
Tél. : 1 800 363-1310 (français)
et 1 877 363-1310 (anglais).
Suisse : Edigroup, 022 860 84 50
mondadori-suisse@edigroup.ch
Belgique : Edigroup Belgique
070 233 304 mondadori-belgique@edigroup.be
Autres pays : nous consulter.

A NOS LECTEURS
RENSEIGNEMENTS :
sev.lecteurs@mondadori.fr

Les vraies choses de la vie

Déjà la neuvième édition des *Questions-Réponses* ! Et la curiosité demeure intacte. Les surprises toujours plus grandes. Grâce à vous, disons-le. Car toutes les questions-réponses rassemblées ici sont d'abord les vôtres : cette neuvième édition spéciale doit beaucoup aux interrogations que, mois après mois, année après année, vous livrez à la rédaction de *Science & Vie*, dans l'attente que la science vous éclaire sur les choses de la vie. Et chaque fois, c'est pour nous l'occasion d'éclairer également notre lanterne. Rien que pour cela, soyez-en remerciés.

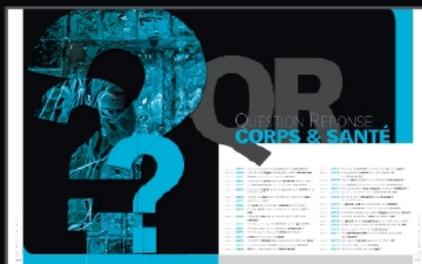
"La science ne sert qu'à vérifier les découvertes de l'instinct", affirmait Jean Cocteau. Il n'avait pas tort. Car force est de constater que si l'on se questionne sur la couleur si emblématique de l'or ou sur le fait d'aller plus vite en descente à vélo quand on est léger ou lourd, c'est que, spontanément, on soupçonne que la teinte dorée de ce métal ou l'évidence du rapport vitesse/poids cachent des explications plus mystérieuses. Des réponses de science qui vont au-delà de la simple composition du métal ou de l'inertie d'un corps lancé dans une descente; et de fait, elles font appel à la physique quantique ou à la mécanique aérotechnique!

Chaque page de ce *Questions-Réponses* ne cesse de le rappeler : la science, c'est la vie. Et vice versa. Toutes les questions rassemblées ici tirent allègrement sur le fil qui va de l'une à l'autre et sans lequel l'une demeurerait pure énigme tandis que l'autre paraîtrait surtout vaine.

Ainsi, se demander pourquoi il fait plus froid en altitude alors qu'on est plus proche du Soleil oblige à plonger au cœur du gradient thermique adiabatique; s'étonner que les moustiques vrombissent à nos oreilles alors que, silencieux, ils pourraient nous piquer sans risquer de se faire écrabouiller au terme d'une lutte aussi âpre qu'impitoyable donne l'occasion de découvrir les secrets d'une incroyable parade acoustique. Quant à s'interroger sur l'utilisation de l'azote liquide pour donner du goût aux crèmes glacées que l'on sucera cet été, c'est apprendre qu'il existe des molécules sapides... et ainsi de suite, cent fois de suite même – qu'il s'agisse de la vie quotidienne, de notre corps ou de notre santé ou encore de la nature et de l'environnement. Pour le plus grand plaisir d'assouvir notre curiosité à tous, sans jamais l'épuiser. **S&V**



PAGES 6 À 43



PAGES 46 À 81



PAGES 86 À 114

Sommaire



QUESTION RÉPONSE

VIE PRATIQUE

- PAGE 6 **Q&R1** Quel **éclairage** convient le mieux à notre **vision** ?
- PAGE 7 **Q&R2** Est-il vrai qu'un **jus** de fruits sitôt pressés perd ses **vitamines** ?
- PAGE 8 **Q&R3** Peut-on faire de la crème glacée avec de l'**azote liquide** ?
- PAGE 10 **Q&R4** A vélo, va-t-on **plus vite** en descente si on est **lourd** ?
- PAGE 10 **Q&R5** Pourquoi les ciseaux font-ils friser le **bolduc** ?
- PAGE 11 **Q&R6** D'où vient qu'un **fruit** brunit une fois qu'il est coupé ?
- PAGE 12 **Q&R7** A quel point le **métier** qu'on fait peut-il nous **déformer** ?
- PAGE 14 **Q&R8** Peut-on s'éclairer avec des **plantes lumineuses** ?
- PAGE 16 **Q&R9** Comment peut-on **perdre** la trace d'un **avion** de ligne ?
- PAGE 17 **Q&R10** Pourquoi s'**étire**-t-on au **réveil** ?
- PAGE 18 **Q&R11** En **altitude**, pourquoi gèle-t-il alors que le Soleil est plus près ?
- PAGE 18 **Q&R12** Quel est le rôle des agents **conservateurs** ?
- PAGE 19 **Q&R13** Dans un **sudoku**, y a-t-il un nombre minimum de cases préremplies ?
- PAGE 20 **Q&R14** Pourquoi, lors d'un **orage**, la pluie vient-elle après les **éclaircs** ?
- PAGE 22 **Q&R15** Peut-on détecter si on **ment** juste au son de la **voix** ?
- PAGE 22 **Q&R16** D'où viennent les **noms de famille** ?
- PAGE 23 **Q&R17** Conduire la **nuit** est-il vraiment plus **dangereux** ?
- PAGE 24 **Q&R18** Le **bitcoin** peut-il remplacer une monnaie classique ?
- PAGE 25 **Q&R19** Qu'est-ce qui fait que la **poussière** est **grise** ?
- PAGE 25 **Q&R20** Pourquoi ne s'entend-on pas **ronfler** ?
- PAGE 26 **Q&R21** A quelle hauteur pourrait monter un **ascenseur** ?
- PAGE 28 **Q&R22** A quoi tient la **couleur** si emblématique de l'**or** ?
- PAGE 28 **Q&R23** Un **ventilateur** rafraîchit-il vraiment l'air ?
- PAGE 29 **Q&R24** Entre manger un **fruit** et boire son **jus**, qu'est-ce qui est le mieux ?
- PAGE 30 **Q&R25** Que sait-on de l'effet des **écrans** sur les plus **jeunes** ?
- PAGE 31 **Q&R26** Pourquoi la **tomate** se pèle mieux une fois **ébouillante** ?
- PAGE 32 **Q&R27** Le **vin** se bonifie-t-il au fond de l'eau ?
- PAGE 34 **Q&R28** Comment sait-on qu'une **balle** a été tirée par une **arme** ?
- PAGE 35 **Q&R29** L'**eau** risque-t-elle d'exploser au **micro-ondes** ?
- PAGE 35 **Q&R30** D'où vient qu'on plisse les **yeux** pour mieux **entendre** ?
- PAGE 36 **Q&R31** Comment nos **mails** et nos appels sont-ils **espionnés** ?
- PAGE 37 **Q&R32** Pourquoi nos **oreilles** se bouchent quand on **bâille** ?
- PAGE 38 **Q&R33** Existe-t-il un endroit sur Terre où règne le **silence absolu** ?
- PAGE 40 **Q&R34** Comment un **chien policier** arrive-t-il à identifier un suspect ?
- PAGE 40 **Q&R35** Les **produits bio** ont-ils meilleur **goût** ?
- PAGE 41 **Q&R36** Par quel procédé le **gel** de rasage devient-il de la **mousse** ?
- PAGE 42 **Q&R37** Pourquoi l'homme **voit** si mal la **nuit** ?
- PAGE 43 **Q&R38** A quoi servent les **cailloux** situés sous les **voies ferrées** ?



1 Quel **éclairage** convient le mieux à notre **vision** ?

Notre vision est optimale quand l'éclairage atteint 1000 lux, seuil au-delà duquel notre acuité n'en dépend plus. Cette intensité correspond à un fort éclairage artificiel, comme une lampe de bureau puissante. Selon l'Institut national de recherche et de sécurité, un organisme de prévention des risques au travail, 300 lux (éclairage classique des habitations) conviennent pour les tâches ne nécessitant pas de percevoir les détails. Pour lire ou écrire, 500 à 1 000 lux seront plus adaptés. Pour comparaison, l'éclairement du Soleil à 50° au-dessus de

l'horizon par ciel clair est de 105 lux; celui de la pleine Lune de 0,2 lux. Le seuil de 1 000 lux correspond au fonctionnement optimum des 6 millions de cellules visuelles de la rétine spécialisées dans la vision des détails et des couleurs. Ces "cônes", sensibles à la lumière rouge, verte ou bleue, transforment les rayons lumineux en signaux nerveux traités par le cerveau. L'addition des informations perçues par les trois types de cônes permet à celui-ci de percevoir les couleurs. Ces cellules visuelles sont spécialisées dans la vision de jour à haute luminosité ("vision pho-

topique") et assurent une très bonne acuité (20/20), contrairement à nos 120 millions de "bâtonnets" (2/20 ou moins) adaptés, eux, à la vision de nuit (vision "scotopique"). Entre les deux, au crépuscule par exemple, cônes et bâtonnets fonctionnent simultanément (vision "mésopique"). Cependant, les cônes fonctionnent dès que l'éclairement équivaut à la lumière des étoiles (0,0005 lux), mais ne permettent à ce stade ni de lire ni de distinguer les couleurs... Idem sous la pleine Lune (0,2 lux). Au fur et à mesure que l'éclairement augmente, les cônes jouent



< 1 000 lux,
soit l'équivalent
d'une puissante
lampe de bureau,
assure une
vision optimale.

un rôle plus important, jusqu'à devenir les seuls acteurs de la vision à grande luminosité. Si une lumière très intense survient comme un flash dans l'obscurité, elle entraîne un "aveuglement" momentané dès le retour dans le noir. En effet, ce flash inhibe fortement les bâtonnets par la dégradation d'une protéine, la rhodopsine. Au retour dans le noir, il faudra de vingt à trente minutes pour que cette rhodopsine soit suffisamment reconstituée pour permettre un fonctionnement "normal" des bâtonnets. K.B.

TOPIC PHOTO AGENCY/CORBIS - FOODCOLLECTION/THE FOOD PASSIONATES/CORBIS

2

Est-il vrai qu'un jus de fruits sitôt pressés perd ses vitamines ?

Non : la teneur vitaminique d'un jus de fruits ne chute pas si vite qu'on le dit. Les fruits contiennent différentes vitamines, des molécules cruciales pour le fonctionnement de notre organisme. L'orange renferme ainsi de la vitamine C (acide ascorbique), nécessaire à la synthèse des globules rouges ou l'absorption du fer, mais aussi des vitamines A, B1, B2, B3, B5, B6 et E. Problème : même si le jus fraîchement extrait est aussi riche en vitamines que le fruit lui-même, ces substances peuvent être détruites par les ultraviolets et l'oxygène de l'air. La vitamine C se combine en effet facilement à l'oxygène, passant de sa forme active (vitamine C "réduite") à sa forme inactive (oxydée). Or, cette oxydoréduction est favorisée dans le jus de fruits car les vitamines sont directement exposées à l'oxygène. Des chercheurs

de l'université de médecine de Rennes ont étudié pendant cinq jours la teneur en vitamine C de jus d'orange conservés à la lumière du jour à 25 °C et 4 °C. Ils ont noté que si les jus contenaient à l'origine 528 mg de vitamine C par litre, cette teneur passait en une journée à 510 mg/l (à 25 °C ou 4 °C) ; puis à 470 mg/l le deuxième jour. Fait étonnant : le troisième jour, la teneur en vitamines remonte à 550 mg/l et progresse jusqu'au cinquième jour, où elle est alors supérieure de 7 % à celle d'origine. La pulpe intacte du jus contient en effet encore des systèmes cellulaires fonctionnels qui continuent de produire de la vitamine C. Quoi qu'il en soit, un jus maison est plus riche que le jus du commerce : ce dernier renferme seulement 66 % de la vitamine C d'un jus fraîchement pressé. K.B.

▼ La teneur en vitamines des jus de fruits diminue au cours des deux premiers jours, puis la pulpe intacte fait remonter le taux entre les 3^e et 5^e jours.



3

Peut-on faire de la crème glacée avec de l'azote liquide ?

Oui, car utiliser de l'azote liquide c'est la garantie d'avoir des glaces onctueuses et savoureuses. En effet, la préparation est un mélange homogène d'eau et de sirop. A température ambiante, la cristallisation est relativement lente et le sirop a le temps de migrer hors de l'eau: la cristallisation n'étant pas entravée, les cristaux sont de taille importante. Au contraire, dans un milieu plus froid, la cristallisation est très rapide. Si bien que le sirop n'a pas le temps de migrer très loin et que les cristaux sont plus petits. Résultat: une glace parfaite. Les molécules odorantes et sapides contenues dans le sirop se trouvent mieux exposées, car les nombreux petits cristaux offrent une surface totale plus grande que des cristaux plus gros, mais moins nombreux. Pour faire les meilleures glaces, le mieux est donc de verser un litre d'azote liquide, à la température de -196°C , sur le sirop. A défaut, on pourra utiliser de la neige carbonique pilée, plus facile à trouver dans le commerce et dont la température est tout de même de -78°C . M.G. ■





< A -196°C , les cristaux de la glace sont plus fins et les molécules sapides et odorantes contenues dans le sirop libèrent mieux le goût.

4 A vélo, va-t-on **plus vite** en descente si on est **lourd** ?

Oui. Si on compare un cycliste lourd et un cycliste léger lancés dans une même descente, c'est le cycliste le plus lourd qui va le plus vite ! Une masse plus élevée est en effet plus difficile à ralentir. De quoi faire tomber Galilée de haut. Mais si le physicien toscan a montré que, dans le vide, la masse d'un objet n'a pas d'incidence sur sa vitesse de chute (le plomb tombe aussi vite que les plumes), les cyclistes, eux, ne roulent pas dans le vide...

Sur la route, en plus de son propre poids qui le fait accélérer au fil de la pente, le cycliste se trouve confronté aux forces de frottement de l'air et de la route qui le ralentissent. En pratique, seuls comptent les frottements de l'air sur le corps du cycliste et sur le vélo, plus importants que ceux produits par le contact des pneus sur le sol.

On pourrait donc penser que les cyclistes les plus gros – qui présentent une surface au vent supérieure, et donc subissent un frottement plus important – vont moins vite que leurs concurrents plus légers. Mais cet effet est beaucoup moins important qu'un autre, purement mécanique lui, qui donne aux plus

massifs un avantage décisif dans la descente, que ce soit à vélo, en ski alpin ou en chute libre. Imaginons deux cyclistes en haut d'une pente, un lourd et un léger, mais de même taille, équipés du même matériel et se tenant de la même manière sur leur vélo. Bref: subissant les mêmes frottements.

QUESTION D'INERTIE ET PAS DE POIDS

Selon Galilée, même si leur poids diffère, l'attraction terrestre les "tire" tous les deux avec la même force vers le bas. Pourtant, Jean-Claude Grandidier, professeur de mécanique à l'École nationale supérieure de mécanique et d'aérotechnique de Poitiers, est formel: *"Même si on applique la même force de frottement de l'air pour ralentir leur descente, le premier à s'arrêter sera le plus léger."* Pourquoi? *"Parce qu'en pleine descente et à résistance aérodynamique égale, il est plus difficile de ralentir le cycliste entraînant une masse élevée que celui dont la masse est plus faible"*, répond le spécialiste. Il ne faut en effet pas confondre la "masse inertielle", qui désigne la capacité de résistance au mouve-

ment, avec la "masse pesante", qui mesure la quantité de matière du cycliste et du vélo. *"Ce n'est pas une question de poids, mais d'inertie au mouvement, insiste Jean-Claude Grandidier. Ce distinguo est crucial car ce sont deux phénomènes physiques distincts."*

Si la différence de "masse pesante" ne joue aucun rôle dans la course, celle de "masse inertielle" est décisive: comme il est plus difficile de faire bouger un chariot plein de plomb qu'un chariot plein de paille, il est plus difficile de freiner un cycliste lourd. Du fait de sa plus grande masse inertielle, il évacuera plus facilement l'air censé le freiner. Corollaire: un cycliste plus léger aura plus de mal à chasser l'air qui s'oppose à lui. C'est donc bien le cycliste le plus lourd, et donc le plus difficile à ralentir, qui arrivera en bas de la pente le premier.

Dans la montée, en revanche, les effets de la masse inertielle deviennent négligeables par rapport à ceux de la masse pesante. Et ce sont bien des kilogrammes en plus que le cycliste le plus lourd devra faire l'effort de monter en haut de la colline... J.G.

THOMASGRUBER/ONLINE/CORBIS - JOHNER/IMAGES/CORBIS

5 Pourquoi les ciseaux font-ils friser le **bolduc** ?

Parce que le plastique a une mémoire ! Le bolduc, ce ruban qui orne tout paquet cadeau digne de ce nom, est fabriqué à partir de polypropylène. Ce polymère est chauffé à 200 °C, puis étiré pour former le ruban. Les macromolécules qui le composent sont ainsi distendues à l'extrême. Le bolduc est ensuite plongé dans l'eau. Brutalement refroidies, ses molécules restent figées en tension. C'est ce qui donne au ruban sa rigidité. Mais lorsque l'on passe la lame d'un ciseau contre la surface du polypropylène,

celui-ci se réchauffe localement. Les macromolécules tendent alors à reprendre leur forme originelle. Elles se rétractent sur l'une des faces seulement, créent une tension... et le ruban s'entortille. Quant à l'effet miroir des rubans dorés ou argentés, il est dû à un film de polyester (un autre polymère) qui recouvre l'une des faces, isolant du même coup le polypropylène de l'échauffement des ciseaux. Pour plus d'efficacité dans l'entortillement, mieux vaut donc passer la lame sur l'autre face. M.F.



▼ Sous la "chaleur" du ciseau, le polypropylène qui constitue le bolduc reprend en fait sa forme originelle.

▼ Un cycliste plus léger a en fait plus de mal à évacuer l'air qui s'oppose à lui dans la descente.



6 D'où vient qu'un **fruit** brunit une fois qu'il est coupé ?

Curieux, en effet, cette couleur brune, rose ou bleue que prend la pulpe d'un fruit, d'un avocat ou d'un champignon quelques minutes après que la lame a détruit les cellules végétales, plaçant leur contenu à l'air libre. Sont ainsi exposées à l'oxygène des substances contenues dans la vacuole centrale des cellules, les phénols, composés à base de benzène qui participent au goût. Cette vacuole sert à la fois de réserve d'éléments indispensables comme l'eau, des ions (potassium, calcium...), et de

lieu de stockage de déchets ou de produits de défense ou de sécrétions comme des pigments, des enzymes et des sucres. La destruction cellulaire libère une enzyme, la polyphénoloxydase, qui, en présence d'oxygène, réagit avec les phénols : elle les oxyde, ce qui donne une couleur à ces composés incolores. On parle de "brunissement enzymatique". Cette oxydation a-t-elle une utilité pour le végétal ? "On pense qu'elle peut intervenir dans les réactions de défense, puisque les produits de l'oxydation des phé-

nols sont relativement agressifs pour les micro-organismes. Lors d'une blessure, la transformation des phénols pourrait favoriser la reformation des tissus en augmentant le nombre de liaisons entre macromolécules", avance Jacques Nicolas, du Laboratoire de biochimie industrielle et agroalimentaire du Conservatoire national des arts et métiers. La parade ? Un trait de jus de citron ou d'orange sur les salades de fruits frais qui leur fera conserver leur couleur d'origine. La polyphénoloxydase sera en effet inactivée

dans un milieu acide. Les industriels pratiquent, eux, le "blanchiment", qui consiste à chauffer les fruits immédiatement après leur découpe ; la chaleur inactivant l'enzyme. Le conditionnement sous vide ou l'acide ascorbique (antioxydant) permettent aussi de conserver les aliments. Mais on ne cherche pas toujours à éviter le brunissement enzymatique. La blondeur des raisins secs, la couleur du thé noir comme celle du café et celle du cacao sont en effet à mettre sur le compte de l'oxydation des phénols. M.D.V. ■

7 A quel point le **métier** qu'on fait peut-il nous **déformer** ?

Au point de reconfigurer notre cerveau ! Car de récents travaux en neurosciences viennent de montrer que chez chacun, le fait d'exercer telle ou telle profession s'imprime à l'intérieur même de son cerveau ! Avoir la "tête de l'emploi" n'est plus un cliché suggérant que les bibliothécaires seraient forcément secs et myopes et les camionneurs nécessairement des malabars à moustache. Car c'est là, dans les replis du cortex cérébral, que se trouve une différence physiologique avérée entre un bibliothécaire et un camionneur. Une différence qui n'est pas innée : c'est au fil de son apprentissage, de l'accumulation de son expérience professionnelle et de l'acquisition de son expertise que l'individu voit la structure de ses réseaux de neurones se modifier, jusqu'à

lui donner le cerveau de l'emploi ! L'idée, en soi, n'est pourtant pas si surprenante. Où, ailleurs que sous le crâne, pourraient venir s'inscrire les compétences professionnelles, avec leurs gestes et pensées, qui au fil des années, se sont faits plus précis, plus efficaces ?

Depuis que les chercheurs ont découvert, à la fin des années 1990, que des neurones se créaient en quantité dans le cerveau des adultes – entre 10 000 et 30 000 chaque jour, dédiés à la mémorisation et à l'apprentissage – l'idée que le cerveau soit "plastique", c'est-à-dire susceptible d'évoluer à tout âge sous l'influence de l'expérience, s'est imposée pour comprendre les effets du travail sur l'esprit. Mais ce n'est pas tant l'aptitude du cerveau à se régénérer qui intervient dans

ce qu'on appelle le professionnalisme que l'incessante réorganisation des connexions des neurones. Au fil des chemins que suivent nos pensées et nos actes dans les méandres de nos réseaux corticaux, le cerveau renforce les neurones qui vont nous rendre plus habiles, plus rapides, plus précis, plus efficaces. Et plus nous répétons une tâche, plus celle-ci est singulière, plus les réseaux qui y contribuent se distingueront chez ceux qui en ont acquis une plus grande maîtrise. Au point de déformer certaines aires du cerveau, d'en reconfigurer ou d'en inhiber d'autres...

Les mécanismes à l'œuvre dans cette réorganisation sont complexes (voir infographie). A l'échelle du neurone, certains modèles de plasticité mettent l'accent sur les modifica-

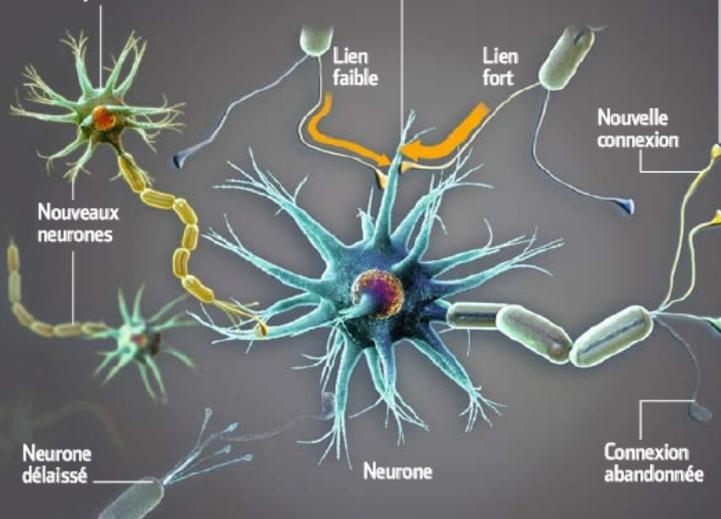
La plasticité cérébrale, moteur de la déformation professionnelle

1 Les neurones sont dotés d'une grande souplesse...

Ils se multiplient ou disparaissent
Quand ils sont inutiles, des neurones meurent. De nouveaux se créent là où il y en a besoin.

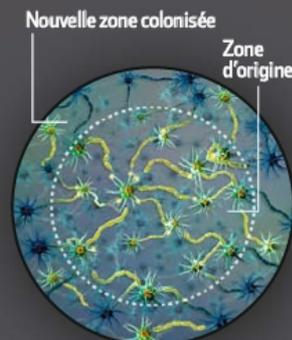
Ils modulent l'intensité des connexions
Les signaux échangés sont plus ou moins forts.

Ils se connectent plus ou moins
Les connexions entre neurones peuvent s'enrichir comme se réduire.



2... qui permet aux aires cérébrales de s'adapter en fonction du métier

En fonction du métier exercé, le cerveau se réorganise de manière spécifique. Les connexions neuronales au sein des aires cérébrales spécialisées se modifient. Et cela de 4 manières...



Certaines zones peuvent grossir au-delà de la moyenne...

tions physiques des connexions (plus ou moins nombreuses, plus ou moins actives), d'autres sur les changements chimiques dans l'environnement cellulaire (les neurones devenant plus ou moins sensibles à différents types de molécules), d'autres encore insistent sur l'importance de la fréquence à laquelle les neurones sont activés (des impulsions nerveuses synchrones tendant à renforcer l'activité du neurone auquel elles parviennent). À l'échelle supérieure, certains réseaux, stimulés régulièrement, ont tendance à s'étendre progressivement. *"Davantage de neurones se mettent à traiter le stimulus, la connectivité entre neurones augmente. Peu à peu, le réseau s'élargit et réagit mieux à la stimulation"*, observe Carlos Hamamé, du Laboratoire de psychologie cognitive à l'université d'Aix-Marseille.

Mais d'autres réseaux, au contraire, se spécialiseraient avec l'expérience en se passant peu à peu des neurones non essentiels à la tâche. Lorsque nous apprenons à lire, des neurones du système visuel qui jusqu'alors s'activaient en réponse à tous types d'objets réagissent uniquement en réponse aux lettres. En se penchant sur le cerveau de professionnels

M. SAEMANN

expérimentés, les neuroscientifiques ont vu comment une expertise transforme la configuration de nos 100 milliards de neurones, et leurs 100 000 milliards de connexions. Ainsi le parfumeur chevronné voit les aires olfactives de son cerveau grossir pour mieux sentir, mémoriser et identifier les odeurs. Plus sa palette des odeurs s'enrichit, plus la partie de son cerveau qui tient lieu de registre s'étend.

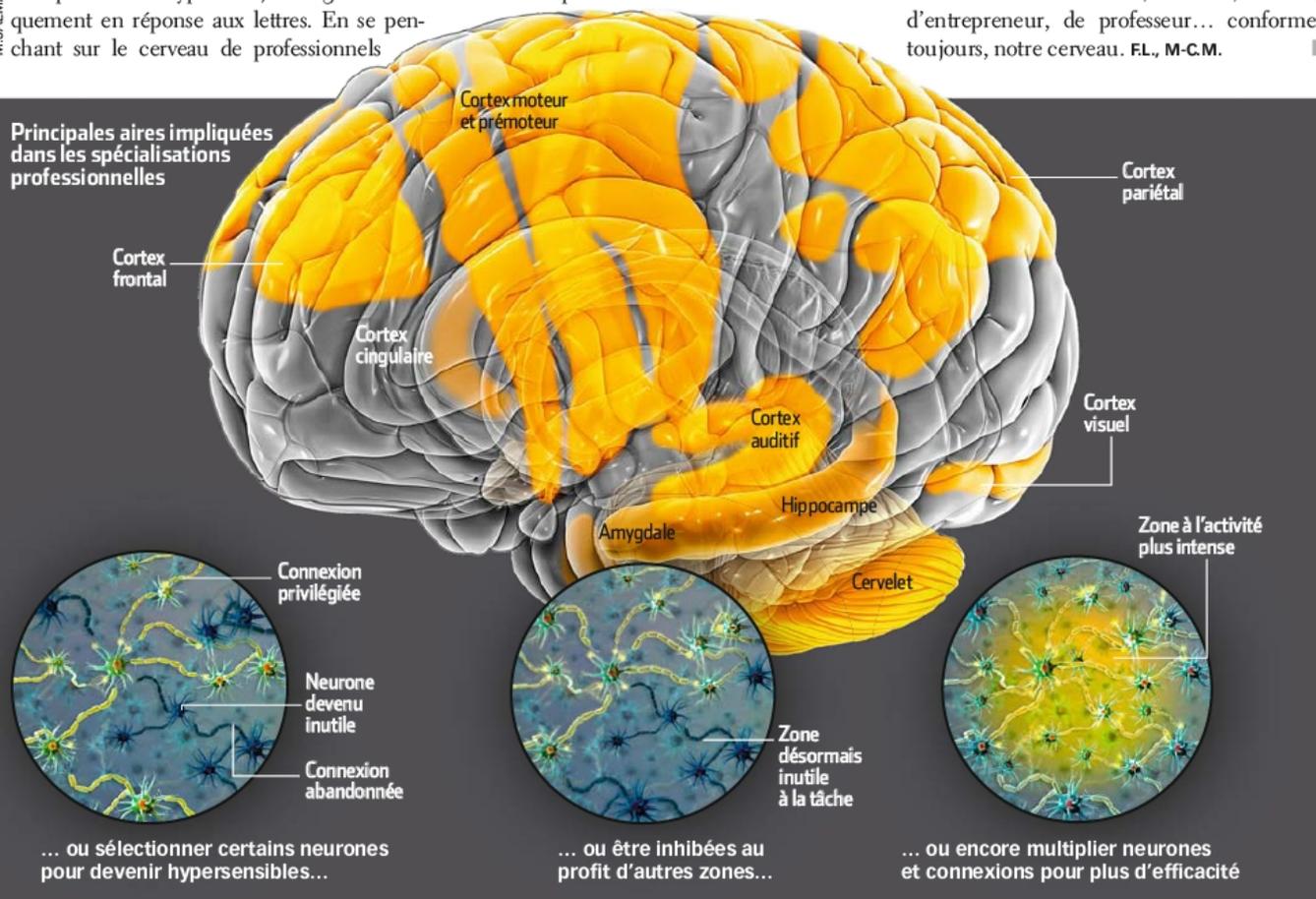
LE CORTEX AUDITIF DU MUSICIEN CROÎT

Chez le chauffeur de taxi, c'est l'hippocampe (la structure du cerveau centrale pour la mémoire), indispensable à l'orientation spatiale, qui voit son volume augmenter pour stocker la carte mentale de la ville avec tous les noms de rues, les milliers d'adresses et les trajets alternatifs pour s'y rendre. Dans le cas de musiciens, les aires cérébrales sensorimotrices (impliquées entre autres dans la motricité et la coordination des gestes), ainsi que le cortex auditif, s'épaississent. Suivant le métier, la déformation professionnelle cérébrale peut se traduire par une zone du cerveau dont les

frontières s'étendent, dépassant ses limites usuelles; une région dont la densité de neurones s'accroît; un réseau de neurones, d'ordinaire discret, qui s'active; voire un épaississement local du cortex. Certes, ces effets sont d'autant plus visibles que le métier dépend d'une activité particulière (la mémoire, la coordination, la vue, etc.).

Pour l'heure, les neuroscientifiques n'ont pas encore passé à l'imagerie médicale tous les métiers d'expertise, ni dégagé d'évidentes transformations dans le cerveau de professions moins singulières: employés de bureau, ouvriers polyvalents... Pour ces dernières, la polyvalence des tâches accomplies ne permet pas de mettre en évidence une modification de la structure ou de l'activité du cerveau car les facultés cérébrales mobilisées ne se distinguent pas des facultés communes, utiles à chacun dans sa vie quotidienne. Reste que la déformation professionnelle à l'intérieur de nos boîtes crâniennes n'en est pas moins à l'œuvre quelle que soit l'activité: notre environnement de salarié, d'artisan, d'artiste, d'entrepreneur, de professeur... conforme, toujours, notre cerveau. **FL., M.-C.M.**

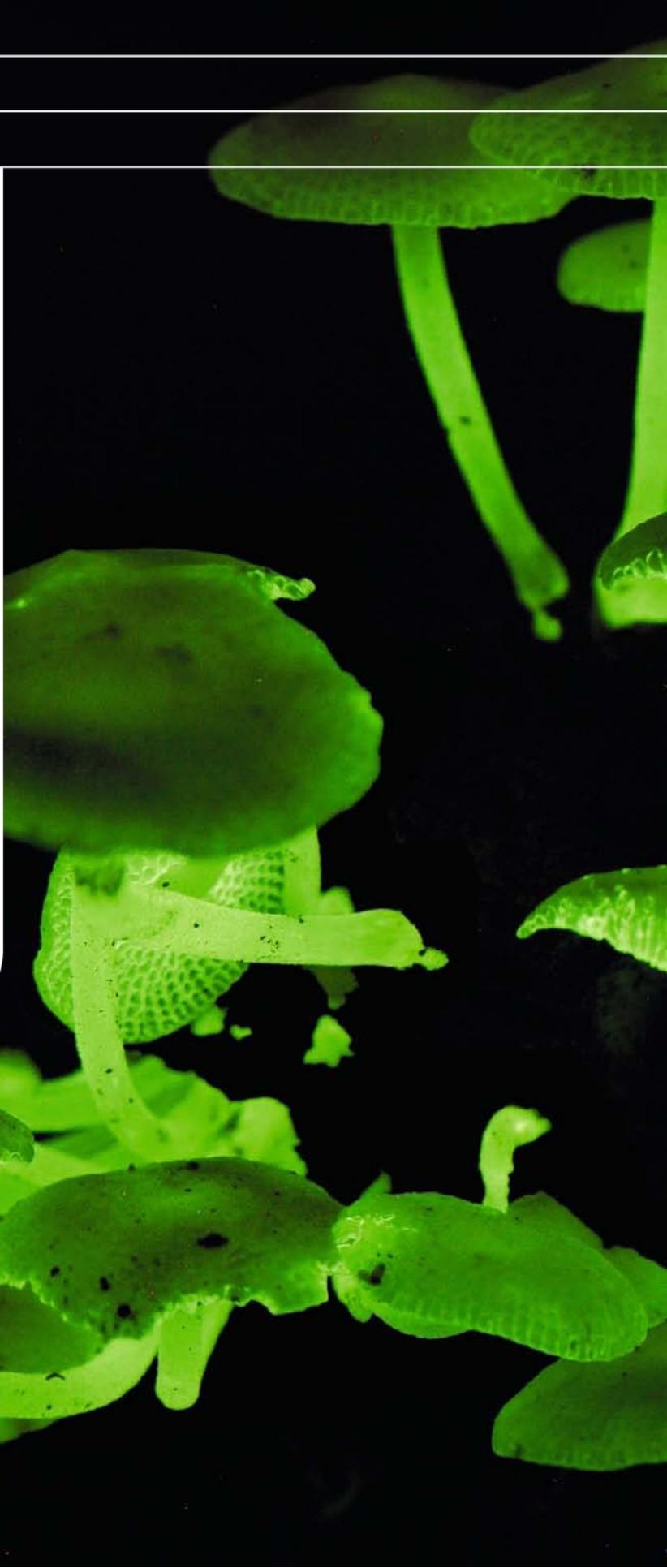
Principales aires impliquées dans les spécialisations professionnelles



8

Peut-on s'éclairer avec des plantes luminescentes ?

Dans le film *Avatar*, la foisonnante végétation de la planète Pandora est luminescente: elle éclaire la nuit de douces lueurs colorées. Sur Terre, seuls quelques champignons sont dotés de cette propriété, à savoir transformer l'énergie chimique en énergie lumineuse. Mais des recherches visent à pallier ce manque. Deux sociétés américaines, Bioglow et Glowing Plant, prévoient même de commercialiser des plantes lumineuses cette année. Le principe ? Modifier le génome de deux espèces, *Nicotiana glauca* et *Arabidopsis thaliana*, de manière à ajouter une séquence d'ADN qui leur confère la bioluminescence. Pas de quoi en faire des lampadaires cependant: les plantes ne dépassent pas les 15 cm de haut, ne vivent pas plus de quelques mois et leurs feuilles émettent un halo verdâtre qui ne se voit que dans le noir complet. "A l'avenir, nous espérons augmenter leur luminosité - peut-être au niveau de celle d'une luciole - et introduire la bioluminescence dans des plantes paysagères", prévoit Alexander Krichevsky, fondateur de Bioglow. Elles pourraient éclairer un jardin et signaler le bord des routes. Qu'elles remplacent les ampoules n'est pas envisageable pour l'instant! A moins d'imaginer un autre système: en 2011, le fabricant néerlandais Philips a présenté une lampe baptisée Bio-light et destinée à l'éclairage d'ambiance. Composée de fioles de verre remplies de bactéries bioluminescentes, chaque fiole est reliée à un réservoir de nourriture qui pourrait être alimenté par les déchets organiques du foyer. Sur le même principe, la jeune société française Organight a imaginé des autocollants bioluminescents à coller sur les vitrines des magasins. Entre deux couches de plastique biodégradable est injecté un micro-écosystème de bactéries alimentées par des algues. Le projet est encore au stade de concept, mais "l'hypothèse a été validée par des scientifiques", se réjouit Maëlle Chassard, cofondatrice d'Organight. O.L.





◀ Quelques champignons, ici *Mycena illuminans*, possèdent la propriété d'éclairer la nuit... Reste à augmenter leur luminosité.

Comment peut-on perdre la trace d'un avion de ligne ?

Dans le monde hyperconnecté de 2014, perdre la trace d'un gros-porteur embarquant des centaines de personnes tel que le Boeing 777 de la Malaysia Airlines, disparu des écrans radars le 8 mars 2014 après 1 h 30 de vol, paraît impensable. Un Boeing 777 n'emporte rien de moins que deux transpondeurs, trois émetteurs radios VHF (de courte portée), deux radios HF (de longue portée), une liaison satellite... Sans compter les portables des passagers. "Leur faible puissance d'émission (de l'ordre de 0,1 W) les rend incapables d'atteindre d'éventuelles stations relais situées 10 km au-dessous", précise toutefois Bruno Salgues, directeur d'études à l'institut Mines-Télécom.

Pourtant, il faut savoir que les avions de ligne ne bénéficient pas d'un suivi perma-

nent en tout point du globe. Outre un éventuel acte de malveillance, cette traçabilité incomplète s'explique par des raisons à la fois techniques et financières... Ainsi, la couverture radar de l'espace aérien mondial est extrêmement parcellaire : seules les routes les plus fréquentées sont équipées de ce dispositif très coûteux de gestion du trafic.

"Au-dessus de la France métropolitaine, la couverture radar est totale, même si des montagnes font parfois obstacle, assure Fabrice Etard, du Centre en route de la navigation aérienne d'Athis-Mons. Et si un transpondeur tombe en panne ou est coupé, comme dans le cas du vol de Malaysia Airlines, l'avion passe à l'orange sur nos écrans et nous faisons appel aux radars militaires." Qui, eux, sont capables

de déceler l'écho d'une masse volante... mais sans l'identifier. En revanche, d'après Olivier Giuge, contrôleur aérien, "on ne trouve guère de radars civils dans les zones inhospitalières (Australie, Nord canadien, Amazonie...) et surtout les océans".

De fait, la portée des radars de trafic, tous installés à terre, se limite à 500 km. Résultat : lors d'un banal vol Paris-New York, l'aéronef circule en zone "non-radar" pendant au moins trois heures sur un trajet de huit heures. "Avec le contrôleur, nous devons entrer en contact tous les 10° de longitude [environ toutes les heures], pour signaler notre présence", témoigne Antoine Godier, pilote de ligne chez Air France. Entre ces points de report obligatoires, il règne en général un

5 technologies d'alerte se trouvent pourtant à bord



Balise de détresse

Déclenchée par un crash, elle émet la position de l'épave vers les satellites. Et envoie un signal sur la fréquence de détresse (121,5 MHz) audible par les pilotes survolant la zone.

Système Acars

Ce dispositif établit une liaison directe avec le siège de la compagnie. Via les liaisons radio ou par satellite, l'Acars envoie des rapports techniques sur le bon fonctionnement de l'appareil.

Emetteur radio

La radio permet aux pilotes de parler aux contrôleurs. Par liaison courte portée et VHF en survol des zones habitées, et par liaisons radio longue distance et HF au-dessus de l'océan.

Diffuseur ADS-B

Deux fois par seconde, cet émetteur diffuse la position GPS de l'appareil à destination des avions qui se trouvent dans le même secteur et des quelques stations dédiées au sol.

Transpondeur

Cet appareil envoie un signal vers les antennes radars au sol, en précisant le code d'identification de l'appareil – MH370 dans le cas du vol du 8 mars 2014 – et l'altitude de vol.

grand silence radio. Un silence qui peut s'éterniser dans le grand Nord, quand les tempêtes géomagnétiques bloquent les ondes radio HF, tandis que les signaux des satellites géostationnaires n'atteignent pas ces hautes latitudes. D'ordinaire, ce silence radio ne signifie pas que l'avion est coupé du monde : le système Acars (Aircraft Communication Addressing and Reporting System) lui permet d'envoyer par radio ou satellite des informations techniques au sol, afin d'anticiper certaines opérations de maintenance à venir.

DES COMMUNICATIONS TROP COÛTEUSES

Or, en pratique, soulève Nicolas Larrieu, chercheur à l'École nationale de l'aviation civile, *"ces échanges sont très sporadiques et limités, vu le coût des communications satellites"*. Ce que confirme Jean-François Lacuisse, ingénieur motoriste à la Snecma (Société nationale d'études et de constructions de moteurs d'aviation) : *"De nombreuses compagnies font le choix d'envoyer seulement les paramètres moteurs, une fois au décollage et une fois en vol de croisière. Le but de ce dispositif n'est pas la sécurité des vols, mais bien la maintenance des appareils."*

En fait, ces rares signaux ne sont pas accessibles aux contrôleurs aériens et ne contiennent d'ailleurs pas toujours la position GPS de l'avion, qui est en option. C'est uniquement après un accident que les enquêteurs peuvent examiner ces maigres informations, en plus des messages tests envoyés chaque heure par le système Acars vers les satellites.

Depuis le crash du Rio-Paris, cet Airbus d'Air France disparu au-dessus de l'Atlantique le 1^{er} juin 2009, plusieurs projets de suivi complet des avions ont été étudiés. Selon Nicolas Larrieu, *"de nombreuses solutions sont techniquement imaginables, comme utiliser les avions voisins pour transférer les données de proche en proche"*.

Sauf que personne ne semble prêt à en assumer le coût, à l'heure où la sécurité aérienne ne cesse de s'améliorer : selon Aviation Safety Network, le transport aérien n'a provoqué que 265 décès dans le monde en 2013 au cours de 29 accidents – dont seulement 4 sur des jets commerciaux – sur les 31 millions de vols annuels.

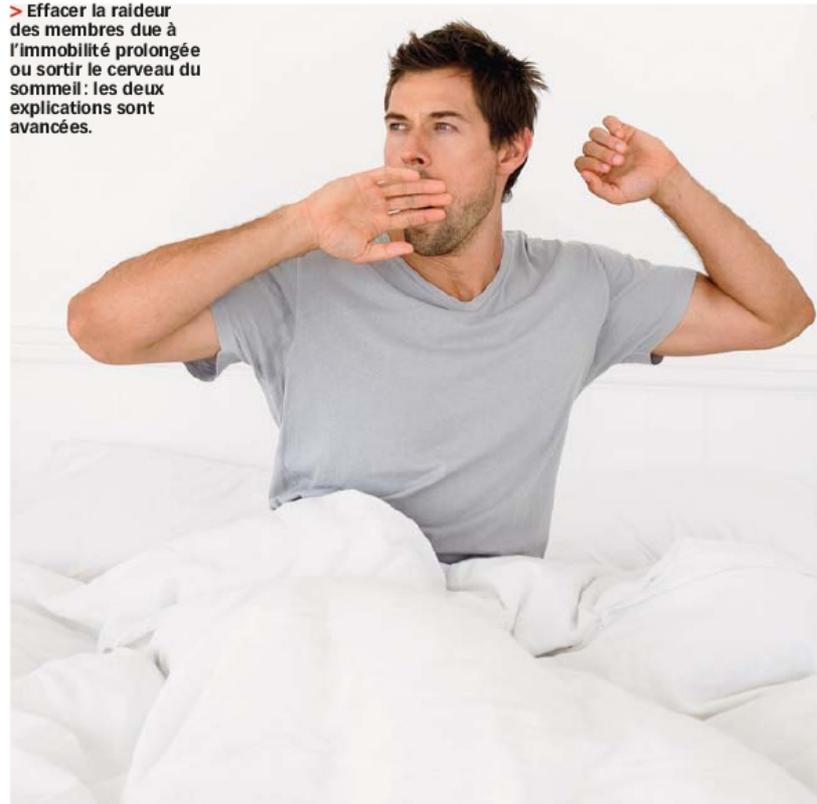
Bref, même si l'on perd leur trace de temps à autre et que cette disparition est choquante, l'écrasante majorité des vols se déroule sans accroc. **V.N.**

10 Pourquoi s'étire-t-on au réveil ?

C'est, à l'évidence, une façon pour l'organisme de reprendre pied dans la réalité au sortir du sommeil. Sauf que les scientifiques ne disposent pas d'une, mais de deux explications pour justifier ce comportement. Baptisé "pandiculation", cet étirement généralisé des muscles, le plus souvent assorti de bâillements, concerne presque tous les vertébrés. Or, en se contractant, tous les muscles qui permettent de se tenir debout provoquent une vraie dépense énergétique pour l'organisme : aussi, ce mécanisme doit-il nécessairement être utile pour avoir été retenu par l'évolution... Mais, comme l'avoue Olivier Walusinski, médecin généraliste et spécialiste du bâillement, *"il n'y a pas de consensus"*. La pandiculation, qui apparaît chez le fœtus vers la douzième semaine de grossesse, semble d'abord répondre à la raideur des membres après une immobilité prolongée. Stimulées par ces contractions, les

enveloppes de tissu conjonctif autour des muscles conserveraient ainsi toute leur souplesse, garantissant ampleur et flexibilité aux mouvements. Mais ces étirements stimulent aussi l'intéroception, c'est-à-dire la perception que nous avons de notre propre corps via l'activation d'une zone du cerveau appelée *insula*. *"Cette puissante contraction musculaire nous fait percevoir notre schéma corporel de manière plus intense"*, explique Olivier Walusinski. *"On se sent mieux."* On sait par ailleurs que le bâillement accélère la circulation du liquide céphalo-rachidien qui baigne le cerveau, et où s'accumulent des substances induisant le sommeil. Bâiller pourrait donc hâter l'élimination de ces substances et éloigner le sommeil. De quoi accentuer, là aussi, l'état d'éveil. S'étirer le matin permettrait de se préparer à l'action en assurant le fonctionnement optimal du système musculo-squelettique, mais aussi la vivacité du système nerveux. **V.E.**

> Effacer la raideur des membres due à l'immobilité prolongée ou sortir le cerveau du sommeil : les deux explications sont avancées.



11 En altitude, pourquoi gèle-t-il alors que le soleil est plus près ?

On pourrait croire que plus on grimpe en altitude, plus on se rapproche du Soleil et plus son rayonnement réchauffe l'air... Pourtant, au sommet de l'Everest, à 8848 m, la température avoisine les $-42,5\text{ }^{\circ}\text{C}$! Et pour cause : les rayons du Soleil traversent l'atmosphère sans la réchauffer ; cette dernière ne se réchauffe que sous l'effet de la chaleur dégagée par la terre. Pour autant, l'air chaud ayant tendance à s'élever, la chaleur pourrait se diffuser dans les couches supérieures de l'atmosphère. Or ce n'est pas le cas. L'explication est physique : la diminution de la température de l'air avec l'altitude dépend de la pression atmosphérique. Ainsi, en montant, l'air se dilate pour conserver le même volume, ce qui dissipe de la chaleur. Ce phénomène, nommé détente

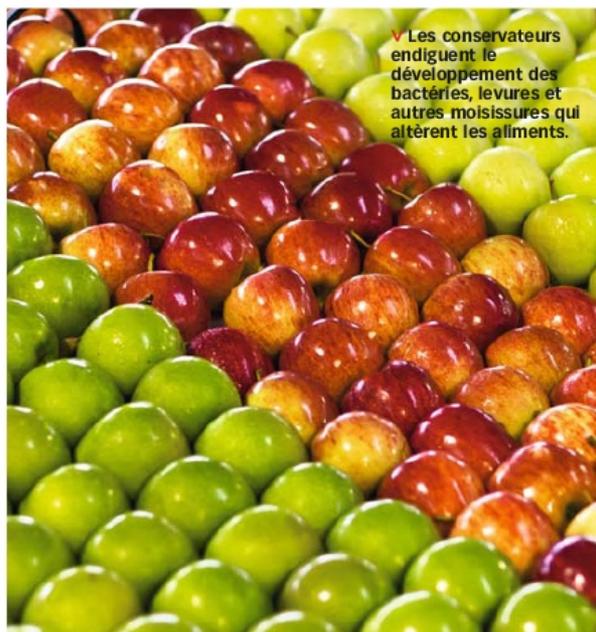
adiabatique, explique que dans la troposphère, la couche qui s'étend sur les 12 premiers kilomètres de l'atmosphère, la température diminue avec l'altitude. Si, au niveau de la mer, où la pression est de 1013 hPa, le thermomètre affiche $15\text{ }^{\circ}\text{C}$, à 1000 m d'altitude, sous une pression de 900 hPa, il ne fera plus que $8,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, et au sommet du mont Blanc, à 4810 m, $-16,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ sous 314 hPa. Ce gradient thermique adiabatique ne tient pas compte des paramètres locaux comme les nuages, la végétation, le type de sol ou le degré d'humidité de l'air. "Pour autant, la température dans les différentes couches de l'atmosphère n'est pas constante", précise Sébastien Léas, de Météo France. Les températures des quatre couches dépendent de leur composition chimique et de

leurs caractéristiques." Si dans la troposphère, la température diminue avec l'altitude, elle augmente dans la couche suivante, la stratosphère (12 km-50 km). L'action des UV sur les molécules de dioxygène produit alors de l'ozone qui libère de la chaleur. A la limite supérieure de la stratosphère, la température atteint les $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Dans la mésosphère (50-80 km), pauvre en particules d'air, elle décroît avec l'altitude jusqu'à $-73\text{ }^{\circ}\text{C}$. Elle remonte, de $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ à $1600\text{ }^{\circ}\text{C}$, selon l'activité du Soleil, dans la thermosphère (80 km-620 km). Cette fois, la hausse est due à l'absorption de certains ultraviolets (entre 100 et 200 nanomètres) par les molécules de dioxygène. Ce qui a pour effet d'agiter ces molécules et ainsi d'élever la température de cette couche. K.J.

12 Quel est le rôle des agents conservateurs ?

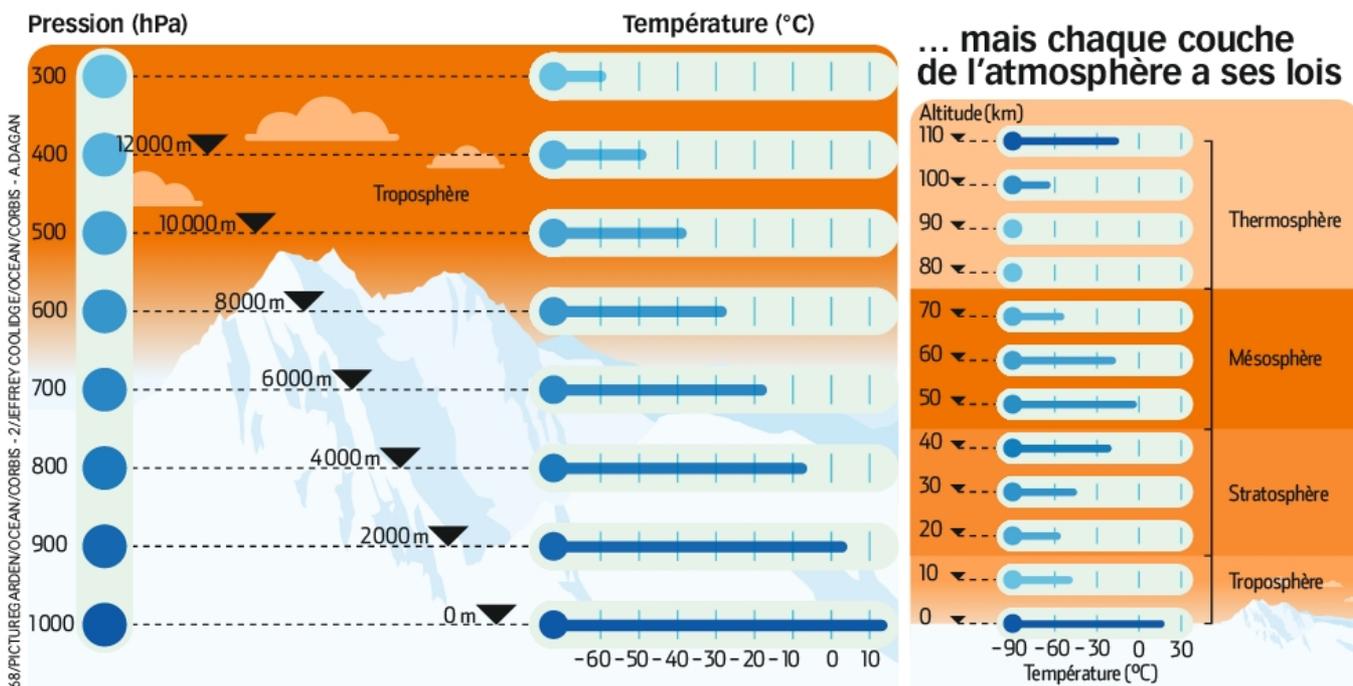
Les "agents conservateurs" limitent ou arrêtent le développement des bactéries, levures et moisissures qui abîment ou rendent toxiques les aliments en altérant, chez eux, l'activité de protéines clés. Ces dernières interviennent en effet dans des processus vitaux (fabrication d'énergie, reproduction...). Ainsi, le dicarbonate de diméthyle, *alias* E242, qu'on trouve dans les boissons aromatisées sans alcool, permet de rendre inactive l'acétate kinase, une enzyme indispensable aux micro-organismes pour se propager dans leur environnement. Autre catégorie de conservateurs : les parabènes. Baptisés E214 à E219, on les ajoute dans les viandes, les gelées de charcuterie et les bonbons afin de freiner la prolifération des champignons et des bactéries en désorganisant

leur transport membranaire ou en inhibant la synthèse d'ADN. Les antioxydants, eux, préviennent l'oxydation des mets, ce qui permet d'éviter leur rancissement et la perte de leur coloration. Nombre d'entre eux inactivent ainsi des protéines responsables du changement de couleur des aliments : les polyphénoloxydases. C'est par exemple le cas du dioxyde de soufre et des sulfites (E220-228), qui endiguent ces changements de coloration à l'intérieur des fruits secs et des légumes ; ou de l'acide ascorbique (vitamine C, E300) et de l'acide citrique (E330), qui maintiennent la couleur des fruits et légumes fraîchement coupés. Mais attention : l'action des conservateurs ne dure pas éternellement. La limite de leur action est indiquée par les dates limites de péremption. K.B.



Les conservateurs endiguent le développement des bactéries, levures et autres moisissures qui altèrent les aliments.

Avec l'altitude, la pression diminue, donc la température aussi...



13 Dans un **sudoku**, y a-t-il un nombre minimum de cases préremplies ?

Oui. L'enjeu pour les journaux qui publient des sudokus est de proposer une grille qui, munie de cases préremplies et d'indices, ne pourra être complétée que d'une seule façon ; les lecteurs, à force de déduction, seront tous conduits à une solution unique. Rappelons que cette sorte de puzzle chiffré se compose d'une grille carrée de 9 cases de côté, soit 81 cases au total, subdivisée en 9 blocs de 3 cases de côté. Le principe est simple : remplir la grille de manière à ce que chaque rangée, chaque colonne et chacun des 9 blocs contiennent les chiffres de 1 à 9, en se servant des cases préremplies de chiffres. Si en moyenne, un sudoku compte 25 indices, on sait que les grilles qui en contiennent seulement 16 peuvent toujours être complétées d'au moins deux façons, ce qui interdit leur publication ou n'en fait pas des défis acceptables. En revanche, dès 17 cases préremplies, on trouve des exemples

de sudokus qui ne possèdent qu'une seule solution. Pour parvenir à ce chiffre de 17, le mathématicien Gordon Royle, de l'école d'informatique d'Australie occidentale, a épluché les quelque 50 000 grilles de sudoku de sa collection personnelle. Son constat : pas une seule ne comportait 16 cases préremplies. Les plus diaboliques ne descendant pas en dessous de 17 indices. Pour vérifier ce nombre, des mathématiciens de l'université de Dublin (Irlande) ont fait tourner un algorithme sur un super-ordinateur. Sa mission : remplir des grilles de 81 cases à 16 indices. Un travail de titan puisqu'il existe plus de 5,4 milliards de grilles possibles et pas moins de 34 millions de milliards de combinaisons d'indices à analyser pour chacune des grilles possibles. Leur résultat, publié en 2012 dans la revue *Nature*, a montré qu'aucun des modèles de grille à 16 indices testés n'autorisait qu'une solution. CQFD ! K.J.



14

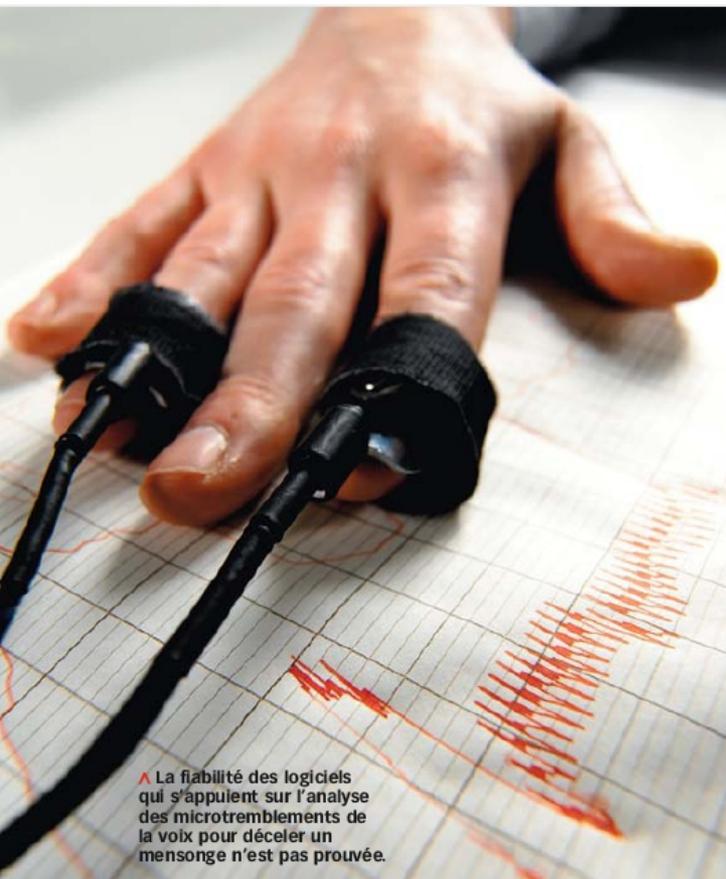
Pourquoi, lors d'un **orage**, la pluie vient-elle après les **éclairs** ?

Parce que la formation des éclairs dépend des mêmes conditions atmosphériques orageuses : des courants ascendants chauds et de la vapeur d'eau en grande quantité au sein d'un *cumulonimbus* qui peut s'étendre sur des kilomètres de haut. Si l'atmosphère est humide et que de gros écarts de température existent entre le sol et l'air, les nombreuses molécules d'eau qui composent ce lourd nuage – elles peuvent peser jusqu'à des centaines de milliers de tonnes ! – sont entraînées par les courants ascendants. Les plus fines parviennent rapidement au sommet en se chargeant positivement, les plus lourdes stagnent à la base et se chargent négativement, donnant au nuage son aspect gris menaçant. C'est en se séparant ainsi que les molécules d'eau engendrent un champ électrique au sein du *cumulonimbus*, dont l'éclair est la conséquence. Celui-ci décharge en quelques millisecondes la tension électrique accumulée, et les coups de foudre s'abattent sur la terre qui s'est chargée positivement en réponse à l'activité intense au-dessus d'elle. De leur côté, les fines particules d'eau ont continué de s'élever dans l'atmosphère. Sous l'effet du refroidissement des températures en altitude, elles se condensent en gouttes de pluie, grésil, voire grêle. D'où pluie et éclairs simultanés. Reste que, comme le souligne Frédéric Nathan, prévisionniste à Météo France, "on peut avoir des éclairs sans avoir de précipitations". C'est ce qui arrive par temps très sec, lorsque les molécules accumulées au sommet du nuage ne sont pas assez nombreuses pour se condenser, mais que les frottements issus de leur différenciation en fonction de leur masse entraînent *de facto* une activité électrique. On parle alors de nuage orageux et non pas de *cumulonimbus*, car la quantité d'eau présente dans l'atmosphère n'est pas suffisante. **M. Go.** ■





< En se séparant dans le *cumulonimbus*, les particules d'eau engendrent un champ électrique, d'où l'éclair. Les plus fines, sous l'effet des faibles températures en altitude, se condensent sous forme de gouttes de pluie.



▲ La fiabilité des logiciels qui s'appuient sur l'analyse des micro-tremblements de la voix pour déceler un mensonge n'est pas prouvée.

15

Peut-on détecter si on **ment** juste au son de la **voix** ?

C'est en tout cas la technique, dont la fiabilité est très critiquée, qu'a utilisée la police de Sanford (Etats-Unis) en 2012 pour confondre un suspect dans une affaire de meurtre. Celle-ci repose sur l'analyse du stress dans la voix (ASV). Mise au point dans les années 1970, elle se base sur l'utilisation d'un logiciel qui analyse d'inaudibles variations survenant dans la fréquence de la voix, appelées micro-tremblements. Son principe repose sur l'hypothèse, non démontrée, que lors du stress induit par le mensonge, les micro-tremblements disparaissent. Outre les Etats-Unis, cette méthode est employée au Canada et en Grande-Bretagne. Plusieurs types d'ASV ont été développés. L'un des plus connus est le Computer Voice Stress Analyzer (CVSA), conçu en 1971 par l'Institut national de contrôle

de la vérité américain, et toujours utilisé par plusieurs forces de l'ordre américaines. Toutefois, pour beaucoup de scientifiques, l'ASV relève de la pseudoscience. Si ses fabricants affirment que son taux de réussite avoisine les 100 %, aucune étude scientifique indépendante ne le confirme. En 1978, l'Américain Frank Horvath, chercheur à la School of Criminal Justice, à l'université du Michigan State, avait noté une fiabilité de seulement 70 %. Ceci dit, la technique a aussi des atouts: moins lourde que le polygraphe (qui enregistre le rythme cardiaque, la tension artérielle et la transpiration), elle ne nécessite pas de relier l'accusé à l'appareil de mesure. De plus, elle permet de détecter le mensonge dans des propos enregistrés ou tenus au téléphone antérieurement. K.B.

16

D'où viennent les **noms de famille** ?

Leur origine remonte au Moyen Age. Certes, les Romains avaient imposé en Gaule leur habitude de nommer les individus par un prénom (*praenomen*), un nom de famille (*nomen*) et un surnom (*cognomen*). Mais avec la christianisation, au début de notre ère, chaque personne baptisée a dû prendre un seul nom, l'équivalent de notre prénom actuel. Il était soit tiré de la Bible, soit celui d'un Germain ayant envahi la Gaule au début du Moyen Age. D'un côté: Pierre, Jean, Paul... de l'autre: Guillaume, Thibaut, Bernard... Bibliques ou germaniques, ces noms ont tous des origines indo-européennes et condensent le plus souvent

deux mots. Ainsi, le prénom Louis est-il composé de *hlod* (illustre) et *wig* (combattant). Au ^{xii} siècle, l'explosion démographique engendrant beaucoup d'homonymes, chacun allait devoir porter un deuxième nom pour se distinguer: le plus souvent, le nom de baptême du chef de famille. "On s'est ainsi appelé Jean Martin parce qu'on était Jean fils de Martin", résume Marie-Odile Mergnac, auteur de l'*Encyclopédie des noms de famille*. Une deuxième catégorie de nom renvoie à une localisation. Il peut s'agir d'une origine (Lallemand, Lebreton, Lenormand) comme d'un élément situé près du lieu d'habitation (Dupont, Lagrange).

Néanmoins, tous les Leroy n'ont pas une origine royale! Ces noms appartiennent généralement à une troisième catégorie: les sobriquets. Le Leroy en question aura pu être le roi d'une fête populaire. Les sobriquets évoquent parfois des traits physiques (Gros, Leroux) ou moraux (Gaillard, Courtois). On pouvait aussi être désigné par son métier (Boulangier, Tisserand). Au ^{xvi} siècle, François I^{er} impose l'enregistrement des baptêmes, mariages et décès. Mais il ne concernera que les catholiques jusqu'à la Révolution. Avec l'instauration du livret de famille en 1877, les noms et leur orthographe se stabilisent. Depuis, avec la mort

de leur dernier porteur, certains ont disparu (selon l'Insee, 200 000 se sont éteints sur les 520 000 répertoriés en 1900); tandis que d'autres sont apparus. En 2000, 60 000 étaient des noms transformés. En effet, la loi de 1803 autorise à modifier un patronyme "ridicule" ou trop marqué par l'Histoire. L'immigration a introduit 830 000 nouveaux noms entre 1891 et 1990. Enfin, la loi du 1^{er} janvier 2005, qui permet de donner à un enfant le nom du père, de la mère ou des deux, a favorisé les noms "rares" et composés. Selon l'Insee, 82,8 % des enfants nés en 2012 portent le nom de leur père, 6,5 % de leur mère et 10,7 % des deux. M.K. ■

< Un tiers des accidents ont lieu la nuit alors qu'elle ne concentre que 10 à 20 % du trafic global. La somnolence, l'alcool, la vitesse, la faible visibilité ou la présence de gibier en sont les principales causes.

17

Conduire la **nuit** est-il vraiment plus **dangereux** ?

Oui. En moyenne, en France, un tiers des accidents de la route se produisent la nuit alors qu'elle ne concentre que 10 % à 20 % du trafic global ! Et selon les chiffres de la sécurité routière, le créneau le plus dangereux se situe entre 4 h et 6 h du matin. Plusieurs facteurs sont impliqués. La fatigue, d'abord, puisque la vigilance du conducteur est à son minimum entre 2 h et 5 h du matin. Dans cet intervalle, le risque de somnolence est accru. Pour autant, la fatigue ne se manifeste pas uniquement la nuit. La moitié des accidents sur autoroute liés à la somnolence surviennent entre 14 h et 16 h. L'alcool, qui se consomme davantage en fin de journée, entre également en jeu. Ainsi, en 2012, 48 % des accidents mortels avec alcool ont eu lieu la nuit. Surtout le week-end et les jours fériés, où le chiffre grimpe jusqu'à 58,4 %. Par ailleurs, le trafic plus fluide et les routes plus dégagées donnent un sentiment de toute puissance qui incite à prendre de la vitesse, principal ennemi de la sécurité routière. Enfin, alors que notre vue baisse la nuit, les feux de croisement n'éclairent en moyenne qu'à 50 mètres, contre 100 mètres pour les feux de route. Certaines études préconisent néanmoins de réduire les éclairages publics routiers pour renforcer l'attention des conducteurs et les faire ralentir. Mais d'autres ont montré que le manque de visibilité empêche surtout d'anticiper d'éventuels obstacles. Les plus exposés des usagers nocturnes de la route restent en effet les piétons et les cyclistes, bien que peu nombreux. Les piétons trouvent la mort deux fois plus en décembre qu'en juin, en partie à cause des journées raccourcies. Les animaux sauvages sont également à l'origine de nombreux accidents. La plupart des collisions impliquant le grand gibier surviennent au crépuscule, souvent en hiver. Les chevreuils sont les plus concernés, ainsi que les sangliers, dont les yeux ne réfléchissent pas la lumière, contrairement à ceux des cervidés. L.G. ■

18 Le bitcoin peut-il remplacer une monnaie classique ?

Ce qui est sûr, c'est que l'essor de cette monnaie virtuelle, créée il y a quatre ans par un Japonais répondant au pseudonyme de Satoshi Nakamoto, fait parler: voici qu'une monnaie n'est plus l'apanage d'un Etat! Une hérésie qui, à ces débuts en 2009, a fait sourire les grands argentiers de la planète. Sauf que l'envolée du cours du bitcoin, accompagnée d'une popularité croissante, les pousse désormais à prendre position et à lever le flou juridique autour de son statut. En 2013, l'Allemagne est devenue l'un des premiers pays à autoriser son usage. Les Etats-Unis pourraient suivre. La Russie, au contraire, l'a déclaré illégal. La Banque centrale européenne, son équivalente chinoise et la Banque de France émettent quant à elles des réserves contre "une monnaie non régulée qui n'offre aucune garantie", et dont le "caractère anonyme favorise le contournement des règles relatives à la lutte contre le blanchiment des capitaux et le financement du terrorisme". A l'évidence, le bitcoin prend le système monétaire classique au dépourvu.

Il repose sur deux principes qui l'opposent radicalement aux habitudes des banques. Chaque bitcoin est une pièce numérique produite et échangée via un logiciel "open source" (dont le code est accessible à tous). Premier principe: la production de bitcoins est ouverte à tous. Pas de banque, pas de réserve de capitaux garantissant la valeur de la devise. Tout utilisateur peut "frapper monnaie" et l'échanger avec autrui sans intermédiaire bancaire. Comment? En se chargeant lui-même de la sécurisation d'une partie des transactions effectuées, par la mise à disposition de son ordinateur pour assurer les calculs de cryptographie qui garantissent l'authenticité et la traçabilité des versements. Pour un volume de transactions traitées, le système rétribue le "banquier volontaire" à hauteur de 25 bitcoins fabriqués *ex nihilo*. Second principe: cette "prime" est

divisée par deux tous les quatre ans pour limiter la quantité de bitcoins ainsi créés. La logique? Empêcher l'inflation, et décourager l'endettement. Impensable pour les banquiers traditionnels... Malgré son étrangeté, le bitcoin a le vent en poupe. D'autant que, dès avril 2010, la monnaie électronique était convertible en devises traditionnelles sur des places de marché en ligne, comme Mt. Gox (qui a déposé le bilan en février 2014) ou Bitcoin-Central.

70000 "BIT-TRANSACTIONS" PAR JOUR

Outre les particuliers susceptibles de l'échanger pour payer biens et services, des acteurs économiques professionnels commencent à l'utiliser: le site américain de vente en ligne Overstock.com, l'université chypriote de Nicosie, la plateforme de blogs Wordpress... On compte près de 70000 "bit-transactions" par jour.

Décentralisé, transparent, sécurisé, convertible... Le système Bitcoin semble disposer de réels avantages. De plus, les transactions sont rapides: il suffit de trente minutes à une heure pour valider un paiement, contre vingt-quatre heures pour une banque. Surtout, "les coûts de paiement et de virement à l'étranger sont bien inférieurs à ceux que pratiquent les banques", souligne Philippe Herlin, économiste et auteur de *La Révolution du bitcoin et des monnaies complémentaires*.

Mais Bitcoin a aussi des défauts, à commencer par sa volatilité. Son assise étant encore très modeste, son cours reste sensible à toutes les influences. Entre janvier et décembre 2013, il est passé de 14 à plus de 1200 dollars, avant de chuter début 2014 aux alentours de 500 dollars. Le bitcoin subit de plein fouet les annonces bancaires ou gouvernementales pour ou contre son utilisation, quand ce n'est pas la révélation d'affaires de blanchiment d'argent ayant transité par lui. Voire de piratage: la plateforme Mt. Gox a figé avoirs et échanges



fin février après que des fraudeurs ont fait main basse sur plus de 700000 bitcoins détenus par des clients. Résultat: la méfiance pèse sur la capacité du bitcoin à égaler les monnaies classiques. Ces dernières ne sont pourtant pas exemptes de tout risque. "Les banques ne sont pas sorties de la crise, et des pays comme les Etats-Unis ou le Japon sont très endettés", fait valoir Philippe Herlin. Dès lors, "si des devises s'écroulaient, le bitcoin pourrait représenter une valeur refuge, comme l'or. Il sera d'autant plus fort que les monnaies traditionnelles seront faibles". Pour s'imposer, le bitcoin devra gagner la confiance du plus grand nombre. Ce qui est loin d'être acquis. **P.-Y.B.**



▲ Des particuliers mais aussi des acteurs économiques commencent à utiliser cette monnaie numérique créée en 2009.

19 Qu'est-ce qui fait que la **poussière** est **grise** ?

Suies, terre, débris divers réduits en minuscules grains... forment la poussière domestique. Et tous ces composants ne sont pas gris. Pourtant, la fine pellicule qui se dépose dans les maisons est, le plus souvent, de cette couleur. Il s'agit en fait d'un effet d'optique lié à la petite taille des particules de poussière. Il faut en effet savoir que la couleur d'un objet est liée à sa capacité d'absorption de la lumière. Il paraît bleu s'il absorbe toutes les longueurs d'onde de la lumière correspondant à la couleur opposée, le rouge; et il paraît rouge quand il absorbe le bleu. Or, la poussière est composée d'une grande variété d'atomes absorbant chacun une couleur différente. La poussière n'absorbe donc aucune couleur plus qu'une autre. Mais la composition de la poussière peut être dominée par un élément particulier.

Elle n'est alors pas forcément grise. Le physicien américain Charles Weschler, spécialiste de la pollution intérieure, confirme avoir vu "de la poussière marron pâle dans les maisons de Pékin, pendant la période où le vent souffle depuis le désert; et de couleur noire dans le New Jersey quand il y avait de la suie dans l'air". Dans le sud de la France, la poussière peut ainsi être teintée de rouge, mais sans jamais restituer la couleur des roches ou de la terre ocre dont elle provient. Car à l'état de grains, les teintes s'éclaircissent. En effet, à la lumière du jour, un pigment massif paraît toujours plus sombre que le même pigment broyé. Un éclaircissement dû au fait que la matière de la poussière, finement divisée, diffuse la lumière reçue dans toutes les directions, restituant une faible intensité lumineuse. X.T. ■

> La poussière étant composée d'une grande variété d'atomes absorbant chacun une couleur différente, le gris est en fait un effet d'optique.



20

Pourquoi ne s'entend-on pas **ronfler** ?

C'est une simple question d'habitude. Bien que l'ouïe soit le sens de la vigilance nocturne par excellence, le cerveau fait le tri dans les informations qu'il reçoit quand il dort. Or, le ronflement n'étant pas associé à un danger, il n'éveille pas particulièrement l'attention du dormeur. De plus, l'intensité

du ronflement augmentant au fil des années, le cerveau a le temps de s'y habituer. Cette adaptation se fait quel que soit le type de bruit. Ainsi, le sommeil des riverains de longue date d'un aéroport, d'une autoroute ou d'un clocher d'église est-il beaucoup moins perturbé que celui des

nouveaux arrivants. De plus, même si le ronflement réveille, on ne s'en souvient pas toujours. Par exemple, les ronfleurs victimes d'apnée du sommeil – qui cessent de respirer pendant quelques secondes – se réveillent brièvement avec une sensation d'étouffement.

Mais dans 70 % des cas, ils ne s'en souviennent pas au matin. Quand c'est le conjoint qui ronfle, c'est une autre affaire. Il est possible de s'y habituer aussi, mais le ronflement dérangera d'autant plus le conjoint que son intensité varie ou que le ronfleur s'endort le premier... T.D.-R. ■

21

A quelle hauteur pourrait monter un **ascenseur** ?

Pas encore jusqu'au ciel, mais déjà à 1000 mètres au-dessus du sol ! Alors que la tour la plus haute du monde, la Burj Khalifa, culmine à 828 m, les projets de très grande hauteur se multiplient dans le monde. Comme celui de la Kingdom Tower à Djeddah, en Arabie Saoudite, qui devrait, en 2018, dépasser les 1000 m, soit près de trois fois la tour Eiffel. Une première ! Déjà, les concepteurs des plus hautes tours actuelles ont dû faire face à un inconvénient majeur : au-delà de 500 m de haut, les câbles nécessaires à la montée d'un ascenseur deviennent trop lourds, obligeant le recours à deux ascenseurs successifs. Mais une technologie développée en Finlande par la société Kone pourrait à l'avenir pallier ce problème. Baptisé UltraRope, ce câble d'ascenseur est cinq fois plus léger que les traditionnels câbles en acier. Les simulations indiquent qu'il pourra élever un ascenseur jusqu'à une hauteur de 1 km. Son secret ? Un nouveau matériau constitué d'un cœur en fibre de carbone et d'une enveloppe en polyuréthane. Moins lourd, il permet du même coup une réduction de la consommation d'énergie des ascenseurs allant de 15 % pour une tour de 500 m, à 45 % pour une tour de 800 m. Autres avantages, l'UltraRope ne rouille et ne s'allonge pas – d'où une longévité deux fois plus grande. Enfin, il résiste mieux aux oscillations que peut provoquer le vent sur de telles tours. Son déploiement est prévu dans les prochaines années. **C.H.**



▲ Un câble en fibre de carbone et polyuréthane, 5 fois plus léger que ceux en acier, permettra d'élever un ascenseur à 1 km de hauteur,

22 A quoi tient la **couleur** si emblématique de l'**or** ?

Comme tout métal, l'or fait apparaître à nos yeux la couleur qu'il réfléchit. Tandis que la plupart sont plutôt gris-blancs (fer, argent, aluminium, étain...), l'or affiche une belle robe jaune éclatante. De fait, les métaux gris réfléchissent la quasi-totalité de la lumière blanche qu'ils reçoivent (sauf les rayons ultraviolets), alors que l'or en absorbe une partie (les particules de lumière – ou photons – violets, bleus et verts) pour ne réfléchir que les photons rouges, jaunes et oranges. *“Tout se décide au niveau atomique, dévoile Pekka Pyykkö, professeur de chimie à l'université d'Helsinki (Finlande). C'est l'énergie (calculée en électronvolt) nécessaire pour qu'un électron gravitant autour du noyau sur l'avant-dernière orbitale passe à la dernière orbitale qui détermine la portion de lumière absorbée...”* et donc la couleur du métal. Or, dans le cas de l'atome d'or, la distance qui sépare les deux dernières orbitales, nommée fossé énergétique, est très petite et ne nécessite qu'environ 3 électronvolts (eV) pour

son franchissement. Quand la lumière arrive sur l'atome d'or, les photons réagissent avec les électrons des couches extérieures et leur transmettent leur énergie. Ceux d'énergie proche de 3 eV (violets (3,2 eV), bleus (3 eV) et verts (2,4 eV) vont apporter un gain suffisant à l'électron de l'avant-dernière orbitale pour lui permettre de sauter sur la dernière. Le photon en question va alors être absorbé.

DES ÉLECTRONS SOUMIS À LA RELATIVITÉ

Mais, si l'énergie apportée ne permet pas à l'électron de changer d'orbitale, il revient à son état initial et émet un photon identique de même couleur. C'est le cas des photons jaunes (2,1 eV), oranges (2 eV) et rouges (1,5 eV), qui sont réfléchis jusqu'à notre rétine.

Mais pourquoi le fossé énergétique de l'or est si infime ? En fait, l'atome d'or, avec son noyau aux 79 protons, est l'un des éléments stables les plus lourds qui soient. Du fait de cet énorme noyau, la force électromagnétique exercée

sur les électrons est très forte, surtout pour les plus proches d'entre eux. Un peu comme dans un mini-système solaire où l'étoile maintient, grâce à la force gravitationnelle, les planètes en orbite autour d'elle. Plus l'étoile est massive, plus elle les attire et les entraîne dans un mouvement de rotation. Dans le cas des électrons de l'or, leur vitesse de rotation est donc accélérée : elle peut atteindre jusqu'à 150 000 km/s. Les électrons deviennent ainsi soumis aux étranges effets de la relativité restreinte prédits par l'équation d'Einstein ($E = mc^2$; si on multiplie la masse m d'un corps par la vitesse c de la lumière dans le vide au carré, alors on obtient une énergie) avec, en particulier, une masse qui s'accroît de 20 % environ. *“Les effets relativistes peuvent rapprocher du noyau certaines orbitales, et en éloigner d'autres. Pour l'or, les deux couches externes vont se rapprocher l'une de l'autre”,* précise Pekka Pyykkö. Et réduire d'autant l'énergie nécessaire au franchissement du fameux fossé énergétique. **S.D.**

CORBIS - ANIFORM DESIGN

23

Un **ventilateur** rafraîchit-il vraiment l'air ?

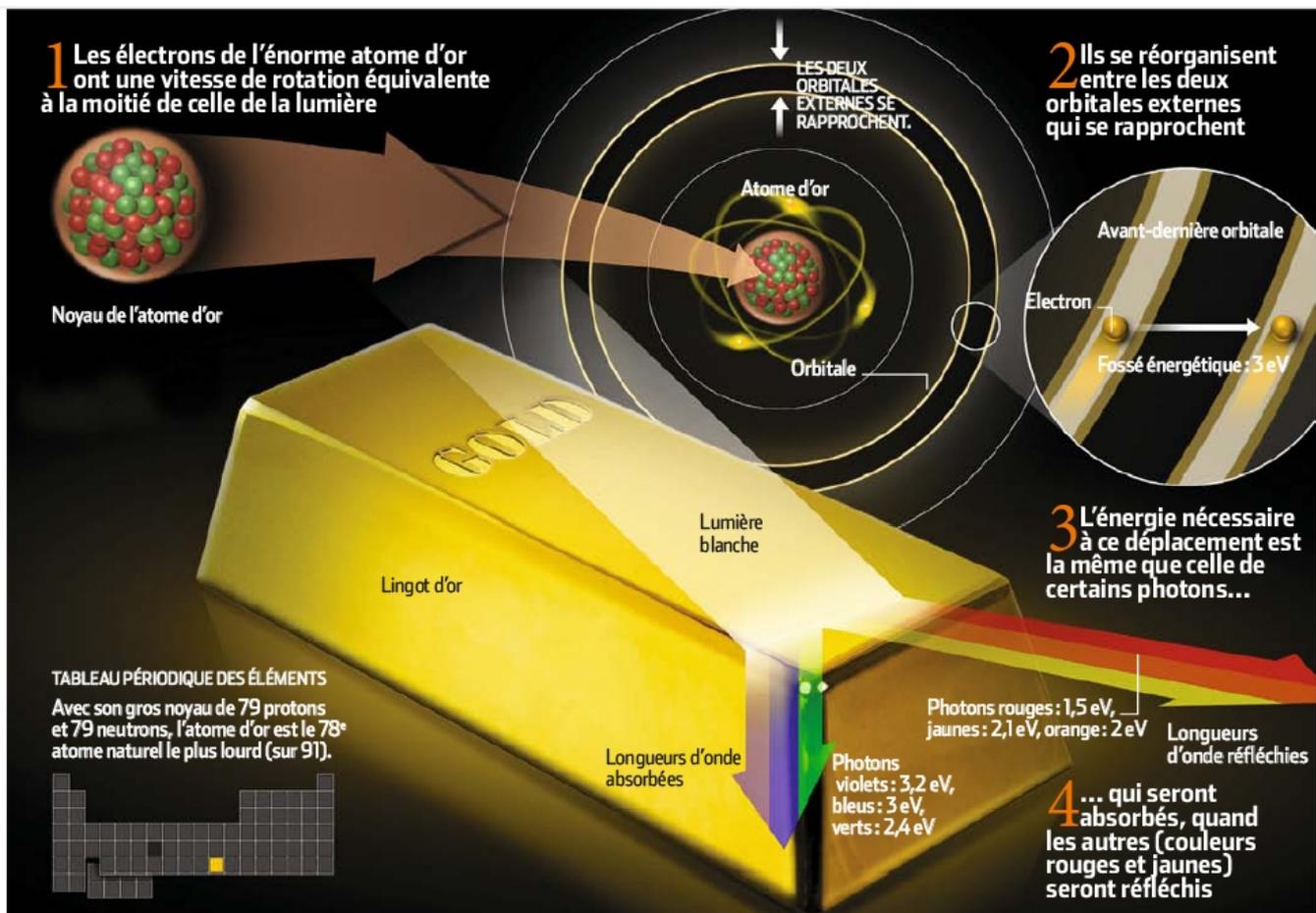
En fait, contrairement à ce que l'on pense, les ventilateurs ne refroidissent pas l'air, ils le mettent seulement en mouvement ! Pis, ce faisant, ils augmentent les frottements des molécules d'air et l'échauffent. *“Certes, cette agitation des molécules n'a pas de conséquence thermique perceptible à température ambiante, mais dans une petite chambre froide de 1 m³ à -30 °C, un ventilateur peut élever la température de 1 °C”,* explique Jocelyn Bonjour, directeur du Centre d'énergétique et de thermique de Lyon (CETHIL).

Reste que s'il ne rafraîchit pas l'air, le ventilateur peut tout de même nous apporter une agréable sensation de fraîcheur quand la température

ambiante d'une pièce est élevée. Pour le comprendre, il faut savoir que lorsque nous transpirons, les pores de notre peau évacuent la chaleur corporelle vers l'air environnant via l'évaporation de la sueur. Or, dans une pièce, l'air chaud monte. Ainsi, les molécules d'air chauffé et humidifié par contact avec notre corps transpirant suivent un mouvement de convection et s'élèvent vers le plafond. L'action des pales d'un ventilateur va alors entraîner l'air chaud au loin et accentuer le phénomène de convection. Résultat, un courant d'air sec chasse en permanence l'air humide qui nous entoure, permettant à la sueur de s'évaporer plus vite... ce qui augmente la sensation de fraîcheur. **K.-J.**



◀ Le ventilateur chasse l'air chaud et humide émanant des corps qui transpirent, d'où une sensation de fraîcheur.



24 Entre manger un fruit ou boire son jus, qu'est-ce qui est le mieux ?

On le répète à l'envi : pour être en bonne santé, il faut consommer au moins cinq fruits et légumes par jour. Et par consommer, il faut entendre manger, et non boire leur jus. Car de l'un à l'autre, il n'y a pas d'équivalence. D'abord, leur apport calorique diffère. "On ne boit jamais le jus d'un seul fruit. Pour obtenir une ration de 120 ml, il faut deux ou trois oranges. On consomme donc deux à trois fois plus de calories en buvant un jus", indique George Bray, chef du département obésité et métabolisme au Pennington Biomedical Research Center (Etats-Unis). Et d'ailleurs, qui mangerait trois oranges au petit-dé-

jeuner ? Personne car bien avant d'avoir mangé ces trois fruits, nous serions sans doute arrivés à satiété. "Inconsciemment, notre cerveau fait le compte des calories que nous ingérons. Du moins pour la nourriture solide. Alors que la nourriture liquide, elle, n'est pas, ou mal, comptabilisée", explique Irène Margaritis, chef de l'unité des risques liés à la nutrition à l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses). Lorsqu'on boit un jus de fruits, ou toute boisson autre que l'eau, on augmente, sans s'en rendre compte, son apport calorique journalier. Et

ce n'est pas tout. "La plupart des jus de fruits sont dépourvus de fibres. D'un point de vue nutritionnel, il n'est donc pas non plus équivalent à un fruit", indique Irène Margaritis. "Sans compter que les jus de fruits sont absorbés plus rapidement et conduisent à des modifications plus importantes des taux de sucre et d'insuline dans le sang, avance Qi Sun, du département de nutrition à la Harvard School of Public Health (Etats-Unis). C'est probablement ce qui explique pourquoi nous avons trouvé une corrélation entre la consommation de jus de fruits et le risque de diabète." Dans une étude

publiée en août 2013, le chercheur et son équipe ont montré que si la consommation de fruits abaissait de 1 à 26 % (en fonction du type de fruit) le risque de diabète, la consommation de jus de fruits l'augmentait de 8 %. "Nous n'avons pas demandé quel type de jus était consommé. Et il est probable que le risque soit plus grand lorsqu'il s'agit de jus contenant des sucres ajoutés", reconnaît Qi Sun. Car si les purs jus ne sont constitués que de fruits, les nectars, eux, contiennent en plus de l'eau et du sucre ; et sont sûrement aussi néfastes pour la santé que les sodas tant décriés. C.H.



25 Que sait-on de l'effet des écrans sur les plus jeunes ?

En quelques décennies, Internet, console de jeux, télévision et tablette ont envahi notre quotidien. Et, le temps passé devant les écrans s'est imposé comme un moment clé du quotidien des plus jeunes dans les pays développés. Ainsi, aux Etats-Unis, une étude menée en 2010 a révélé que les 8-18 ans avaient les yeux rivés sur un écran... près de 7 heures 30 par jour. Sur cette durée, 4 heures 30 étaient consacrées à la télé, 1 heure 30 à l'ordinateur et plus d'une heure aux jeux vidéo.

En France, le temps consacré au surf sur Internet suggère une situation similaire: il est de deux heures par jour pour les 9-16 ans et plus de deux heures pour la télévision. Et l'attrait des écrans s'affirme très tôt. Selon le baromètre Orange/Terrafemina publié en

2012, 71 % des Français de moins de 12 ans "utilisent fréquemment ou de temps en temps" la tablette chez eux, 67 % la liseuse, 55 % l'ordinateur, 51 % la télévision et 43 % le smartphone. Or, de nombreuses recherches ont montré que les écrans peuvent induire – chez les enfants comme chez les adultes – divers problèmes de santé: obésité liée à la sédentarité, diabète, maladies cardio-vasculaires, mal de dos, troubles du sommeil, etc. auxquels s'ajoutent les effets délétères sur les capacités mentales des plus jeunes, en particulier sur l'apprentissage, l'intelligence, la vision, l'attention et l'imaginaire.

Mais si les parents s'inquiètent, c'est souvent de crainte que l'esprit des enfants ne subisse une influence néfaste. Et pour cause:

le développement des fonctions cérébrales dépend des sollicitations extérieures... "Il y a un potentiel réel d'utilisation de ces outils pour apprendre et développer certaines de nos performances cognitives ou habiletés pratiques, précise le psychologue Laurent Bègue. Mais encore faut-il que les écrans soient utilisés dans une perspective de formation, ce qui est rare, et pendant un temps raisonnable. Ils ne doivent pas empiéter sur le temps d'autres activités indispensables à notre développement cognitif, comme les interactions directes avec les autres."

Ainsi, d'après une étude menée sur 756 enfants âgés de 0 à 6 ans, ceux chez qui la télé est "toujours" ou "presque toujours" allumée, ont près de trois fois plus de risques de ne pas savoir lire à la sortie du cours préparatoire.



◀ Outre les maux liés à la sédentarité, les écrans peuvent entraîner des retards dans l'apprentissage de la lecture, altérer la vision et réduire l'imagination.

La raison : non seulement les enfants lisent moins, mais en plus, ils ont des difficultés à se concentrer. Quant à l'imagination, une étude de 2006 a mis en évidence que les enfants qui regardent le plus la télé sont aussi ceux qui font le moins preuve d'imagination lorsqu'on leur demande de dessiner un personnage. Au-delà des risques cognitifs, l'utilisation d'écrans 3D peut se révéler dangereuse. En 2005, une étude australienne a montré que cette technologie peut provoquer nausées, maux de tête et vertiges. Elle induit en effet un conflit optique : notre regard se focalise en même temps sur l'écran au loin, et sur l'objet faussement proche.

Nintendo a d'ailleurs déconseillé sa 3DS chez les moins de 6 ans, au motif que *"la vue d'images 3D pendant une longue durée pourrait affecter négativement le développement de leurs yeux"*.

Mais, selon l'Anses (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail), à ce jour, *"il n'est pas possible de se prononcer sur les risques, vu le manque de données disponibles"*. K.B.

KARL-JOSEF HILDENBRAND/DPA/CORBIS - ROSE, LUDGER/THE FOOD PASSIONATES/CORBIS

26 Pourquoi la tomate se pèle mieux une fois ébouillantée ?

C'est une vieille astuce de grand-mère que chacun d'entre nous a probablement testée ou vu faire un jour : pour enlever facilement la peau des tomates, rien de tel que de les ébouillanter. Certes, mais plus une tomate est mûre, plus sa peau se retire aussi aisément. En effet, au cours de la maturation, certaines enzymes, des protéines qui facilitent les réactions biochimiques, entrent en action et dégradent la paroi des cellules qui sont alors de moins en moins liées entre elles. La structure cellulaire se relâche, en particulier à l'intérieur du fruit où la chair devient plus tendre. Ce phénomène se retrouve dans les cellules de l'épiderme, couvertes d'un solide réseau de polymères (de grandes molécules), d'acides gras et de molécules diverses appelés cuticules, qui constituent à proprement parler la "peau". Les liaisons entre cet épiderme et les cellules en

dessous se relâchent ; les deux couches se désolidarisent ; la peau se détache. Le contact de l'eau chaude déstructure encore davantage les tissus déjà dégradés par la maturation, rompant les connexions entre cellules. La peau, plus résistante, n'est pas affectée par cette chaleur soudaine, mais se détache des cellules situées en dessous qui, elles, sont sensibles à la hausse de température. Sous l'effet de la chaleur, la peau perd tout de même de sa résistance : elle se distend, se déforme et finit par se fissurer. Si on plonge ensuite la tomate ébouillantée dans l'eau glacée, sa peau se contractera brutalement sous l'effet du froid, ce qui la rend encore plus facile à enlever. Une technique efficace avec la poire, la prune, le raisin, le poivron et tous les fruits dont la chair est tendre et la cuticule épaisse et résistante. C.L.



▼ Sous l'effet de la chaleur, les parois des cellules se dégradent et sont de moins en moins liées entre elles. La peau se détache alors.



▲ Au fond de la mer, grâce à des températures stables et l'obscurité, ou sur les bateaux, où les mouvements accélèrent son vieillissement, le vin acquiert un goût... différent, ou meilleur, selon l'appréciation de chacun.

Le **vin** se bonifie-t-il au fond de l'eau ?

Tout le monde a en tête ces histoires de navires qui ont sombré corps et biens, leurs cales pleines d'amphores. Le raisin fermenté gagne-t-il à séjourner sous les vagues ? Figurez-vous que des vigneron·nes se sont récemment posé la question, au point d'immerger des barriques dans le bassin d'Arcachon. Verdict ? Après six mois au fond de l'eau, les œnologues ont constaté, par rapport à une barrique identique conservée en chai, des évolutions plutôt favorables. Pour Gilles de Revel, professeur en chimie analytique et doyen de la faculté d'œnologie de Bordeaux, "placé dans des conditions différentes, il est logique que le vin vieillisse différemment. La stabilité de la température, l'obscurité et éventuellement l'absence d'échange avec l'atmosphère jouent. Un suivi scientifique de ces essais serait cependant nécessaire pour mieux comprendre l'aspect physico-chimique de la question". Mais la vigne et la mer n'ont pas

besoin que les navires coulent pour se rencontrer. Les marines marchandes des **xvii^e** et **xx^e** siècles ont donné naissance au bordelais "retour des Indes" ou au madère "Vinho da Roda" (vin du roulis) : des vins exportés par bateau aux quatre coins du globe et qui, revenant dans leurs pays après de longues semaines de mer faute d'acheteurs, furent réputés pour leur souplesse, leurs tanins soyeux et leurs saveurs épanouies. Réalité gustative ou argument commercial ? "Difficile de dire si le vin vieillit mieux en mer, mais il vieillit plus vite : le roulis et le tangage brassent le breuvage et accélèrent son vieillissement, comme les variations de température tout au long du voyage", précise Gilles de Revel. Plus ronds et complexes, ces vins sont-ils meilleurs ? C'est subjectif : si à l'époque de la route des Indes, les amateurs appréciaient les vins vieux, aujourd'hui, on préfère les vins jeunes, tanniques et fruités. **D.H.**

28 Comment sait-on qu'une **balle** a été tirée par une **arme** ?

Grâce à sa signature balistique. A chaque coup de feu, le tir laisse sur la balle et sa douille des empreintes caractéristiques. En effet, le canon d'une arme à feu est doté de rayures en forme de spirales qui impriment un mouvement hélicoïdal à la balle. Une fois sortie du canon, celle-ci tourne sur elle-même à la manière d'une toupie, ce qui stabilise sa trajectoire, améliore sa précision et augmente sa portée. Le diamètre de la balle étant très légèrement supérieur à celui du canon, elle y pénètre en force, et se met à tourner sur elle-même en suivant ces rayures, qui vont alors s'incruster sur le projectile et y former des stries. Ce sont ces incrustations qui constituent la signature de l'arme.

Tout serait donc parfait si toutes les balles étaient de cette manière exploitables. Mais ce n'est pas toujours le cas. Celles qui s'écrasent contre un mur, par exemple, sont souvent si aplaties qu'elles sont "illisible".

Sans parler des projectiles tirés à partir d'un canon lisse, typique des fusils de chasse. C'est pourquoi les enquêteurs font aussi parler la douille, cet étui de laiton qui contient la poudre. Au moment du tir, quand le percuteur frappe son culot, la poudre s'enflamme, les gaz se détendent, la balle est éjectée, et la douille expulsée de l'arme. Ce sont donc cette fois les traces formées par le percuteur, le mécanisme d'éjection et, éventuellement, les éraflures produites par le chargeur, spécifiques à chaque arme qui fournissent de précieux indices.

Pour constater qu'une arme trouvée est bien celle d'un crime, les experts procèdent à un tir de comparaison pour vérifier si les "stigmates" de la balle (ou de la douille) produits coïncident avec ceux du projectile récolté sur les lieux du délit. Ce tir s'opère soit dans un puits rempli d'eau, soit dans un tube bourré de coton. "Ainsi, les balles sont peu déformées

et les stries plus faciles à observer", explique Thierry Müller, balisticien à la Sous-direction de la police technique et scientifique (SDPTS) de Lyon. Ne reste plus alors qu'à comparer le projectile trouvé sur les lieux du crime à celui du test.

38 000 RÉFÉRENCES DE BALLE ET DOUILLE

Pour cela, les experts utilisent alors un microscope de comparaison. Pourvu de deux loupes binoculaires, cet instrument permet de visualiser simultanément deux balles (ou deux douilles), pour les comparer plus facilement. Capable de grossir environ 80 fois les stries laissées sur les balles, larges à l'origine de seulement 0,5 à 2 millimètres, cet appareil est doté d'un dispositif permettant de faire "glisser" les images obtenues pour les superposer. "Une juxtaposition parfaite permet de conclure que les deux balles ont été tirées par la même arme", explique François Bresson, responsable de la section balistique au laboratoire de police scientifique de Lille. Simple, à condition que les enquêteurs possèdent une arme suspecte donnant matière à comparaison !

Dans le cas contraire, il leur reste un autre moyen de faire progresser l'enquête : interroger le système de "Comparaison et identification balistique par localisation des empreintes" (Cible). Conçu au milieu des années 1990, ce système informatique s'appuie notamment sur une base de données qui n'a cessé de croître au fil des enquêtes, au point de recenser aujourd'hui quelque 38 000 références de balle et douille minutieusement répertoriées lors d'analyses balistiques antérieures.

A chaque fois qu'une balle est retrouvée sur un lieu de crime, le balisticien enregistre son dossier complet (son calibre, mais aussi le nombre, la largeur et l'orientation des rayures) dans la base, accompagné d'images prises par une caméra haute définition qui photogra-



phie en gros plan chaque rayure. Enfin, un logiciel d'analyse d'images passe au crible les rayures pour y déceler des microstries qui achèveront de déterminer la signature balistique de l'arme.

Dès qu'une balle est retrouvée sur les lieux d'un délit, sa fiche d'identité balistique est comparée aux milliers d'autres stockées dans Cible. "Parfois, la technique permet de relier le crime avec une vieille affaire, explique Patrick Wassermann, responsable de l'unité balistique de la Sous-direction de la police technique et scientifique de Lyon. Ce qui accélère souvent l'enquête en additionnant les indices collectés séparément, par des équipes distinctes." S.B. ■

DAVID SUTHERLAND / KAWTHEFOOD PASSIONATES/CORBIS



▲ Lorsque la balle pénètre dans le canon, elle imprime les rayures dont il est pourvu. Ces empreintes uniques peuvent permettre de remonter à l'arme du crime.

29 L'eau risque-t-elle d'exploser au micro-ondes ?

Oui ! Cela est dû à un phénomène physique baptisé le "suréchauffement" de l'eau. Il correspond à une augmentation de la température de l'eau de quelques degrés au-dessus de celle d'ébullition normale, soit entre 103 et 104 °C contre 100 °C. Un tel phénomène peut survenir lorsque l'eau chauffée ne contient plus de gaz dissous pour permettre l'ébullition, par exemple quand on réchauffe du café au micro-ondes, l'eau ayant été "dégazée" lors de la phase d'ébullition liée à la préparation du café. *"S'il n'y a plus de gaz dissous, les microbulles ne peuvent plus se former ; or, elles sont indispensables à l'ébullition"*, explique le physicien Jean-Michel Courty, professeur à l'université Pierre-et-Marie-Curie, à Paris. Ce suréchauffement ne peut se produire que dans un four à micro-ondes. En effet, l'appareil chauffe

l'eau de manière homogène par frottement des molécules d'eau, et non comme dans les méthodes de cuisson classiques en diffusant la chaleur du contenant au contenu. Les microbulles n'apparaîtront donc pas sur le récipient passé au micro-ondes puisqu'il reste normalement froid. De surcroît, ce phénomène ne peut se produire que si le récipient est propre ou neuf, c'est-à-dire sans micro-impuretés (traces de fibres laissées par un torchon, rayures sur un verre) facilitant la formation de microbulles d'air. Si tous les facteurs du suréchauffement sont réunis, gare ! Malgré son calme apparent, l'eau suréchauffée peut exploser lorsqu'on y plonge des particules (sucres, pâtes, thé) : cela introduit des petites bulles d'air qui vont jouer le rôle de "germes de bulles" et amorcer une très violente ébullition. K.B.

> Le four à micro-ondes peut chauffer l'eau à 104 °C sans qu'elle bout. Y plonger alors un élément, et ainsi des bulles d'air, va provoquer une forte ébullition.



30

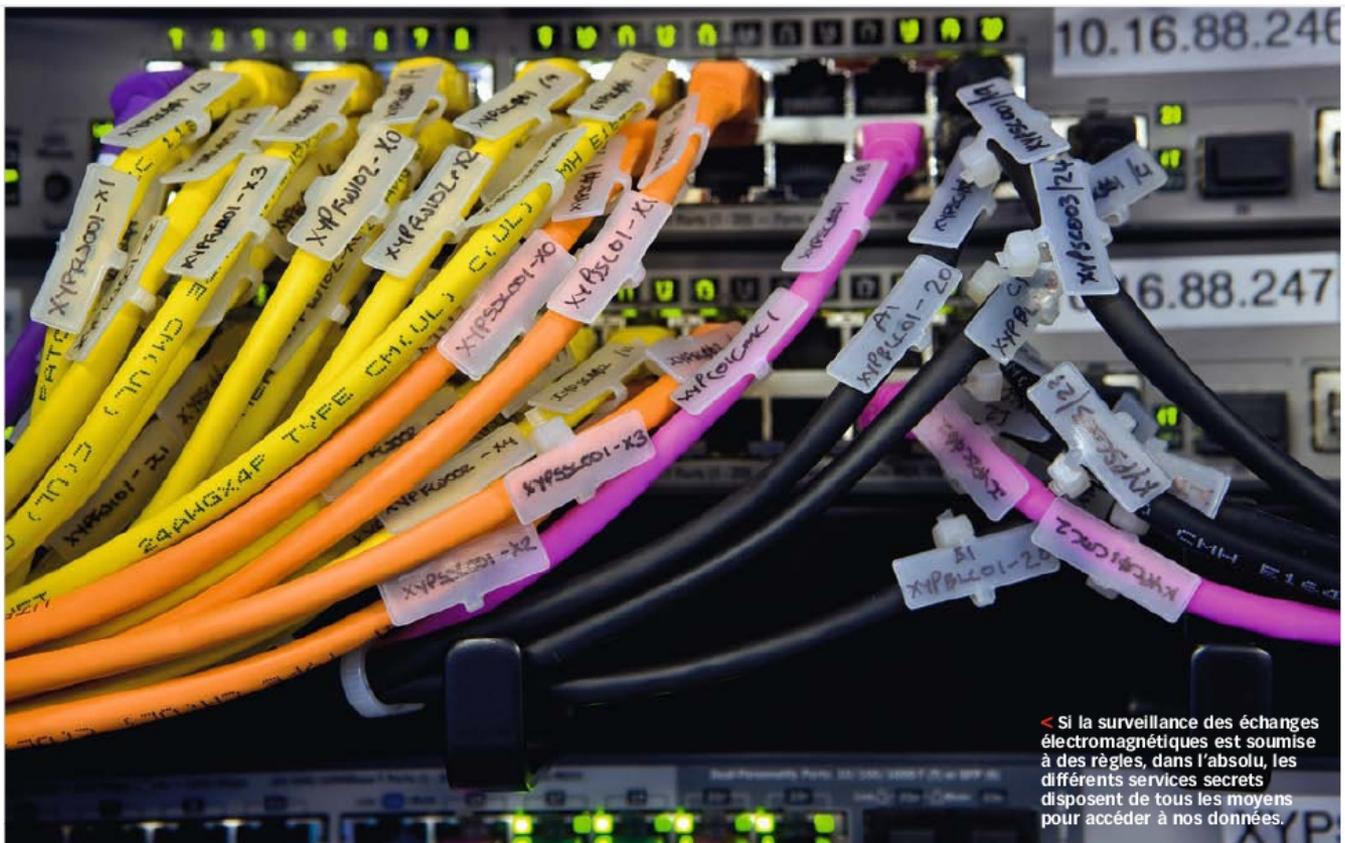
D'où vient qu'on plisse les yeux pour mieux entendre ?

En fait, la vision restant le sens dominant chez l'être humain, le plissement des yeux réduit la part de cette information au sein du cortex somatosensoriel (qui collecte toutes les informations sensorielles provenant de la surface du corps), au profit des informations sonores. En parallèle,

cet acte instinctif améliore la perception des détails de ce qui est au centre du champ de vision. Par exemple, *"on gagne de 10 à 20 % d'intelligibilité lorsqu'on lit sur les lèvres de son interlocuteur dans un environnement bruyant, et on réduit par ailleurs l'effort d'écoute"*, affirme Michel Hoen,

neurobiologiste et chercheur sur la compréhension de la parole dans le bruit au Centre de recherche en neurosciences de Lyon. *"Les indices visuels et auditifs sont aussi importants l'un que l'autre dans la compréhension de la parole, explique-t-il. Dans le cortex préfrontal des primates, notamment, des*

neurons multisensoriels, en particulier des neurones audiovisuels, répondent lorsqu'ils entendent quelqu'un parler, mais aussi lorsqu'ils voient la personne bouger les lèvres. Ces neurones travaillent mieux quand ils disposent simultanément de ces deux entrées sensorielles." L.P.C.



◀ Si la surveillance des échanges électromagnétiques est soumise à des règles, dans l'absolu, les différents services secrets disposent de tous les moyens pour accéder à nos données.

31 Comment nos **mails** et nos appels sont-ils **espionnés** ?

Le fait est devenu notoire: nos mails et nos appels téléphoniques sont sur écoute. Depuis les premières informations rendues publiques, en juin 2013 par Edward Snowden, cet analyste travaillant pour la NSA (l'Agence nationale de sécurité américaine), les scoops s'enchaînent sur les programmes d'espionnage d'Etat des communications internet et téléphoniques. Il en ressort qu'au nom de la lutte antiterroriste, les services secrets américains, britanniques et même français espionneraient l'ensemble des échanges électromagnétiques de la planète! Monsieur Tout-le-monde est-il donc épié sans le savoir? Officiellement, c'est non. "Il ne s'agit que d'interceptions de sécurité soumises à un cadre légal clair, veut rassurer Gwendal le Grand, expert informatique à la

Commission nationale de l'informatique et des libertés (Cnil). *Le nombre d'écoutes simultanées, contrôlé par le Premier ministre, n'est actuellement que de 6000 environ en France.*" Il n'empêche: "Par nature, les services secrets cherchent à tout savoir sur tout, tout le temps, rappelle Daniel Martin, ancien responsable technique de la Direction de la surveillance du territoire (DST). Or, cet idéal était jusqu'ici inaccessible techniquement."

Qu'en est-il aujourd'hui? "Prism", le programme occulte de la NSA par qui le scandale est arrivé, vise à siphonner les "métadonnées" du réseau mondial. C'est-à-dire qu'il s'attaque moins au contenu de nos échanges qu'à leur enveloppe numérique: pour une conversation téléphonique, les numéros de téléphone de

l'appelant et de l'appelé, la date, l'heure et la durée de la communication, ainsi que la localisation de l'appel repéré grâce à l'identifiant de l'antenne-relais. Une fiche est alors générée automatiquement, que les opérateurs ont l'obligation légale, en France, de conserver durant un an à des fins d'enquête de police.

Or, expose Vincent Blondel, spécialiste des métadonnées à l'université catholique de Louvain (Belgique), "ces données spatio-temporelles livrent des informations intrusives. Au bout de quelques semaines de suivi, on peut facilement en déduire la localisation du domicile, le lieu de travail, de vacances, la garde alternée des enfants..." Ces métadonnées se prêtent en effet à toutes sortes d'analyses statistiques, d'autant, souligne le spécialiste, que "leur stoc-

kage ne pose plus aucun problème: l'ensemble des communications d'un pays durant une année tient sur un seul ordinateur". Le profil d'un individu se dégage alors nettement, en même temps que ses failles. Mais ce n'est pas tout: l'analyse des numéros de téléphone permet aussi de savoir qui parle avec qui. "On peut ainsi identifier des groupes correspondant, par exemple, à des préférences politiques", poursuit Vincent Blondel. Siphonage et rapprochement sont donc largement utilisés dans la lutte antiterroriste. La NSA étendant même sa surveillance aux personnes séparées d'un suspect par deux intermédiaires – l'homme qui a parlé à l'homme qui a parlé au terroriste.

DES PUBLICITÉS CIBLÉES PAR MOTS CLÉS

Cet espionnage peut-il aller jusqu'au contenu de nos transactions bancaires et de nos communications? Oui. Même si cela ne s'annonce pas aussi simple, indique le crypto-analyste Bruce Schneier: "Certains algorithmes utilisés résistent à tout décryptage, et il est de toute façon impossible de traiter de tels volumes d'échanges." Sauf que, relativise l'expert, "la NSA est capable de lire le trafic internet par des moyens détournés, en accédant à certains mots de passe ou via des failles dans les logiciels". Surtout, complète Gwendal le Grand, "l'interception des données peut se faire au moment de leur stockage en clair dans les fermes de serveurs". Ainsi, Google ne se prive-t-il pas de scanner par mots clés les mails qu'il héberge afin de mieux cibler ses publicités. Rien n'empêcherait donc un éventuel cyber-agent infiltré d'y tester des mots clés sensibles.

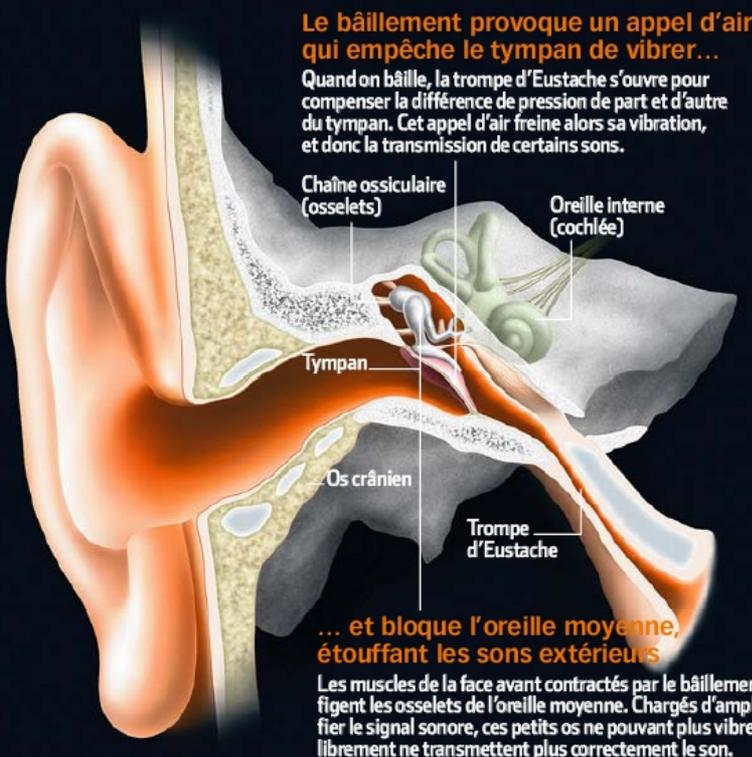
Quant aux conversations téléphoniques, "les techniques de conversion de la voix en texte sont devenues très bonnes, observe Bruce Schneier. Et à partir de cette transcription, on peut facilement opérer une recherche par mots clés". Même si Vincent Blondel n'a encore "jamais entendu parler de telles techniques portées à grande échelle", de lourds soupçons d'enregistrements massifs pèsent. Il suffit de voir le nouveau centre de serveurs de la NSA, capable d'accueillir des yottaoctets de données (10²⁴ octets), l'équivalent de milliers de milliards de disques durs...

"Bien sûr, tout attraper n'est pas forcément tout comprendre, si l'on songe ne serait-ce qu'aux six mille langues parlées dans le monde", suggère Daniel Martin... C'est sans compter avec la dizaine de milliers d'analystes de la NSA. V.N.

32 Pourquoi nos oreilles se bouchent quand on bâille ?

Quand on bâille, on entend d'abord un petit claquement. Il indique l'ouverture des trompes d'Eustache (le conduit reliant l'oreille moyenne à l'arrière de la gorge), qui provoque une baisse momentanée de l'audition. Car l'ouïe est d'abord une affaire de résonance. Les sons cheminent dans le conduit auditif jusqu'au tympan, qui vibre comme la peau d'un tambour, transmettant ainsi les ondes acoustiques à l'oreille interne, où siège le sens de l'ouïe. L'ouverture de la trompe d'Eustache met alors en relation l'oreille moyenne avec le nez et la gorge, équilibrant ainsi la pression de part et d'autre du tympan. En effet, cette membrane ne peut vibrer librement que si la pression exercée sur ses deux faces est égale. Ce mécanisme d'ouverture permet ainsi d'éviter la rupture du tympan en cas de grande différence de pression entre le milieu extérieur et l'oreille moyenne. Le fait de monter rapidement en altitude va ainsi provoquer des bâillements prolongés et répétés. Mais pourquoi entend-on moins bien ? Parce que l'ouverture de la trompe d'Eustache, combinée aux mouvements des os et des muscles

maxillo-faciaux, provoque un appel d'air dans l'oreille moyenne. Il entraîne une brève augmentation de pression dans la caisse du tympan, qui gêne sa vibration et explique cette baisse de l'audition. De plus, la contraction des muscles de la face avant entrave le libre mouvement des osselets. Nous n'entendons plus que par conduction osseuse des sons qui se propagent *via* les os du crâne directement dans l'oreille interne. Ces osselets (le marteau, l'enclume et l'étrier) transmettent le signal sonore du tympan à la fenêtre ovale, porte d'entrée de la cochlée, un organe creux rempli de liquide tapissé de cellules ciliées et situé dans l'oreille interne. C'est le mouvement de ces cils qui se transforme en influx nerveux relayé par le nerf auditif vers le cerveau, lequel interprète le signal sonore. Pendant le bâillement, la chaîne ossiculaire, gênée dans ses mouvements, transmet plus difficilement les vibrations sonores. Les cils bougent moins, et le signal nerveux transmis au cerveau est plus faible. Résultat : lorsqu'on bâille, notre bouche s'ouvre toute grande, et nos oreilles... se ferment ! D.H.



33

Existe-t-il un endroit sur Terre où règne le silence absolu ?

Dans la nature, non. Mais en laboratoire, il existe quelques sites où le silence est maximal. La chambre anéchoïque (ou sourde) du laboratoire de recherche en acoustique américain d'Orfield Labs, à Minneapolis, détient d'ailleurs le record du monde du silence homologué par le *Guinness World Records* depuis 2005. Concrètement, le niveau de son résiduel (quand la chambre est vide) atteint $-9,4$ décibels, soit 300 fois moins qu'une chambre normale. Tapissées de matériaux poreux absorbants, de mousses de polymère et de fibres de verre, les chambres sourdes absorbent 99,99 % des sons émis par la source, sans quasiment aucun écho. Elles sont utilisées pour tester le niveau sonore de certains appareils ou la résistance des astronautes au stress induit par l'absence totale de bruit (dans l'espace, le silence est absolu). En effet, selon Steven Orfield, du laboratoire d'Orfield Labs de Minneapolis, le record de résistance d'une personne dans une des chambres plongées dans le noir (pour supprimer le bruit des ampoules) est de 45 minutes. Ensuite surviennent hallucinations et évanouissement. *"Vous n'avez plus de repères, il vous manque les indices perceptifs qui vous permettent de vous équilibrer et de manœuvrer. Si vous restez une demi-heure, vous devez être dans un fauteuil"*, prévient le concepteur de la chambre qui, lui, ne résiste pas plus de trente minutes, tant le bruit de sa propre valve cardiaque artificielle l'incommode... **R.I.**



< Tapissées de matériaux poreux absorbants, de mousses de polymère et de fibres de verre, des "chambres sourdes" arrivent à absorber 99,9 % des sons. De quoi tester la résistance des astronautes soumis au silence total de l'espace.

34 Comment un **chien policier** arrive-t-il à identifier un suspect ?

Pour comprendre, direction Ecully, près de Lyon, sur le site de la Sous-direction de la police technique et scientifique (SDPTS). Car c'est là qu'opèrent six fins limiers, au sein d'une unité d'élite unique en France. Leur mission : identifier les criminels à leur odeur. Ces bergers allemands sont les pionniers de l'odorologie française. Le principe est simple : chaque individu exhale un "fumet" qui lui est tout aussi spécifique que ses empreintes digitales. Et, contrairement à ces dernières, ces effluves qui proviennent notamment des bactéries de la peau sont impossibles à dissimuler. Inutile d'espérer les maquiller en s'aspergeant de parfum : *"La sensibilité des chiens leur permet de distinguer les fragrances parasites pour se concentrer sur la signature odorante de l'individu"*, explique Sophie Marchal, ingénieure au groupe d'odorologie de la SDPTS.

L'extraordinaire flair de ces chiens s'appuie sur leurs cellules olfactives, dix fois plus nombreuses que chez l'homme. A leur contact, les molécules odorantes déclenchent des modifications chimiques qui excitent le nerf olfactif, connecté au cerveau. Or, là encore, l'aire cérébrale dédiée au traitement des signaux olfactifs est bien plus grande chez les chiens : elle représente plus de 10 % de leur

cerveau, contre à peine 0,3 % chez l'homme. La SDPTS exploite cette incroyable capacité en faisant renifler aux chiens une odeur piégée sur une scène de délit pour la comparer à celle d'un suspect. Une méthode éprouvée depuis les années 1970 en Hongrie, et importée en France au début des années 2000.

La particularité de ces policiers canins, c'est qu'ils n'opèrent jamais sur les lieux de crimes. Les traces odorantes leur parviennent après avoir été prélevées (au plus tard dans les soixante-douze heures qui suivent le délit, sinon l'odeur risque d'être indétectable) par l'un des 540 techniciens de la scène de crime.

UNE "ODOROTHÈQUE" DE 7 400 BOCAUX

La méthode consiste à emprisonner l'odeur sur un textile stérile appliqué sur la surface à prélever, par exemple un siège de voiture, et lui-même recouvert durant une heure d'une feuille d'aluminium. Le métal provoque un effet thermique qui favorise un transfert moléculaire entre la surface ciblée et le tissu piègeur d'odeur. Une fois la feuille d'aluminium ôtée, le tissu est conservé dans un bocal.

Lorsqu'un individu est suspecté, on lui demande de malaxer deux bandes de tissus dans chaque main pendant dix minutes. Elles

vont s'imprégner de son odeur. La porosité des fibres du textile a été spécialement étudiée pour absorber les molécules et, pour une conservation optimale des odeurs, elles ont été enduites d'un dérivé de paraffine.

Ces échantillons sont soigneusement stockés dans une "odorothèque" de quelque 7 400 bocaux conservés dans une fourchette de température de 18 à 24 °C, et à un taux d'hygrométrie constant. L'odorothèque regroupe des traces odorantes prélevées sur des lieux de crimes et sur des suspects, ainsi que celles dédiées à l'entraînement des chiens. Pour rester au top, ces derniers doivent s'astreindre à une pratique quotidienne. *"Contrairement à ceux des stupés, par exemple, nos chiens ne travaillent pas sur la mémorisation d'odeurs spécifiques, mais sur la comparaison de fragrances très différentes"*, souligne Olivier Thiery. Leur truffe doit donc être aiguisée en permanence, dans des conditions rigoureusement identiques à celles d'une véritable affaire.

D'abord, pour que les chiens gardent leurs repères, l'identification se déroule toujours dans la même salle, située dans les locaux de la SDPTS. Le chien est invité à plonger sa truffe dans le bocal contenant le prélèvement réalisé sur le lieu d'un crime. Puis, son maître

MICHAEL KLOTH/CORBIS - TETRA IMAGES/CORBIS

35 Les produits bio ont-ils meilleur goût ?

Pas forcément. Si des études ont montré que certains légumes et fruits bio ont de meilleures qualités organoleptiques (goût, apparence, couleur, arôme, fermeté), le goût d'un aliment dépend aussi de caractéristiques propres : variété, degré de mûrissement à la récolte, race et âge d'abattage des animaux... mais aussi

conditions de stockage, de transport, de transformation... et préférence de chaque consommateur. Le mode de production bio (interdiction des OGM, pesticides et engrais chimiques, animaux alimentés à 100 % avec du bio...) peut néanmoins influencer. Les végétaux produits contiennent en effet moins d'eau, augmen-

tant leur concentration en substances aromatiques, et les variétés cultivées sont souvent sélectionnées pour leur goût et leur rusticité. Pour les viandes bio et les produits laitiers, leur éventuelle meilleure qualité organoleptique pourrait résulter d'une alimentation plus diversifiée des animaux et d'un pâturage plus fréquent. **K.B.** ■



lui ordonne de se diriger vers la ligne d'identification, matérialisée par cinq autres bocaux, ouverts et distants d'environ 1 m. Tous ces récipients contiennent des traces d'odeurs corporelles, mais un seul est imprégné de celle du suspect. Si le chien identifie une odeur dans un bocal, il se couche devant. Mais le travail ne s'arrête pas là. Après avoir récompensé l'animal, son maître procède à une première vérification sur "une ligne à vide": cette fois, l'odeur du suspect n'est pas présentée. Pour que l'étape précédente soit validée, le chien ne doit donc pas s'arrêter. Enfin, le maître-chien réintroduit l'odeur du suspect dans l'un des bocaux. Si la bête parvient à nouveau à la débusquer, une autre entre en scène et répète intégralement toutes les étapes. "Une fois que les deux chiens ont obtenu deux résultats positifs et réalisé le test à vide, dans un ordre aléatoire, nous pouvons être sûrs que le suspect était sur le lieu du crime", résume Olivier Thiery.

Laissé à l'appréciation des juges, cet indice a pourtant longtemps rendu perplexes les magistrats. A la différence des traces concrètes laissées par des empreintes digitales ou des fragments d'ADN, qui peuvent être matérialisés par une courbe chromatographique, par exemple, une odeur demeure invisible et impalpable à la barre des tribunaux. Du reste, le mécanisme d'identification par le chien reste un mystère scientifique, tout comme sa capacité à filtrer les molécules "parasites" qui ne participent pas à la signature odorante. Mais en pratique, l'odorologie est tout simplement étonnante. Depuis, les chiens renifleurs ont suivi plus de 400 affaires qui ont abouti à la mise en cause de pas moins de 140 suspects. **S.B.**



■ Les chiens possèdent des cellules olfactives 10 fois plus performantes que celles des hommes. Elles leur permettent de déceler l'odeur d'un suspect sur un tissu prélevé sur une scène de crime.

36 Par quel procédé le **gel** de rasage devient-il de la **mousse** ?

Etonnants, en effet, ces savons de rasage qui sortent de leur bombe sous forme de gels colorés translucides et qui deviennent mousseux sous les doigts dès leur application. Leur secret ? Il tient à la présence d'un gaz soluble maintenu à l'état liquide dans la bonbonne. Il suffit de faire l'expérience pour constater que ce qui sort de la buse est un

mélange intime de savon gélifié et de gaz liquéfié qui, dès qu'il est soumis à la pression atmosphérique, redevient instantanément gazeux. Il occupe alors un volume de 250 à 500 fois supérieur ! Ce gaz, c'est le pentane : un hydrocarbure de la même famille que le propane (trois atomes de carbone) et le butane (deux atomes de carbone). Avec cinq atomes de carbone et

doize d'hydrogène (C_5H_{12}), le pentane est moins volatil que le butane et le propane, mais tout aussi inflammable. Le pentane liquide sous pression devient d'autant plus vite gazeux qu'il est en contact avec la chaleur de la peau dont la température est d'environ 36,5 °C. La mousse perdure ensuite grâce à des agents tensio-actifs qui se positionnent à l'interface entre

l'eau et l'air, stabilisant les bulles de gaz et les empêchant de s'agréger. Enfin, il est à noter que le pentane n'est pas le seul gaz présent dans le flacon de gel à raser. Chaque bonbonne contient, outre le produit utile, un gaz propulseur destiné à l'expulser par la buse de l'aérosol dès qu'on applique une pression dessus. E.C. et My.D.

37 Pourquoi l'homme voit si mal la nuit ?

La nuit, on n'y voit goutte. Et pour cause : l'homme est un animal diurne qui possède un œil remarquablement inefficace en conditions de faible éclairage. Pour comprendre, il faut savoir que les photorécepteurs tapissant le fond de la rétine de l'œil humain sont de deux types : les cônes (de 5 à 7 millions par œil) et les bâtonnets (quelque 120 millions par œil). Quand la lumière est faible, c'est-à-dire en vision scotopique, seuls les bâtonnets, environ 1 000 fois moins sensibles que les cônes, réagissent.

Mais ces bâtonnets ne distinguent pas les couleurs : la nuit, on voit donc le monde en noir et blanc. Par ailleurs, ces bâtonnets sont absents de la fovéa, la zone située dans

l'axe optique de l'œil, où sont concentrés les cônes. Ainsi, pour bien discerner un objet de nuit, mieux vaut décaler son regard d'une dizaine de degrés.

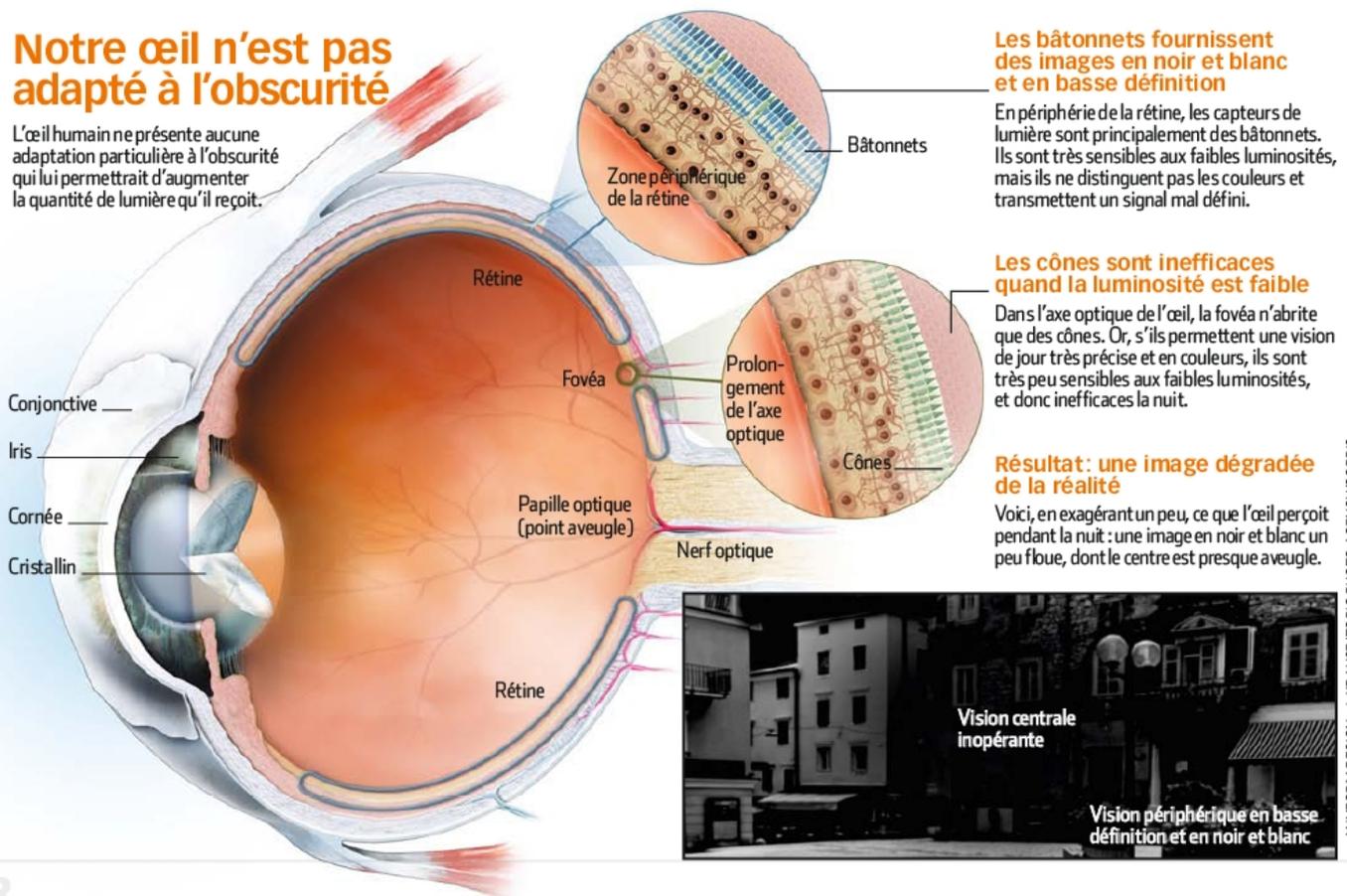
Autre faiblesse de notre œil imparfait, le transfert de l'information des photorécepteurs aux cellules ganglionnaires, qui forment le nerf optique, est peu performant pour les bâtonnets : en moyenne, les informations de 120 bâtonnets convergent vers une cellule ganglionnaire contre 6 cônes seulement ! Comme elle transmet un seul signal compilant les informations qu'elle reçoit, la résolution spatiale de la vision de nuit est moins bonne que de jour. Et les objets nous apparaissent flous. Si certains cas de nyctalopie,

la faculté de voir dans le noir, ont été rapportés, cette capacité n'a jamais été constatée scientifiquement chez l'homme. Mais nous ne sommes pas tous égaux en termes de vision nocturne, certaines personnes possédant plus de bâtonnets que d'autres.

Une pathologie, l'achromatopsie, est parfois confondue avec la nyctalopie. Elle entraîne une dégénérescence des cônes, qui interviennent dans la vision des couleurs et la netteté, sans affecter les bâtonnets. Les personnes qui en sont atteintes voient donc mieux dans la pénombre que de jour, où la lumière les aveugle. Mais leur vision nocturne n'est toutefois pas supérieure à la normale. **O.L. et L.G.**

Notre œil n'est pas adapté à l'obscurité

L'œil humain ne présente aucune adaptation particulière à l'obscurité qui lui permettrait d'augmenter la quantité de lumière qu'il reçoit.



A quoi servent les **cailloux** situés sous les **voies ferrées** ?

Placé sous les traverses qui maintiennent les deux rails écartés, le lit de pierres qui compose le ballast est crucial pour stabiliser la voie ferrée : il répartit au sol la charge engendrée par le trafic ferroviaire, pour que le sol ne se déforme pas par tassement et n'altère pas le confort des voyageurs. Le ballast est donc tout sauf un banal tas de pierres. "Il est formé de cailloux particuliers de 2,5 à 5 cm de diamètre, issus de roches dures concassées (généralement des roches éruptives : granite, quartzite...), qui sont assez lourds, détaille Olivier Cazier, chef de l'unité "référentiels techniques" chez Réseau ferré de France (RFF). De plus, ils possèdent une surface rugueuse et sont très anguleux; ceci leur confère différents points de contact pour s'imbriquer les uns dans les autres, formant ainsi une masse compacte avec une certaine cohésion. Or, cette cohésion et le poids des grains de ballast suffisent à contrecarrer les forces qu'ils subissent lors du passage du train." Sans compter l'épaisseur de la couche de ballast, qui a été calculée de manière à pouvoir supporter le trafic ferroviaire. Elle varie selon sa charge et son intensité : 30 cm sur une ligne classique, contre 40 cm sur les lignes à grande vitesse (LGV, allant jusqu'à 300 km/h), plus sollicitées. Ceci dit, le ballast peut parfois sortir de son lit, notamment quand les arêtes de ses cailloux sont usées. Ceux-ci risquent alors de ne plus rester enchevêtrés les uns dans les autres quand le train passe... Une machine, appelée "boureuse", vient alors remettre le ballast en place en le recomplantant sous les traverses et les rails. Cet entretien se fait normalement une fois par an sur les LGV très utilisées; tous les trois à cinq ans sur les lignes moins rapides; et quasiment jamais sur les autres. Notons que RFF réfléchit à des voies en béton sans ballast pour faire circuler les TGV dont la vitesse atteint les 320 à 350 km/h, afin de se prémunir contre le risque que le ballast s'envole par endroits. K.B. ■

► La cohésion entre les cailloux placés sous les traverses (qui maintiennent les deux rails écartés) permet de stabiliser la voie ferrée.



QUESTION RÉPONSE

CORPS & SANTÉ

- PAGE 46 **Q&R39** Que sait exactement la **science** de la **conscience** ?
- PAGE 46 **Q&R40** D'où vient la **fatigue** causée par un effort **intellectuel** ?
- PAGE 48 **Q&R41** **Voyons-nous** tous les mêmes **couleurs** ?
- PAGE 50 **Q&R42** Connaît-on le **poids** total des **bactéries** dans le corps ?
- PAGE 52 **Q&R43** Les **aphrodisiaques** ont-ils une réelle **efficacité** ?
- PAGE 53 **Q&R44** D'où vient la **ligne** brune qui apparaît sur le **ventre** de la femme enceinte ?
- PAGE 53 **Q&R45** Pourquoi la **sueur** sent-elle plus fort quand on a **peur** ?
- PAGE 54 **Q&R46** Apprend-on à **rire** ?
- PAGE 56 **Q&R47** Être **gros** est-il forcément **mauvais** pour la santé ?
- PAGE 57 **Q&R48** Pourquoi **boire** vite et froid donne-t-il parfois **mal** à la tête ?
- PAGE 57 **Q&R49** Puisque le **cœur** est un muscle, peut-il souffrir de **crampes** ?
- PAGE 58 **Q&R50** Pourquoi y a-t-il plus de **droitiers** que de **gauchers** ?
- PAGE 58 **Q&R51** Comment savoir si l'on manque de **vitamine D** ?
- PAGE 59 **Q&R52** Est-il vrai qu'on a tous une **odeur** spécifique ?
- PAGE 60 **Q&R53** **Croire** est-il bon pour la **santé** ?
- PAGE 62 **Q&R54** Comment s'**évalue** l'état d'une personne dans le **coma** ?
- PAGE 64 **Q&R55** Est-il possible de se **vider** l'esprit de toute **pensée** ?
- PAGE 64 **Q&R56** **Dort-on** mieux quand on a **bien mangé** ?
- PAGE 65 **Q&R57** Pourquoi les **femmes** ont-elles une **voix** plus **aiguë** ?
- PAGE 66 **Q&R58** A quel point le **cancer** est-il une maladie liée au **milieu social** ?
- PAGE 68 **Q&R59** Trop se **laver** affaiblit-il nos défenses **immunitaires** ?
- PAGE 68 **Q&R60** Les **allergies** alimentaires sont-elles **héréditaires** ?
- PAGE 69 **Q&R61** Est-ce que parler **deux langues** rend plus **intelligent** ?
- PAGE 70 **Q&R62** Qu'est-ce qui déclenche la **sensation de faim** ?
- PAGE 71 **Q&R63** Est-il vrai qu'un **décapité** reste **conscient**... un tout petit peu ?
- PAGE 72 **Q&R64** La **pleine Lune** nuit-elle vraiment au **sommeil** ?
- PAGE 74 **Q&R65** Si on se **concentre**, peut-on maîtriser la **douleur** ?
- PAGE 74 **Q&R66** Comment expliquer qu'on est **fatigué** après avoir **pleuré** ?
- PAGE 75 **Q&R67** Pourquoi les piqûres d'**ortie** font-elles si **mal** ?
- PAGE 76 **Q&R68** Le **gluten** est-il si **dangereux** qu'on le dit pour la santé ?
- PAGE 77 **Q&R69** Quelqu'un peut-il avoir plus de **10/10** aux tests de **vue** ?
- PAGE 77 **Q&R70** Que se passe-t-il lors de l'**andropause** ?
- PAGE 78 **Q&R71** Les **spermatozoïdes** sont-ils sensibles aux cycles des **saisons** ?
- PAGE 80 **Q&R72** Est-ce qu'un **borgne** peut voir un film en **3D** ?
- PAGE 80 **Q&R73** Pourquoi **crie-t-on** de **douleur** ?
- PAGE 81 **Q&R74** Qu'est-ce qui fait que l'on **rougit** ?

39 Que sait exactement la science de la conscience ?

Cette question a aussi bien agité les philosophes antiques que les neurobiologistes ces trente dernières années. La conscience est-elle une réalité biologique, ou la traduction de l'âme, voire de l'esprit, ce qui l'exclurait totalement du champ scientifique ? En vérité, on peut en dessiner les contours, bien que la réponse à la question de son essence reste inaccessible. Et pour cause : prenez une cellule vivante de votre corps. Son existence est régie par un mécanisme dépourvu d'esprit. Elle est en quelque sorte semblable à un micro-robot doté d'une large autonomie, mais pas plus consciente qu'une levure. Autrement dit, quelle que soit cette cellule et d'où qu'elle provienne, elle ne sait nullement qui vous êtes ni ne s'en soucie. Et qu'êtes-vous en définitive, si ce n'est un assemblage de milliards de milliards de cellules ? Or, "cent kilos de levure ne s'émerveillent pas devant une toile de Braque, ni devant quoi que ce soit ; vous si ! Et pourtant, vous êtes fait de cellules qui, fondamentalement, sont du même genre que ces cellules de levure, à cette différence près que les unes et les autres accomplissent des tâches différentes."

Mais alors, comment définir la conscience ? Les spécialistes ont une ébauche de réponse. Si la conscience demeure énigmatique, c'est parce qu'elle se cache derrière les mots utilisés pour la désigner. Pour mieux la débusquer, Catherine Tallon Baudry, directrice

de recherche au CNRS et neurobiologiste à l'Institut du cerveau et de la moelle épinière, à Paris, a mis ce concept à l'épreuve de l'imagerie cérébrale. Il est communément admis, par exemple, que l'on ne voit consciemment que ce à quoi on fait attention. Et inversement, on s'imagine mal pouvoir être attentif à quelque chose sans en avoir conscience.

DIVERSES EXPÉRIENCES POSSIBLES

Pour autant, ces deux notions correspondent-elles aux mêmes mécanismes cérébraux ? "La conscience n'a certes pas de définition conceptuelle claire, admet Catherine Tallon Baudry. Mais elle a une définition opérationnelle. Placés devant un écran où défilent des images à peine visibles, des individus doivent préciser ce qu'ils ont perçu : il y a conscience quand ils déclarent avoir vu l'image."

L'attention se révèle aussi aux scientifiques via le "paradigme de Posner" : sur un écran, une flèche indique ou non de quel côté un stimulus va apparaître, ce qui permet de déplacer l'attention du sujet. La chercheuse a choisi de soumettre des volontaires à ces deux exercices de façon simultanée (une flèche indique ou non où va apparaître une image plus ou moins faible), tout en enregistrant leur activité cérébrale. Si les notions d'attention et de conscience étaient équivalentes, la variation de l'un ou l'autre paradigme (images plus ou

moins perceptibles, *stimulus* indiqué par une flèche ou non) ne devrait avoir aucune incidence sur les images cérébrales obtenues. Or, le contraire a été observé : les mécanismes qui permettent à une information visuelle d'accéder à la conscience peuvent opérer indépendamment de ceux de l'attention. On peut être attentif sans en avoir conscience et être conscient sans mobiliser son attention !

Autre exemple : certains associent la conscience au caractère subjectif d'une expérience. Pour en avoir le cœur net, Catherine Tallon Baudry a cherché à distinguer "l'effet que ça fait" de l'action de voir proprement dite. Elle s'est appuyée sur un patient doté d'une "vision aveugle", capacité connue des scientifiques, même si ses mécanismes restent mystérieux. A la suite d'une lésion du cortex primaire visuel, ce patient a perdu la vue à droite mais il peut, si on lui présente un objet de ce côté, préciser sa couleur ou son orientation. Ses yeux lui permettent en somme de voir de manière intuitive. Il a même développé un "sentiment de présence" lorsqu'il est placé devant ce qu'il ne peut pas voir. Après comparaison, les corrélats neuronaux de ce "sentiment de présence" correspondent à ceux de la conscience chez un sujet normal. Le patient a donc bien conscience de voir, sans que cette vision ait de contenu ! Plus on tente d'approcher la conscience, plus les mots nous manquent... R.B.

40

D'où vient la fatigue causée par un effort intellectuel ?

Quand les muscles travaillent, la glycémie, c'est-à-dire le taux de glucose (sucre) dans le sang, baisse, induisant une sensation de fatigue. Il en va de même pour le cerveau ! Chez l'homme, des études ont montré que plus une tâche intellectuelle est difficile, plus le niveau de glucose dans la circulation sanguine

globale diminue. Un effet mis en évidence par l'université de Virginie (Etats-Unis) sur des rats soumis à des expériences dans un labyrinthe. "Plus le repérage dans l'espace est difficile, plus leur glucose cérébral extracellulaire s'épuise", explique Holly Miller, psychobiologiste à l'université de Valenciennes. La

chercheuse ajoute que la chute du glucose n'est cependant pas la seule explication à la sensation de fatigue cérébrale : "Il faut aussi prendre en compte une baisse normale de la motivation." Que l'aiguillon (délai, pression hiérarchique ou danger) s'émousse, et la capacité à fournir l'effort s'étiolle.

Le cerveau est alors moins stimulé car le taux de certaines hormones, comme la dopamine et l'adrénaline, baisse. Ce n'est donc pas tant l'épuisement dû à une tâche intellectuelle trop lourde qui explique la sensation de fatigue que la faiblesse des moyens mobilisés pour y faire face. M.K.



▲ Si les neurobiologistes ont défini les contours de la conscience, les mots mêmes utilisés pour la désigner prêtent à confusion.

41

Voyons-nous tous les mêmes couleurs ?

En théorie, oui : sauf malformation génétique, nous possédons tous les mêmes "outils" anatomiques pour appréhender les couleurs. En pratique, cependant, la réponse est plus contrastée. Pour définir une couleur, les physiiciens utilisent ce qu'ils appellent la "longueur d'onde", un paramètre mesurable des ondes électromagnétiques qui composent la lumière visible, souvent exprimé en milliardièmes de mètre (nanomètres). Chaque couleur est ainsi caractérisée par une longueur d'onde bien connue, comprise entre 400 nanomètres pour le violet et 700 pour le rouge. Comment captions-nous ces différentes couleurs ? La lumière excite les cônes, des cellules nerveuses logées sur la rétine, la membrane qui tapisse le fond du globe oculaire. Certains cônes sont sensibles aux petites longueurs d'onde (les bleues), d'autres aux moyennes (les vertes), d'autres encore aux grandes (les rouges). C'est la combinaison des signaux qu'ils envoient au cerveau qui compose les couleurs telles qu'on les perçoit. Il arrive que des personnes présentent une déficience ou une absence totale d'un ou plusieurs types de cônes. Dans ce cas, la perception des bleus, des verts ou des rouges peut être amoindrie, voire carrément supprimée. De telles anomalies affectent environ 8 % des Français. Ces exceptions mises à part, deux personnes aux cônes fonctionnels devraient logiquement distinguer les mêmes couleurs. Mais "*dans le détail, nous sommes tous un peu différents*", indique Françoise Viénot, professeur au Muséum national d'histoire naturelle. Qui précise que "*l'âge ou le sexe peuvent avoir un effet sur notre perception des couleurs*". A partir de 60 ans, une partie de la population est en effet sujette à la cataracte, une opacification progressive du cristallin qui, en affaiblissant la sensibilité aux bleus, entraîne un jaunissement des couleurs. Par ailleurs, selon des recherches récentes, certaines femmes seraient munies d'une plus grande variété de cônes, ce qui aiguiserait leur sensibilité à certaines nuances. Plus généralement, la perception même ne se limite pas à l'activité de nos capteurs sensoriels : les représentations que le cerveau tire de nos sens sont influencées par notre mémoire, notre expérience, notre état mental... L'attention, les perceptions passées et les émotions sont donc susceptibles de faire en sorte que deux personnes observent une même couleur de manière différente. **S.D.**



Des déficiences au niveau des cônes des yeux, l'âge, le sexe, mais également nos expériences et nos émotions sont susceptibles de modifier notre perception des couleurs.

42 Connait-on le poids total des bactéries dans notre corps ?

A peu près le même poids que celui de notre cerveau ! Les bactéries se comptent en effet par centaines de milliers de milliards, présentes sur notre peau, notre bouche, notre nez, nos poumons, notre tube digestif... jusqu'à peser entre 1,5 kg à 2 kg de notre poids total !

Constituant notre microbiome (voir infographie ci-dessous), elles nous sont complètement indispensables. "Certaines nous aident à digérer ce que nous mangeons. Nous sommes en effet incapables de dégrader nous-

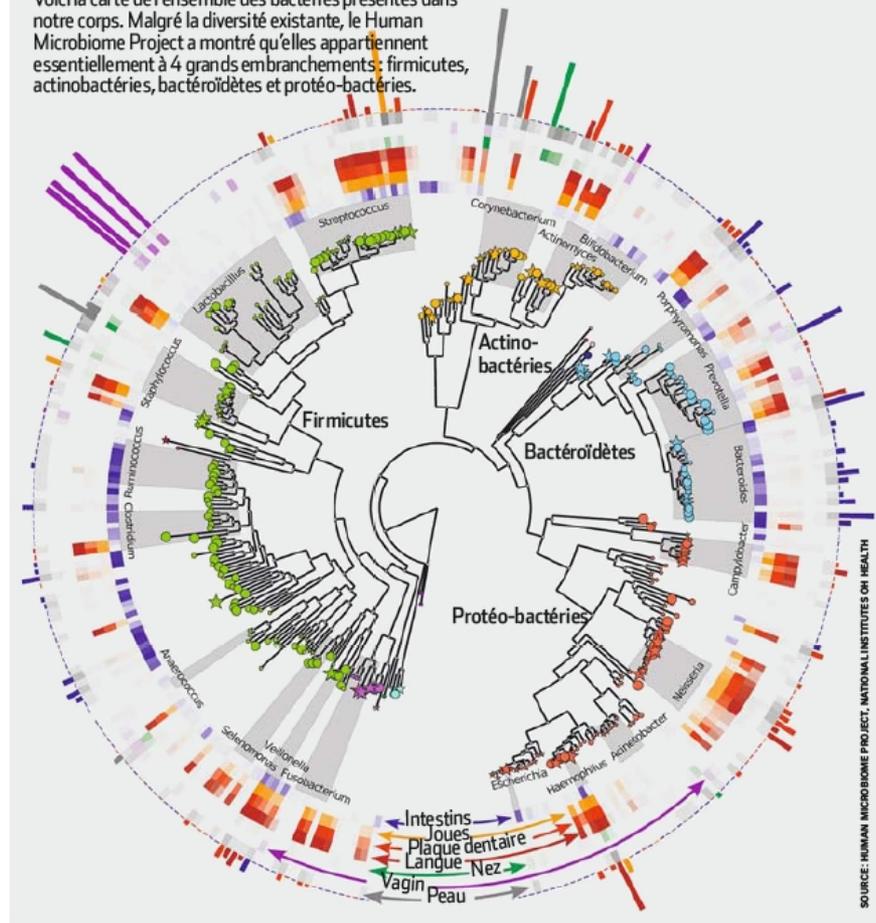
mêmes les sucres et fibres de certaines plantes, faute de disposer des enzymes nécessaires dans notre propre génome. Toutes ensemble, elles augmenteraient de 10 % notre capacité à extraire l'énergie des aliments. D'autres synthétisent des vitamines nécessaires, comme les B2, B9, B12 et K..." rappelle Dusko Ehrlich, directeur de recherches à l'Institut national de la recherche agronomique.

Et il ne s'agit là que des plus connues. Car ce monde presque entièrement inexploré il y

a seulement cinq ans commence à livrer ses secrets. L'étude du tube digestif (le plus analysé) a ainsi révélé que toutes ses bactéries appartiennent en majorité à quatre grands embranchements bactériens: les bactéroïdètes, les firmicutes, les actinobactéries et les protéobactéries, alors que pas moins de cinquante sont répertoriés sur Terre. En outre, le patrimoine bactérien paraît plus semblable d'un individu à l'autre que ce à quoi l'on s'attendait, notamment au niveau de la flore intestinale: "Nous avons identifié 75 espèces présentes chez la moitié des personnes, et 57 chez plus de 90 % des personnes. Mais leur abondance relative est très variable selon les individus", explique Dusko Ehrlich. Au total, notre tube digestif abrite en moyenne 170 espèces, dont un tiers seulement est connu, chaque bactérie ayant un patrimoine de 3400 gènes.

Le microbiome humain

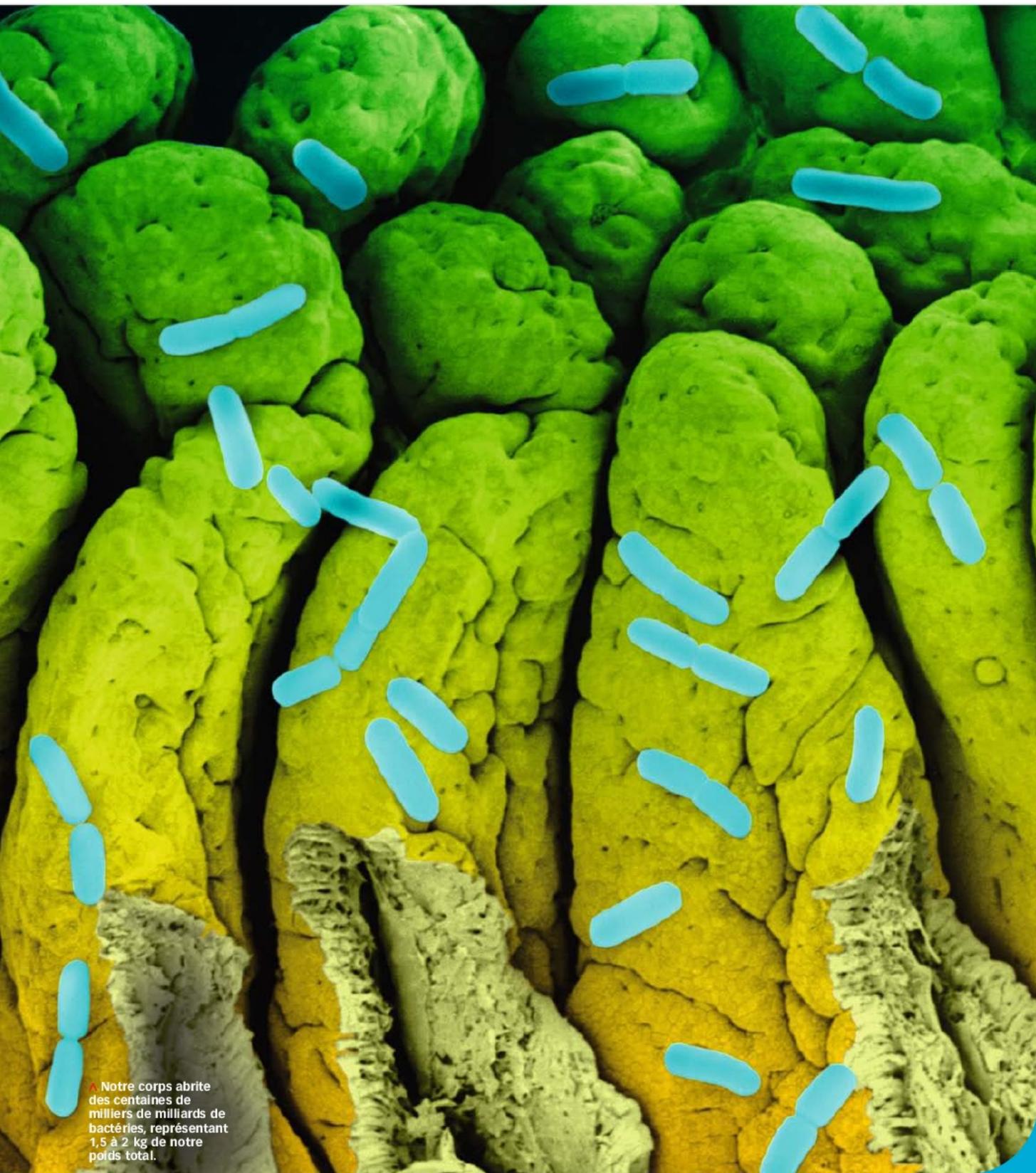
Voici la carte de l'ensemble des bactéries présentes dans notre corps. Malgré la diversité existante, le Human Microbiome Project a montré qu'elles appartiennent essentiellement à 4 grands embranchements: firmicutes, actinobactéries, bactéroïdètes et protéobactéries.



À CHACUN SON PROFIL BACTÉRIEN

Mais le plus étonnant, c'est qu'à partir de ces constatations, les chercheurs ont pu identifier trois grands profils bactériens possibles du tube digestif. A la manière du groupe sanguin, nous aurions chacun notre "entérotype", correspondant à un grand type bactérien dominant, et utilisant des voies métaboliques différentes: chacun d'entre nous serait soit *Bacteroides*, soit *Ruminococcus*, soit plutôt *Prevotella*. Une percée scientifique, car des analyses plus approfondies laissent penser que l'on pourrait associer à chaque entérotype un effet sur la santé! Schématiquement, un profil dominé par les bactéries du type *Bacteroides* serait un facteur péjoratif, inflammatoire, tandis que le type *Ruminococcus* favoriserait plutôt une bonne santé. Le type *Prevotella* n'étant encore associé à aucun effet.

Un bon patrimoine bactérien serait-il pour l'homme la clé d'une bonne santé? C'est ce que les nombreuses données accumulées suggèrent. Mais le travail reste immense pour décrire précisément les 19000 fonctions que peuvent déployer les 170 espèces aux 3400 gènes. R.P.



▲ Notre corps abrite des centaines de milliers de milliards de bactéries, représentant 1,5 à 2 kg de notre poids total.



◀ Qu'il s'agisse des huîtres ou du gingembre, l'effet sur la mécanique sexuelle est en fait indirect.

43 Les aphrodisiaques ont-ils une réelle efficacité ?

La profusion de produits promettant de doper le désir sexuel incite à croire que c'est possible. Mais il faut ici distinguer deux choses : d'une part, le désir ; de l'autre, la mécanique corporelle. Or, les preuves scientifiques que ces substances élèveraient le désir proprement dit sont inexistantes.

“Aucune substance analysée ne démontre de manière convaincante des effets de stimulation sexuelle”, affirme ainsi Jacques Diezi, professeur honoraire de pharmacologie et toxicologie à l'université de Lausanne (Suisse), également auteur de *La Pharmacologie d'Aphrodite*.

“La catégorie ‘aphrodisiaque’ n'existe pas dans les ouvrages de pharmacologie, rappelle-t-il par ailleurs. Et l'on n'a réalisé sur ces substances aucun essai comparatif contrôlé, par

exemple, ainsi qu'on l'exigerait d'un nouveau médicament.” Au mieux, leur effet sur la libido relève donc du placebo.

Reste que certaines de ces substances “*latent les vaisseaux des corps caveaux des organes sexuels ; elles peuvent aussi augmenter la production de spermatozoïdes ou encore les niveaux de testostérone. En clair, elles ont un effet sur l'organisme, mais il ne s'agit pas ipso facto d'aphrodisiaques*”, insiste le chercheur. D'ailleurs, c'est sur leur action directe sur la mécanique sexuelle que se fonde la réputation de produits tels que le gingembre, le safran, la grenade ou les huîtres.

Ainsi, selon une étude publiée il y a deux ans par des chercheurs de l'université Queen Margaret d'Edimbourg, au Royaume-Uni, la grenade ferait grimper de 24 % le ni-

veau de testostérone, cette hormone sécrétée surtout chez l'homme par les testicules, mais aussi chez la femme par les ovaires.

Un an plus tôt, des chercheurs de l'université de Guelph, au Canada, avaient montré pour leur part que le gingembre et le safran favorisent l'afflux de sang – et par conséquent l'érection – dans le pénis et le clitoris, grâce à leurs propriétés vasodilatatrices.

Les huîtres, très riches en zinc, un oligo-élément indispensable à la spermatogenèse, contribuent, elles, au processus de production de spermatozoïdes.

Comme le Viagra, ces produits réputés aphrodisiaques peuvent donc présenter une réelle efficacité pour augmenter les performances sexuelles... à ne pas confondre avec la notion même de désir. **L.P.-C.**

44

D'où vient la **ligne** brune qui apparaît sur le **ventre** de la femme enceinte ?

Cette *linea nigra* est l'un des nombreux changements qui affectent la peau lors de la grossesse. Elle est due à une surproduction de certaines hormones : l'adrénocorticotrophine (ACTH), sécrétée par une glande du cerveau (l'hypophyse), et la mélanotrophine (MSH), libérée par l'hypophyse et le placenta. Présentes en plus grande quantité dans le sang pendant la grossesse, elles induisent une production accrue de mélanine, le pigment foncé de la peau responsable du bronzage. Cette "hyperpigmentation" ne se limite d'ailleurs pas à la ligne médiane de l'abdomen, mais peut aussi concerner la zone foncée autour des mamelons, les aisselles, la région génito-anale et le visage où des taches se forment, le fameux "masque de grossesse". Cette ligne verticale apparaît chez 90 % des femmes enceintes, et elle est plus marquée chez les brunes. Si elle court souvent du pubis jusqu'au nombril, elle peut aussi monter jusqu'à la poitrine. En général, elle devient visible autour du second trimestre et disparaît quelques mois après l'accouchement. Elle peut aussi se manifester chez des hommes et des femmes non enceintes. Elle serait alors due à un dysfonctionnement des molécules qui fixent les hormones androgènes (les hormones masculines). Une étude nigérienne a également montré que cette ligne brune apparaît chez 48 % des hommes souffrant du cancer de la prostate, et 26 % de ceux atteints d'une hypertrophie bénigne de cette glande. K.B.



Ce sont des hormones présentes en plus grande quantité pendant la grossesse qui entraînent une surproduction de mélanine, un pigment foncé de la peau.

45

Pourquoi la **sueur** sent-elle plus fort quand on a **peur** ?

Parce qu'il existe deux sortes de sueur. D'abord la transpiration responsable de la régulation de la chaleur corporelle, générée par plus de 2 millions de glandes eccrines situées partout sous notre peau. Plus l'effort physique est important, plus les muscles produisent de la chaleur, plus

nous transpirons pour l'évacuer (jusqu'à 4 litres/heure). "La sueur eccrine est composée de très peu de corps gras, dont se nourrissent les bactéries qui recouvrent la peau", explique le dermatologue Fabien Guibal. Très acide, elle freine aussi le développement de ces bactéries. Or, c'est le produit de la

digestion bactérienne qui est responsable de l'odeur désagréable. "L'autre transpiration, très odorante, est sécrétée en cas de stress (quelques millilitres) par les glandes apocrines (sous les aisselles, les organes génitaux...)." Épaisse et laiteuse, elle contient davantage de corps gras et de

phéromones (des messages chimiques). Non acide, elle constitue l'aliment idéal pour les bactéries!", précise Fabien Guibal. L'odeur est donc quasi immédiate. Ce qui pourrait justement être son rôle : envoyer un signal (de peur, de séduction...) grâce à une odeur forte et soudaine. M.K.

46

Apprend-on à **rire** ?

Non. Le rire, comme le sourire, est inné chez les primates. Et, bien qu'il ait été longtemps perçu comme une expression diabolique à bannir, le rire est en fait un pur réflexe. Chez l'homme, le sourire se manifeste très tôt: dès l'âge de 2 ou 3 semaines! Il s'agit même de la première ébauche spontanée de communication entre le nouveau-né et sa mère. Tandis que le tout premier rire se manifeste, lui, autour de 5 mois, lorsque le développement cognitif du bébé le rend apte à répondre à des stimulations complexes, sous l'effet de la surprise, de la nouveauté... et donc de façon totalement involontaire. Bien que le rire dérange la respiration normale, le corps humain est naturellement prêt à le laisser s'exprimer. Personne n'apprend donc à rire. Le tronc cérébral, et plus particulièrement le bulbe rachidien qui contrôle la respiration, sait adapter spontanément volume et rythme respiratoires pour maintenir constants les taux d'oxygène et de dioxyde de carbone dans le corps – et éviter l'essoufflement. En revanche, si le fait de rire est inné, la façon de rire et les situations qui le déclenchent sont soumis à l'influence socioculturelle, puisque les humains vivent en communauté. Ce qu'on apprend donc, c'est à maîtriser son expression. Selon Michel Fize, sociologue au CNRS et auteur de *Faites l'humour, pas la gueule*, "dès que l'enfant atteint 6 ou 7 ans, l'éducation l'aide à identifier les situations où il peut rire et celles où il ne peut pas". Un contrôle qui permet la synchronisation émotionnelle avec d'autres individus et, par là, la délimitation des groupes sociaux: un sourire ou un rire peuvent accueillir ou exclure. Des fonctions sociales qui ne sont, elles, pas innées mais acquises. "Il y a un aspect biologique, car tous les humains rient", résume Amélie Deschenaux, doctorante en sciences cognitives à l'université de Neuchâtel (Suisse). Et un autre anthropologique, puisque ce qui nous fait rire change en fonction des époques, du contexte ou de la culture." L.P.C. ■



▲ Inné, le rire survient autour de 5 mois, par pur réflexe. A cet âge, le développement cognitif permet au bébé de répondre à des stimulations complexes.



▲ Contre toute attente, des études épidémiologiques montrent que les personnes en surpoids ne sont pas forcément exposées aux risques cardiovasculaires.

47 Etre **gros** est-il forcément **mauvais** pour la santé ?

Les épidémiologistes se posent, depuis des dizaines d'années, la même question. Certes, ils ne se demandent pas si une importante prise de poids peut augmenter le risque de maladies : sur ce point, tout le monde est d'accord. Mais ils débattent de la possibilité d'avoir surestimé les risques. Ainsi, d'après plusieurs chercheurs, le taux de mortalité ne serait pas plus élevé chez certains obèses à l'âge adulte. Et chez de nombreuses personnes considérées en surpoids, ce risque serait même... plus faible.

Actuellement, surpoids et obésité sont définis par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) grâce à l'indice de masse corporelle (IMC), calculé en divisant le poids (en kilo-

gramme) d'un individu, par le carré de sa taille (en mètre). L'idéal pour la santé serait d'avoir un IMC situé en moyenne entre 18,5 et 25 kg/m². Entre 25 et 30, on serait en surpoids et, au-delà, obèse. Sauf que ces catégories, censées s'appliquer aux individus de 18 à 65 ans, sans prendre en compte le sexe, les différences ethniques et morphologiques, sont élaborées "de manière très arbitraire, et sans critères clairement définis, à part le fait d'avoir des nombres ronds", ironise Katherine Flegal, épidémiologiste au Centre américain des statistiques de santé. Plusieurs études ont par exemple montré que les femmes, les personnes âgées et les populations noires avaient en moyenne un IMC optimal plus élevé que

les hommes blancs dans la fleur de l'âge. Certaines populations asiatiques ont, quant à elles, une plus grande sensibilité aux troubles métaboliques associés au surpoids (diabète, etc.), et la question s'est un moment posée, à l'OMS, d'établir des seuils d'obésité plus bas pour ces dernières. Un autre indicateur important est la répartition de la graisse sur le corps. Ainsi, à poids égal, les risques sont plus importants si le gras s'accumule autour du ventre.

Les catégories d'IMC ne correspondent en tout cas pas à des taux de mortalité croissants. La dernière analyse de la littérature scientifique à ce sujet, compilant des données sur près de trois millions d'individus, ne montre pas de taux de mortalité plus élevé chez les

personnes classées en obésité légère (IMC compris entre 30 et 35) pendant la durée des études. Plus fort encore, celles classées en surpoids voient ce risque diminuer de 6 %.

Comment l'expliquer? Pour certains, ces observations sont uniquement le fruit de biais méthodologiques. L'IMC serait un mauvais indicateur classant des individus très musclés dans la catégorie obèse, ce qui ferait baisser le taux de mortalité de ce groupe. Les catégories définies par l'OMS seraient donc éventuellement à revoir... mais pas l'idée que le gras est inévitablement mauvais pour la santé.

LA GRAISSE, UNE RÉSERVE D'ÉNERGIE

Mais pour Carl Lavie, professeur de cardiologie à l'université du Queensland (Etats-Unis), "sur un large groupe, l'IMC reste un bon indicateur des différences de masse grasse, car les sportifs classés obèses représentent une infime part de la population". Mais d'autres biais, tels que la présence d'individus mal nourris et porteurs de maladies dans le groupe des minces, ainsi que le meilleur suivi médical des personnes en surpoids, pourraient perturber la lecture de cette donnée.

Si les auteurs des études reconnaissent la possibilité de tels biais, pour nombre d'entre eux, cela n'explique pas tout: avoir plus de gras que la moyenne semble bel et bien protéger de certaines causes de mortalité. La graisse servirait notamment de réserve d'énergie en cas de maladie chronique affaiblissante. Une meilleure survie des personnes en surpoids a ainsi été constatée par plusieurs études en cas d'insuffisance rénale, cardiaque, etc., mais aussi, simplement, de vieillesse.

D'autres études indiquent une meilleure résistance à certaines blessures accidentelles (accidents de la route...). Quant aux dommages du gras sur la santé, ils seraient surestimés. Ainsi, chez un tiers des obèses, on ne retrouverait pas les problèmes métaboliques habituels (hypertension artérielle, diabète...). Mais l'absence de sur-risque de maladie cardiovasculaire chez ces personnes, tout au long de leur vie, reste controversée.

Néanmoins, il faut rappeler que de nombreuses autres maladies, non mortelles, sont associées au surpoids et à l'obésité: dépression, problèmes articulaires... Sans compter que manger déséquilibré et rester inactif – des comportements qui sont souvent à l'origine du surpoids et de l'obésité – ont, eux, des effets néfastes clairement démontrés. E.A. ■

48

Pourquoi **boire vite** et froid donne-t-il parfois **mal à la tête** ?

Baptisé "céphalée de la crème glacée", ce mal de tête particulier se produit chez 40 % d'entre nous et chez 93 % des personnes sujettes aux migraines. De fait, la douleur, brève mais intense, remonte jusqu'aux tempes lorsque les nerfs du palais, très sensibles au froid, y sont brutalement exposés. Dans une étude réalisée en 2012, des Américains ont analysé, via la technique du doppler transcrânien, les flux sanguins à travers les artères du cerveau de 13 volontaires pendant que ceux-ci buvaient de l'eau glacée. Ils ont ainsi observé que l'exposition brutale du palais au froid induisait une augmentation soudaine de la vitesse des

globules rouges dans un vaisseau sanguin particulier du cerveau, l'artère cérébrale antérieure. Résultat: ce vaisseau se dilate. Cette

vasodilatation entraînerait une augmentation de la pression intracrânienne à l'origine de la douleur ressentie. K.B. ■



▼ Une perturbation soudaine du débit sanguin dans l'artère cérébrale antérieure serait à l'origine de céphalée.

49

Puisque le **cœur** est un muscle, peut-il souffrir de **crampes** ?

Non, car les cellules du cœur ont une composition différente de celles des autres muscles. Une crampe est une contracture involontaire due à l'accumulation de calcium dans les cellules musculaires, les fibres. En temps normal, le message nerveux qui commande la contraction des muscles ouvre des canaux dans la membrane de ces fibres musculaires, par lesquels entre alors du calcium (sous forme d'ions). Cette élévation de la concentration calcique permet aux fibres de se contracter. Le relâchement s'opère lorsque le calcium est rejeté hors de la cellule. Mais quand la fréquence des messages nerveux est trop grande, la concentration calcique intracellulaire reste constamment élevée et la cellule ne peut plus se relâcher. C'est la crampe. Selon Patrick Horès,

médecin du sport, cette hyperexcitabilité neuromusculaire est la conséquence d'un déséquilibre en ions calcium, lui-même lié à une déshydratation. Les fibres musculaires cardiaques, quant à elles, possèdent des canaux calciques lents; ils deviennent brièvement réfractaires au calcium après une neurostimulation. Cette insensibilité aux nouveaux messages nerveux rend la crampe impossible: les durées de la phase réfractaire et de la phase de contraction étant du même ordre, deux contractions successives de cellules musculaires cardiaques sont obligatoirement séparées par une phase de relâchement. A l'échelle de l'organe, cette propriété est essentielle puisqu'elle permet aux cavités cardiaques de se remplir de sang entre deux contractions. F.O. ■

50 Pourquoi y a-t-il plus de droitiers que de gauchers ?

La réponse pourrait en fait se trouver dans le caractère asymétrique du ventre de la mère! La France compte environ 13 % de gauchers, tandis qu'à l'échelle de l'humanité, faute de statistiques globales, les scientifiques avancent une fourchette de 8 à 15 %.

Depuis plus de trente ans, l'hypothèse standard pour expliquer cette proportion consistait à relier directement la latéralité à l'expression d'un gène (ou d'un "réseau" de gènes). Certains pourraient, par exemple, favoriser le développement du système nerveux moteur du côté droit du corps, la latéralité gauche s'expliquant alors par l'absence de cette expression génétique – gènes en position "off". Par ailleurs, des études ont montré que les fœtus de 14 semaines bougent déjà en majorité leurs membres droits (80 %), ce qui plaide en faveur d'une influence génétique initiale. Dans ces modèles, le choix génétique ("on" ou "off") doit néanmoins être renforcé par des facteurs environnementaux durant la grossesse et les premières années de vie: la posture du fœtus et les incidents de développement, puis le contexte familial et social de l'enfant jusqu'à ses 4 ans – âge auquel le choix

de la main se fixe définitivement. Seul hic: l'état "off" des gènes, c'est-à-dire la latéralité gauche, même si sa proportion est stable depuis des millions d'années chez nos ancêtres hominidés, ne semble pas suivre les lois de l'hérédité entre générations, comme pour la pilosité ou la couleur des yeux.

UN GÈNE LONGTEMPS SOUS-ESTIMÉ

Aussi, une hypothèse complémentaire prend depuis peu de l'importance: les gènes agiraient aussi indirectement en formatant de manière asymétrique la "cavité" dans laquelle le fœtus se développe: le ventre de la mère. Les gènes de "l'asymétrie viscérale" de la mère agiraient donc indirectement sur le choix de la latéralité de l'enfant. "Vers la fin de la grossesse, le fœtus a tendance à tourner la tête à droite et à mobiliser davantage ses membres droits car ceux-ci sont situés du côté des tissus souples de la mère, ce qui lui laisse de l'amplitude pour bouger", explique Jacqueline Fagard, du laboratoire Psychologie de la perception, de l'université Paris-V-Descartes.

Un nombre croissant de chercheurs s'intéresse au rôle de cette asymétrie viscérale qui,

de l'avis de Jacqueline Fagard "a longtemps été sous-estimée". En septembre 2013 par exemple, des chercheurs ont mis au jour une corrélation statistique entre le fait d'être gaucher et l'absence d'expression du gène PCSK6, qui intervient dans les processus menant à l'asymétrie viscérale.

Mais la chercheuse, qui mène actuellement une étude sur les fœtus humains pour tester cette hypothèse, admet la complexité générale du problème. "Ecrire de la main gauche ne veut pas dire nécessairement être gaucher. De fait, il y a un continuum entre les vrais gauchers (entièrement latéralisés à gauche) et les vrais droitiers. Les gauchers ou droitiers peu affirmés, les ambidextres... à chaque cas, une cause différente – dont certaines sont pathologiques. Or, pour l'heure, la définition des sujets peu affirmés varie beaucoup d'un auteur à l'autre." Voilà qui ne facilite pas la résolution du problème, d'autant plus qu'il reste des énigmes, comme le déséquilibre entre hommes et femmes gauchers: 60 % contre 40 %. "Les modèles ne l'expliquent pas", admet Jacqueline Fagard. Le casse-tête des gauchers est donc loin d'être résolu. R.I.

F.GENDRE - EPOXYDUDE/FSTOFCORBIS

51 Comment savoir si l'on manque de vitamine D ?

Ce déficit est difficile à déceler. La vitamine D est une hormone produite par notre organisme et dont la synthèse est stimulée à 90 % par le soleil. Elle contribue au bon fonctionnement des muscles, des systèmes hormonal et immunitaire et permet aux os et aux reins d'assimiler le calcium et le phosphore. Selon le rapport de 2013 de la Haute autorité de

santé, seule une carence (moins de 20 ng/ml de sang) donne lieu à des pathologies, comme l'ostéomalacie (perte osseuse), ce qui n'est pas le cas de l'insuffisance en vitamine D (entre 20 et 30 ng/ml de sang). Mais les tests sanguins ne sont pas suffisamment fiables pour trancher entre insuffisance et carence. Seule une technique très coûteuse, accessible dans

certains centres hospitaliers et laboratoires, permet de connaître son taux exact. La vigilance reste donc de mise, notamment l'hiver et pour les personnes qui ne s'exposent jamais au soleil (nouveau-nés, personnes âgées...). Cinq minutes de soleil trois fois par semaine permettraient de produire la quantité suffisante de vitamine D. J.G.

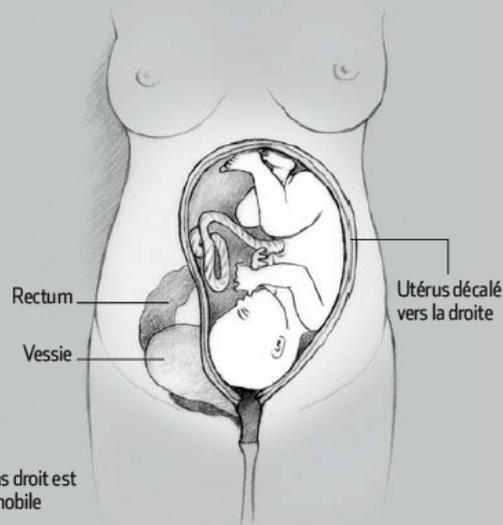
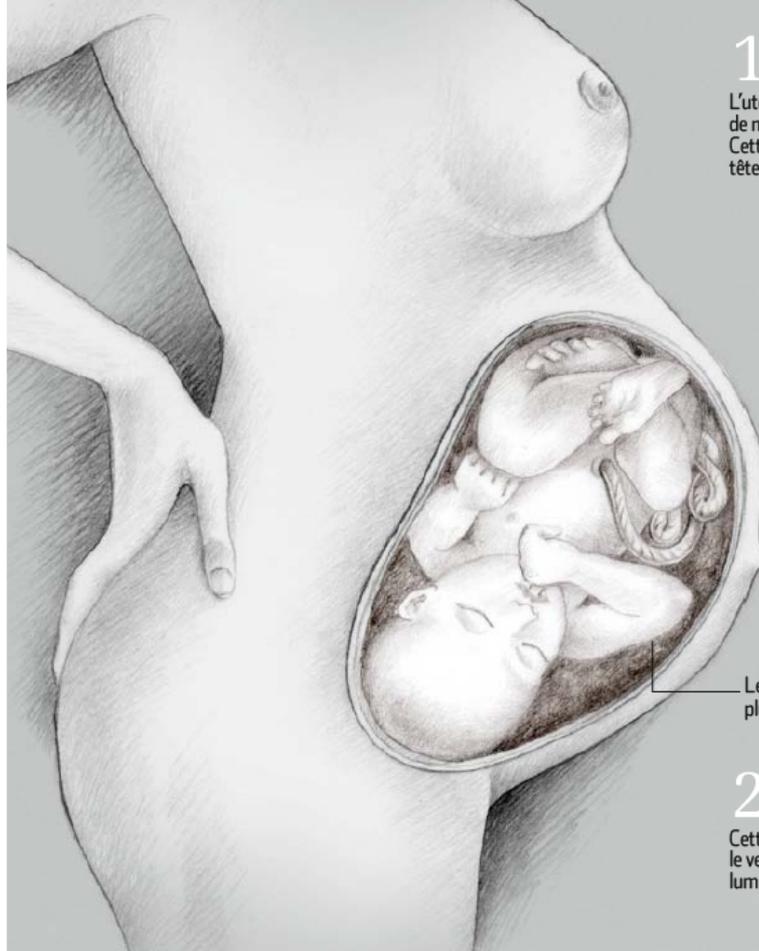


▲ Seul un examen coûteux et peu répandu permet de connaître son taux exact de vitamine D.

La position dans l'utérus serait déterminante

1 Placé en biais, dos vers la gauche...

L'utérus est génétiquement programmé pour se développer de manière asymétrique, la plupart du temps vers la droite. Cette "asymétrie viscérale" pousserait le bébé à se positionner tête en bas et dos vers la gauche vers la fin de la grossesse.



2 ... le fœtus a plus d'amplitude à droite

Cette position offre plus de liberté de mouvements au bras droit, le ventre de la mère étant plus souple devant. De plus, ce côté est plus lumineux : le bébé peut donc voir son bras et le porter à sa bouche.

52 Est-il vrai qu'on a tous une **odeur** spécifique ?

Oui, chacun possède une odeur propre, une véritable signature, à l'instar des empreintes digitales. Les chercheurs de l'Institut d'éthologie Konrad-Lorenz de Vienne ont découvert en 2006 que 400 composés volatils forment un cocktail spécifique de l'odeur de chaque individu. S'ils ne semblent pas varier avec le temps, leurs proportions peuvent changer. La singularité des odeurs corporelles s'explique par divers facteurs. Les aisselles

concentrent un maximum de glandes sudoripares, dites exocrines, puisqu'elles expulsent la sueur *via* les pores de la peau. Reste que la sueur n'acquiert une odeur qu'au moment où elle est transformée par les bactéries nichant sous nos aisselles. Or, la composition de cette microflore bactérienne varie selon les individus et la chaleur ou l'humidité. La nature et la quantité de bactéries en présence étant différentes, leur activité de transformation

de la sueur excrétée, à l'origine inodore, rend les odeurs uniques. Par ailleurs, alimentation, hygiène de vie, âge et cycles menstruels font varier les proportions du cocktail de molécules. Mais globalement, selon une équipe de l'université de Genève, les odeurs humaines se classent en deux groupes : celui des hommes et celui des femmes. En fonction du sexe, les précurseurs des odeurs sont libérés à des concentrations différentes. La sueur masculine

contient plus de précurseurs d'une odeur rappelant celle du fromage, celle de la femme se rapprochant des fruits exotiques ou de l'oignon. Quant à connaître le rôle de la singularité de l'odeur, les chercheurs écartent la possibilité que l'homme ait pu un jour marquer son territoire grâce à son odeur singulière car les différences chimiques sont plus importantes dans la sueur axillaire que dans l'urine ou la salive. M.Cy.

53

Croire est-il bon pour la santé ?

Depuis une vingtaine d'années, de nombreuses études semblent établir une nette corrélation entre degré de religiosité et amélioration globale de la santé : longévité, sentiment de bien-être, insensibilité aux addictions... Suffisant pour mettre Dieu sur ordonnance ? Pas sûr, car la science ne fait pour l'instant qu'effleurer ce lien, très difficile à établir clairement. *Primo*, parce que l'effet peut être aussi bien mental que physique. Associée à des valeurs positives (fraternité, pardon...) et porteuse de réponses apaisantes aux questions existentielles, la foi peut se traduire par une baisse du stress et donc agir comme un rempart efficace contre ses effets délétères. Elle peut aussi impacter directement la santé quand elle prescrit des pratiques, par exemple en matière d'hygiène, de régime alimentaire ou de sexualité. Mais la religion peut aussi agir de façon négative lorsqu'elle génère des sentiments de culpabilité, quand elle incite à refuser des traitements médicaux ou lorsque les malades misent sur les pouvoirs divins pour guérir. Une étude menée par l'université de l'East Carolina sur 682 Améri-

caines a ainsi révélé que certaines négligeaient de faire analyser des grosseurs mammaires, comptant avant tout sur leur foi pour les faire disparaître! *Secundo*, car la principale difficulté consiste à isoler les comportements induits par la religiosité. A commencer par les liens sociaux créés au sein d'une communauté religieuse, qui agissent comme autant de soutiens en cas de difficultés psychologiques. *Tertio*, parce que les résultats de nombreuses études sur les effets de la religion prêtent flanc à la critique. Leurs auteurs ne jugent en effet pas utile d'indiquer leur propre confession. "J'ai fréquenté pas mal de chercheurs croyants que la religion avait personnellement beaucoup aidés, témoigne Philippe Huguélet, psychiatre aux Hôpitaux universitaires genevois, en Suisse, et spécialiste des liens entre religion et santé. Il est clair que cela peut induire un biais. Il faudrait pouvoir garantir une attitude neutre sur ces sujets." Mais aussi rééquilibrer les cohortes étudiées, aujourd'hui majoritairement composées de sujets occidentaux, surtout catholiques et protestants. P.-Y.B. ■



◀ Directement ou indirectement, la foi peut aider un malade à se sentir mieux, aussi bien moralement que physiquement. Mais aucune étude n'est suffisamment objective pour lui octroyer un réel pouvoir sur la santé.

54 Comment s'évalue l'état d'une personne dans le coma ?

Les personnes plongées dans le coma sont un défi pour les sociétés internationales de neurosciences. Celles-ci ont longtemps établi qu'il n'existait que trois états d'"altération de la conscience" – à ne pas confondre avec les cas de *locked-in syndrome* (syndrome d'enfermement), où le patient est totalement paralysé, mais conscient.

Premier état: le niveau d'altération ultime, qui correspond à la mort cérébrale, autrement dit l'arrêt complet et définitif de toute activité du cerveau. Deuxième état: le coma, qui peut durer entre une heure et quelques semaines, période au cours de laquelle le patient n'est pas éveillé, ne présente pas de cycle veille-sommeil et n'est pas conscient de son environnement. Enfin, le troisième: l'état végétatif, dans lequel le patient montre des signes d'éveil (il a les yeux ouverts et effectue des mouvements réflexes comme tousser, pleurer, bouger la tête et les membres; il s'endort et se réveille seul), mais n'a pas conscience du monde qui l'entoure et ne répond à aucune commande verbale.

En 2002, un quatrième état d'altération a officiellement été défini: l'état de "conscience minimale". A la suite d'examen réalisés aux États-Unis, des chercheurs se sont aperçus que certains patients diagnostiqués dans un état végétatif montraient en réalité des signes diffus et temporaires de conscience. Ils pouvaient parfois répondre à des commandes verbales, sourire en réaction à une situation...

Surtout, on sait aujourd'hui que ces différents états de conscience altérée peuvent permuter: un sujet dans le coma peut très bien passer à un état végétatif, puis de conscience minimale, avant de retomber dans le coma. Du moins pendant un temps. Pour les personnes dont le cerveau a été victime d'un manque d'oxygène, après un arrêt cardiaque, par exemple, les médecins estiment généralement que leur état n'évoluera plus au-delà de trois à six mois d'hospitalisation. *Idem* pour les victimes de traumatismes (accidents de la route...), pour lesquelles cette période d'incertitude dure un

peu plus longtemps, d'une à deux années. A leur arrivée aux urgences, les patients *a priori* inconscients représentent donc un double défi: il faut réussir à évaluer leur véritable degré de conscience (c'est-à-dire poser le bon diagnostic) mais aussi tenter de prédire leur évolution. "C'est à la frontière entre l'état végétatif et la conscience minimale que se situe la zone grise", souligne Steven Laureys, directeur du Coma Science Group à l'université de Liège, l'un de ceux qui ont contribué à définir le quatrième état de conscience altérée.

JUSQU'À 41 % D'ERREURS DE DIAGNOSTIC

"Dans une étude menée au CHU de Liège en 2006, nous avons mesuré environ 41 % d'erreurs de diagnostic pour des patients considérés dans un état végétatif alors qu'ils étaient en réalité dans un état de conscience minimale", poursuit le spécialiste. Concrètement, pour évaluer l'état et l'évolution d'un patient, les médecins disposent d'échelles standardisées, comme l'échelle de Glasgow (GCS, 1974) ou la Coma Recovery Scale-Revised (CRS-R, 2008). Elles permettent de quantifier les fonctions auditives, visuelles, motrices et verbales, la communication et l'éveil *via* une série de tests: observer et noter les réactions du patient quand il est appelé par son prénom, par exemple, ou que son reflet lui est présenté dans un miroir.

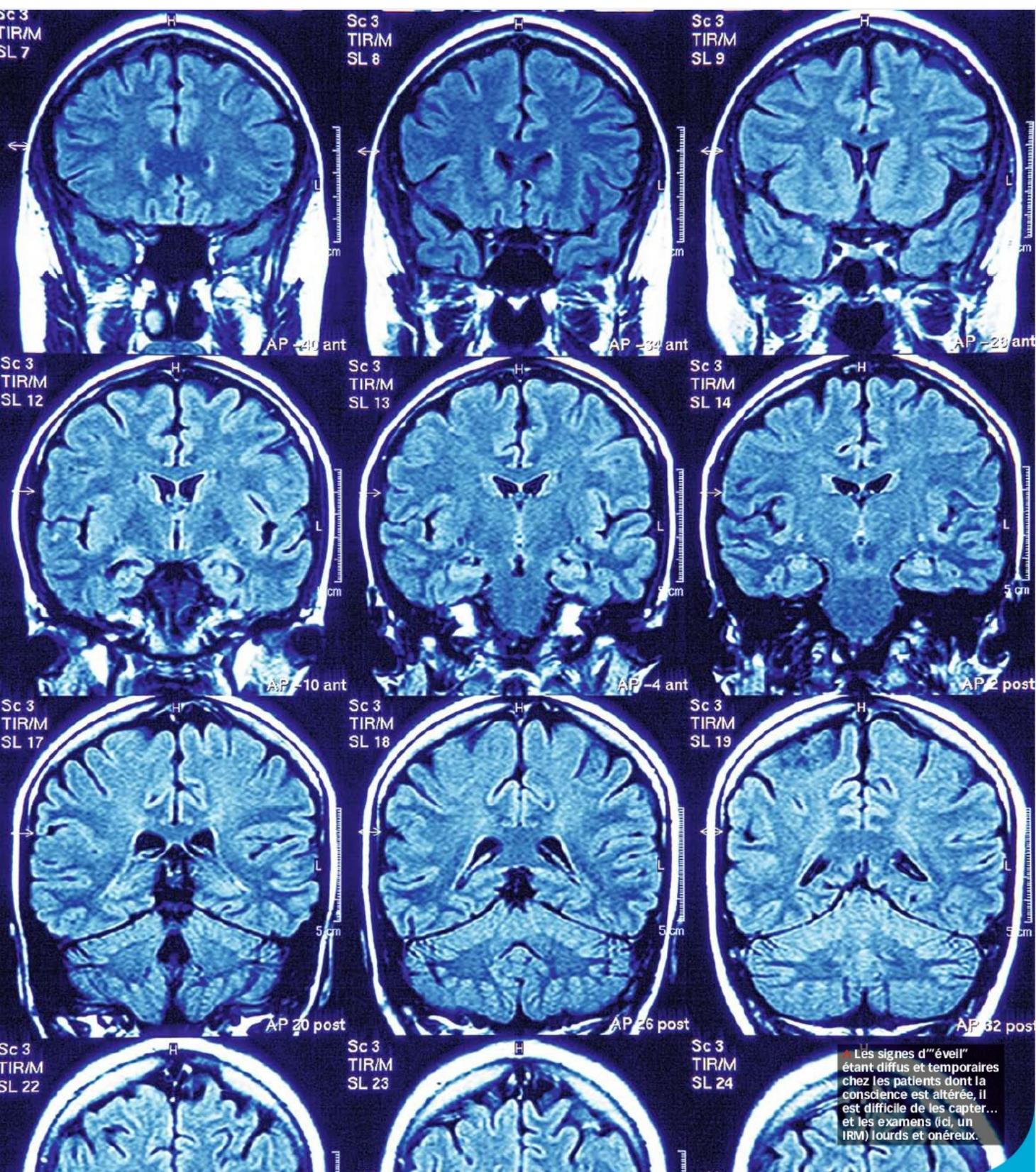
Cependant, ces échelles sont inefficaces lorsque le patient ne communique pas. Les médecins ont alors recours à d'autres examens, plus lourds et plus onéreux. Depuis les années 1990, l'imagerie par résonance magnétique (IRM) cartographie les lésions du cerveau, tandis que la tomographie par émission de positons (PET scan) examine l'activité métabolique en mesurant la consommation de glucose par le cerveau. D'autres procédés IRM, utilisés plus rarement, comme la spectroscopie cérébrale et l'imagerie du tenseur de diffusion, analysent la viabilité des neurones et identifient les lésions des faisceaux de fibres blanches qui relient les cellules nerveuses entre elles. Lorsque les faisceaux

reliant certaines zones bien précises du tronc cérébral au cerveau sont coupés, les troubles de la conscience seront prolongés.

Depuis 2006, le niveau de conscience peut aussi être déduit de l'activité cérébrale décelée en temps réel dans le test du "match de tennis", réalisé par IRM fonctionnelle. Il consiste à demander au patient, installé dans la machine, de s'imaginer en train de taper dans une balle avec la raquette pendant trente secondes environ. Si sur l'écran, les aires motrices s'activent, le patient est vraisemblablement dans un état de conscience minimale. Mais, "si le patient ne montre pas d'activité, cela ne signifie pas forcément qu'il n'est pas conscient", explique Benjamin Rohaut, de l'Institut du cerveau et de la moelle épinière (Inserm, AP-HP). Il peut ne pas avoir répondu à ce moment de la journée, ou à cette commande précise. Et il faudra alors tenter d'autres tests".

C'est pour cela qu'en parallèle, l'équipe de Lionel Naccache (Inserm, AP-HP) et Stanislas Dehaene (Inserm, CEA) développe de nouvelles méthodes d'électroencéphalographie qui consistent à mesurer l'activité électrique du cerveau en réponse à une stimulation sonore. Les résultats donnent une idée de la quantité d'informations échangées entre les différentes régions du cerveau sollicitées. Leur conclusion: chez les personnes en état de conscience minimale, les aires cérébrales partagent plus d'informations que chez les patients plongés dans un état végétatif. Ce test peut être réalisé sans déplacer le patient. Et donc renouvelé plus régulièrement qu'avec de grosses machines telles que les IRM, pour permettre de capter "l'éveil" de la conscience, souvent temporaire chez ces personnes.

D'autre part, les chercheurs se sont aperçus que cet examen pourrait bien avoir une valeur prédictive chez les patients dont l'état est encore en cours d'évolution. Ainsi, lorsqu'un état végétatif est diagnostiqué mais que le test sonore classe plutôt le patient en état de conscience minimale, les chances de voir son état s'améliorer semblent meilleures. **C.T.**



Les signes d'“éveil” étant diffus et temporaires chez les patients dont la conscience est altérée, il est difficile de les capturer... et les examens (ici, un IRM) lourds et onéreux.



55

Est-il possible de se **vider** l'esprit de toute **pensée** ?

La réponse scientifique à cette question souvent traitée en cours de philosophie est : non.

Il est impossible pour un être humain de ne penser à rien. Même pour les réputés moines tibétains les plus entraînés à cet exercice. Certes, ces moines parviennent consciemment et pendant plusieurs dizaines de minutes, via la technique de méditation dite de "pleine conscience", à contrôler le flux de pensées leur venant en tête et à éloigner ainsi certaines idées parasites de leur esprit.

< Il est en fait impossible de ne penser à rien car notre cerveau est sans cesse en activité.

Le tout en guidant leur attention sur leur propre souffle, les bruits environnants, etc.

Mais voilà : ce faisant, "Ils ne vident pas complètement leur esprit... Car ils restent conscients de l'objet sur lequel ils portent leur attention. Par ailleurs, ils continuent à avoir des pensées inconscientes", souligne Bernard Mazoyer, chercheur en neuro-imagerie fonctionnelle à l'université de Bordeaux. Il vous est peut-être déjà arrivé, lors d'une tâche monotone comme la conduite sur autoroute, de vous "absenter" quelques secondes ou quelques minutes, et pendant ce

temps de ne soi-disant penser à rien du tout. Mais dans ce cas, "il s'agit d'un état involontaire, non contrôlable. De plus, lors de cette mise en 'mode automatique', nous continuons (heureusement pour notre sécurité!) à penser et à agir de façon appropriée, mais de façon inconsciente... ", explique Bernard Mazoyer.

De manière générale, notre cerveau élabore une multitude de pensées, de souvenirs ou d'actions en permanence. En clair : "Il tourne quasiment à plein régime tout le temps, même au repos ou en sommeil." K.B. ■

56

Dort-on mieux quand on a **bien mangé** ?

Tout dépend de la façon dont on s'est nourri... D'abord, il faut choisir l'heure du dîner : idéalement, deux à trois heures avant de se coucher. Trop tôt, on risque d'être réveillé par la fringale nocturne. Trop tard, on va se coucher en pleine digestion, alors que celle-ci entraîne une augmentation de la température. Or, la baisse de la température interne est une condition indispensable à l'installation du sommeil.

Concernant le menu, il est préférable de se passer d'alcool le soir. En effet, s'il peut faciliter la détente et l'endormissement, il entraîne un sommeil raccourci et de mauvaise

qualité. Ce faux ami (tout comme les antidépresseurs) retarde ainsi la survenue de la première période de sommeil paradoxal et en réduit la proportion durant toute la nuit, au profit du sommeil lent. L'architecture normale du sommeil est alors perturbée et ce que que soit la quantité d'alcool consommée durant le dîner. Ensuite, mieux vaut éviter de manger gras. Les lipides modifient en effet la sensibilité de l'organisme à une hormone, l'orexine (également nommée hypocrépine), qui stimule l'éveil et participe à l'envie de manger. En outre, un repas riche en protéines augmente la concentration dans l'organisme de

la tyrosine, un acide aminé indispensable à la sécrétion de l'adrénaline et de la dopamine, deux hormones réputées pour favoriser l'éveil. Elles doivent également être consommées avec modération.

De plus, les protéines diminuent les concentrations cérébrales en tryptophane, un acide aminé qui permet la fabrication de la sérotonine, un neurotransmetteur cérébral. Or, la sérotonine est indispensable à la sécrétion de la mélatonine, une hormone qui favorise l'endormissement. Il faut donc privilégier les sucres lents car les glucides permettent une meilleure régulation des apports calo-

riques tout au long de la nuit et favorisent la production de sérotonine. Pour Daniel Tomé, directeur de l'unité Physiologie de la nutrition et du comportement alimentaire à l'Inra Agro-ParisTech, les glucides font en effet monter le taux d'insuline et déclenchent des signaux de satiété qui favorisent l'endormissement. Mais de là à systématiquement privilégier le soir pour bien dormir, il y a un pas que le chercheur refuse de franchir. Celui-ci prône une alimentation équilibrée à tous les repas et doute de son impact important sur le sommeil, hormis concernant la satiété et les tensions liées à la digestion. V.V. et D.-B. ■



▲ Plus courtes et plus fines, les cordes vocales des femmes vibrent plus rapidement que celles des hommes au passage de l'air. Résultat : une voix plus aiguë.

57

Pourquoi les femmes ont-elles une voix plus aiguë ?

De leurs cordes vocales plus courtes et plus fines que les hommes. Que l'on parle ou que l'on chante, le son de la voix se forme grâce à la vibration de ces cordes situées dans le larynx. Celles-ci s'apparentent davantage à deux lèvres qui vibrent au passage de l'air produisant ainsi du son. Or, plus les membranes formant ces lèvres sont courtes et fines, plus la vibration produite est rapide et le son aigu. En pratique, la fréquence moyenne d'une voix féminine est environ deux fois plus élevée que celle d'une voix masculine. Du moins chez les adultes. A la puberté, chez les garçons, la mue, liée à l'augmentation de la testostérone, provoque l'allongement et l'épaississement des cordes vocales qui vibrent alors plus lentement. Leur fréquence (exprimée en hertz) est divisée par deux. Ce qui correspond à une descente d'une octave. La voix est donc plus grave. Chez les filles, les cordes vocales grandissent de façon plus ténue : la voix baisse d'une tierce (leur fréquence est divisée par 1,25 seulement). Il peut cependant arriver qu'un garçon conserve les mêmes caractéristiques vocales qu'une fille. On parle alors de "fausse mue". L.B.

58

A quel point le **cancer** est-il une maladie liée au **milieu social** ?

Le constat est aujourd'hui implacable: au bas de l'échelle sociale – que ce soit en termes de niveau d'études, de revenus ou de catégorie socioprofessionnelle – on est plus souvent victime du cancer et on en meurt plus. Pis, les écarts se creusent. Dans les années 1970, le risque de mourir d'un cancer était 1,5 fois plus élevé chez les personnes ayant un niveau d'études faible que chez les plus diplômées. En 2013, ce chiffre s'élevait à 2,5! Et en la matière, notre pays fait figure de très mauvais élève. "La France est l'un des pays d'Europe de l'Ouest où les inégalités de mortalité par cancer sont les plus importantes", notaient les chercheurs de l'Institut national du cancer (Inca) dans un rapport de 2012. Ainsi, pour les cancers des voies aérodigestives (cavité buccale, larynx, pharynx), l'écart de mortalité entre le haut et le bas de l'échelle sociale est deux fois plus important en France qu'en Belgique ou au Danemark. Comment de telles inégalités ont-elles pu perdurer, et même se renforcer au fil des ans, dans un pays souvent vanté pour la qualité et l'accessibilité de son système de santé? Et alors même que le Plan cancer 2009-2013 a fait de la lutte contre les inégalités sociales face à la maladie l'une de ses priorités... "La prévention et le dépistage ont

probablement bénéficié de façon plus importante aux catégories les plus favorisées", avance l'Institut dans son étude. Autrement dit, le message est bien passé dans les classes supérieures, beaucoup moins dans les autres. Pour preuve: en Isère, la différence de participation au dépistage des cancers colorectaux est de 29 % entre les zones de résidence les plus aisées et les plus précaires. Certains facteurs de risque, précisément liés au monde du travail, sont aussi à prendre en compte: parmi les salariés exposés aux cancérogènes en milieu professionnel, 70 % sont des ouvriers. Pis, même lorsque les plus défavorisés sont moins touchés par certains cancers, ils ont un taux de survie moindre que les plus aisés! Les études épidémiologiques révèlent ainsi que les femmes les plus aisées ont 1,6 fois plus de risques de développer une tumeur (grossesses plus tardives et nombre moins élevé d'enfants, deux facteurs de risque connus de ce type de cancer) mais y survivent mieux, grâce à un meilleur accès aux soins. Et pour cause, les cinq régions présentant les plus faibles densités de spécialistes sont parmi les régions de France ayant le plus fort taux... de pauvreté. Pas de doute, en ce qui concerne le cancer, la pauvreté tue. **M.S.** ■



< En 2013, les personnes ayant le niveau d'études le plus faible étaient 2,5 fois plus touchées par le cancer que les plus diplômées.

59 Trop se **laver** affaiblit-il nos défenses **immunitaires** ?

Oui et non. L'hygiène a indéniablement du bon : dans nos pays occidentaux, elle a permis de se débarrasser de redoutables maladies infectieuses comme la peste, la fièvre typhoïde ou le choléra. Mais depuis deux décennies, de nombreuses études laissent penser qu'il vaudrait mieux ne pas abuser des antibiotiques et antiseptiques, sans quoi les allergies pourraient continuer leur poussée. En 2014, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) les classe au quatrième rang des maladies les plus répandues. Ainsi, en France, 25 à 30 % de la population est concernée ! Un nombre qui a doublé en vingt ans, notamment chez les enfants et les adolescents. Notre mode de vie de plus en plus aseptisé deviendrait-il notre talon d'Achille ?

En 1989, en analysant les données de santé de 17 400 Britanniques, l'épidémiologiste anglais David Strachan constate que les derniers d'une fratrie souffrent moins de rhinites ou d'eczéma. "Dans une famille nombreuse, les enfants se transmettent plus facilement des microbes", répond Isabella Annesi-Maesano, directrice de recherches à l'Inserm. David Strachan imagine donc qu'en étant un peu

moins regardant sur l'hygiène et en laissant les enfants se contaminer, on pourrait prévenir certaines allergies. Son hypothèse, dite hygiéniste, n'est pas d'emblée acceptée : à l'époque, on mise plutôt sur la pollution pour expliquer la flambée. Mais des études vont la renforcer.

PROTÉGÉ PAR LA VIE À LA FERME

Ainsi, l'anthropologue américaine Ann Wright examine, en 2000, le devenir d'un bon millier d'enfants ayant ou non fréquenté une crèche. Ses résultats montrent que ce mode de garde, dans les six premiers mois de vie, est associé à un risque moindre d'allergies cutanées ou d'asthme dans les années qui suivent. Elle en conclut que l'exposition aux microbes serait bénéfique. Une idée que partage la pneumologue allemande Erika von Mutius, après avoir comparé la santé de quelque 10 000 enfants ayant grandi à la ferme ou en ville : les premiers sont 2 à 3 fois moins victimes d'asthme ou d'allergies, une protection attribuée à la présence du bétail, et plus précisément de leurs microbes. Mais peut-on l'expliquer au niveau biologique ? Oui. En 1992,

des cellules immunitaires, baptisées Th1 et Th2, ont été retrouvées chez l'homme, après avoir été mises au jour chez la souris.

Ces deux types de lymphocytes ont des cibles différentes : les Th1 participent à l'attaque contre des microbes, tandis que les Th2 réagissent aux allergènes. Or, chez la souris, la prolifération des premières freine le développement des secondes. *A priori*, plus nous serions exposés aux microbes durant l'enfance, moins nous aurions de Th2 et d'éventuelles réactions allergiques ! Dans les années 2000, des analyses poussées permettent de décortiquer le processus : la protection s'exercerait *via* la stimulation induite par des molécules, appelées endotoxines, issues de la paroi de bactéries ou de champignons microscopiques et présentes dans les poussières ou les poils d'animaux. "A leur contact, souligne Isabella Annesi-Maesano, nos cellules immunitaires fabriquent des molécules qui poussent les Th1 à se multiplier, et limitent au contraire le développement des Th2." D'où l'effet protecteur de la vie à la ferme, mais aussi celui de la compagnie d'animaux domestiques au plus jeune

J.-C. RIOU / RADUIS IMAGES - 13PHANS NELEMAN/OCEAN CORBIS

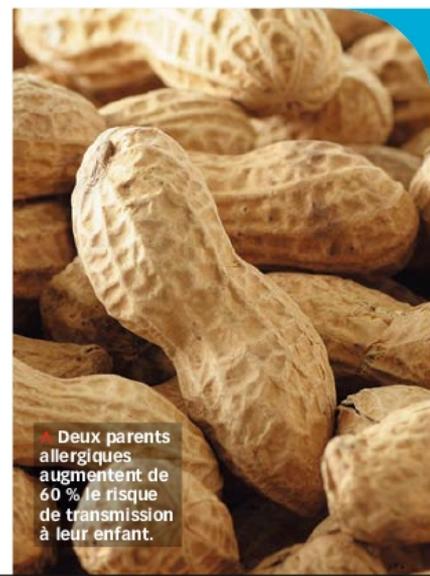
60

Les allergies alimentaires sont-elles héréditaires ?

Ces réactions exagérées de défense de notre système immunitaire, qui identifie à tort un aliment comme dangereux, peuvent en effet être héréditaires. Selon les dernières études épidémiologiques, les enfants dont les parents sont allergiques présentent un risque de 60 % de l'être eux aussi. Risque qui chute à 40 % si seulement l'un des deux parents est allergique et à 15 % si aucun ne l'est. Une allergie ali-

mentaire est un dérèglement immunitaire associé à une forte production d'anticorps, les immunoglobulines E (IgE), qui, en se liant spécifiquement à l'allergène sur les cellules immunitaires, provoquent la réaction responsable de démangeaisons, d'eczéma, d'urticaire voire d'œdèmes. Elle apparaît souvent avant l'âge de 4 ans, lorsque les systèmes digestif et immunitaire ne sont pas encore matures.

"Ce sont les modifications sur des gènes impliqués dans la régulation de ces mécanismes immunitaires qui expliquent l'hérédité de ces allergies", précise Loïc Bureau, spécialiste des allergies alimentaires à l'université de Rennes. Les plats préparés contenant un grand nombre d'aliments ou les produits exotiques peuvent aussi expliquer le risque accru d'allergies alimentaires depuis vingt ans. J.G.



Deux parents allergiques augmentent de 60 % le risque de transmission à leur enfant.

âge. Reste que ces molécules sont des toxines pouvant s'avérer très dangereuses, entre autres pour les asthmatiques. "Il faut faire la différence entre la sensibilisation à une maladie, et le développement ou l'aggravation de celle-ci", commente la chercheuse. Chez celui qui naît asthmatique, avec une proportion élevée de Th2, une infection respiratoire ou l'inhalation d'endotoxines peut tourner au cauchemar.

La constitution d'une flore intestinale variée serait également utile dans la prévention des allergies. En 2012, une étude de l'Américain David Artis a révélé que l'élimination de cette flore par prise d'antibiotiques chez la souris faisait croître les taux de Th2 et d'anticorps dirigés contre les allergènes: sans l'action régulatrice de cette flore, la susceptibilité aux allergies augmenterait! Et ce n'est pas tout! Différentes études menées en Afrique et au Vietnam ont fait le rapprochement entre la recrudescence d'allergies cutanées et l'éradication de certains vers parasites!

Pourtant, l'hypothèse hygiéniste doit faire face à une énorme contradiction. Depuis quelques années, les allergies et l'asthme se développent dans des régions du monde où les normes d'hygiène ne sont pas comparables à celles de nos pays occidentaux. En outre, c'est dans les banlieues américaines que ces maladies explosent, non dans les riches demeures aseptisées. Pour l'heure, même s'il n'est pas question d'abandonner antibiotiques et antiseptiques, la plupart des scientifiques recommandent d'en user avec modération. A.L.-B. ■



▲ Plus les enfants sont exposés aux microbes, et ce dès leurs premiers mois, plus ils pourraient être protégés contre les allergies respiratoires ou cutanées.

61 Est-ce que parler deux langues rend plus intelligent ?

Le cerveau des bilingues est mieux entraîné aux gymnastiques de l'esprit (sélection d'informations, planification...). Et ce, principalement grâce au contrôle accru de leur attention. Un individu parlant deux langues doit apprendre à maîtriser celles-ci au-delà des deux syntaxes, phonologies et vocabulaires. Pour ne pas mélanger les deux, il est obligé d'activer intensément différentes aires du cerveau liées au contrôle exécutif, telles que les ganglions de la base, le cortex cingulaire antérieur, les lobes

frontaux, le cortex préfrontal ou l'aire motrice supplémentaire. Car chez les vrais bilingues, les structures cérébrales impliquées dans la représentation de la deuxième langue sont les mêmes que celles de la première, ce qui produit un chevauchement cérébral important. Généralement, plus une langue est maîtrisée, moins elle occupe de place dans le tissu cérébral. Flexibilité mentale, planification ou alternance entre les tâches... plus habitués à développer des capacités en rapport avec le contrôle exécutif – qui nous

permet de diriger notre conduite vers un but –, les bilingues auraient ainsi plus d'habileté à choisir des informations pertinentes. "Le contrôle exécutif nous permet de cibler et de sélectionner les choses importantes ou ce que nous voulons faire et d'évacuer l'information non pertinente pouvant interférer dans nos activités", précise Albert Costa, professeur de recherche en psychologie à l'université Pompeu Fabra de Barcelone. Chez les bilingues, ce réseau cérébral est plus entraîné puisqu'ils doivent toujours cibler

leur attention sur la langue qu'ils souhaitent parler, en évitant les interférences avec l'autre. " Mais maîtriser deux langues a aussi des inconvénients en ce qui concerne la fluidité de langage et le lexique, suivant la fréquence avec laquelle on les utilise. Certaines études précisent que les bilingues connaîtraient davantage d'états de "bout de la langue", phénomène psychologique en rapport avec la mémoire et par lequel l'individu est sur le point de se souvenir de quelque chose sans y parvenir. L.P.C. ■

62 Qu'est-ce qui déclenche la sensation de faim ?

La faim se déclenche de plusieurs façons. L'explication communément admise est celle d'une baisse du taux de glucose (sucre) à l'intérieur de la veine porte, celle qui transporte le sang depuis les intestins jusqu'au foie. Une diminution de 5 % active des nerfs reliés à l'hypothalamus, la partie du cerveau qui intervient dans le contrôle de la faim. Celui-ci libère alors des messagers chimiques spécifiques, appelés neuromédiateurs – tel le peptide Y, l'hypocrétine et les endocannabinoïdes – qui déclencheront la recherche de nourriture.

Autre piste invoquée, celle des hormones. La ghréline (émise par l'estomac) agit sur l'hypothalamus en passant par le sang. Mais "les mécanismes par lesquels elle est sécrétée restent encore flous", précise Gilles Mithieux, directeur de l'unité Nutrition et cerveau à l'Inserm. Un troisième processus met en jeu la diminution du taux de lipides dans les tissus adipeux, où se situent nos principales réserves de graisse et donc d'énergie. C'est la baisse dans le sang du taux d'une hormone baptisée leptine qui en informe le cerveau.

DIVERS MÉCANISMES ENTRENT EN JEU

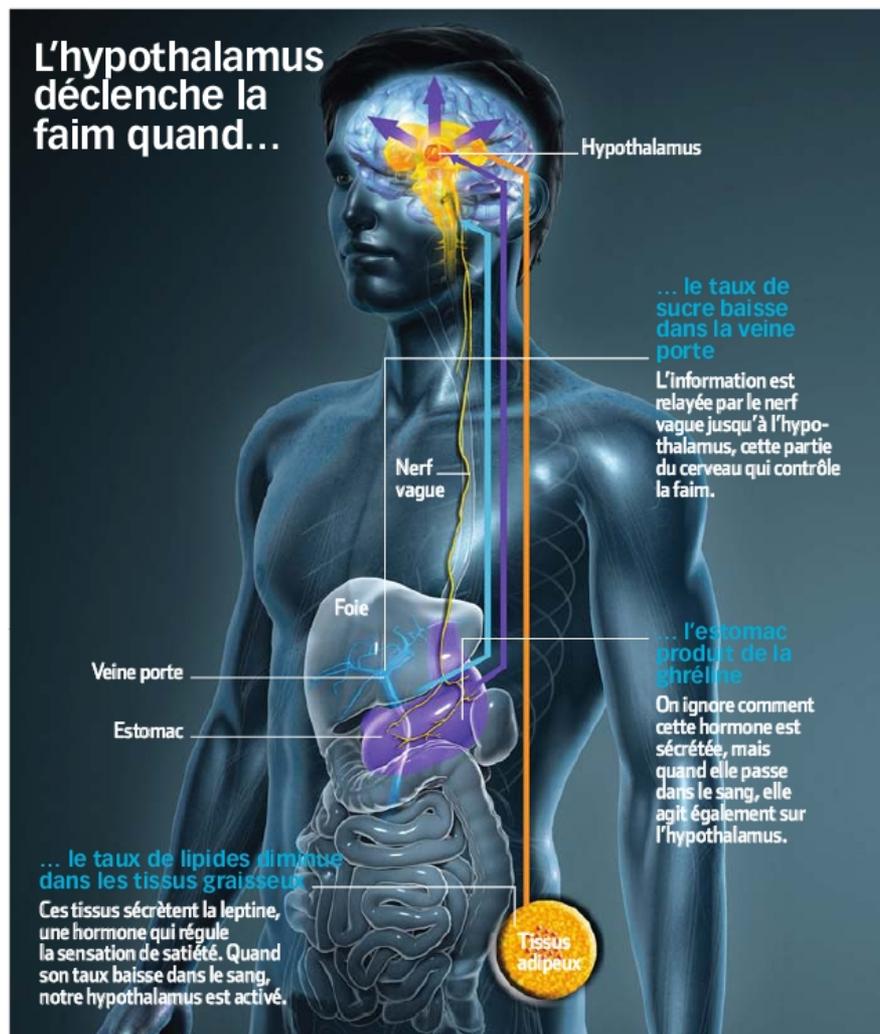
Parallèlement à ces mécanismes physiologiques, un simple coup d'œil en direction de l'horloge peut faire naître l'appétit. "L'influence du rythme biologique est très importante. Si on a pris l'habitude de manger vers midi, la ghréline sera sécrétée vers 11h45, même si le taux de glucose reste élevé", explique Gilles Mithieux. Quant aux stimulations extérieures, le fumet d'une viande grillée suffit à nous donner faim: "Odeur, goût, vue: tout cela active des circuits de l'hypothalamus et des centres comme le cortex et l'hippocampe où sont mémorisées les connaissances nutritionnelles, affirme Bernard Beck, neurophysiologiste à l'Inserm. Leurs effets varient selon la sensibilité de chacun."

Au cours du repas, d'autres mécanismes entrent en jeu. Le gonflement de l'estomac est interprété par le cerveau comme un signe que les besoins en nourriture sont satisfaits,

avant que d'autres hormones, comme la cholecystokinine (CCK) ou le glucagon-like peptide-1 (GLP-1), ne confirment l'information, donnant l'impression d'être rassasié. Après un repas riche en protéines, l'intestin grêle produit du glucose, ce qui déclenche la sécrétion d'insuline destinée à faire baisser le taux de glucose. Résultat: un sentiment de satiété. La faim est calmée pour un moment. Un autre système "coupe-faim" est également

mis en œuvre via la leptine. "Elle agit sur les mêmes neurones que la ghréline, mais elle les inhibe au lieu de les activer, explique Gilles Mithieux. Sa sécrétion varie selon les métabolismes. Ainsi, les personnes souffrant d'obésité y sont-elles insensibles et ont ainsi souvent faim."

Manger éteint donc la faim, même si celui-ci revient progressivement avec la baisse des signaux "coupe-faim". Un processus normal, que les gourmands connaissent bien. **G.S.**



Est-il vrai qu'un **décapité** reste conscient... un tout petit peu ?

La réponse fait froid dans le dos... car il semble bien que oui ! Pendant quelques secondes, une tête tranchée continue à avoir une activité cognitive. La question, macabre, interroge les scientifiques depuis le 17 juillet 1793, lorsque Charlotte Corday est menée à l'échafaud pour l'assassinat de Jean-Paul Marat, figure de la Révolution française. Un contemporain raconte : *"Quand la tête de Charlotte Corday fut tombée, l'exécuteur, la montrant au peuple, osa lui appliquer deux soufflets. Les joues se couvrirent d'une rougeur qui frappa tous les regards."* Or, les joues d'un cadavre ne se colorent pas. Le doute s'installe. Et si la tête de la victime avait rougi d'indignation parce qu'elle était demeurée consciente après avoir été détachée du tronc ? La querelle est lancée. Une fois n'est pas coutume, pour tester leurs hypothèses, les scientifiques sont passés du modèle humain au modèle animal. Ainsi, il y a trois ans, des biologistes de l'Institut du cerveau Donders, à Nimègue (Pays-Bas), ont décapité 9 rats éveillés et 8 rats anesthésiés, en enregistrant leur électroencéphalogramme (EEG). Ils ont constaté que les animaux, même anesthésiés, conservent une très brève conscience, qui s'éteint au bout de 3 ou 4 secondes, avant d'entrer dans un état de torpeur, jusqu'à la mort cérébrale, au bout de 17 secondes. De quoi faire rougir, cette fois, le bourreau de Charlotte Corday. **R.B.**

◀ Depuis la Révolution, les scientifiques s'interrogeaient... Il y a trois ans, des expériences menées sur des rats ont révélé que la conscience ne s'éteignait que 3 ou 4 secondes après la décapitation.

64

La pleine Lune nuit-elle vraiment au sommeil ?

Une étude de 2013 vient semer le doute sur cette idée reléguée au statut de croyance populaire... En étudiant les effets de l'âge et du sexe sur la qualité du sommeil de quelque 33 participants, le chronobiologiste Christian Cajochen et son équipe de l'université de Bâle (Suisse) ont en effet constaté que, lors des nuits de pleine Lune, les volontaires, enfermés dans un laboratoire sans fenêtre, avaient mis en moyenne cinq minutes de plus que d'habitude pour s'endormir. Leur temps total de sommeil avait également été réduit de vingt minutes. De plus, leur taux de mélatonine, une hormone synthétisée principalement la nuit par le cerveau, avait diminué de moitié, tandis que les encéphalogrammes indiquaient une baisse de 30 % des ondes delta, émises pendant le sommeil profond, indiquant une mauvaise qualité de sommeil. Pour nombre de chercheurs, ce serait la lumière du Soleil réfléchiée par l'astre sélène qui influencerait la qualité de notre sommeil. Or, dans l'expérience de Christian Cajochen, les participants n'étaient pas exposés à la lumière. L'hypothèse est alors avancée que la luminosité réfléchiée par la Lune aurait pu jouer un rôle dans le développement de nos ancêtres en réglant leur sommeil sur le cycle lunaire de 29,5 jours. En effet, rester éveillé une nuit plus lumineuse conférerait des avantages, notamment pour la chasse. **S.D.**





▲ Une étude menée en 2013 sur quelque 33 volontaires a mis en évidence qu'on s'endormait moins vite et qu'on dormait moins bien les nuits de pleine Lune.

65 Si on se **concentre**, peut-on maîtriser la **douleur** ?

La question se pose en effet lorsque l'on voit des moines Shaolin, adeptes chinois des arts martiaux, se casser des briques sur la tête ou se coucher à plat ventre sur un tapis de pointes, sans que leur visage trahisse la moindre sensation de douleur. Si les étonnantes capacités de ces religieux restent pour partie inexplicables, plusieurs études affirment que la méditation, dont ils sont des adeptes, pourrait être la clé de leur incroyable aptitude à supporter ces supplices. En 2009, des neurophysiologistes canadiens ont comparé la résistance à la douleur de 13 volontaires adeptes de la méditation (plus de 1000 heures de pratique à leur actif) avec celle de 13 autres participants lambda. Quand les premiers supportaient sans broncher le contact d'une plaque chauffée à près de 50 °C, les autres commençaient à se plaindre à 48 °C.

Des ébauches d'explications ont été apportées en 2011 par des laboratoires de recherche américains. En Caroline du Nord, Fadel Zeidan a recruté quinze étudiants, qui ont appris en quatre séances à méditer par concentration de l'attention sur la respiration. Avant et après chaque séance, l'activité de leur cerveau était enregistrée par IRM alors qu'on leur appliquait une petite plaque chauffée à près de 50 °C.

Résultat: la méditation diminuait en moyenne de 40 % l'intensité de la douleur ressentie.

D'après les enregistrements, ce phénomène allait de pair avec un fonctionnement plus faible du cortex somatosensoriel primaire (impliqué dans la localisation des *stimuli* douloureux) et plus fort du cortex cingulaire antérieur et de l'*insula*, zones associées aux composantes émotive et cognitive de la douleur. Ces résultats rejoignent ceux de neuroscientifiques du Massachusetts General Hospital, dont les travaux ont été menés en 2011 sur des méditants totalisant entre 900 et 20000 heures de pratique, par comparaison à un groupe témoin. Cette fois, la sensation désagréable liée au picotement d'aiguilles plantées dans le bras des volontaires s'est révélée diminuée de 22 % pour les adeptes de la méditation. Ce qui, d'après les analyses en IRM, ne viendrait pas d'une atténuation de la perception douloureuse, mais d'une réponse cognitive autre dont témoigne l'activation de l'*insula*. En clair, le corps du méditant perçoit aussi intensément la douleur que n'importe qui, mais son cerveau traite l'information différemment, et le méditant éprouve donc moins (voire pas) de souffrance. **A.L.-B.** ■



> Le traitement de l'information par le cerveau des méditants leur permettrait de diminuer l'intensité de la douleur ressentie jusqu'à 40 %.

66

Comment expliquer qu'on est **fatigué** après avoir **pleuré** ?

C'est vrai, pleurer laisse toujours une sensation de grande fatigue physique, alors qu'*a priori*, on n'a pas l'impression d'avoir produit un effort particulièrement intense. Les pleurs font appel à des mécanismes du stress qui mobilisent beaucoup d'énergie. De fait, on pleure quand on a mal ou peur, quand on est triste ou en colère...

Autant de situations de stress qui provoquent la libération d'hormones, essentiellement de l'adrénaline et du cortisol. Sécrétées par les glandes surrénales, ces hormones préparent l'organisme à réagir, par la lutte ou la fuite, selon un mécanisme de survie ancestral. Elles accélèrent le rythme cardiaque et la respiration,

dilatatent les vaisseaux sanguins et les bronches, font affluer le sang vers les muscles qui se tendent, redressent les poils sur la peau, accentuent la vigilance... Ces hormones induisent aussi la production d'une forme d'énergie directement utilisable par les muscles, de l'ATP (adénosine triphosphate), à partir des réserves de glucose

et d'acides gras. Du coup, ces réserves diminuent comme après un effort physique. Les pleurs, enfin, mobilisent des muscles peu sollicités car ils s'accompagnent de mouvements de la poitrine, du menton et de l'intérieur de la gorge et d'une tension dans tout le corps. Puis le stress s'estompe; le taux de cortisol ayant diminué



67 Pourquoi les piqûres d'ortie font-elles si **mal** ?

Si ces rougeurs et autres démangeaisons qui se manifestent sur la peau après contact avec la plante sont si désagréables, ce n'est pas un hasard : il s'agit précisément de sa stratégie pour faire fuir les prédateurs. En un mot : ses propriétés urticantes la protègent – comme toutes les urticacées – de nombreux herbivores et insectes nuisibles. Et tant pis pour l'homme s'il s'y frotte... Concrètement, la tige et la face supérieure des feuilles sont armées de poils minuscules dont la pointe en silice est rigide et cassante comme du verre. Dès lors, il suffit d'un frottement pour que la pointe du poil se brise en biseau et rentre dans l'épiderme. Tel l'aiguille d'une seringue, le poil libère alors un liquide urticant. Ce cocktail chimique contient notamment de l'histamine et de l'acide formique (comme dans les piqûres

d'abeilles ou de fourmis), de la sérotonine et de l'acétylcholine. L'histamine provoque la dilatation des vaisseaux sanguins cutanés – d'où l'apparition d'une rougeur. Le plasma, dans lequel baignent les cellules sanguines, quitte ensuite les vaisseaux et s'accumule dans le derme, entraînant la formation d'un œdème. La sensation de brûlure est, quant à elle, due à l'acide formique. Enfin, le démangeaison vient de la stimulation des terminaisons nerveuses cutanées par la sérotonine et l'acétylcholine, deux neurotransmetteurs que nous sécrétons naturellement. Ces effets désagréables peuvent être facilement neutralisés en appliquant sur les piqûres des feuilles écrasées de menthe, d'oseille ou de plantain, contenant une substance anti-inflammatoire qui atténue efficacement les démangeaisons. Em.H. ■

> La tige et la face supérieure de la feuille d'ortie sont pourvues de poils aux pointes rigides et cassantes qui libèrent un liquide urticant au contact de l'épiderme.



d'autant plus vite que les larmes en évacuent une grande partie. Or, les scientifiques supposent que, outre la baisse des réserves énergétiques, cette diminution des hormones de stress provoque elle aussi une sensation de fatigue. L'organisme serait ainsi incité à "recharger ses batteries" pour parer à une éventuelle nouvelle agression. A.D. ■

68 Le gluten est-il si dangereux qu'on le dit pour la santé ?

Même si le régime antigluten, consistant à éliminer tous les produits contenant cet ensemble de protéines végétales que l'on retrouve dans des céréales comme le blé, l'orge ou le seigle fait de plus en plus d'adeptes, la réponse est clairement non pour la majorité d'entre nous.

Car une chose est sûre : si le gluten s'avère parfois terriblement toxique, c'est uniquement chez un tout petit nombre de personnes. A savoir "chez le 0,5 à 1 % de la population qui souffre d'une maladie coéliqua", explique Christophe Cellier, gastro-entérologue à l'hôpital européen Georges-Pompidou, à Paris. Appelée intolérance au gluten, cette maladie concerne le système immunitaire et survient chez des sujets prédisposés génétiquement. Pour eux, aucun doute, le gluten est le coupable désigné de tous leurs maux.

En effet, l'une des protéines qui le composent, la gliadine, déclenche chez eux une réaction immunitaire excessive qui détruit progressivement la paroi interne de leur intestin. Lorsque les symptômes sont nets (amaigrissement, diarrhées, douleurs intestinales, retard de croissance...), le diagnostic se pose sans ambiguïté grâce à un dosage de plusieurs anticorps (dont les anti-gliadines), suivi d'une biopsie de l'intestin. Il suffit alors de suivre un régime sans gluten strict pour guérir complètement.

Or, dans la majorité des cas, les personnes souffrant d'une maladie coéliqua ne sont pas dépistées. Leurs symptômes étant mineurs (anémie, ballonnements, fatigue...), voire inexistant, la maladie n'est souvent repérée que tardivement, voire jamais. Résultat : selon les gastro-entérologues, parmi le 0,5 à 1 % potentiellement touché, seuls 10 à 20 % des personnes sont clairement diagnostiquées.

Et, c'est vrai, pour certaines d'entre elles, la consommation prolongée de gluten peut avoir des conséquences désastreuses : aggra-

vation des symptômes, accumulation de carences pouvant aboutir à une ostéoporose, développement d'autres maladies auto-immunes, d'un diabète, d'une stérilité, voire dans certains cas extrêmes d'un cancer de l'intestin.

Si scientifiquement, l'affaire de l'intolérance au gluten semblait réglée, une étrange "pathologie" – que certains médecins hésitent encore à qualifier de "maladie" – est venue semer le doute sur la toxicité du gluten chez une population cette fois bien plus large. Le nom de cette entité ? L'hypersensibilité au gluten. Maux de ventre, fatigue, ballonnements : les symptômes d'inconfort peuvent en effet évoquer l'intolérance au gluten... "Sauf que l'examen médical ne révèle pas de traces d'atrophie des replis de la paroi intestinale ni d'anticorps positifs", observe Jérôme Viala, pédiatre gastro-entérologue à l'hôpital Robert-Debré, à Paris.

BANNI POUR DE MAUVAISES RAISONS

Et, faute de critères objectifs, les médecins ne peuvent classer cette entité qu'à la frontière entre la maladie coéliqua et les troubles intestinaux (du type intestin irritable). Il est donc difficile de connaître la prévalence de cette hypersensibilité. Sachant que les auto-diagnoses sont de plus en plus nombreux. Quelques études se risquent à avancer le chiffre de 6 à 10 % de la population... en se basant sur la déclaration de symptômes ressentis, mais non objectivés.

Si la réalité de cette forme d'"hypersensibilité alimentaire" semble aujourd'hui reconnue par une large part de la communauté scientifique, la culpabilité du gluten n'est cependant pas clairement établie. Une récente hypothèse suggère même que la réduction des symptômes observée en cas de régime restrictif serait due à l'élimination des sucres non digestibles, les FODMAPs,



▲ Présent dans certaines céréales, dont le blé, le gluten ferait l'objet d'intolérance aux conséquences parfois très graves chez seulement 0,5 à 1 % de la population.

qui ont la fâcheuse tendance de fermenter et qui se trouvent dans les mêmes aliments que le gluten... "Beaucoup de personnes déclarent se sentir mieux lorsqu'elles excluent le gluten de leur alimentation, mais excluent-elles seulement le gluten?", s'interroge Nadine Cerf-Bensussan, spécialiste des mécanismes immuno-pathologiques de la maladie coéliqua à la faculté de médecine Necker, à Paris.

Voilà toute la singularité de ce nouvel interdit : de plus en plus de personnes bannissent le gluten pour de mauvaises raisons, tandis que d'autres continuent d'en consommer alors qu'il est éminemment toxique pour elles... M.-C.M.



69 Quelqu'un peut-il avoir plus de **10/10** aux tests de **vue** ?

Ce n'est un secret pour personne : les pilotes de chasse doivent avoir une acuité visuelle d'au moins 10/10. Et avoir 12/10 à chaque œil est un plus. Car une telle acuité permet de distinguer des objets plus petits. Concrètement, l'acuité visuelle n'est autre que le pouvoir de discrimination, mesuré lorsqu'on regarde un petit objet, appelé optotype, sur un fond qui a le contraste maximal : généralement, des petites lettres noires sur un fond blanc. Cette acuité dépend de la forme du cristallin, de l'œil et de la cornée, de la densité des photorécepteurs sur la rétine et du traitement de l'image par le cerveau. En France, l'acuité se mesure sur l'échelle de l'ophtalmologiste Ferdinand Monoyer, mise au point en 1875 et utilisée depuis dans de nombreux pays. Une acuité de 10/10 sur l'échelle de Monoyer n'est

pas le score le plus haut, mais correspond à la moyenne de l'acuité de la population générale. Elle permet de distinguer les emmétropes (doté d'une vision normale), les myopes (qui voient moins bien de loin) et les hypermétropes (qui voient moins bien de près). Une acuité de 10/10 correspond à la capacité de voir une lettre de 7,3 mm environ à 5 m. Certaines personnes sont capables de voir, à cette distance, des lettres de 4 ou 5 mm, ce qui correspond à une acuité de 14/10 à 16/10. Au cours de la vie, l'acuité visuelle va de 1/20 chez le nourrisson, pour atteindre les 10/10 vers l'âge de 5 ans et les dépasser le plus souvent à l'adolescence. Progressivement, on revient aux 10/10 entre 50 et 60 ans, puis le déclin se prolonge jusqu'à la vieillesse, notamment en raison du jaunissement du cristallin. F.G. ■



70

Que se passe-t-il lors de l'**andropause** ?

L'andropause est l'équivalent chez l'homme de la ménopause (l'arrêt définitif de la capacité de reproduction). Le déclin de la production par les testicules de leur hormone sexuelle, la testostérone, est constant et progressif, non pas soudain comme chez la femme. Les médecins parlent

d'hypoandrogénie. A partir de la quarantaine, certains hommes peuvent éprouver des symptômes similaires à ceux de la ménopause : fatigue, irritabilité, prise de poids... Ils peuvent aussi connaître des difficultés d'érection ou une réduction de la masse musculaire. Mais ces signes se manifestent plus

ou moins tardivement (parfois après 80 ans) et à des degrés divers. Au final, seuls près de 30 % des hommes connaissent une véritable hypoandrogénie. Ce processus physiologique est diagnostiqué en déterminant le niveau de testostérone active (biodisponible) dans le sang (taux inférieur à

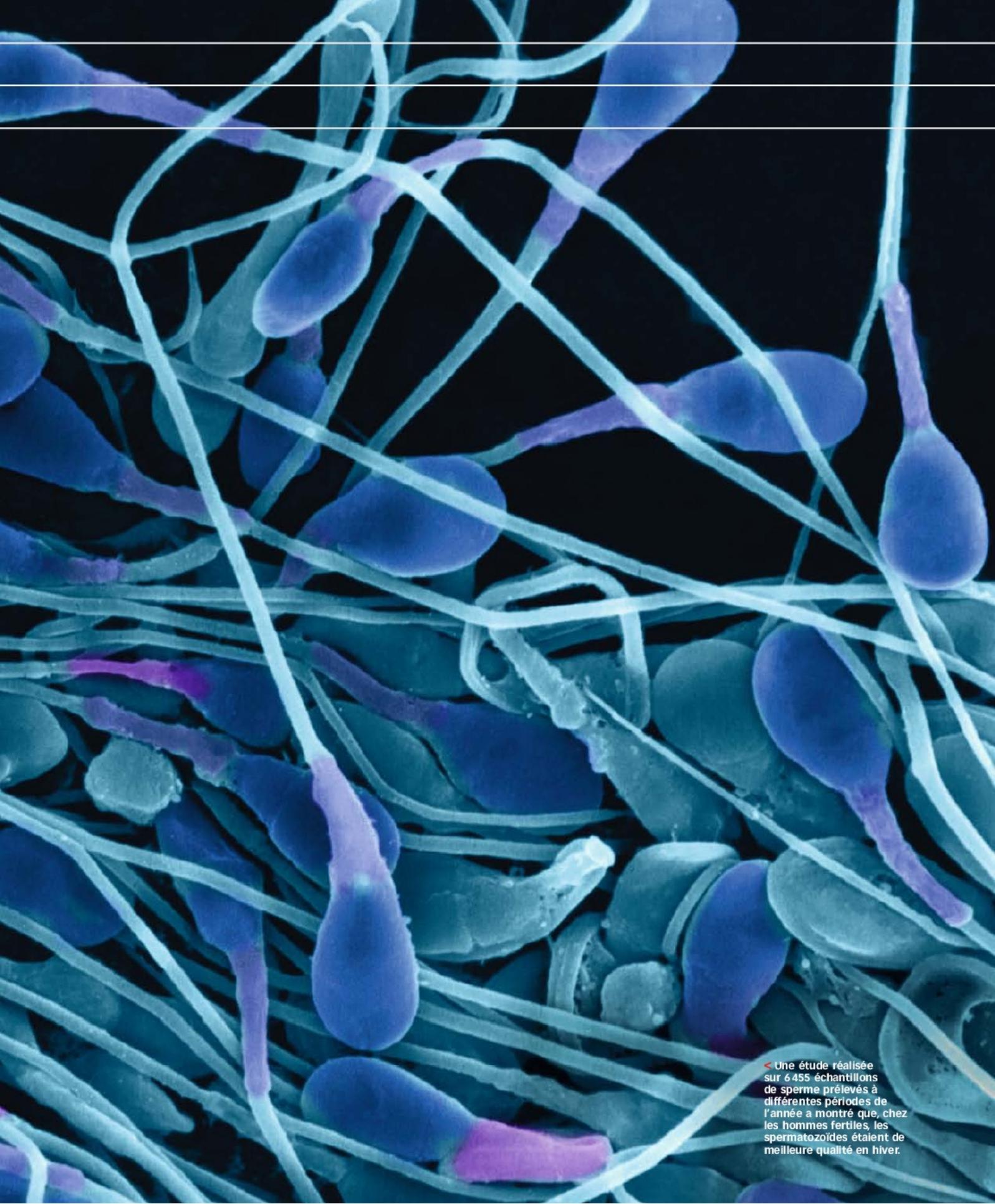
0,8 nanogramme par millilitre). Un traitement à base d'hormones androgènes (hormones stéroïdiennes) s'avère parfois nécessaire car, outre le mal-être occasionné par les symptômes, une carence hormonale peut provoquer des troubles cardiovasculaires et une fragilité osseuse (ostéoporose). M-F.T. ■

71

Les spermatozoïdes sont-ils sensibles aux cycles des saisons ?

Au vu du pic de naissances qui a lieu chaque année en septembre, la question se pose. Et la réponse ne tient pas uniquement aux écarts de conduite la nuit du nouvel an, mais peut-être aussi à une "saison du sperme", constatée à la même période par des chercheurs israéliens. Ils ont comparé 6455 échantillons de sperme humain à des époques différentes de l'année. Leur découverte ? Chez les hommes fertiles, la concentration en spermatozoïdes, tout comme leur rapidité de déplacement, baisse de manière significative à partir du printemps et jusqu'à l'automne. Et les spermatozoïdes sont souvent mieux formés durant les mois d'hiver. En revanche, les hommes peu fertiles ne subissent pas ces variations de concentration, et leurs spermatozoïdes sont plus mobiles et comptent moins d'anomalies au printemps et à l'automne. Ces cycles de fertilité, déjà connus chez nombre de mammifères, n'avaient jamais été montrés à grande échelle chez l'homme. Les raisons objectives expliquant ce pic des naissances étaient seulement comportementales. Ainsi, l'Institut national d'études démographiques, qui constate par ailleurs que cette saison des naissances a évolué au fil des siècles, rappelle deux autres explications : le délai moyen de conception des Françaises – qui tombent enceintes plus souvent en hiver après avoir arrêté toute contraception à l'automne dans l'espoir (majoritaire) d'accoucher au printemps – et... une moindre vigilance contraceptive à la Saint-Sylvestre. X.T. ■





< Une étude réalisée sur 6 455 échantillons de sperme prélevés à différentes périodes de l'année a montré que, chez les hommes fertiles, les spermatozoïdes étaient de meilleure qualité en hiver.

72 Est-ce qu'un **borgne** peut voir un film en **3D** ?

Non, une personne n'ayant l'usage que d'un œil (depuis sa naissance ou non) ne pourra jamais percevoir parfaitement les trois dimensions de l'espace (largeur, hauteur et profondeur). Pour y parvenir, la vision binoculaire (deux yeux) est indispensable. C'est elle qui permet de voir la profondeur. Espacé en moyenne de 6,5 cm, chaque œil possède son propre champ de vision, généralement de 60 degrés vers le haut, 70 degrés vers le bas et 90 degrés latéralement. Leurs orbites sont frontalisées, c'est-à-dire orientées vers l'avant, de manière à ce que le champ visuel de chaque œil recouvre une partie du champ visuel de l'autre. Et c'est cette partie commune qui correspond au champ visuel dit binoculaire. Pour fournir une image en relief, le cerveau doit assembler les deux images transmises par les nerfs optiques. Il les associe en fonction de leurs points communs et les superpose pour recomposer une seule image permettant de distinguer les profondeurs et les distances selon différentes perspectives. C'est d'ailleurs ce principe – présenter à chaque œil une image avec

un angle légèrement différent – qu'utilise la technologie 3 dimensions (3D). Conséquence: au cinéma, les personnes qui ne voient que d'un œil (en termes médicaux, on parle de "monophtalmes") ne perçoivent le film qu'en 2 dimensions (2D). A défaut, pour percevoir les trois dimensions de l'espace, leur cerveau peut s'appuyer sur des indices visuels présents dans le champ de vision de l'œil valide et, de la sorte, reconstituer partiellement distances et relief.

UNE CERTAINE PROFONDEUR DE CHAMP

Les borgnes ne voient donc pas en 3D, mais ils peuvent avoir une certaine notion de la profondeur de champ grâce à différents indices. Ces derniers sont d'abord géométriques. La taille des objets est l'indication la plus évidente: plus un objet est éloigné, plus il paraît petit, et inversement. Autre indice, les lignes de fuites: ces droites qui apparaissent lorsqu'on se trouve face à une perspective.

Les monophtalmes peuvent également s'appuyer sur les ombres projetées par les personnes ou les objets, qui indiquent leur

relief. Tandis que le mouvement de la tête, ou le flou qui peut entourer l'objet regardé, permet de révéler des plans de profondeurs différentes. Tous ces indices sont analysés de manière inconsciente. Le cerveau fait, naturellement, la synthèse des informations qui le renseignent sur ce qui se présente devant l'œil valide. Et y ajoute le sens du toucher. Ainsi, quand on saisit une pomme pour la première fois, le cerveau en apprécie la taille et la place qu'elle occupe dans la main. Si, ensuite, une pomme apparaît à la télévision, le cerveau complètera la vision en deux dimensions par les informations emmagasinées lors de cette première expérience sensorielle personnelle. On devine alors sa place réelle dans l'espace, sans avoir besoin de la toucher. On n'a plus l'impression de voir une pomme en 2D, mais une pomme normale.

Reste que les individus privés d'un œil ne voient jamais double, et leur appréciation des distances et des profondeurs, même nourrie de multiples indices, est toujours moins précise puisqu'ils n'ont qu'un angle de vue. **X.T.**

ZUMAPRESS.COM - O. DIMIER/PHOTOALTO/CORBIS

73

Pourquoi **crie-t-on** de **douleur** ?

Les scientifiques ne le savent pas précisément, mais ils avancent trois grandes hypothèses qui ne sont pas incompatibles entre elles. A savoir: le cri de douleur servirait à appeler au secours; à se défendre en effrayant et en faisant fuir l'agresseur, ou en lui signifiant d'arrêter son geste; et/ou à soulager la douleur. En 2003, une équipe canadienne a montré sur 64 volontaires que les cris sont plus longs lorsqu'ils sont émis en présence d'autres per-

sonnes. La vocalisation de la douleur aurait donc bien pour but d'attirer l'attention pour se faire aider. En revanche, l'hypothèse selon laquelle le cri soulagerait la douleur suppose que crier déclencherait, via des mécanismes encore inconnus, la libération de substances neuronales calmantes telles les endorphines... Or, crier est une réponse de protection réflexe à la douleur, comme retirer sa main quand on se brûle. Mais, "contrairement au réflexe de retrait, le cri est

émis lorsque les douleurs sont perçues comme fortes, rarement quand elles sont faibles", précise Radhouane Dallel, chercheur en neurobiologie de la douleur à Clermont-Ferrand. Toutefois, face à une même douleur, on ne crie pas tous et pas toujours. Et pour cause: sa perception est très subjective, selon notre vécu ou notre état psychologique du moment, on ne ressent donc pas une douleur donnée de la même façon que son voisin, ni de la même façon que la veille. **K.B.**





▲ Pour voir en 3D, le cerveau doit superposer les deux images fournies par chaque œil.

74 Qu'est-ce qui fait que l'on rougit ?

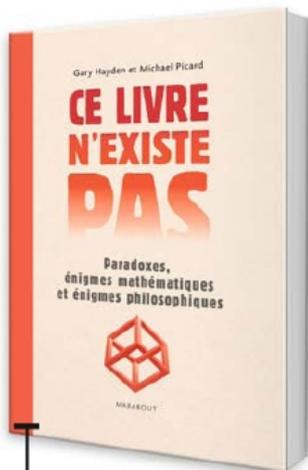
Que cela soit de colère, de honte voire de plaisir, le rougissement du visage serait avant tout un moyen de communiquer ses émotions. *“Celles-ci ont toutes un sens social”*, rappelle Antoine Pelissolo, psychiatre au CHU Henri-Mondor (Créteil) et coauteur du livre *Ne plus rougir et accepter le regard des autres*. Pourtant, la réaction peut parfois sembler paradoxale : lorsque l'on éprouve de la honte et que l'on aimerait se cacher sous terre, notre visage trahit notre confusion. *“Dans*

ce cas, on peut penser que le rougissement a servi à créer une cohésion de groupe, estime le professeur. En rougissant, je montre à l'autre que je reconnais avoir fait une bêtise.” Ce qui aurait pour vertu d'apaiser les conflits. La mécanique cérébrale du rougissement reste cependant encore floue. Schématiquement, l'amygdale – cette structure en forme d'amande située dans la partie frontale du lobe temporal où convergent les informations émotionnelles – envoie un message à

l'hypothalamus. Cette petite région, située au cœur du système nerveux central, sert de pont entre le système nerveux autonome (contrôlant certaines fonctions automatiques comme la digestion et la respiration) et le système nerveux sympathique (qui contrôle des activités inconscientes de l'organisme comme le rythme cardiaque) déclenche alors la production d'adrénaline, l'hormone du stress, qui entraîne à son tour la dilatation des vaisseaux sanguins du

visage, où le sang afflue. C'est une réaction réflexe, et donc incontrôlable, comme le notait déjà Charles Darwin en 1872 : *“Non seulement la rougeur est involontaire, mais encore le désir que nous avons de la réprimer, en attirant notre attention sur notre personne, nous y dispose de plus belle.”* Chez certains, cela peut tourner à l'obsession et à la phobie sociale. Ce trouble est appelé “éreutophobie” : la peur obsédante de rougir devant autrui. V.E. ■

Vusés non contractuels



Bienvenue au pays étonnant des paradoxes!

Pour vous creuser la cervelle et remettre en question tout ce que vous pensez savoir, découvrez ce livre rempli d'énigmes mathématiques et philosophiques. De l'Antiquité grecque à Albert Einstein, faites un voyage palpitant du simple contre-intuitif au totalement absurde.

Ce livre n'existe pas - 12,90 €
DIM. 14,5x22 CM. 160 PAGES. MARABOUT.

Offre introuvable ailleurs!

Exceptionnel!

Offrez-vous le coffret de 2 livres *Science & Vie* Témoin d'un siècle 1913-2013 en **ÉDITION EXCLUSIVE NUMÉROTÉE** avec la LITOGRAFIE originale de la couverture *Science & Vie* d'octobre 1932.

Offre collector exclusive Coffret Témoin d'un siècle

COFFRET DE 2 LIVRES : 2 LIVRES DE 500 PAGES COULEUR CHAQUIN. PLUS DE 3000 ILLUSTRATIONS, PHOTOGRAPHIES ET DOCUMENTS. DIM. 22,5x28,5CM.

LITHOGRAPHIE : GRAND FORMAT : 62x86CM. 11 COULEURS SUR PAPIER 170 G : CRÉATION MAEGHT ÉDITIONS.

Avec le soutien de l'école polytechnique et de sa Fondation

LE MEILLEUR DE SCIENCE & VIE



Prix public: 129€
119€ seulement!
RÉDUCTION SPÉCIALE **10€**
[FRAIS D'ENVOI OFFERTS]

Jean-Claude Massard, Renaud Marot.

LE HIGH-TECH À PORTÉE DE MAIN

Dessiner en 3D, c'est déjà possible!

Comme les imprimantes 3D mais sans aucun bruit, le Stylo 3D vous permet de dessiner en 3 dimensions, de gauche à droite, de bas en haut, d'avant en arrière. Au lieu d'une encre traditionnelle, le stylo éjecte une substance filaire plastique, qui durcit très rapidement afin de sculpter de véritables objets.



Stylo 3D

MARQUE : LESTYLO3D TEMPÉRATURE DE CHAUFFE 250°.
DIM. : (L) 17 CM. x (l) 4 CM. Ø POINTE 0,7 MM. POIDS 160 G.
COUPEUSE AUTOMATIQUE DE L'ALIMENTATION, 2 VITESSES,
ADAPTATEUR SECTEUR INCLUS, NE CONVIENT PAS AUX ENFANTS DE MOINS DE 12 ANS. 6 CARTOUCHES DE COULEUR OFFERTES (30 G. CHAQUE).

Lot de 6 cartouches - 45,90 €

POIDS 100 G. CHAQUE. COULEURS : NOIR, BLANC, BLEU, ROUGE, VERT, JAUNE.



En cadeau : 6 cartouches de couleur

99,90 € seulement!
LIVRAISON RAPIDE COLISSIMO OFFERTE

Vidéo explicative sur notre site web!



49,90 € seulement!
FRAIS D'ENVOI OFFERTS

Garantie 10 ans

L'authentique MagLite® technologie LED 3^e génération

Réputée pour sa fiabilité, sa robustesse et sa puissance d'éclairage, la mini Mag-Lite est l'accessoire indispensable à avoir chez vous ou dans votre voiture. Avec ses 2 LED, elle éclaire beaucoup plus qu'une ampoule classique, en consommant moins de pile.

Lampe MAGLITE® mini 2AA LED

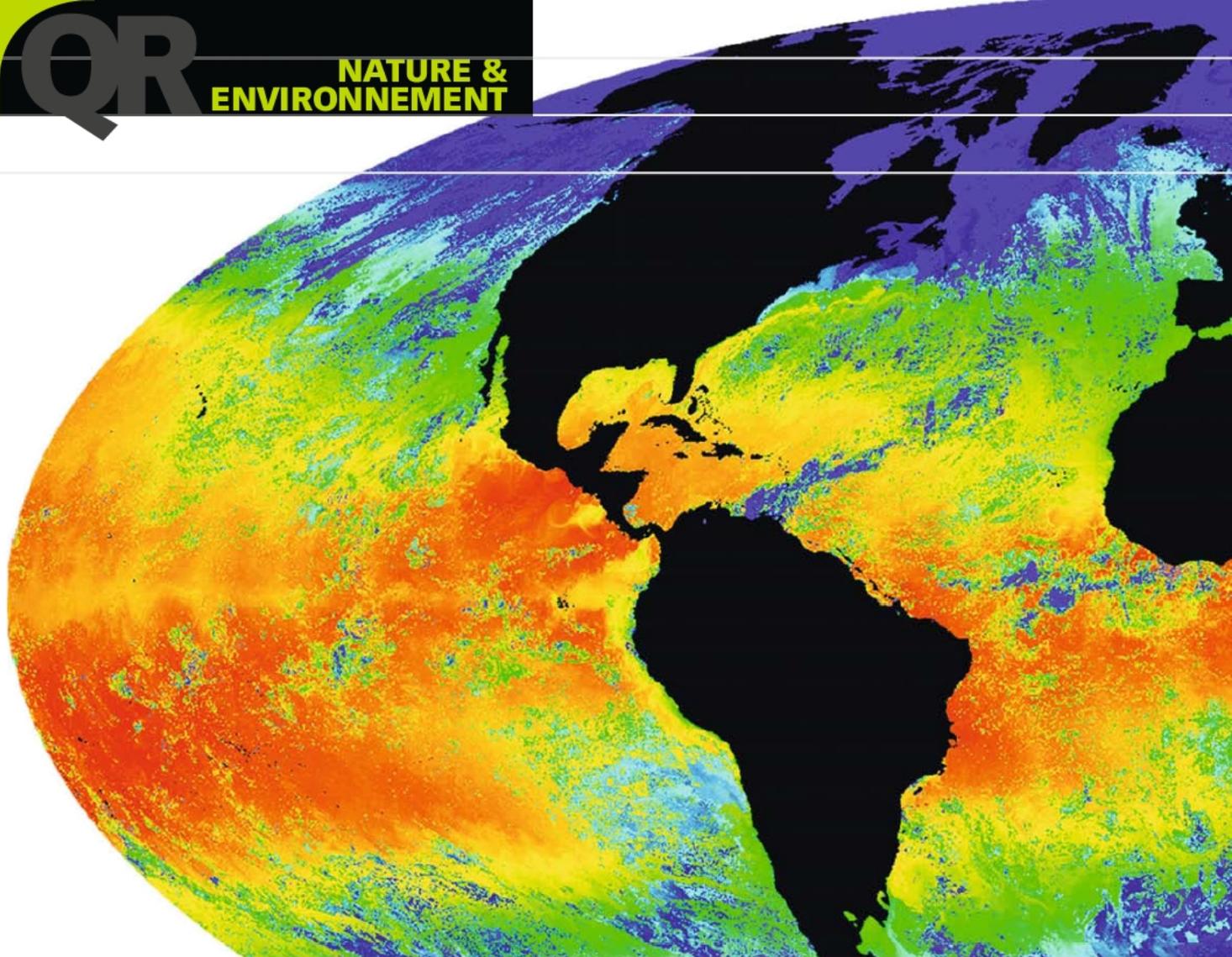
L 16,8 CM. Ø TÊTE : 2,5 CM. Ø CORPS : 1,8 CM. 245 LUMENS JUSQU'À 150 M. FANÇEAU RÉGLABLE. INTERRUPTEUR 2 MODES « HAUTE » ET « BASSE » PUISSANCE.



QUESTION RÉPONSE

NATURE & ENVIRONNEMENT

- PAGE 86 **Q&R75** Le **réchauffement** climatique est-il définitivement **prouvé** ?
- PAGE 88 **Q&R76** Deux animaux **clonés** sont-ils strictement **semblables** ?
- PAGE 89 **Q&R77** Est-il possible de **cultiver des cèpes** ou des girolles ?
- PAGE 91 **Q&R78** Pour quelle raison les **crabes** marchent de travers ?
- PAGE 92 **Q&R79** La **France** pourrait-elle redevenir un pays **minier** ?
- PAGE 92 **Q&R80** Quel est l'**animal** le plus vieux du **monde** ?
- PAGE 94 **Q&R81** Pourquoi le **vol** du **moustique** n'est-il pas **silencieux** ?
- PAGE 96 **Q&R82** Tous les **avions** laissent-ils une **traînée** dans leur sillage ?
- PAGE 97 **Q&R83** Y a-t-il un **poussin** dans chaque **œuf** de poule ?
- PAGE 97 **Q&R84** Les **animaux** sont-ils **chatouilleux** ?
- PAGE 98 **Q&R85** Qu'est-il prévu pour sauver **Venise** des eaux ?
- PAGE 100 **Q&R86** Pourquoi le **blanc** de l'**œil** est-il plus petit chez l'animal que chez l'homme ?
- PAGE 102 **Q&R87** Comment un **perroquet** parvient-il à **imiter** la voix ?
- PAGE 102 **Q&R88** Est-il possible de voir des **bactéries** à l'**œil nu** ?
- PAGE 104 **Q&R89** Pourquoi le **loup** reste-t-il un animal **protégé** en France ?
- PAGE 105 **Q&R90** A quelle **heure** de la journée fait-il le plus **froid** ?
- PAGE 105 **Q&R91** Y a-t-il de l'**eau douce** dans le sous-sol des **océans** ?
- PAGE 106 **Q&R92** Pourquoi le **flamant** se tient-il sur une **patte** ?
- PAGE 108 **Q&R93** Le **changement d'heure** permet-il vraiment de faire des **économies** d'énergie ?
- PAGE 108 **Q&R94** Une **année de chien** revient-elle à **7 ans** de vie humaine ?
- PAGE 109 **Q&R95** Les **barrages** abaissent-ils le **niveau** des océans ?
- PAGE 110 **Q&R96** Comment se forme la **coquille de l'œuf** ?
- PAGE 111 **Q&R97** Que sait-on exactement de la **pollution** des mers liée aux **matières plastiques** ?
- PAGE 111 **Q&R98** Pourquoi les **hommes** sont-ils plus **poilus** que les femmes ?
- PAGE 112 **Q&R99** Comment s'est formé le **ciel** qui se trouve au-dessus de nous ?
- PAGE 114 **Q&R100** La **pêche** en eaux profondes menace-t-elle le fond des mers ?



75 Le **réchauffement** climatique est-il définitivement **prouvé** ?

Oui ! En tout cas, il ne fait plus débat au sein de la communauté scientifique. En septembre 2013, le cinquième rapport du groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) l'a réaffirmé : le degré de certitude sur le changement climatique et la responsabilité de l'homme sont "extrêmes". Alors que le débat était encore vif il y a moins d'une décennie, le consensus est aujourd'hui largement consolidé.

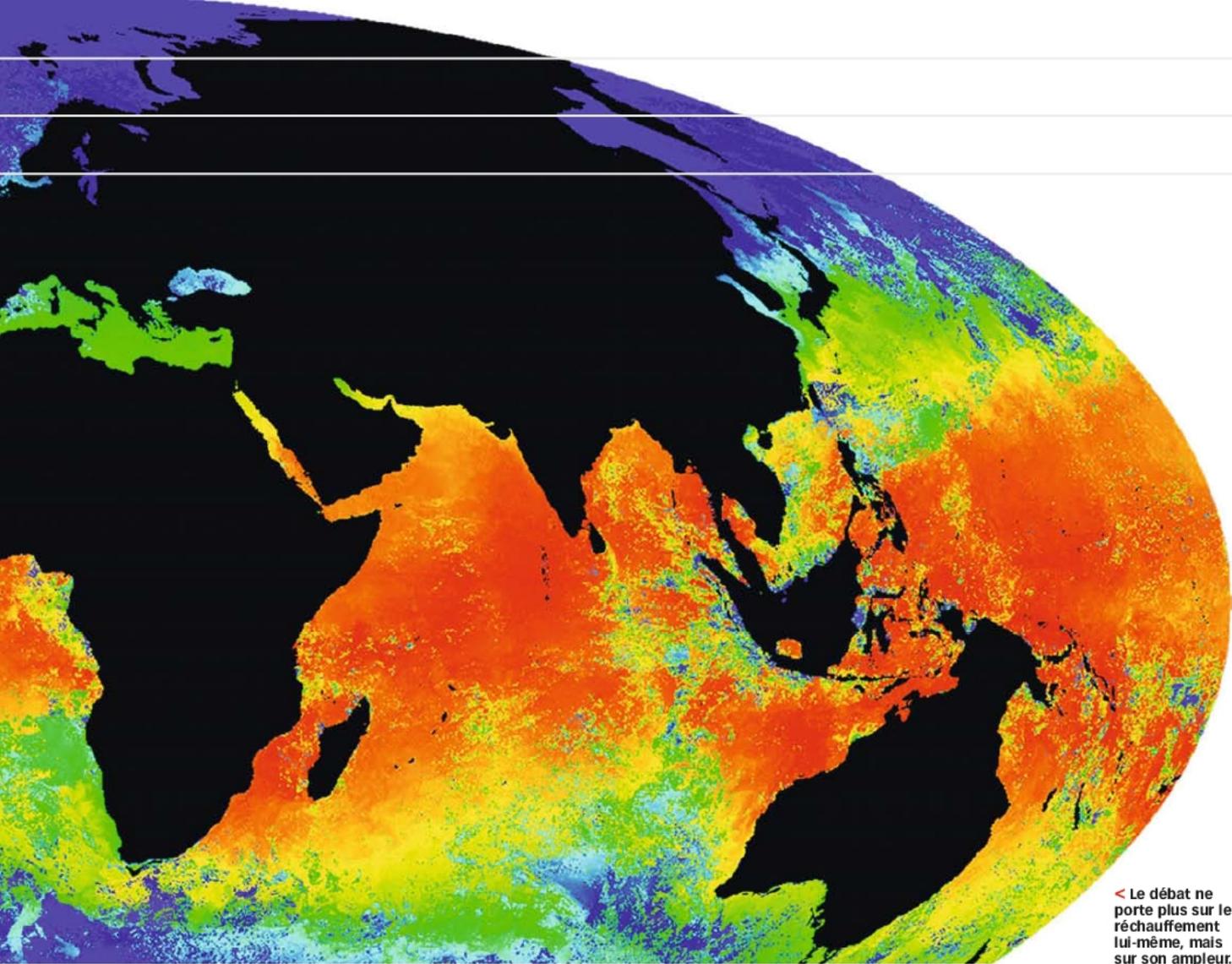
Une étude publiée en mai 2013 par des chercheurs australiens et américains a d'ailleurs précisément quantifié le niveau de ce consensus et son évolution. En épluchant

les résumés de 12000 publications parues entre 1991 et 2011, ils ont constaté que 98,4 % des auteurs qui expriment leur opinion approuvent la position selon laquelle les hommes sont responsables du réchauffement climatique. "*Le nombre d'articles rejetant le consensus sur le réchauffement d'origine anthropique est une infime proportion de la recherche publiée*", constate John Cook, de l'université du Queensland, en Australie. Sur les 11944 résumés d'articles passés au crible, 78 réfutent l'idée d'un réchauffement.

Certes, comme toute "vérité scientifique", ce très fort consensus pourrait un jour se

révéler faux, et une théorie alternative s'avérer plus pertinente (les climatosceptiques aiment brandir la figure d'un Galilée, qui a raison seul contre tous). Mais aucune observation ni aucune simulation ne vont jusqu'ici dans ce sens. L'étude montre d'ailleurs que dans deux tiers des articles, les auteurs ne prennent même pas la peine d'exprimer une position pour ou contre l'existence du réchauffement climatique.

"*Un résultat attendu dans les situations de consensus, pour lesquelles les scientifiques concentrent leurs discussions sur des questions qui sont encore débattues ou irrésolues plutôt*



< Le débat ne porte plus sur le réchauffement lui-même, mais sur son ampleur.

que sur des sujets à propos desquels tout le monde est d'accord", précisent les auteurs. Autre enseignement: l'assentiment ne date pas d'hier! "Un consensus scientifique était déjà en place dès 1991, et s'est élargi depuis," détaille John Cook. Cela se reflète dans les conclusions de plus en plus définitives sur l'attribution du réchauffement publiées dans les rapports successifs du GIEC."

LES EFFETS SONT ENCORE DISCUTÉS

Il n'empêche: malgré vingt ans d'entente, l'idée que les spécialistes sont divisés sur cette question demeure très répandue dans l'opinion. En particulier dans les pays anglo-saxons, Etats-Unis en tête. Un sondage réalisé à la fin de l'année 2012 par le Pew Research Center révèle ainsi que 43 % des Américains pensent que les scientifiques ne sont pas d'accord sur le fait que la Terre se réchauffe à cause des activités humaines. "Il est important de corriger la

mauvaise perception du public sur l'état du consensus, car cela détermine le soutien apporté à la lutte contre le réchauffement", remarque John Cook.

Le rapport du GIEC a aussi pour mission de combler ce fossé entre scientifiques et opinion publique. Un chapitre précise notamment que "les preuves de l'effet des influences humaines sur le climat ont continué à s'accumuler et à se renforcer depuis le quatrième rapport" (2007). Qu'il s'agisse de la hausse des températures à la surface de la Terre ou des océans, de l'accélération du cycle de l'eau ou de la fonte des glaciers, le doute n'est plus permis!

Si le constat d'un réchauffement global est unanime, l'intensité des changements climatiques à venir reste entachée d'incertitudes, dont certaines font l'objet de vives discussions. Par exemple, celle qui concerne une pause dans le réchauffement, observée depuis une décennie. De là, peut-être, la confusion que le réchauffement ne ferait

pas consensus, alors que ce sont ses effets qui sont discutés par les scientifiques.

"La réalité du réchauffement ne fait aucun doute, et le rôle des activités humaines y est déterminant sur les cinquante dernières années, mais il y a encore beaucoup à comprendre sur le fonctionnement du système climatique pour mieux anticiper ses conséquences", confesse Valérie Masson-Delmotte, du Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement. Entre autres questions cruciales: les interactions entre les aérosols et les nuages, la variabilité interne du climat à l'échelle décennale et les projections de l'élévation du niveau des mers. Ces dernières, notamment, ont été revues à la hausse par le GIEC, et leur poids dans les calculs mis en exergue.

Cependant, que les scientifiques n'aient pas toutes les réponses n'implique pas qu'ils remettent en question l'existence même du réchauffement. Ni la responsabilité de l'homme. **B.B.**

76

Deux animaux **clonés** sont-ils strictement **semblables** ?

Absolument pas. Si le cinéma nous abreuve d'images de clones strictement identiques, la réalité est tout autre. Les élevages de bovins conçus par clonage en témoignent : aucun veau ne porte les mêmes taches. Ainsi, en comparant deux clichés photographiques (de profil, par exemple), on s'aperçoit que les clones ont certes le même nombre de taches, mais que leur forme diffère et que leur emplacement est légèrement décalé. *"La couleur et la proportion des taches sont déterminées, explique Hélène Jammes, directrice de recherches à l'Inra, mais leur forme et leur répartition n'obéissent pas aux règles strictes de la génétique."* Au cours du développement de

l'embryon, les cellules de la peau qui fabriquent les mélanocytes pigmentés migrent dans le fœtus aléatoirement. Les embryons n'ont pas tout à fait le même matériel génétique : un clone porte l'ADN prélevé dans le noyau des cellules de l'animal original, mais aussi de l'ADN "maternel" issu de la cellule œuf dans laquelle l'ADN original a été inséré. Et les mêmes gènes peuvent s'exprimer différemment : les marqueurs épigénétiques (régulant l'expression des gènes sans être codés dans la séquence d'ADN) déterminent quelle partie de l'ADN sera lue. Différents d'un individu ou d'un clone à l'autre, ils sont sensibles à l'environnement, et donc à la vie de chaque clone. **O.D.** ■



Aucun veau cloné ne porte les mêmes taches : leur forme et leur emplacement diffèrent.

T. DES OUCHES/ES/CORBIS - H. ZETTL/CORBIS

77 Est-il possible de **cultiver** des cèpes ou des girolles ?

En théorie, c'est possible. "Le problème, explique Yves-François Pouchus, professeur de botanique et de mycologie à l'université de Nantes, c'est que ce ne sont pas des champignons qui poussent tout seuls." Les cèpes comme les girolles sont des champignons mycorhiziens qui doivent être associés à certains arbres pour vivre. Au contraire du fameux champignon de Paris ou de la trentaine d'espèces comestibles cultivées. "Le mycélium, la partie non reproductrice du champignon, se combine aux racines de l'arbre pour croître. Le champignon profite ainsi de la matière organique synthétisée par l'arbre, qui lui y gagne de nouvelles racines pour puiser plus d'eau et de sels minéraux. C'est un échange gagnant gagnant", précise le professeur. Mais pour qu'ils puissent produire des sporophores – la partie du champignon que l'on récolte –, un certain nombre de conditions environnementales doivent être remplies. Or, ces conditions ne sont toujours pas maîtrisées. Par exemple, dans le cas du cèpe, si les chercheurs ont désormais identifié certains facteurs microclimatiques déclenchant, comme la chute brutale de la température du sol et la pluie, d'autres paramètres restent encore difficiles à maîtriser : l'exposition, le pH du sol, la présence ou non d'autres champignons compétiteurs agressifs, un lieu de pousse aéré,

l'âge de l'arbre mycorhizé, etc. Il faut en outre attendre des années entre l'inoculation du mycélium et l'apparition des cèpes. Années durant lesquelles les conditions climatiques sont déterminantes pour la pousse future des champignons. Il existe cependant d'autres champignons mycorhiziens dont la culture est contrôlée. Le plus célèbre : la truffe du Périgord. L'explication : son prix de vente (jusqu'à 900 € le kg). "C'est ce qui a encouragé à mener des recherches", explique Yves-François Pouchus. D'abord en Italie, en 1967, où la synthèse mycorhizienne d'une truffe avec un arbre a été réalisée pour la première fois ; puis en France, à l'Inra de Clermont-Ferrand, où a été mis au point en 1970 le procédé utilisé pour sa culture. Le principe : le cultivateur inocule une préparation à base de spores de truffes dans les graines ou les jeunes plants de chênes, placés sur un substrat propice à la mycorhization et à son développement, à l'abri d'une serre. Ils peuvent y rester entre six et huit mois pour la truffe du Périgord. Et la morille ? Elle n'aurait pas besoin d'une association avec un arbre pour vivre, mais sa culture reste influencée par son environnement. Certaines espèces préfèrent les feuillus, d'autres les conifères. Pour la première fois, en 2013, 170 morilles cultivées ont été récoltées dans une serre de 200 m² à proximité de Chartres. B.R.



▼ Ces champignons vivent obligatoirement en symbiose avec un arbre, ce qui complique leur mise en culture.



▲ Le crabe ne dispose que de quatre paires de pattes marcheuses... toutes orientées vers l'arrière et les côtés.



78

Pour quelle raison les **crabes** marchent de travers ?

C'est parce que ce crustacé décapode ne possède que quatre paires de pattes marcheuses (les pattes avant étant différenciées en pinces), toutes orientées vers les côtés et l'arrière. Ainsi, *"les quatre articulations de chaque patte se déploient et se replient sur un axe gauche droite et vers l'arrière"*, explique Pierre Noël, au Muséum national d'histoire naturelle, à Paris. *"C'est pourquoi il marche de côté"*. D'autant que, peu articulées et gainées d'une carapace rigide, les pattes du crabe sont peu flexibles. Ce qui ne l'empêche pourtant pas d'aller de l'avant s'il y est contraint, comme l'ont montré des études en laboratoire. Sur les 5000 espèces connues, il en existe tout de même une qui marche droit: les *Mictyris*, ou crabes soldats, des petits crabes bleus des sables tropicaux dont les trois premières paires de pattes sont orientées vers l'avant. **M.K.**

79 La France pourrait-elle redevenir un pays minier ?

En tout cas, l'idée est dans l'air. Le 27 juin 2013, le gouvernement français a accordé à une compagnie française, Variscan Mines, un permis d'exploration minière de cuivre, zinc, plomb, or et argent dans la Sarthe. "La dernière autorisation de ce genre remonte à plus de vingt ans", souligne Jean-Claude Guillauneau, du Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM). Un permis d'exploitation pour l'entreprise Cominor, visant l'or et l'antimoine (un métal utilisé comme retardateur de flammes) de la Creuse, a suivi fin 2013. En tout, c'est une dizaine de candidatures à la prospection de métaux dans l'Hexagone qui sont sur la table du ministre concerné. Depuis 2011 et la création d'un comité des métaux stratégiques, la France affiche son ambition de redevenir un pays minier. Une nécessité, car ces deux dernières décennies, la production de certains métaux (terres rares, tungstène, niobium, mais aussi béryllium ou platine) s'est concentrée dans les mains d'un nombre restreint d'Etats et d'entreprises. Ce qui accroît les risques de rupture d'approvisionnement. De fait, la Chine peut décider seule de revoir drastiquement à la baisse ses quotas d'exportation de terres rares (regroupant 17 métaux)... dont elle a le monopole.

Aujourd'hui, il ne reste guère de mines chez nous, déplore Patrick Lebre, géologue de Variscan Mines, "hormis une carrière de

bauxite dans le Sud de la France... et encore, pas pour fabriquer de l'aluminium, mais des bétons spéciaux". En effet, les années 1990 ont vu se fermer toutes les autres exploitations de métaux. En cause? La concurrence à bas prix de l'Asie et de l'Amérique du Sud, et l'orientation du pays vers le secteur tertiaire, quand l'Espagne et le Portugal maintenaient, eux, leur activité minière.

DES MÉTAUX POUR INNOVER

Pour Jean-Claude Guillauneau, "la France a un beau potentiel en or, antimoine, tungstène..." Surtout qu'aujourd'hui, les industriels ne se cantonnent plus au fer ou au cuivre. Ils recourent désormais à d'autres éléments métalliques dont les propriétés (mécaniques, électriques, optiques...) s'avèrent indispensables à toute innovation dans nos filières automobile, aéronautique et militaire. Même le développement des énergies vertes est impossible sans certains "petits" métaux.

Reste donc à relancer la machine après vingt ou trente ans d'inactivité. Le travail s'annonce colossal car les données sur le sous-sol français sont éculées. Le dernier inventaire du BRGM remonte à 1992 et ne porte que sur une partie du territoire, qui plus est à faible profondeur et en se focalisant sur les métaux de base (cuivre, zinc...) sans se préoccuper des fameuses "terres rares" ni des petits mé-

taux aujourd'hui très recherchés. La France possède néanmoins de nombreux filons potentiels. Les minerais métalliques affleurent le long des reliefs, y compris des structures aussi modestes que le Massif armoricain. Tous métaux confondus, une centaine de nouveaux filons possibles avaient été identifiés par le BRGM. Les géologues font aujourd'hui le pari que les monazites grises de Bretagne pourraient également receler de très recherchées "terres rares". Sans parler du potentiel outre-mer, notamment les ressources marines de sulfures polymétalliques (riches en cuivre, zinc, plomb, cobalt, argent et fer) repérées au large de Wallis et Futuna, l'or du sous-sol guyanais ou encore les terres rares situées dans les fonds marins polynésiens.

Au-delà des réserves à quantifier, un autre obstacle subsiste: la disparition des savoir-faire, même si la France compte de grands industriels de l'extraction (Areva, Eramet). La plus grande incertitude concerne les populations: dans la Sarthe et la Creuse, les permis ont soulevé de vives protestations, car ces régions subissent toujours la pollution de leurs exploitations désaffectées. Certes, les industriels promettent des nouvelles "mines responsables" (souterraines et sans terril). Il faudra toutefois attendre huit à dix ans, le temps nécessaire à l'ouverture d'une exploitation, pour savoir si la France peut redevenir un pays minier. **V.N.**

80

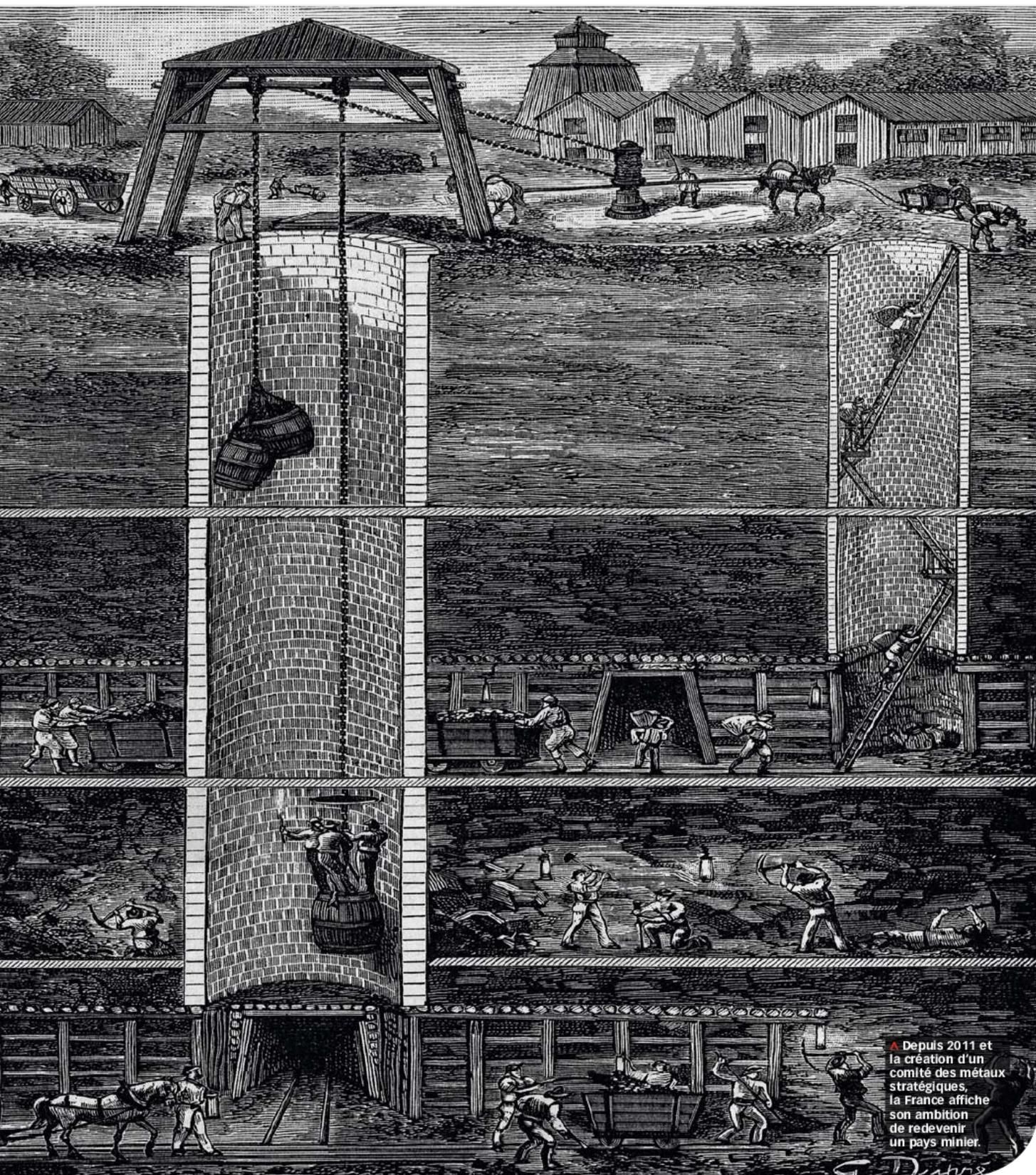
Quel est l'animal le plus vieux du monde ?

Le plus vieil animal connu, un mollusque, a vécu 507 ans. Cette "praire", l'*Arctica islandica*, a été contemporaine des explorations de Magellan, des deux guerres mondiales et des attentats du 11 septembre ! Baptisé Ming, en référence au nom de la dynastie chinoise

qui régnait au moment de sa naissance en 1499, l'animal a traversé plus de cinq siècles. Un record de longévité qui aurait sans doute pu s'allonger de quelques années car le bivalve, trouvé en 2006 dans les fonds marins de l'Islande par des experts du changement

climatique, a été accidentellement tué par l'ouverture de sa coquille. En comptant les stries annuelles de celle-ci, Paul Butler, chercheur de l'université de Bangor (Royaume-Uni), avait d'abord estimé son âge à 407 ans. Mais elle était tellement vieille que les premiers

anneaux de croissance étaient presque indiscernables. Le nouvel âge a donc été établi par une datation au carbone 14. Avant Ming, le record de longévité pour une créature vivante était d'ailleurs déjà détenu par une palourde islandaise de 374 ans, pensionnaire d'un musée. **V.E.**

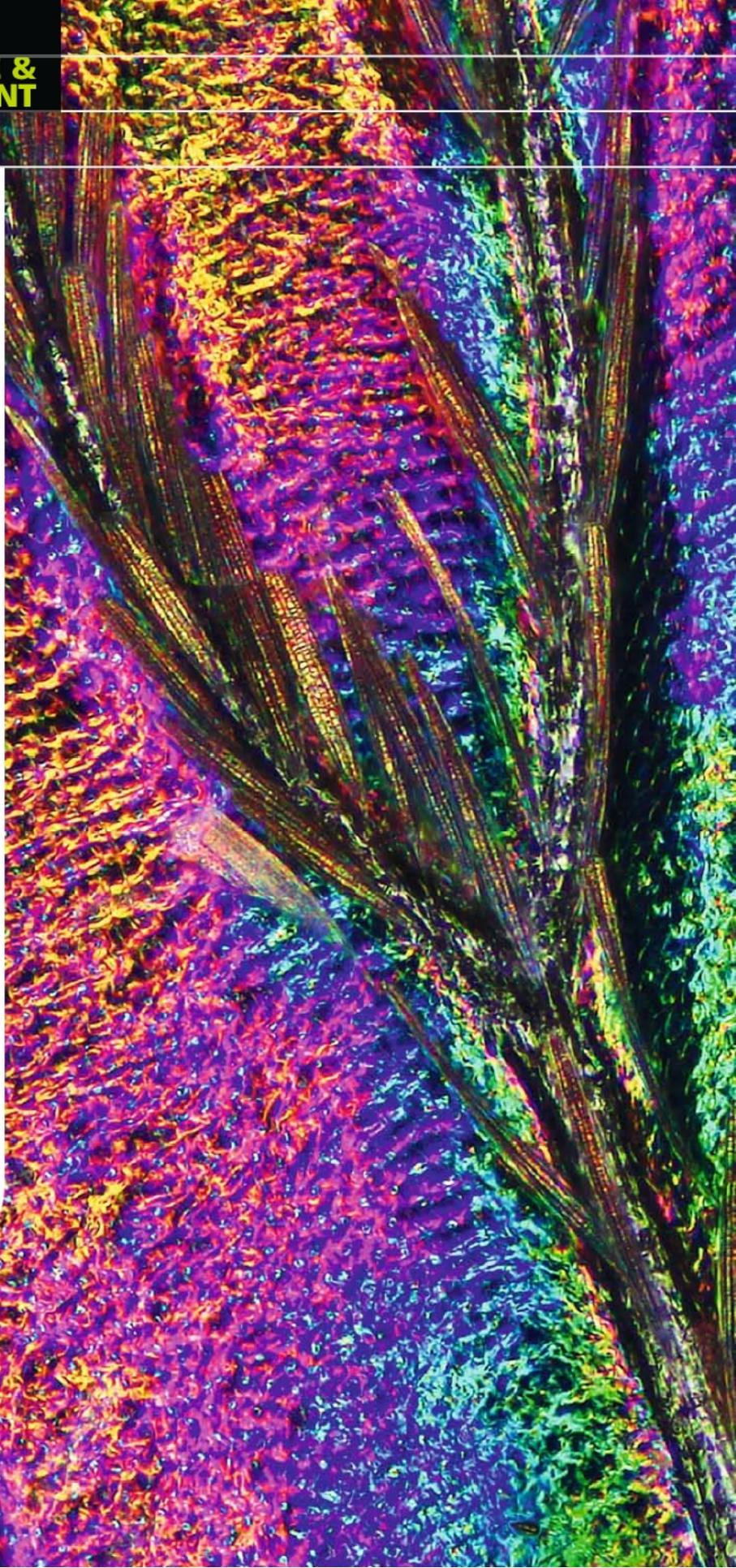


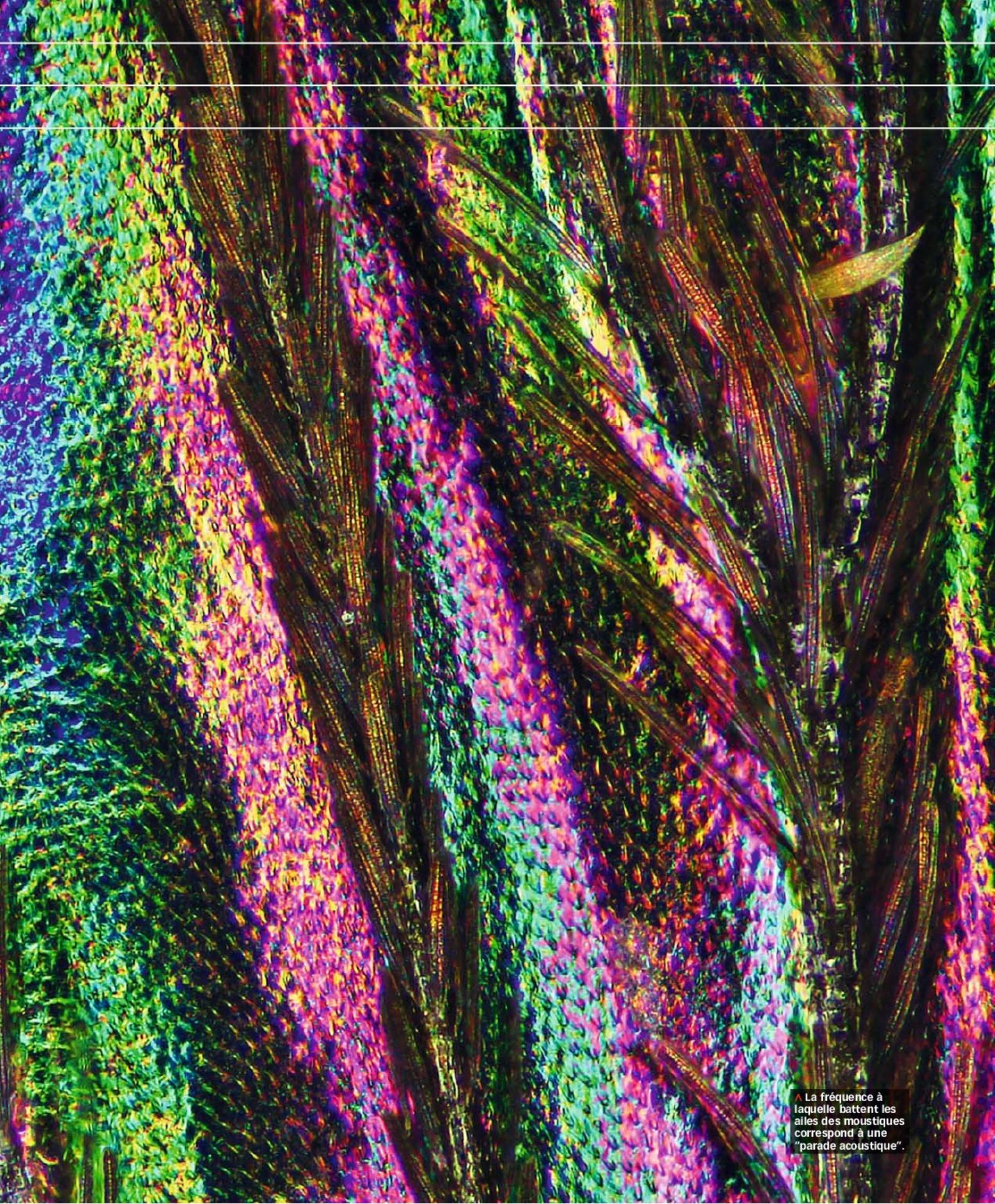
▲ Depuis 2011 et la création d'un comité des métaux stratégiques, la France affiche son ambition de redevenir un pays minier.

81

Pourquoi le **vol** du **moustique** n'est-il pas **silencieux** ?

De fait, ce petit vrombissement si désagréable à notre oreille trahit leur présence et agace le dormeur réveillé, qui n'a dès lors de cesse de les poursuivre. Les moustiques verraient donc leur risque de mortalité par écrasement baisser si leur vol était silencieux. Malheureusement pour eux, ce bruit horripilant est nécessaire à leur reproduction. De fait, les ailes du mâle battent environ 700 fois par seconde, soit une fréquence de 700 Hz, ce qui donne à son vol un son assez sourd. Quant à la femelle, son vrombissement est de l'ordre de 480 battements par seconde, d'où un son plus aigu et lancinant. Or, pour établir un véritable dialogue amoureux, il faut que les deux partenaires accordent leurs battements d'ailes. Situés à quelques centimètres l'un de l'autre, ils entament alors une "parade acoustique" voire "un duo musical harmonieux", au cours duquel ils modifient la fréquence de leurs battements d'ailes. Comme l'explique Claudio Lazzari, de l'Institut de recherche sur la biologie de l'insecte à Tours, "le bourdonnement se compose d'une fréquence principale, mais le moustique peut élever cette fréquence en la multipliant par deux ou trois, ce qu'on appelle des harmoniques". Une fois qu'ils se sont trouvés, les deux partenaires accordent leurs vibrations à l'unisson. "En présence d'un mâle, une femelle peut élever sa fréquence de battements de 480 à 1440 Hz, indique le biologiste. Et le mâle, lui, de 710 à 1420 Hz, afin d'être pratiquement synchrone avec sa partenaire", précise le spécialiste. Lorsque leur vol est harmonisé, les partenaires ont toutes les chances de s'accoupler. Et une fois fécondée, la femelle ne réagira plus à ces *stimuli*. Ce mode de communication a été découvert en 2009 par des chercheurs britanniques alors que l'on pensait les femelles sourdes. Des scientifiques envisagent déjà de contrôler les populations de moustiques dans les pays du Sud, où ils sont vecteurs de maladies comme la dengue ou la fièvre jaune, en disséminant des mâles incapables d'ajuster le son de leurs battements afin d'éviter la synchronisation entre partenaires sexuels. **O.D.**





^ La fréquence à laquelle battent les ailes des moustiques correspond à une "parade acoustique".

82 Tous les avions laissent-ils une traînée dans leur sillage ?

Rien de mystérieux ici. Au contraire, l'explication des traînées blanches laissées ou non par les avions dans leur sillage est scientifiquement prosaïque : ces traces se créent dans des conditions particulières de température et d'humidité qui, si elles ne sont pas réunies, ne permettent pas de laisser un sillage. Celui-ci se forme essentiellement par condensation de la vapeur d'eau libérée par les moteurs d'avion sur des noyaux de congélation – c'est-à-dire des grains de matière, comme les poussières, favorisant la formation de cristaux de glace dans l'atmosphère –, noyaux en grande partie issus des gaz de combustion. Bien que ce mécanisme de formation des traînées d'avion soit bien connu depuis le début des années 1950, nombreux sont ceux qui persistent néanmoins à y voir des choses qui n'y sont pas...

Ainsi, la traînée des avions témoignerait pour certains du largage, par des mili-

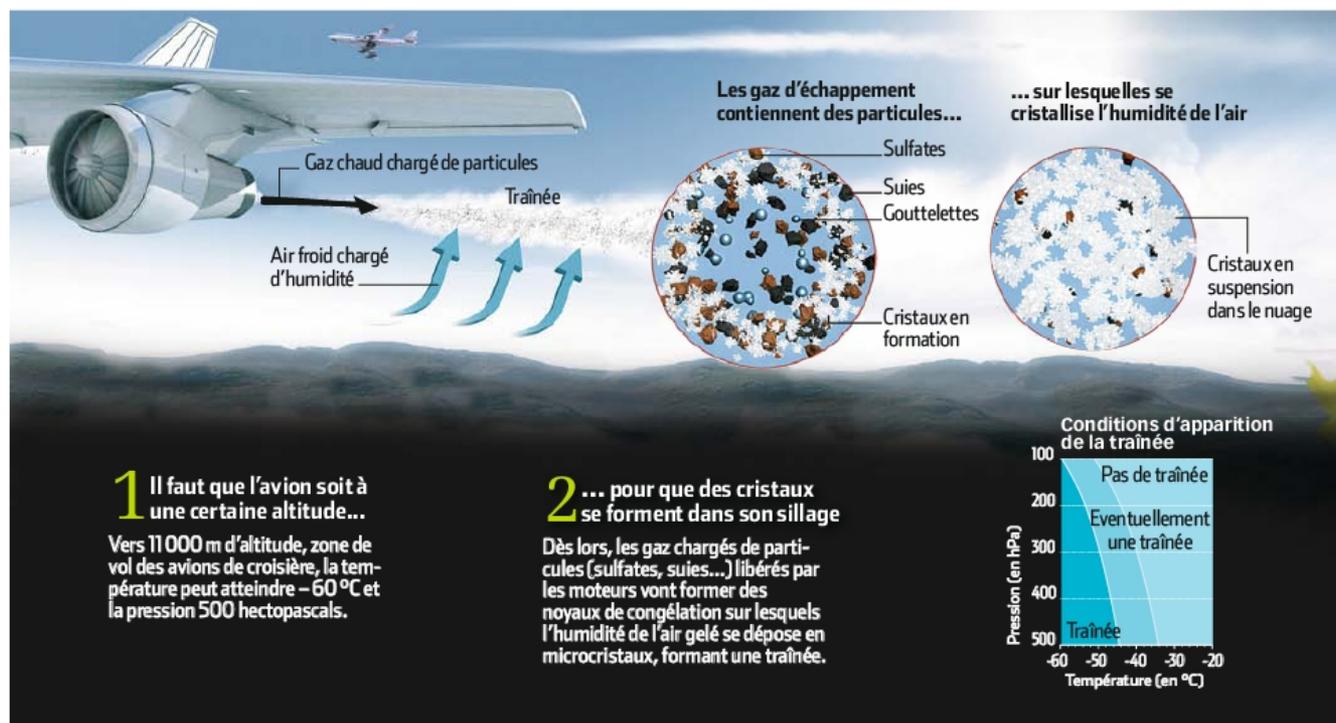
taires ou des gouvernements, de produits chimiques servant, au choix, à modifier le temps, tester des armes biologiques, affaiblir des populations données, etc. C'est ce que l'on nomme la théorie des "chemtrails" (de l'anglais *chemical trails* : traînées de produits chimiques), particulièrement répandue aux États-Unis, où des associations de citoyens exigent leur arrêt.

UNE THÉORIE SANS FONDEMENT

Pour les scientifiques, ces chemtrails ne font pas débat. "Cette théorie ne repose que sur des spéculations farfelues et des suspicions qu'on ne peut en aucun cas prouver", commente François Bouttier, chercheur à Météo-France. Selon lui, cette théorie se base sur de nombreuses contre-vérités scientifiques. Par exemple : les chemtrails s'étendraient dans le ciel pendant plusieurs heures, alors que les traînées de conden-

sation "normales" disparaissent, le plus souvent, en quelques secondes. Faux : "Les traînées de condensation peuvent persister plusieurs heures dans certaines conditions : si l'humidité relative de l'air est élevée, le vent faible, et qu'il existe beaucoup de composés soufrés ou de suies dans les rejets des moteurs."

L'idée même d'épandre des produits à haute altitude est infondée. "Il faudrait une action globale sur toute la surface terrestre, or le trafic aérien ne couvre qu'une toute petite partie du ciel terrestre", tranche François Bouttier. Ce dernier ne croit pas non plus à l'idée que les chemtrails visent à empoisonner des populations : "Ces voiles se forment à plus de 8 000 kilomètres d'altitude et sont généralement très déviés par les vents ; il est donc impossible de contrôler les lieux où les supposés épandages atteindraient le sol..." K.B.



1 Il faut que l'avion soit à une certaine altitude...

Vers 11 000 m d'altitude, zone de vol des avions de croisière, la température peut atteindre $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ et la pression 500 hectopascals.

2 ... pour que des cristaux se forment dans son sillage

Dès lors, les gaz chargés de particules (sulfates, suies...) libérés par les moteurs vont former des noyaux de congélation sur lesquels l'humidité de l'air gelé se dépose en microcristaux, formant une traînée.

83

Y a-t-il un **poussin** dans chaque **œuf** de poule ?

Non, d'ailleurs une personne suivant un régime végétarien peut manger des œufs. Les poules pondent en fait fréquemment des "œufs" non fécondés. Certes, au sens strictement biologique du terme, un œuf est la première cellule d'un nouvel individu, issue de la fécondation d'un ovule par un spermatozoïde. Mais, si l'accouplement avec un coq est nécessaire pour obtenir des œufs fécondés, nul besoin de lui pour qu'une poule pondre des œufs dépourvus d'embryon. Ces "œufs", même s'ils sont pourvus d'une coquille, sont en réalité des ovules matures de très grande taille. *"L'ovulation quasi quotidienne d'une poule l'oblige à pondre toutes les trois semaines jusqu'à quinze œufs qui ne sont pas forcément fécondés par un coq"*, souligne Yorick Gitton, chercheur au CNRS dans l'unité Evolution des régulations endocriniennes du Muséum national d'histoire naturelle de Paris. Au cours de leur vie, les poules expulsent ainsi près d'un millier d'ovules. L'élevage industriel ne produit d'ailleurs que des œufs non fécondés, pour des raisons de traçabilité, mais aussi parce qu'au goût, un œuf fécondé avec un embryon de dix jours – qui a consommé la quasi-totalité du jaune – ressemble plutôt à un œuf à la coque avec un lardon à l'intérieur ! Les poules pondeuses sont donc systématiquement séparées des coqs. C'est aussi le cas en élevage traditionnel. *"Il est toutefois possible de tomber sur des œufs fécondés si on les achète dans une ferme d'élevage où il y a un coq"*, précise Giovanni Levi, directeur de la même unité au CNRS. Si, *a priori*, rien ne distingue un œuf fécondé d'un œuf non fécondé la première semaine qui suit la ponte, des fermiers avisés parviennent à les reconnaître dès le deuxième jour en les éclairant avec une lampe de poche dans l'obscurité. Cela leur permet d'observer à travers la coquille la partie supérieure de l'œuf : si elle présente un disque blanc opaque, correspondant au site d'implantation de l'embryon, c'est qu'il est fécondé. *"Mais c'est à partir du troisième jour que l'on peut facilement voir, en le cassant, si un œuf a été fécondé"*, insiste Yorick Gitton. *"L'apparition d'une petite tache rouge sur le jaune indique en effet le début de la vascularisation de l'embryon, dont le cœur commence à battre."* J.G. ■



▲ Les poules pondent en fait souvent des "œufs" non fécondés.

84

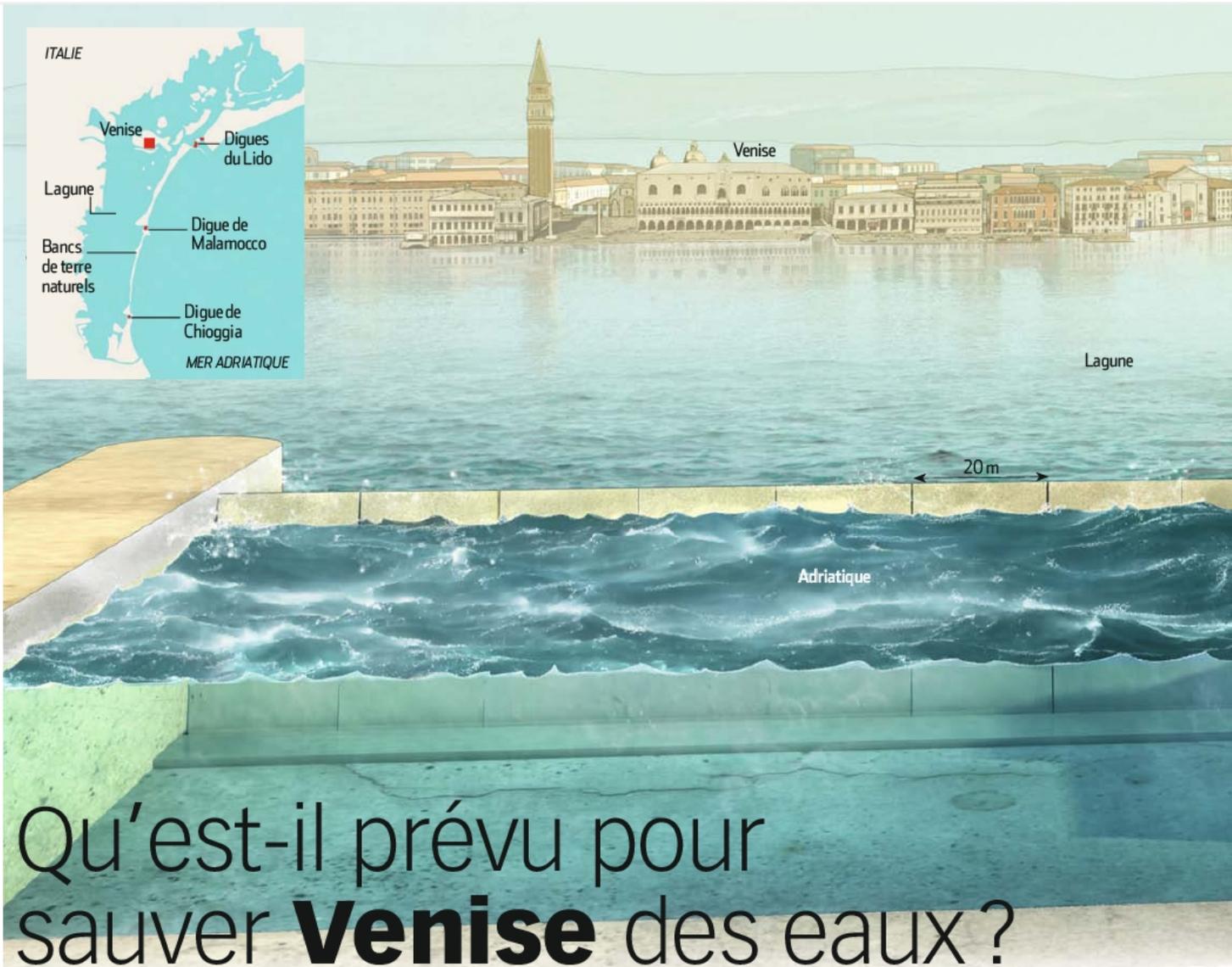
Les animaux sont-ils chatouilleux ?

Certains le sont ! Une étude britannique, dirigée en 2009 par la primatologue Marina Davina Ross, de l'université de Portsmouth, a prouvé que les grands singes sont susceptibles de rire après une bonne séance de chatouilles. L'expérience a porté sur trois bébés humains et 22 jeunes gorilles, bonobos, chimpanzés et orangs-outans

soumis à des guili-guili sur la paume de la main, la voûte plantaire, les aisselles et le cou. Résultat : plus de 800 rires enregistrés, avec des similarités acoustiques. Ce réflexe montre que les organes concernés sont très réceptifs à certains stimuli extérieurs. Mieux : étant partagé par les singes et les hommes, tout laisse à penser

que ce réflexe remonterait à un ancêtre commun, vieux de quelque 10 à 16 millions d'années, voire plus ! En effet, parents encore plus éloignés sur l'arbre de l'évolution, les rats ne seraient pas non plus indifférents aux chatouilles. Deux psychologues américains ont démontré en 2000 que le rongeur chatouillé émet une

sorte d'ultrason proche du rire. Ils considèrent que "ces vocalisations reflètent un type d'affect positif qui pourrait être en relation, au niveau de l'évolution, avec la joie du rire d'un enfant pendant ce type de jeux sociaux". Quant aux oiseaux, aux reptiles ou aux poissons, les études manquent pour trancher la question... J.C.■



85

Qu'est-il prévu pour sauver **Venise** des eaux ?

Le projet Moïse prévoit d'isoler la Cité des Doges de la mer lors des épisodes de grandes marées d'ici 2016. Depuis un siècle, ces *acque alte* se multiplient, noyant à chaque fois un peu plus la ville sous les flots de l'Adriatique et menaçant de destruction dix siècles de patrimoine. Une crise qui s'aggrave : rien qu'entre 2001 et 2010, Venise a subi 64 épisodes d'*acque alte*, soit trois fois plus qu'entre 1900 et 1950 ! "Les études le montrent avec précision : depuis le début du XX^e siècle, Venise s'enfoncé naturellement sous son propre poids au rythme de 0,8 à 1 mm par an. Et les activités humaines l'affaiblissent à certains endroits de 2 à 10 mm. Or, comme le niveau de la mer monte, lui,

de 1 mm par an, la situation devient critique. Venise s'est enfoncée de 20 cm en un siècle!", précise Pietro Teatini, chercheur à l'université de Padoue, qui a étudié l'évolution de la ville à l'aide d'images satellites. Pour faire face à cette situation, scientifiques et institutions, Unesco en tête, ne cessent depuis les années 1970 d'alerter les autorités italiennes sur l'urgence d'une intervention. Puisque l'eau s'engouffre régulièrement dans la ville en pénétrant par trois passes de la lagune, il fallait trouver le moyen de fermer ponctuellement ces entrées d'eau. En 2003, le projet de digues pharaoniques, baptisé Moïse (Mose, en italien, pour Mo-

dulo Sperimentale Elettromeccanico), est retenu. Son principe est inédit : ancrer, en profondeur et au large de la ville, 78 portes mobiles en acier de 300 tonnes chacune placées les unes à côté des autres afin de pouvoir fermer temporairement les entrées de la lagune. Opérationnel d'ici fin 2016, l'ensemble couvrira une longueur totale de 1,6 kilomètre pour un coût total de 5,5 milliards d'euros. La plupart du temps, ces portes, immergées dans des caissons en béton à 14 m de profondeur, seront invisibles. Mais trois à cinq fois par an, quand une montée des eaux supérieure à 1,10 m sera annoncée, elles pourront

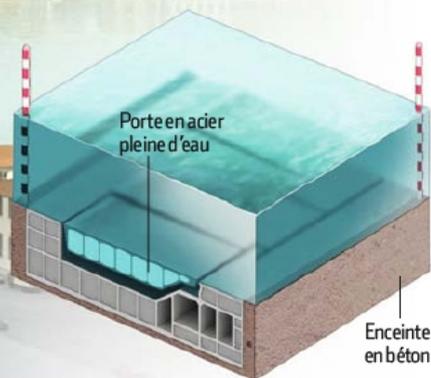
ILLUSTREUR.FR



Le projet Moïse prévoit 4 digues géantes mobiles

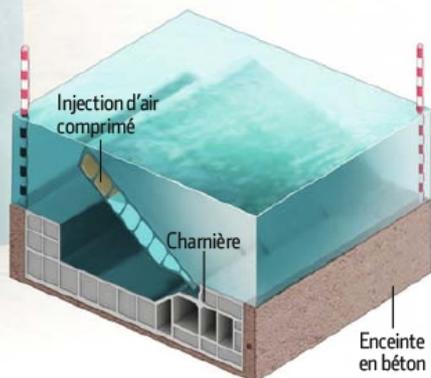
Chaque digue est formée d'une vingtaine de portes plaquées au fond de l'eau...

Des portes en acier de 300 tonnes sont couchées dans des enceintes, à 14 m de profondeur. Pleines d'eau, ces vannes lestées fermeront la lagune sans gêner le trafic.

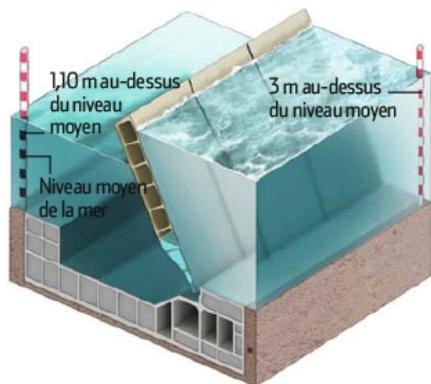


... actionnées à l'air comprimé

Quand une grande marée est annoncée, de l'air comprimé est injecté et chasse l'eau contenue dans chaque vanne. Allégée, cette dernière se relève en pivotant autour d'une charnière.



En 30 minutes, les vannes pleines d'air émergent et bloquent l'eau jusqu'à 3 m. Pour les rabattre, elles sont de nouveau remplies d'eau.



Digues amovibles en position relevée

Enceintes en béton à 14 m de profondeur

être relevées jusqu'à 3 m de hauteur, empêchant ainsi les grosses crues d'inonder 15 % de la ville, voire plus. En revanche, le système ne sera pas activé contre la centaine de petites inondations annuelles afin de ne pas trop perturber la faune et la flore du fond marin, ni le trafic maritime.

DES DIGUES TROP SOUVENT ACTIONNÉES ?

“Si des systèmes de digues existent déjà dans le monde, celles-ci sont tout à fait différentes : elles seront mobiles, malgré leur masse énorme, grâce à une injection d'air comprimé qui les fera se soulever”, explique Paola Malanotte-Rizzoli, professeur d'océanographie physique

au MIT (Etats-Unis). Un véritable défi car, outre sa taille démesurée, ce chantier exige entre autres de renforcer le littoral et de niveler le sous-sol pour installer au millimètre près chaque porte en acier.

Toutefois, certains voient déjà les limites du projet : “Le principal problème, c'est qu'avec la montée des eaux, les digues devront être fermées de plus en plus fréquemment”, avertit Georg Umgiesser, de l'Institut des sciences marines de Venise. En effet, selon un scénario plausible sur les 50 prochaines années, les digues devront être relevées 300 à 400 fois par an, soit presque chaque jour... En attendant, le chantier de la dernière chance continue. M.V.

86

Pourquoi le **blanc** de l'**œil** est plus petit chez l'animal que chez l'homme ?

C'est un fait : l'homme est le seul animal à pouvoir littéralement regarder ses congénères dans le blanc des yeux. Car, contrairement aux autres animaux, grands singes compris, *Homo sapiens* possède une sclère – l'enveloppe blanche protectrice de l'œil qui entoure l'iris – particulièrement visible. Dans le reste du règne animal, elle est cachée, ou très réduite. Morphologiquement, l'explication est simple : *« Chez les autres animaux, l'œil se situe plus au fond de l'orbite ; si bien qu'on distingue moins leur sclère »*, explique le Dr Jean-Paul Dray, ophtalmologue. Oui, mais pourquoi cette particularité ? Selon une étude publiée en 2006 par des chercheurs de l'Institut Max-Planck d'anthropologie évolutive (Leipzig), la grande taille de la sclère de nos ancêtres aurait pu être sélectionnée par l'évolution. Elle aurait en effet donné un avantage décisif lors des parties de chasse en permettant d'établir un meilleur contact visuel, et donc une meilleure communication silencieuse, ce qui aurait favorisé la coopération entre chasseurs. Les mouvements de l'iris – et donc la direction du regard – sont plus faciles à détecter sur un fond blanc. Des chercheurs ont ainsi observé que chez les grands singes, dont la sclère est foncée, la communication silencieuse passe davantage par des mouvements de la tête que par le regard. Mais il pourrait y avoir d'autres pistes à explorer, comme le fait que le niveau de blancheur de la sclère puisse avoir également été sélectionné pour sa capacité à donner un indice sur l'état de santé des individus. **M.Go.** ■



■ Dans le règne animal, l'œil se situe au fond de l'orbite, on distingue donc moins la sclère.

87 Comment un **perroquet** parvient-il à **imiter** la voix ?

Il savait dire plus de 100 mots en anglais, identifier des objets, reconnaître les couleurs, les formes, les matières... Alex, un perroquet gris du Gabon, étudié 31 ans durant (jusqu'à sa mort en 2007) par l'éthologue américaine Irene Pepperberg, était un as du langage humain. Mais il n'est pas le seul : d'autres perroquets "stars", élevés en laboratoire et habitués très jeunes à côtoyer les humains, épatent les spécialistes de ces animaux parleurs. Tous les perroquets (plus de 300 espèces) peuvent imiter notre langage. Comment ces volatiles réussissent-ils une telle prouesse, alors que même les grands singes, pourtant plus proches de nous dans l'arbre de l'évolution, en sont anatomiquement incapables ? Les chercheurs ont fini par découvrir leur secret : c'est l'association exceptionnelle d'une anatomie singulière et d'une organisation cérébrale unique qui les a dotés de la parole. Ou, plus exactement, d'un saisissant talent d'imitation de la voix humaine. Chez eux, c'est l'équivalent de notre larynx, la "syrinx", située au fond de la trachée, à l'endroit où elle se divise en deux pour alimenter en air les poumons, qui permet de "pousser la chansonnette". Elle comporte

trois paires de muscles et une membrane en forme de tympan, qui vibre et produit du son au passage de l'air expiré. Les muscles, en faisant varier l'étranglement de la syrinx, mettent la membrane en tension, ce qui module la fréquence et l'amplitude des sons émis.

ASSOCIER UN MOT À UNE ACTION

Les perroquets possèdent aussi une langue souple, épaisse et molle, dont la morphologie rappelle celle des humains. Elle se meut horizontalement, verticalement et d'avant en arrière, ce qui lui permet de modifier finement l'amplitude des sons. L'ouverture du bec, enfin, indépendante de la position de la langue, intervient également. Avant de leur offrir la parole, cette anatomie subtile leur sert surtout à se nourrir en "gourmets". Car ces oiseaux parleurs ingèrent de petites portions, en utilisant avec habileté bec, langue et larynx (situé, celui-ci, en haut de la trachée) pour faire passer leurs mets dans l'œsophage. Selon certains scientifiques, cette dextérité acquise pour avaler pourrait ensuite s'être muée en capacité à moduler les sons. En effet, "cette suite d'attributs particuliers permet aux perroquets de pro-

duire une grande variété de vocalises", confie Dalila Bovet, du laboratoire d'Éthologie et cognition comparées de l'université Paris-Ouest-Nanterre-La Défense. Une variété qui dépasse le registre inné : si beaucoup d'oiseaux savent produire des chants d'une grande complexité, ils ne peuvent élaborer des sons n'appartenant pas à leur espèce. Les perroquets savent, eux, s'approprier toutes sortes de sons... dont ceux du langage humain. Un talent d'imitation qui passe, outre une anatomie adaptée, par sept noyaux cérébraux, présents chez les passereaux et les colibris, mais connectés d'une manière spécifique chez les perroquets. C'est grâce à ces structures cérébrales qu'ils apprennent à reconnaître puis imiter un mot, et à l'associer à une action. Un perroquet peut dire "bonjour" quand quelqu'un entre dans la pièce. Ou, comme Alex, répondre à des questions simples, d'un ou plusieurs mots choisis, de façon pertinente, parmi plusieurs dizaines dans son lexique. Voire exprimer ses préférences. Quand on présentait au célèbre perroquet une noix alors qu'il venait de dire "Wanna banana" ("je veux une banane"), il s'en saisissait... et la jetait aux chercheurs ! **M.S.**

RICKY_68FR - R. RESSMEYER/CORBIS

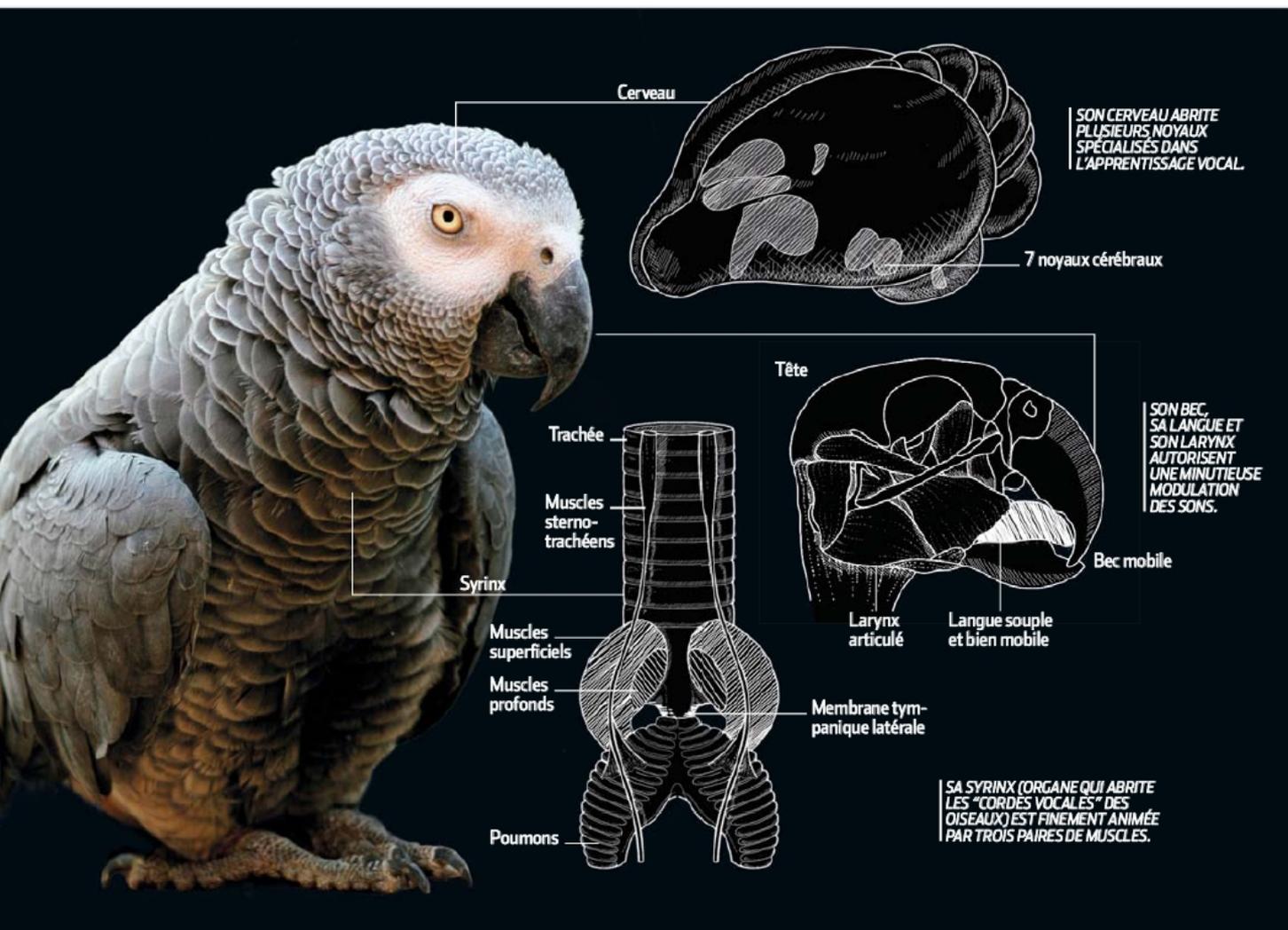


> En voir une n'est pas possible, mais des millions, oui. Il faut donc les faire se multiplier...

88 Est-il possible de voir des **bactéries**

Oui, c'est même à l'œil nu que les scientifiques les identifient depuis la fin du ^{xx}e siècle ! Certes pas directement, puisqu'une bactérie mesure quelques micromètres, et même un bon microscope ne permet pas d'en distinguer des caractéristiques très fines. Première étape : passer un coton stérile sur la surface à analyser, puis le plonger dans une solution qui décroche les microbes. Déposer quelques gouttes de l'échantillon sur un gel nutritif dans une

boîte transparente et laisser incubé à 37 °C pendant 24 heures. Les bactéries se multiplient et engendrent des millions de descendants. Dès lors, un œil exercé peut obtenir directement des informations sur la famille, voire le genre des inconnues, en regardant la taille, la forme et la couleur de ces colonies ! Les *Pseudomonas* sont vert fluo, certaines *Serratia* sont roses, le staphylocoque doré est... doré. Intervient ensuite la coloration dite "de Gram". Ce



à l'œil nu ?

bactériologue danois a mis au point en 1884 une méthode pour distinguer les bactéries à double paroi (appelées "Gram négatif"), de celles qui n'en ont qu'une ("Gram positif"), grâce à un colorant, le lugol, qui imprègne plus facilement les parois simples que les parois doubles. On peut aussi employer de l'eau oxygénée pour départager deux types de bactéries: celles qui ont ou non une activité "catalasique". "La catalase transforme le

réactif en eau et en oxygène: cela produit de la mousse! On peut ainsi distinguer une colonie de streptocoques (catalase -) d'une colonie de staphylocoques (catalase +)", explique Christophe Burucoa, chef du service Bactériologie et hygiène au CHU de Poitiers. Ensuite, on utilise des galeries d'identification pour préciser l'espèce de la bactérie. "Différents nutriments répartis dans une vingtaine de petits tubes sont donnés aux bacté-

ries, explique Yann Héchard, du Laboratoire de microbiologie de l'eau à l'université de Poitiers. Si elles se développent, elles feront virer un indicateur coloré." Une bactérie Gram négatif réagit au test du glucose, du saccharose, de la catalase, de l'indole, mais pas au test de l'oxydase ? C'est sûrement *Escherichia coli*! Même si on ne "voit" pas réellement les bactéries, l'œil nu permet donc de les identifier. Mais "pour que cette méthode marche, il faut

que la bactérie soit cultivable", souligne Yann Héchard. Ainsi, plusieurs microbes peuvent passer à travers les mailles du filet, comme *Helicobacter pylori*, la bactérie qui provoque les ulcères à l'estomac. "Elle met douze jours à se développer sur gélose, explique Christophe Burucoa. Il faut donc employer une autre méthode comme la PCR (pour Polymerase Chain Reaction, soit "amplification en chaîne par polymérase")." E.D.

89 Pourquoi le **loup** reste-t-il un animal **protégé** en France ?

En France, contrairement aux Etats-Unis, il n'est pas envisagé de retirer au loup son statut privilégié d'espèce protégée. Et gare à celui qui ignorerait la loi : tuer un loup est passible d'un an d'emprisonnement et de 15 000 euros d'amende. Au XIX^e siècle, rapporter une dépouille de loup était, au contraire, récompensé : jusqu'à 150 francs, soit l'équivalent de 75 jours de travail d'un ouvrier agricole...

En l'espace de cent ans, le statut du loup est passé d'espèce nuisible à celui d'espèce ultra-protégée. L'animal a profité de ce contexte juridique favorable puisqu'il n'est plus, depuis 2009, considéré comme menacé d'extinction en France. Le loup s'installe partout où l'urbanisation n'a pas empiété sur la nature. On le retrouve jusqu'en Haute-Maine ou dans l'Aube. L'ennui, c'est qu'il est resté un grand chasseur. Bilan : quelque 6 000 victimes en 2012, essentiellement des moutons...

Pour autant, le loup ne risque pas de redevenir une espèce aussi nuisible que le renard ou le sanglier. Avec 250 spécimens, recensés dans les Alpes françaises (contre plus de 2 millions de sangliers), sa population reste fragile. Vu le peu d'amitié que lui portent les habitants confrontés à ses attaques, lui ôter sa protection pourrait signer la fin de son retour. Or, qui dit disparition du loup, dit augmentation des grands herbivores, ses proies favorites (cerf, chevreuil), et donc fragilisation des végétaux et de la faune associée, mais aussi diminution du nombre de carcasses et donc des charognards. Bref, sans le loup, tout le réseau écologique se trouve déséquilibré...

Au-delà de ces considérations, la France n'a pas le droit juridique d'éliminer ses loups, car elle a signé une directive européenne dite "Habitats-Faune-Flore", qui contraint les Etats à protéger leur biodiversité. Ce texte a été adopté en 1992 alors que les loups ne faisaient que de timides incursions dans les Alpes françaises. La

plupart des pays de l'UE possédant des populations lupines à l'époque (Finlande, Estonie, Grèce, Espagne, Pologne...) ont refusé de classer l'animal dans les espèces "qui nécessitent une protection stricte". Ils peuvent ainsi librement chasser le loup. Au contraire, la France, comme la majorité des pays où ce grand prédateur avait disparu, a accepté ce statut de stricte protection. Cette convention est censée évoluer selon l'état de conservation des espèces, mais "toute modification doit être entérinée par les 28 Etats membres et soumis au bon vouloir de la Commission qui a déjà déclaré qu'il était hors de question d'effectuer une révision du texte pour une seule espèce", prévient Laurent Garde, du Centre d'études et de réalisations pastorales Alpes-Méditerranée. "La liste des Etats qui souhaiteraient déprotéger le loup s'allonge, mais ils sont bloqués par ce système rigide", juge ce partisan d'une levée de la protection intégrale.

UNE DÉROGATION EXISTE

Toutefois, en cas de trop forte prédation et lorsqu'aucune autre solution n'existe, une dérogation permet de tuer quelques spécimens chaque année, sans nuire au maintien des populations. C'est exactement ce que fait la France. "Grâce à nos modèles de croissance de la population lupine, nous pouvons estimer le risque d'une diminution des effectifs en fonction du nombre de loups prélevés d'une année à l'autre", explique Eric Marboutin, biologiste en charge du dossier à l'Office national de la chasse et de la faune sauvage (ONCFS). Au final, c'est à l'Etat de fixer le nombre maximal d'animaux qu'il sera possible de tuer chaque année. L'an dernier, ce quota était de 24 loups, ce qui correspond à un risque de 30 % de voir la population décliner. Dans les faits, seuls sept loups ont été abattus.

Ce débat ne se limite pas à la France ni à l'Europe. Aux Etats-Unis, où les loups sont



▲ Avec 250 spécimens recensés, le loup reste une espèce fragile, malgré les dégâts qu'il cause.

protégés depuis 1973, l'animal est en train d'être déclassé. En 2011 et 2012, il a perdu sa protection dans treize Etats des Grands Lacs et du nord des montagnes Rocheuses, qui abritent plus de 5 700 spécimens. Dans le Montana, 225 loups sur une population de 650 ont été éliminés en 2012-2013. Le service des pêches et de la faune sauvage a proposé de déclasser le loup dans tout le pays et de transférer l'argent dépensé pour sa protection à d'autres espèces en danger d'extinction. Les associations de défense des animaux s'y opposent, mais les agriculteurs et les chasseurs y sont favorables. La décision sera prise d'ici un an. L.B.



J. DOEST / FOTO NATURA / MINDEN PICTURES / CORBIS - J. SCHLENKER / RADIUS IMAGE

90 A quelle **heure** de la journée fait-il le plus **froid** ?

Tous les adeptes de nuit à la belle étoile en ont déjà fait l'expérience : la température minimale, c'est-à-dire la plus basse observée sur une journée de 24 heures, ne se ressent pas au milieu de la nuit, comme on pourrait le penser, mais environ 30 minutes à une heure après le lever du jour.

"Tout au long de la nuit, la surface de la Terre perd progressivement de la chaleur sous forme d'un rayonnement infrarouge", explique Sébastien Leas, ingénieur à Météo France. La température diminue donc au

fil des heures. *"Quand le Soleil se lève, ses rayons sont quasiment obliques et ne chauffent pas suffisamment le sol pour compenser sa perte d'énergie. Le refroidissement se poursuit donc jusqu'à ce que le sol reçoive plus de chaleur qu'il n'en perd."* Quant à donner une heure fixe, c'est quasiment impossible, car elle change en fonction des saisons. Le décalage peut ainsi varier de trente minutes en été à une heure en hiver, période de l'année où le Soleil monte moins vite dans le ciel. K.J. ■



▲ La température minimale observée sur 24 heures n'est pas en pleine nuit mais au petit jour.

91

Y a-t-il de l'**eau douce** dans le sous-sol des **océans** ?

Oui ! Et des géologues austro-aliens ont estimé que la quantité d'eau douce isolée de la mer par une couche de sédiments avoisinerait les 500 000 km³... Soit de quoi alimenter la planète entière pendant un siècle ! Principalement situées le long des côtes de l'Australie, de la Chine, de l'Amérique du Nord

et de l'Afrique du Sud, ces réserves se sont constituées lors de la dernière glaciation (entre -120 000 et -10 000 ans). Le niveau des mers, jusqu'à 100 m plus bas qu'aujourd'hui, laissait émerger une grande partie des plateaux continentaux, ces zones peu profondes entre le rivage et les fonds abyssaux.

Par l'infiltration des pluies, des nappes souterraines s'y sont formées et ont emmagasiné de l'eau douce. Lorsque le climat s'est réchauffé, la remontée du niveau marin a recouvert ces aquifères de sédiments argileux, imperméables, les isolant des eaux salées. D'une salinité inférieure à 10 g/l, ces réserves

seraient moins onéreuses à dessaler que l'eau de mer. Et, même si elles ne constituent pas une ressource renouvelable, ces nappes sous-marines pourraient fournir en eau douce les régions côtières très peuplées, le temps que leurs nappes phréatiques terrestres surexploitées se rechargent. D.H. ■

92

Pourquoi le flamant se tient-il sur une **patte** ?

Voici une question que ne manquent pas de poser les enfants quand on les emmène visiter un parc animalier... et à laquelle les scientifiques n'ont longtemps répondu que par des hypothèses. L'une des plus courantes voulait que le flamant repose tour à tour chacune de ses frêles pattes. Tandis que, selon une autre hypothèse, cette position permettrait à l'oiseau de réchauffer ses pattes dans son plumage rose. Les travaux de Matthew Anderson et Sarah Williams, de l'université Saint-Joseph à Philadelphie (Etats-Unis), ont permis de clarifier ces points en 2009. Leurs observations ont en effet montré que les flamants roses (*Phoenicopterus ruber*) étaient moins rapides à effectuer leurs premières foulées après s'être reposés sur une patte que sur deux, discréditant l'hypothèse de la fatigue musculaire. Autre constat : plus la température de l'air est élevée, plus les flamants choisissent la station bipède (et inversement). Par ailleurs, les "unijambistes" sont moins fréquents sur Terre que dans l'eau où, à température égale, les pertes de chaleur du corps sont plus grandes que dans l'air. Autrement dit, la thermorégulation joue ici un rôle majeur ; en cachant une patte dans les plumes de son flanc, le flamant rose limite les déperditions de chaleur. Reste qu'il n'est pas exclu que cette posture offre d'autres avantages, comme réduire les contacts avec l'eau où grouillent parasites et champignons. Bref, encore des hypothèses. **E.H.U.** ■





En cachant une patte dans les plumes de son flanc, le flamant limite les déperditions de chaleur.



93

Le changement d'heure permet-il vraiment de faire des économies d'énergie ?

Selon le dernier rapport publié en 2013 par l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe), le changement d'heure bisannuel permet d'économiser 440 GWh/an en éclairage, soit la consommation de quelque 800000 ménages. Quant aux émissions de CO₂, elles sont réduites de 44000 t (en considérant que, pour cet usage, 1 kWh consommé produit 100 g de CO₂). Le changement d'heure conduit donc bel et bien à une économie, aussi modeste soit-elle. Le tout avec un coût de mise en service quasi nul : ajouter une heure au temps universel coordonné (UTC) – ou heure solaire – en hiver (dernier dimanche d'octobre), puis deux heures en été (dernier dimanche de mars). En pratique, cela revient à repousser d'autant la tombée de la nuit pour limiter l'utilisation de l'éclairage artificiel ; certes au prix d'une dépense supplémentaire le matin (le lever du soleil étant lui aussi retardé...), mais les

< Le changement d'heure ferait gagner l'équivalent de la consommation électrique en éclairage de 800000 ménages tous les ans.

Français étant moins nombreux à se lever tôt qu'à se coucher tard, le solde reste bénéficiaire. Mais la mesure ne convainc pas tout le monde. Pour La méridienne, association qui milite pour le retour à l'heure méridienne, cette économie ne représente que 1 % de la consommation annuelle. Certains avancent même, sans s'appuyer sur des études, que le gain obtenu en soirée serait perdu le matin en raison des demandes supplémentaires en éclairage et en chauffage. Depuis 1976 et l'adoption du régime de changement d'heure – dans le souci d'alléger la facture pétrolière – les économies d'énergie annuelles persistent, même si elles diminuent avec l'introduction des lampes basse consommation et des diodes électroluminescentes. A l'horizon 2030, ce gain ne devrait plus être que de 340 GWh par an. Toutefois, la mise en place de systèmes de régulation automatique pour les usages thermiques, en normalisant par exemple les consignes de température des climatisations, devrait permettre un gain supplémentaire de 130 GWh. P.G.

94

Une année de chien revient-elle à 7 ans de vie humaine ?

Non. C'est une idée reçue. Pour s'en convaincre, il suffit de savoir qu'un beagle de 1 an, physiologiquement, a passé le cap de la puberté ; ce qui est loin d'être le cas d'un enfant de 7 ans ! En fait, le chiffre 7 provient ici d'un calcul simpliste : la division de l'espérance de vie moyenne d'un homme (80 ans) par l'espérance de vie moyenne du chien, à savoir 12 ans : le meilleur ami de l'homme vieillit plus vite à cause notamment de déterminismes génétiques qui régissent le vieillissement cellulaire, le métabolisme, les rythmes biologiques, etc. Sauf qu'en réalité, l'espérance de

vie des chiens varie selon leur race et leur taille, les petits vivant plus longtemps que les grands. Exemple : du haut de ses 80 centimètres, le lévrier irlandais a une espérance de vie de 6 à 7 ans, tandis que le très commun caniche de 40 cm, lui, vit jusqu'à 12 ou 15 ans, soit deux fois plus longtemps ! En outre, certaines phases de la vie du chien sont plus courtes que chez l'homme. L'épagneul – qui vit environ 10 ans – arrête de grandir et, donc, atteint l'âge adulte à 2 ans, l'équivalent d'un cinquième de sa vie ; alors que l'homme grandit durant tout le premier quart de son existence. Et au sein d'une

même race, l'espérance de vie varie d'un individu à l'autre en fonction de son poids, mais aussi de son style de vie et des maladies auxquelles il est confronté (un peu comme chez l'homme). Au final, il apparaît donc bien périlleux d'estimer avec précision l'âge d'un chien en "années humaines". Cela étant, le vétérinaire américain Fred Metzger, du State College, en Pennsylvanie, a réussi à développer un tableau sur lequel se basent nombre de vétérinaires aujourd'hui. Cet outil donne l'âge d'un chien en fonction de son poids : ceux de moins de 9 kg sont physiologiquement comparables à un

humain de 36 ans quand ils atteignent l'âge de 5 ans ; à 14 ans, ils sont comparables à un homme de 72 ans... Tandis que les grands chiens de plus de 41 kg, eux, "sont" des adultes de 42 ans quand ils ont 5 ans, et ils ont l'équivalent de 78 ans à l'âge de 10 ans. Mais, si la question de l'âge du chien en "années humaines" intéresse les maîtres, elle est une moindre préoccupation pour ceux qui les soignent. A l'Ecole nationale vétérinaire d'Alfort, Henri Brugère explique : "Ce qui compte, c'est de connaître le développement normal de l'animal et de savoir identifier ses pathologies." K.B.

Les barrages abaissent-ils le niveau des océans ?

Oui. Car l'eau douce qu'ils retiennent ne se déverse plus dans les océans. Et si l'on additionne le volume des eaux accumulées au cours du xx^e siècle derrière les plus gros barrages – parmi les 45 000 construits partout sur la planète –, on aboutit à un total compris entre 7 000 et 11 000 km³. Les géologues ont ainsi calculé que sans les barrages, le niveau des océans serait plus haut d'environ 0,55 mm. Un chiffre à mettre en regard avec la montée des océans, de 3,2 mm par an en moyenne. Selon les scénarios envisagés par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), d'ici à 2100, la mer pourrait s'élever de 40 à 75 cm, voire de 1 m ! Les principaux responsables de cette montée des eaux ? La fonte des calottes polaires et des glaciers de montagne et, plus marginalement, le pompage des eaux souterraines pour l'irrigation agricole, qui se retrouvent ensuite dans le réseau hydrologique ou s'évaporent dans l'atmosphère. *"Ces cinquante dernières années, les retenues des barrages compensaient la contribution des eaux de pompage à l'élévation du niveau des mers, indique Anny Cazenave, du GIEC, géophysicienne au Laboratoire d'études en géophysique et océanographie spatiales, à Toulouse. Mais à l'avenir, le pompage des aquifères risque de s'intensifier : il faut s'attendre à ce que le rapport bascule à la hausse."* De fait, si les besoins en irrigation croissent à cause du réchauffement, ils contribueront à augmenter le niveau des mers à hauteur de 7 cm d'ici à la fin du siècle. Et cette fois, les barrages ne pourront rien y faire. **O.D.**

▲ Oui, car l'eau douce retenue par quelque 45 000 barrages ne se déverse plus dans les océans.

96 Comment se forme la **coquille** de l'œuf?

Cette gangue protectrice se développe dans l'utérus de la poule, par un processus biologique appelé la "calcification". En une vingtaine d'heures, la membrane externe de l'œuf, encore molle, se couvre progressivement de cristaux de calcite. Au moment de la ponte, la coquille est constituée pour 1,6 % d'eau, pour 3,4 % de matière organique et pour 95 % de minéraux, principalement du calcium. Quant à sa forme ovoïde parfaite, elle s'explique par la mise en rotation, grâce aux muscles utérins, de cette "membrane coquillière externe" de l'œuf au cours de sa calcification. Élémentaire? Pas tant que ça. Car une coquille d'œuf contient en moyenne 3,5 grammes de calcium, soit... près de 10 % du calcium corporel total de la poule ! Un mystère qui a longtemps intrigué les physiciens et les biologistes.

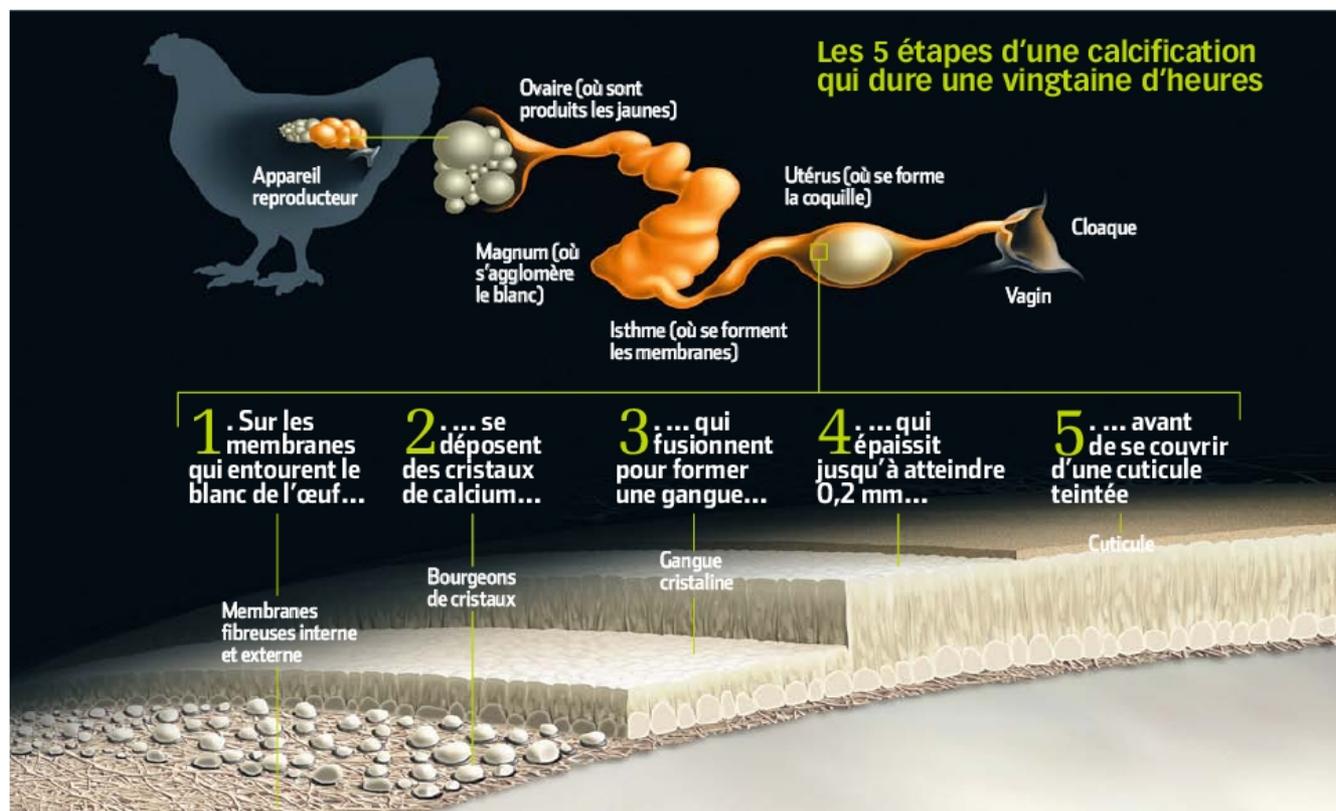
Persuadés que le volatile ne pouvait pas mobiliser aussi régulièrement de telles ressources internes, ils ont cherché par quelle alchimie la poule pouvait produire une telle quantité de calcium à partir d'autres éléments.

D'OÙ VIENT LE CALCIUM ?

Dans les années 1960, le scientifique français Corentin Louis Kervran avait observé que des poules privées d'aliments riches en calcium et disposant de sable, riche en silicium, pondaient tout de même des œufs avec coquille. Il en conclut que le calcium était produit par la poule *via* une sorte d'"alchimie nucléaire" à partir d'atomes de silicium. En un mot, une réaction de "fusion froide" réalisée à 40 °C – température interne de la poule – au lieu des dizaines, voire centaines de millions

de degrés nécessaires aux fusions nucléaires "classiques". Autrement dit : la poule serait un véritable réacteur nucléaire à basse énergie !

Si l'existence de la fusion froide reste un sujet difficile à trancher, la thèse de Kervran fait aujourd'hui sourire les biologistes... Car il est désormais établi que ce calcium provient entièrement de l'alimentation de la volaille (gravières de la basse-cour...). Dans son raisonnement, Kervran avait omis de prendre en compte un phénomène biologique majeur : la poule peut mobiliser le calcium de son alimentation du jour, mais aussi des réserves stockées dans ses os, issues de son alimentation des jours précédents. Elle peut ainsi mobiliser jusqu'à 58 % de son calcium squelettique avant d'arrêter de pondre. La poule n'a donc pas inventé la fusion froide... **K.B.**



Que sait-on exactement de la **pollution** des mers liée aux **matières plastiques** ?

Un premier chiffre : sur les quelque 288 millions de tonnes de plastique produites en 2013 dans le monde, 10 % se retrouveront dans les océans, faute de recyclage. Soit près de 30 millions de tonnes par an ! Or, si des décharges de plastiques envahissent les mers, dans l'indifférence générale, des études récentes montrent qu'elles menaceraient toute la chaîne alimentaire, et peut-être l'homme. Le problème n'est pas nouveau. Dès 1997, le marin américain Charles Moore repère dans l'océan Pacifique une zone d'accumulation de déchets plastiques. Ces derniers, en provenance des côtes et des fleuves, rejoignent la mer et sont attirés par les mouvements circulaires (les gyres) des grands courants océaniques comme le Gulf Stream. Depuis, quatre autres zones où la concentration en plastique est très élevée ont été localisées sur les deux hémisphères. La plus grande, située en plein Pacifique Nord, à 3 000 km des côtes californiennes, et baptisée le "septième continent", s'étend sur une superficie de six fois celle de la France ! Elle concentre 18 000 morceaux de plastique par kilomètre carré ; ce qui représente 5 kg de plastique pour 1 kg de plancton ! Pourtant, en surface, on ne voit que

quelques bouteilles flotter de ci, de là. Mais c'est sous l'eau que cet iceberg de déchets devient cauchemardesque : une gigantesque soupe de plastique contenant des débris de quelques millimètres, voire micromètres, s'étend jusqu'à 30 m de profondeur ! Et selon les chercheurs, si aucune mesure n'est prise, ce gyre du Pacifique Nord pourrait atteindre la taille de l'Europe d'ici une vingtaine d'années. Peu étudié, faute d'intérêt et de financements, cette

soupe de déchets cache des dangers insidieux qui commencent tout juste à être révélés. Soumis aux courants et au rayonnement solaire, ils se désagrègent en particules de plus en plus minuscules. Or, celles-ci contiennent des substances toxiques (phtalates, bisphénol A...), mais aussi des polluants (PCB...). Bilan ? 35 % des poissons collectés dans le gyre du Pacifique Nord auraient ingéré du plastique. Pis, une étude menée dans la Manche a révélé que la

même proportion de poissons était intoxiquée au large des côtes britanniques. Or, ces poissons font partie de la chaîne alimentaire. Ils sont mangés par des prédateurs, comme les thons, qui parfois migrent. Et parfois aussi par d'autres espèces... y compris l'homme. Si les chercheurs n'ont pas encore pu établir que les molécules toxiques des plastiques avalés par les poissons se retrouvent dans l'organisme humain, ils le soupçonnent fortement. M.V.



▲ Le septième continent menace toute la chaîne alimentaire, jusqu'à notre assiette.

Pourquoi les **hommes** sont-ils plus **poilus** que les femmes ?

Ce "dimorphisme sexuel pileux" serait le fruit de petites modifications survenues dans l'ADN d'individus, ensuite sélectionnées de façon culturelle dans certaines sociétés humaines, mais pas dans toutes. Car ce n'est pas une généralité dans l'espèce humaine. "Dans nos régions, 5 à 25 % des hommes

sont peu poilus. Une proportion à peu près équivalente de femmes est poilue au niveau des membres, de l'abdomen, voire du visage", précise Priscille Touraille, socio-anthropologue au CNRS. Mieux : "De la Chine au Japon, de l'Alaska à certaines régions d'Afrique, les hommes sont presque

aussi glabres de visage que les femmes, et plus glabres au niveau du tronc et des membres que les femmes des populations où les hommes sont poilus." Or, contrairement à une idée répandue, le dimorphisme ne serait pas dû aux hormones mâles, notamment la testostérone. Les rares études menées

sur le sujet montrent que les hommes glabres ont des taux de testostérone similaires à ceux des hommes poilus. Au final, il y a une proportion plus importante d'hommes présentant un profil génétique les rendant plus velus et de femmes avec un profil génétique les rendant glabres. K.B.

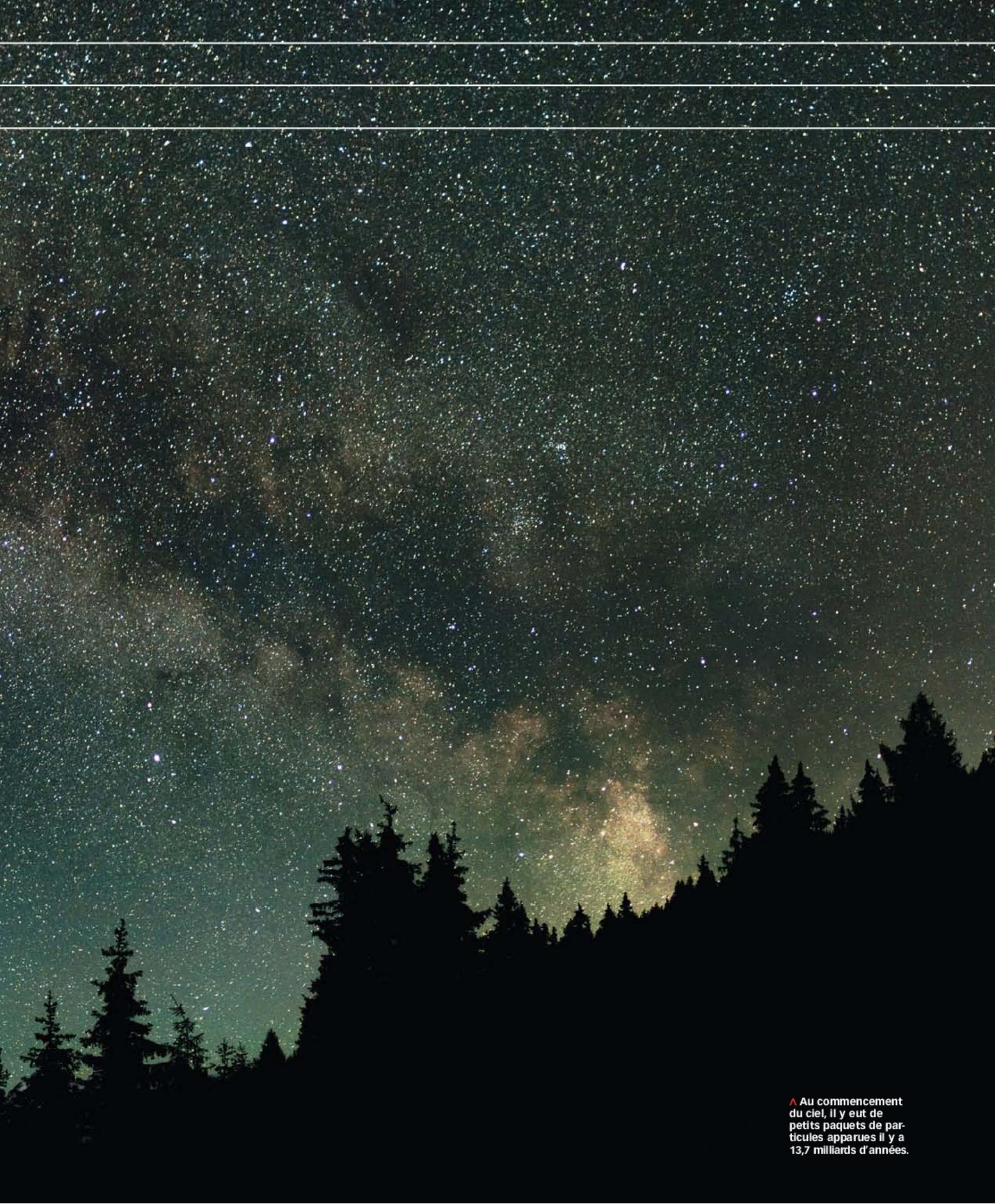
99 Comment s'est formé le **ciel** qui se trouve au-dessus de nous ?

Étoiles, planètes, galaxies... Toutes les lumières qui scintillent dans le ciel témoignent de la naissance de celui-ci. A savoir que cette immensité céleste provient, à l'origine, de simples petits paquets de particules, d'infimes grumeaux qui agitaient l'Univers au commencement. Le scénario global est bien posé. Il découle directement des théories de cosmologie et de physique des particules développées au milieu du ^{xx} siècle, lesquelles ont été confirmées avec précision par le télescope spatial *Planck* en mai 2013. Grâce à sa vision profonde, *Planck* a en effet pu remonter le temps, jusqu'à photographier le cosmos tel qu'il était seulement 380 000 ans après sa naissance. Car, la lumière mettant un certain temps avant de parvenir à l'œil de l'observateur (environ 300 000 km/s), il est logique que, plus le regard porte loin, plus l'image que l'on voit appartient à un passé lointain. Ainsi, selon ce scénario, il y a 13,7 milliards d'années, d'un "big bang" (c'est-à-dire la dilatation rapide d'une matière primordiale très dense, faisant penser à une explosion) émerge un cosmos qui prend la forme d'une bouillie de particules extraordinairement chaude. Un bouillonnement de milliards et des milliards de protons, de neutrons (les particules composant le noyau de nos atomes), de photons (particules de lumière) et d'atomes quasiment homogène... qui, au bout de quelques centaines de milliers d'années, est malgré tout ponctué de quelques grumeaux, prémisses des futures structures cosmiques. En cause, de très petites fluctuations de la densité de la matière, qui, à mesure que l'Univers s'étend et se refroidit, attirent les atomes alentour jusqu'à former les premières étoiles, les premières galaxies... et les premiers amas. Seulement, pour l'instant, si les astrophysiciens ont une idée assez fine des étapes ayant conduit à la formation de l'Univers, ils échouent toujours à expliquer l'apparition des fameux grumeaux. Dans un premier temps, ils ont imaginé que c'était simplement le hasard qui avait pu créer, çà et

là, des régions de gravité plus intense dans lesquelles les particules élémentaires fraîchement produites se seraient accumulées. Mais une fois mis en équation, ce premier scénario échoue à créer les structures dont il est censé rendre compte. En effet, la matière ordinaire n'étant pas assez sensible à la gravité, les structures ne se forment tout simplement pas. Pour faire tenir leur scénario, les chercheurs ont donc eu l'idée d'introduire dans leurs équations une nouvelle matière, dite "noire". Sauf que, de cette fameuse "matière noire" ils ne savent rien, si ce n'est qu'ils la supposent sensible à la gravité (et à elle uniquement).

L'ULTIME GRAAL DE L'ASTROPHYSIQUE

Quoi qu'il en soit, et faute de conjecture plus convaincante, le scénario se voit dès lors enrichi d'une scène supplémentaire : quelques secondes après le big bang, la matière noire se serait accumulée dans les régions de plus forte gravité, renforçant *ipso facto* leur pouvoir attracteur. La suite de l'histoire demeure identique. A ceci près qu'enfin, les étoiles et les galaxies se forment. Reste à dénicher cette matière noire, ce à quoi s'emploient des milliers d'astronomes et de physiciens, mobilisés pour trouver cet ultime Graal de l'astrophysique. Pour autant, y parvenir ne mettra pas un point final à la cosmogonie : il restera encore à expliquer pourquoi la gravité fluctue d'une région à l'autre de l'espace. Pour résoudre ce dernier problème, les astrophysiciens proposent une nouvelle solution spéculative : l'"inflaton", un état de la matière qui emplissait l'Univers avant la formation de la matière noire, c'est-à-dire quelques fractions de seconde avant que l'Univers ne grossisse d'un facteur 10^{40} (phénomène d'"inflation de l'Univers"). Ainsi, les fluctuations originelles de la gravité ne seraient que la conséquence des fluctuations de densité de l'inflaton... Le scénario est posé depuis 100 ans, mais la recette pour créer des structures dans l'Univers est encore loin d'être tout à fait rodée. M.F et Er.H. ■



▲ Au commencement du ciel, il y eut de petits paquets de particules apparues il y a 13,7 milliards d'années.

100 La pêche en eaux profondes menace-t-elle le fond des mers ?

Fin 2013, le Parlement européen rejetait – à 16 voix près – un amendement proposant l’interdiction totale de la pêche en eaux profondes au chalut. Ce fut une déception pour les ONG, mais aussi un premier pas, avec la protection des zones fragiles. Car cette pêche, pratiquée entre 200 et 2000 m sur les talus continentaux et les hauts fonds, menace ces milieux de plusieurs manières. D’abord, elle met en danger la diversité des espèces. A tel point que pour Elliott Norse, chercheur en

biologie marine au Marine Conservation Institute (Etats-Unis), la pêche profonde s’apparente à une activité minière, les ressources étant extraites plus vite qu’elles ne se reconstituent : *“Lorsqu’une population de poissons est découverte, une pêcherie prospère rapidement. Mais ces espèces se reproduisent lentement, et les rendements s’effondrent assez vite. Les pêcheurs cherchent alors dans d’autres zones.”*

Pourquoi dans les grands fonds plus qu’ailleurs ? Parce que de nombreux poissons d’eaux

profondes ont une croissance lente, associée à une longue durée de vie (certains sont centenaires), une maturité tardive et une faible fécondité. Dans l’ensemble, ils sont donc peu résilients : les espèces ciblées ou capturées accidentellement ont plus de mal à se remettre d’une pêche excessive que les espèces peu profondes. L’introduction de quotas (en 2003 dans l’UE) a permis d’enrayer le déclin global des stocks de poissons profonds. Mais, si certains se reconstituent peu à peu (comme le cabillaud en mer du Nord), d’autres semblent épuisés (l’empereur, les requins profonds de l’Atlantique Nord). Sans compter les espèces méconnues. De plus, les quantités réellement capturées dépassent une fois sur deux les quotas, eux-mêmes déjà supérieurs, dans six cas sur dix, aux recommandations des scientifiques. La Commission a par exemple décidé d’augmenter le taux admissible de captures du grenadier de roche et celui du sabre noir... pour raisons économiques.

L’ÉCOSYSTÈME EN DANGER

Et la diversité n’est pas menacée que par ces captures. Elle l’est aussi par la destruction de l’écosystème. Car les filets des chaluts, dont la base lestée racle le fond des océans, modifient la couche sédimentaire, et arrachent flore et récifs, privant ainsi les animaux de sources de nourriture et d’abris.

En termes de flotte, les chalutiers représentent 70 % des navires pêchant en eaux profondes et assurent 80 % des captures d’espèces profondes en haute mer. Le reste étant pris aux filets maillants. Or, de tous les engins de pêche, les chaluts de fond, visés par la CE, sont les plus destructeurs : ils ratissent des écosystèmes parfois millénaires et peu connus. Ils sont aussi parmi les moins sélectifs : de 20 à 30 % du poids remonté est constitué d’espèces non commerciales. Sont en outre rejetés les individus trop petits, blessés ou hors quotas. Et cette flotte ne fournit qu’une infime part des produits de la mer consommés dans le monde, moins de 1 %. **V.E.**



▼ Les chaluts ramènent aussi des espèces des grands fonds, lesquelles sont à maturité lente.

CHOISIR ET CONSTRUIRE SON HABITAT

VIVRE MATÉRIAUX HABITATS
CLÉS BIOCLIMATIQUES
PROJETS TROUVER SON ARCHITECTE
RÉNOVATION NEUF BOIS
VIVRE ACIER
TROUVER SON ARCHITECTE PAILLE
ARCHITECTE BÉTON
MATERIAUX

**ÉDITION
SPÉCIALE**



SCIENCE & VIE

AVEC LE MAGAZINE

À vivre

En vente actuellement

© Résidence Wilkin son, Robert Harvey Oshatz architectes



SAVOURER UNE 1664
À L'APÉRITIF

FRED & FARID BK RCS Strasbourg 775 614 308

CALANQUES
800M



L'ABUS D'ALCOOL EST DANGEREUX POUR LA SANTÉ. À CONSOMMER AVEC MODÉRATION.