

SCIENCES ET AVENIR

Sciencesetavenir.fr

LES
NOBELS 2014

Nous sommes ici

La **nouvelle** vision de l'Univers

p.38

Après la découverte du superamas Laniakea



NOVEMBRE 2014 - N° 813

BELGIQUE : 4,90 € / LUXEMBOURG : 4,90 € / SUISSE : 7,20 FS / AUTRICHE : 4,90 € / ESPAGNE : 5,00 € / ITALIE : 4,90 € /
ALLEMAGNE : 6,80 € / PORTUGAL : 4,90 € / GRÈCE : 4,90 € / GUYANE : 4,90 € / ANTILLES - RÉUNION : 4,70 € / MAROC : 4,20 MAD /
TUNISIE : 5,80 TND / CANADA : 6,99 \$ CAN / ETATS-UNIS : 6,99 \$ US / TOM : 730 XPF / TOM (AVION) : 1400 XPF

M 02667 - 813 - F: 4,30 € - RD



VIRUS EBOLA

COMMENT LE COMBATTRE

p.10



DRIVE-E® INTELLISAFE® SENSUS®



VOLVO XC60

DE L'AUDACE

À PARTIR DE **360€⁽¹⁾/MOIS⁽²⁾**
LLD 37 MOIS ET 46 250 KM VALABLE
DU 1^{ER} OCTOBRE AU 31 DÉCEMBRE 2014

volvocars.fr



(1) Hors 1^{er} loyer majoré de 7400€ TTC. (2) Exemple de Location Longue Durée (LLD) de 37 mois et 46 250 km pour le financement d'un Volvo XC60 D3 Momentum aux conditions suivantes : apport placé en 1^{er} loyer majoré à hauteur de 7400€ TTC, suivi de 36 loyers mensuels de 360€ TTC. Offre valable du 01/10/2014 au 31/12/2014 chez tous les distributeurs VOLVO CAR participant à l'opération, sous réserve d'acceptation du dossier par VOLVO CAR FINANCE, département de CGL, Compagnie Générale de Location d'Équipements - SA au capital de 58 606 156 € - 69, avenue de Flandre, 59700 Marcq-en-Baroeul SIREN 303 236 186 RCS Lille Métropole. Modèle présenté : Volvo XC60 D3 BM6 Summum avec option jantes alliage Titania 20" : 1^{er} loyer de 8200€ TTC, suivi de 36 loyers de 499€ TTC.

Volvo XC60 D3 BM6 : consommation Euromix (l/100 km) : 5.3 – CO₂ rejeté (g/km) : 139.

**POUR UNE FOIS
QUE JE SUIS
CONTENTE
D'AVOIR
UN BOUTON.**

LE BOUTON
CONNECTÉ



**VOUS APPUYEZ
ON VOUS RAPPELLE**

L'assistance Darty chez vous en un seul geste 24h/24 et 7j/7*.
Appuyez, un conseiller vous rappelle aussitôt pour vous dépanner
à distance ou répondre à toutes vos questions,
qu'elles concernent un produit acheté ou non chez Darty.

OBJET CONNECTÉ OU APPLICATION SMARTPHONES ET TABLETTES

*Sauf jours fériés ou interdiction législative, réglementaire ou conventionnelle.

Service d'assistance téléphonique pour tous les produits d'une marque
et d'une famille commercialisés par Darty (voir détails dans le Contrat de Confiance
en magasin ou sur darty.com), qu'ils soient ou non sous garantie.
Pour en savoir plus, rendez-vous en magasin ou sur darty.com



Dominique Leglu
Directrice de la rédaction

Notre adresse cosmique

S'il fallait un coup de canif supplémentaire porté à notre narcissisme, à nous humains, eh bien voilà, c'est fait. Après Copernic qui a décentré la Terre pour y mettre le Soleil, après Freud qui a dévoilé notre continent inconscient et Darwin qui nous remet à notre place d'espèce parmi les espèces, reprenez donc ce nouveau nom, pas si facile à mémoriser : Laniakea ! En ouverture de notre dossier (p. 38), vous trouverez en effet, comme sur la couverture de *Sciences et Avenir* ce mois-ci, une bien curieuse représentation : en périphérie d'une sorte de grande plume et de ses plumettes aux dimensions fort respectables de 500 millions d'années-lumière, se dissimule tout en bas à droite, au bout du bout d'un filament, une galaxie parmi les centaines de milliers d'autres... la nôtre. La Galaxie, cette chère Voie lactée ! Au cas où cela vous aurait échappé, c'est donc là notre nouvelle adresse cosmique : Terre, système solaire, Voie lactée, groupe local, amas local, superamas Laniakea. Ledit superamas n'étant, bien entendu,

qu'un parmi bien d'autres. Mais ce n'est pas parce que Laniakea, ce ciel « incommensurable », selon une appellation hawaïenne, nous fait sentir tout petits dans un coin d'Univers que nous avons à nous juger insignifiants ! Après tout, c'est nous qui venons de le découvrir et de préciser ses « frontières ». Et c'est une victoire qui transporte les scientifiques de joie. On pourrait même dire que c'est pour eux (et pour nous) un véritable triomphe à la fois de l'observation et de l'art du calcul. Pour obtenir cette vision nouvelle de notre univers, il leur a fallu accumuler des heures et des heures, des nuits et des nuits d'observation au télescope des galaxies environnantes (p. 42). Repérer ces milliers d'objets célestes, c'était déjà très bien, restait aussi à préciser leur trajectoire. C'est seulement fort de ces données, pas faciles à épurer — les mouvements des astres sont généralement plus complexes qu'une voiture sur autoroute —, que les astrophysiciens ont pu poursuivre leur travail. Et quel travail ! Établir des cartes

« dynamiques » de ce ciel que, naïvement, on continue souvent à croire statique. Non, tout y bouge et pas n'importe comment. Merci les gros ordinateurs et leur capacité à « cruncher » des trillions de mesures. Le résultat que présente notre dossier est proprement stupéfiant (p. 43). Dans une vision inédite, on découvre Laniakea, notre cosmos proche, tel un fleuve et ses multiples affluents en train de charrier des millions de galaxies, à des centaines de milliers de kilomètres-heure, vers des vallées insoupçonnées. Des sortes de crevasses gravitationnelles qui ont de quoi faire rêver même les plus rationnels. Ainsi le « Grand Attracteur », découvert il y a plus de trente ans et demeuré mystérieux. On le redécouvre aujourd'hui tel un vallon cosmique, où viennent se piéger d'incommensurables quantités de matière. Nous aussi, nous flottons vers lui, inexorablement. Avec Laniakea, c'est un visage de l'Univers tout nouveau, à la manière impressionniste, qui commence à se dévoiler. Une connaissance qui n'a rien d'insignifiant.



Pour joindre la rédaction :
41 bis, avenue Bosquet 75007 Paris - Tél. : 01.55.35.56.00.
E-mail : redaction@sciencesetavenir.fr - Site Internet : sciencesetavenir.fr

Directrice de la rédaction
Dominique LEGLU - 01.55.35.56.02
assistée de Valérie PELLÉTIER - 01.55.35.56.01

Rédacteurs en chef
Carole CHATELAIN (mensuel) - 01.55.35.56.57
Aline KINER (hors-série) - 01.55.35.56.42
Olivier LASCAR (pôle digital) - 01.55.35.56.15

Adjoint à la rédaction en chef
Laurent PERICONE (édition) - 01.55.35.56.10

Rédactrices en chef adjointes
Andréa DE BEI
(photo-illustration) - 01.55.35.56.31
Stéphane DESMICHÈLLE
(pôle digital) - 01.55.35.56.24

Direction artistique
Thierry VERRET (conception)
Dominique PASQUET
(couverture) - 01.44.88.35.51
Jean-Louis GILBERT
(directeur artistique) - 01.55.35.56.28
Thalia STANLEY
(directrice artistique adjointe) - 01.55.35.56.21

Secrétaire générale de rédaction
Véronique MESSAGER - 01.55.35.56.18

Chefs de service
Rachel MULOT (enquêtes) - 01.55.35.56.07
Mathieu NOWAK (actualités,
rendez-vous) - 01.55.35.56.38

Adjoint au chef de service
Hervé RATEL (actualités) - 01.55.35.56.45

Chefs de rubrique
Azar KHALATBARI (fondamental,
sciences de la Terre) - 01.55.35.56.46

Sylvie RIOU-MILLIOT
(médecine, santé) - 01.55.35.56.54

Rédaction
Bernadette ARNAUD grand reporter
(archéologie, histoire) - 01.55.35.56.44
Arnaud DEVILLARD (numérique,
data, généraliste) - 01.55.35.56.27
Marc GOZLAN (médecine bio,
généraliste) - 01.55.35.56.60
Olivier HERTEL (technologie,
futur, décryptage) - 01.55.35.56.03
Sylvie ROUAT
(espace, océanologie) - 01.55.35.56.40
Elena SENDER grand reporter
(biologie, neurosciences) - 01.55.35.56.43

Collaborateurs
Johan KIEKEN, Loïc CHAUVEAU,
Marie-Noëlle DELABY, Pierre MIQUEL,
Henri-Pierre PENEL

Assistante de rédaction
Isabelle RUDI-HOUET - 01.55.35.56.30 -
irudi@sciencesetavenir.fr

Ont participé à ce numéro
A. BOEHL, L. BRASIER, M. BRASIER,
F. DANINOS, R. DAYON, P. KALDY,
M. KERGOAT, G. MAGNAN, M. VAGNER

Secrétariat de rédaction
Frank MIETTON (1^{er} secrétaire) -
01.55.35.56.17

Maquette
Horia BAHRI - 01.55.35.56.19

Photo-illustration
Isabelle TIRANT - 01.55.35.56.32

Illustration
Betty LAFON - 01.55.35.56.37

Photogravure
Aurélien AUGER, Miloud BENTEBRIA,
Jean-Luc CHYZY

Pôle digital
Lise LOUMÉ (rédactrice santé) -
01.55.35.56.39
Damien HYPOHITE
(chef de projet infographie) - 01.55.35.56.23
Joël IGNASSE
(rédacteur spécialisé) - 01.55.35.56.15
Hugo JALINIÈRE (rédacteur santé) -
01.55.35.56.52
Erwan LECOMTE
(chef de rubrique) - 01.55.35.56.56

Documentation
Isabelle DO O'GOMES (chef de service) -
01.55.35.56.49
Astrid SAINT AUGUSTE -
01.55.35.56.48

Fabrication
Xavier LOTH (directeur de la fabrication)
Stéphanie TERREAU (chef de fabrication)
Pierre LE SECH - 01.44.88.36.27

Informatique
Daniel DE LA REBERDIÈRE -
01.55.35.56.06

Comptabilité - Ressources humaines
Mélanie BENKHEDIMI - 01.55.35.56.14
Nathalie TRÉHIN - 01.55.35.56.13

**RENSEIGNEMENTS AUX LECTEURS,
VENTE AU NUMÉRO**
Isabelle RUDI-HOUET 01.55.35.56.50/56.30
41 bis, avenue Bosquet 75007 Paris.
courrier-lecteurs@sciencesetavenir.fr

ABONNEMENTS
Tél. : 01.40.26.86.11
142, rue Montmartre, 75103 Paris Cedex 02
abonnements@sciencesetavenir.fr

Tarif des abonnements :
France, 1 an simple (12 numéros) : 35 €. 1 an complet (12 numéros
+ 4 hors-séries) : 48 €. Tarifs pays étrangers sur demande.

Abonnements Belgique : Partner Press,
tél. : 00.32.2.556.41.40 - www.viapresse.be

VENTES
Numéro vert (réservé aux diffuseurs de Paris et aux dépôts)
0.800.24.69.33

PUBLICITÉ
MediaObs. 44, rue Notre-Dame-des-Victoires 75002 Paris
Tél. : 01.44.88.97.70. Fax : 01.44.88.97.79.
Courriel : finalite du prénom puis nom suivi de @mediaobs.com

Directrice générale : Corinne ROUGE - 01.44.88.93.70
assistée de Marie-Noëlle MAGGIE - 01.44.88.93.70
Directeur de publicité : Sylvain MORTREUIL - 01.44.88.97.75
Directrice de clientèle et responsable Web :
Karine GROSSMAN - 01.44.88.89.08

Assistante commerciale : Séverine LECLERC - 01.44.88.97.57
Exécution : Nicolas NIRO - 01.44.88.89.26
Administration des ventes : Caroline HAHN - 01.44.88.97.58

Directeur commercial : Jean-Claude ROSSIGNOL - 01.44.88.35.40

Directrice commerciale adjointe : Paule COUDERAT - 01.44.88.34.55

Directeur des ventes : Valéry SOURIEAU

Directeur des abonnements
Philippe MENAT - 01.44.88.35.02 assisté de Lina QUACH 34.54

Relations extérieures : France ROQUE - 01.44.88.35.79

Sciences et Avenir SAS
Président, Directeur de la publication :

Claude PERDRIEL
Multimédia : ID OBS, 10-12, place de la Bourse,
75002 Paris. Tél. : 01.44.88.34.34.
Imprimerie SEGO-Taverny. Distribution Prestalis.



Remplissez votre pièce de son, pas de matériel !



Modèle gris argent. Également disponible en gris anthracite, blanc platinum et en édition limitée couleur sable.

30 JOURS D'ESSAI SATISFAIT OU REMBOURSÉ[®] ET LIVRAISON GRATUITE[®]



OFFRE SPÉCIALE À DURÉE LIMITÉE : Bénéficiez d'une offre de garantie étendue à cinq ans, pour tout achat d'un Wave Music System III, avant le 31 octobre 2014[®]

Fruit de plus de 30 ans d'innovation et de recherche, le Wave® Music System III de Bose® produit un son incomparable dans toute la pièce, à partir d'un système tout-en-un moins encombrant qu'une enceinte traditionnelle.

La musique. Avec le son que vous attendiez.

Le Wave® Music System III reproduit le son avec une précision acoustique encore jamais atteinte pour un système aussi compact. Vous entendrez des détails que vous n'aviez même pas remarqués dans vos morceaux préférés, avec des basses



La technologie à double guide d'ondes acoustiques produit un son plus riche, plus authentique. Une exclusivité Bose®.

riches et puissantes et une clarté irréprochable, même dans les fréquences les plus hautes. Grâce à la technologie exclusive de guide d'ondes de Bose, ce système compact délivre un son d'une profondeur et d'une définition exceptionnelles dans toute la pièce.

Les fonctionnalités qu'il vous faut.

Le lecteur CD à chargement frontal et le tuner AM/FM/numérique vous permettent d'écouter votre musique favorite tandis que l'écran numérique affiche des informations sur le titre en cours de lecture. La touche tactile sur la face supérieure du système permet de l'allumer ou de l'éteindre, et de répéter l'alarme. La télécommande aux dimensions d'une carte de crédit contrôle toutes les fonctionnalités du système. Compact, le Wave® Music System III se loge quasiment partout. Pour que vous profitiez de toute votre musique où vous voulez.

Essayez-le, Satisfait ou Remboursé[®]

Nous pensons que le meilleur moyen d'apprécier le Wave® Music System III est de l'écouter chez vous. Appelez-nous dès maintenant et profitez de notre **offre d'essai Satisfait ou Remboursé pendant 30 jours[®]**. Pourquoi attendre ? Découvrez par vous-même pourquoi Bose est l'un des noms les plus respectés dans le domaine du son.

Appelez GRATUITEMENT⁽³⁾ le 0800 775 779
ou consultez le site www.bose.fr/wave

Du lundi au vendredi de 9 h à 18 h. Référence : PI543W

Commandez dès maintenant



Facilités de paiement[®]



Livraison gratuite[®] par transporteur



Essai Satisfait ou Remboursé[®] pendant 30 jours



Garantie transférable de 5 ans

(1) Offres soumises à conditions et valables pour toute commande par téléphone ou sur le site internet officiel de Bose. L'offre « Satisfait ou Remboursé » ne s'applique qu'à la période d'essai de 30 jours et exige l'achat du produit. La livraison en mode standard est offerte. Paiement en 3 fois sans frais : par carte bancaire uniquement, pour un montant minimum de 299 € et un montant maximum de 2 000 €. Première mensualité prélevée à la commande, puis à 30 et 60 jours. Ces offres sont non cumulables avec d'autres promotions, ni applicables à des achats antérieurs.

(2) L'offre « garantie de 5 ans offerte » est valable pour l'achat d'un Wave® Music System III jusqu'au 31 octobre 2014.

(3) Appel gratuit depuis un poste fixe. © 2014 Bose Corporation. Tous droits réservés. Wave® est une marque déposée de BOSE Corporation, Bose SAS, 12 rue de Ténara, 78100 St Germain-en-Laye. Société par Actions simplifiée au capital de 2 640 965 euros, RCS Versailles 8311 058 256. Photos non contractuelles.

DOSSIER P. 38

Le nouveau visage de l'Univers

C'est un immense quartier du cosmos que les astrophysiciens viennent de délimiter précisément. Il comprend notre Voie lactée, avec des centaines de milliers d'autres galaxies voisines. Bienvenue à Laniakea.

CEA/R.B. TULLY, H. COURTOIS, Y. HOFFMAN, D. POMARÈDE

- 5 Édito par Dominique Leglu
- 9 Courrier

ÉVÉNEMENT

- 10 Ebola, décryptage d'un virus mystérieux

PRIX NOBEL 2014

- 14 Les sciences appliquées à l'honneur

SCIENCES FONDAMENTALES

- 18 **ACTUALITÉS** / L'eau terrestre serait plus ancienne que le Soleil / Des atomes ont parlé / Record ! une information a été téléportée à 25 km
- 48 La pérovskite, futur de l'énergie solaire
- 51 Roland Lehoucq : la science-fiction a une vertu pédagogique
- 52 La poussière masque les débuts de l'Univers
- 52 Livres

HISTOIRE

- 20 **ACTUALITÉS** / L'art pariétal s'est développé aussi en Asie / La terreur du crétacé avait les pieds palmés / Les Polynésiens favorisés par Éole
- 54 On a retrouvé le port de Rome
- 58 La citadelle du roi Christophe en 3D
- 59 Livres

NATURE

- 24 **ACTUALITÉS** / 11 milliards de Terriens en 2100 / Des souris apprennent plus vite avec un gène humain / La tortue d'Hermann est sauvée
- 60 Ces bactéries qui dopent les plantes
- 64 Naomi Oreskes, lanceuse d'alerte
- 66 Le calmar colossal expose enfin son anatomie

- 68 Climat : qui promet quoi
- 69 Livres

SANTÉ

- 28 **ACTUALITÉS** / Les cellules souches iPS relancent l'espoir dans la DMLA / Une naissance après une greffe d'utérus / Un virus de la polio résiste aux vaccins
- 70 La goutte fait un retour en force
- 74 Le petit déjeuner est-il vraiment indispensable ?
- 76 Revue de presse
- 77 La double mastectomie ne résout rien
- 77 Livres

HIGH-TECH

- 35 **ACTUALITÉS** / Urgence cartographie / Une voiture imprimée en moins de 6 jours / Programmer un robot est un jeu d'enfant /
- 78 Philharmonie de Paris : le défi du son parfait
- 82 La route du Rhum se court d'abord dans les bureaux d'études
- 86 La pelouse protège les genoux des sportifs
- 86 Livres

SCIENCE PRATIQUE

- 120 Pouvait-on prévoir l'éruption du volcan Ontake ?
- 122 Test : les téléphones « seniors »
- 126 L'observation du ciel de novembre
- 128 Rendez-vous
- 130 L'info en continu sur sciencesetavenir.fr



Ebola : enquête sur un virus mal connu et l'épidémie en cours p. 10

MEDIABENEFIT/POUR SCIENCES ET Avenir



Shuji Nakamura, prix Nobel de physique pour la LED p. 14

R. LAMB/UCSB/SIPA



Philharmonie de Paris, récit d'un défi acoustique p. 78

ATELIER JEAN NOUVEL/ARTFACTORY



Innovation
that excites

Zero Emission*

MOI JE CROYAIS QUE ...
UNE VOITURE ÉLECTRIQUE, C'ÉTAIT
COMPLIQUÉ À RECHARGER.

LA NISSAN LEAF 100% ÉLECTRIQUE
SE RECHARGE
SUR UNE PRISE CLASSIQUE,
COMME VOTRE TÉLÉPHONE.



NISSAN LEAF
À PARTIR DE

169 €/MOIS⁽¹⁾

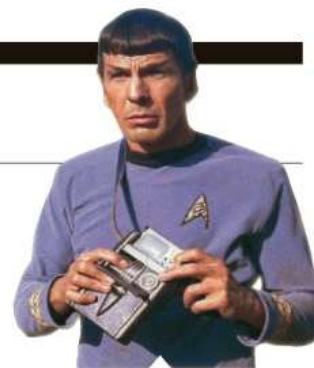
Location Longue Durée sur 37 mois avec un premier loyer majoré de 3 700 €
(bonus écologique de 6 300 € déduit).

**POUR UN ESSAI EXCEPTIONNEL DE 24H,
CONTACTEZ VOTRE CONCESSIONNAIRE.⁽²⁾**

NISSAN ÉLECTRIQUE, L'ÉNERGIE D'ALLER JUSQU'AU BOUT.

Pour plus d'informations, rendez-vous sur nissan.fr/electrique

Innover autrement. *Zéro émission de CO₂ à l'utilisation, hors pièces d'usure. **Modèle présenté** : Nissan LEAF Tekna avec option peinture métallisée en Location Longue Durée avec un 1^{er} loyer majoré de 10 000 € et 36 loyers de **270 €**. (1) Exemple pour une Nissan LEAF Visia avec batterie, kilométrage maximum 37 500 km. Restitution du véhicule chez votre concessionnaire en fin de contrat avec paiement des frais de remise à l'état standard et des km supplémentaires. Premier loyer de 10 000 € (dont 6 300 € de bonus écologique) et 36 loyers mensuels de 169 €. Sous réserve d'acceptation par Diac - RCS Bobigny 702 002 221. Offre réservée aux particuliers, non cumulable avec d'autres offres, valable jusqu'au 31/12/2014 chez les Concessionnaires participants. (2) Offre valable jusqu'au 31/07/2015, selon disponibilité du véhicule chez les Concessionnaires participants. NISSAN WEST EUROPE SAS au capital de 5 610 475 €, RCS Versailles B 699 809 174 - Parc d'Affaires du Val Saint-Quentin - 2, rue René Caudron - CS 10213 - 78961 Voisins-le-Bretonneux Cedex.



STAR TREK

« Du tricordeur de Mr Spock, cette machine à repérer à distance les maladies, à Watson d'IBM, cet outil informatique bien réel d'aide au diagnostic, voilà bientôt 30 ans que vous me faites découvrir, souvent avec humour, les prouesses de la recherche. Surtout continuez, avec le sourire. » **Julien Ondiane** (courriel)

Le tricordeur du Mr Spock
(Sciences et Avenir n° 812, octobre 2014).

Courriels à : redaction@sciencesetavenir.fr



« On peut prévenir Alzheimer »
(Sciences et Avenir n° 812, octobre 2014.)

Choc émotionnel

Vos articles sur la maladie d'Alzheimer m'ont bien intéressé mais un aspect n'a pas été traité : le déclenchement de la maladie. Notamment en lien avec un gros choc émotionnel. Pourriez-vous m'en dire plus ? **Claude Gauthier** (courriel)

déclenche. En revanche, on a identifié les facteurs favorisant sa progression (*lire notre dossier*). Le stress en fait partie. Le cerveau se défend contre la maladie par des mécanismes de compensation. Le stress amenuise cette capacité d'autodéfense en attaquant les neurones déjà fragilisés. Un gros choc émotionnel peut donc déclencher la maladie.

S. et A. : Si on commence à élucider le mécanisme biologique de la maladie d'Alzheimer — composée d'une longue phase silencieuse, sans symptômes, suivie d'une phase symptomatique (amnésie suivie d'une démence) —, nul ne sait encore pourquoi elle se

Précision : dans l'article « Les espoirs de traitement » p. 41 du n° 812, il fallait bien sûr lire « des processus inflammatoires se produisent autour des plaques amyloïdes » et non des « processus anti-inflammatoires ».

Bilan énergétique

Votre article du n° 812 d'octobre sur les agrocarburants de seconde génération n'évoque pas leur bilan énergétique. Est-il vrai que la collecte des déchets végétaux et leur transformation en agrocarburant consomment à peu près autant d'énergie voire un peu plus que l'énergie stockée dans l'agrocarburant lui-même ?

Jean-Jacques Ingremeau
(courriel)

S. et A. : Le bilan carbone des agrocarburants n'est en effet pas nul mais doit être comparé à celui de l'essence et du gazole. Ainsi, le bilan « gaz à effet de serre » de la betterave en incorporation directe (E10) est de 66 % inférieur à celui de l'essence, du blé de 49%, du maïs de 56 % et de la canne à sucre de 72 %. Le bilan des biodiesel varie de 65 à 90 %.

CONCOURS DE NOUVELLES 2015

... QUELLE COÏNCIDENCE !

« Sciences et Avenir » invite ses lecteurs à participer à un concours de nouvelles et à gagner une « Croisière du Savoir » de Venise à Istanbul, du 17 au 27 juin 2015, pour deux personnes.

Débusquez une drôle de coïncidence et publiez votre nouvelle aux Presses de l'ENSTA

Une chance sur cent... une chance sur mille... une chance sur un milliard...
Pour qu'Édipe tue son père et épouse sa mère ;
Pour que le nombre d'or se niche au cœur des tournesols comme dans les cristaux de quartz ;
Pour que les présidents Lincoln et Kennedy soient tués par balle un vendredi et que leurs successeurs se nomment tous deux Johnson.
Pour que...
Hasard, synchronicité, loi des séries... ou causalité cachée ?

Étonnez le jury en racontant un de ces drôles de jeux auxquels s'amuse parfois la réalité.

Sous le patronage du ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche

SCIENCES Avenir

ENSTA

cea

FONDATION ParisTech

edf

SAE

L'École des lettres

universcience

Association Athéna

géo

mél

Éditions des Équateurs

SAE

L'École des lettres

universcience

Association Athéna

géo

mél

Éditions des Équateurs

SAE

L'École des lettres

universcience

Association Athéna

géo

mél

Éditions des Équateurs

SAE

L'École des lettres

universcience

Association Athéna

géo

mél

Éditions des Équateurs

SAE

L'École des lettres

universcience

Association Athéna

géo

mél

Éditions des Équateurs

SAE

L'École des lettres

universcience

Association Athéna

géo

mél

Éditions des Équateurs

SAE

L'École des lettres

universcience

Association Athéna

géo

mél

Éditions des Équateurs

SAE

L'École des lettres

universcience

Association Athéna

géo

mél

Éditions des Équateurs

SAE

L'École des lettres

universcience

Association Athéna

géo

mél

Éditions des Équateurs

SAE

L'École des lettres

universcience

Association Athéna

géo

mél

Éditions des Équateurs

SAE

L'École des lettres

universcience

Association Athéna

géo

mél

Éditions des Équateurs

SAE

L'École des lettres

universcience

Association Athéna

géo

mél

Éditions des Équateurs

SAE

L'École des lettres

universcience

Association Athéna

géo

mél

Éditions des Équateurs

SAE

L'École des lettres

universcience

Association Athéna

géo

mél

Éditions des Équateurs

SAE

L'École des lettres

universcience

Association Athéna

géo

mél

Éditions des Équateurs

SAE

L'École des lettres

universcience

Association Athéna

géo

mél

Éditions des Équateurs

SAE

L'École des lettres

universcience

Association Athéna

géo

mél

Éditions des Équateurs

SAE

L'École des lettres

universcience

Association Athéna

géo

mél

Éditions des Équateurs

SAE

L'École des lettres

universcience

Association Athéna

géo

mél

Éditions des Équateurs

SAE

L'École des lettres

universcience

Association Athéna

géo

mél

Éditions des Équateurs

SAE

L'École des lettres

universcience

Association Athéna

géo

mél

Éditions des Équateurs

SAE

L'École des lettres

universcience

Association Athéna

géo

mél

Éditions des Équateurs

SAE

L'École des lettres

universcience

Association Athéna

géo

mél

Éditions des Équateurs

SAE

L'École des lettres

universcience

Association Athéna

géo

mél

Éditions des Équateurs

SAE

L'École des lettres

universcience

Association Athéna

géo

mél

Éditions des Équateurs

SAE

L'École des lettres

universcience

Association Athéna

géo

mél

Éditions des Équateurs

SAE

L'École des lettres

universcience

Association Athéna

géo

mél

Éditions des Équateurs

SAE

L'École des lettres

universcience

Association Athéna

géo

mél

Éditions des Équateurs

SAE

L'École des lettres

universcience

Association Athéna

géo

mél

Éditions des Équateurs

SAE

L'École des lettres

universcience

Association Athéna

géo

mél

Éditions des Équateurs

SAE

L'École des lettres

universcience

Association Athéna

géo

mél

Éditions des Équateurs

SAE

L'École des lettres

universcience

Association Athéna

géo

mél

Éditions des Équateurs

SAE

L'École des lettres

universcience

Association Athéna

géo

mél

Éditions des Équateurs

SAE

L'École des lettres

universcience

Association Athéna

géo

mél

Éditions des Équateurs

SAE

L'École des lettres

universcience

Association Athéna

géo

mél

Éditions des Équateurs

SAE

L'École des lettres

universcience

Association Athéna

géo

mél

Éditions des Équateurs

SAE

L'École des lettres

universcience

Association Athéna

géo

VIRUS Entité biologique microscopique ayant besoin de coloniser un hôte pour se reproduire. Ils seraient 320 000 chez les mammifères.

LÉTALITÉ Nombre de décès par rapport au nombre de malades. Elle atteint 70 % pour l'épidémie en cours.

ARN Acide ribonucléique, molécule proche de l'ADN. Outre Ebola, le SRAS, la grippe et le sida sont dus à des virus à ARN.

Ebola, décryptage d'un virus mystérieux

Alors que l'épidémie flambe en Afrique, les premiers cas de personnes contaminées apparaissent en Europe et aux États-Unis. Au risque d'alimenter la psychose. Quels sont les traitements disponibles ? Le virus peut-il muter ? Pourquoi une épidémie si virulente ? Éléments de réponse.

« **A**VEC CETTE ÉPIDÉMIE D'EBOLA, j'ai l'impression de me retrouver au début des années 1980 quand le sida a fait son apparition. Les deux maladies n'ont rien à voir mais le contexte est similaire : pas de médicaments, pas de vaccins, une incertitude sur les modes de contamination, ainsi que sur l'évolution de l'épidémie... » Cet aveu du professeur Jean-François Delfraissy, coordinateur pour l'Immi (Institut de microbiologie et maladies infectieuses, Paris) et l'Inserm, prend une résonance particulière au moment où l'on compte près de 5000 morts en Afrique de l'Ouest et quelques victimes aux États-Unis et en Europe. L'histoire de ce virus ne débute pourtant pas en décembre 2013, date des premières contaminations en Guinée. Voici près de quatre décennies qu'il provoque des flambées épidémiques meurtrières sur le continent africain, dans l'indifférence quasi gé-

rale... jusqu'à ce que les premiers cas se déclarent en Europe et aux États-Unis. Il est soudain urgent de dresser le portrait de ce virus mystérieux.

Qu'est-ce qu'Ebola ?

Une apparence de ver filamenteux lui vaut d'être classé dans la famille des filovirus, auquel appartient également le virus Marburg, responsable de la fièvre hémorragique du même nom. Ebola et Marburg sont des virus à ARN et partageraient un ancêtre commun remontant à la fin de dernière glaciation, il y a 10 000 ans. Certaines chauves-souris frugivores sont suspectées d'être les réservoirs naturels de ces micro-organismes. Cinq espèces du genre *Ebolavirus* ont été découvertes. Celle qui sévit en Afrique de l'Ouest depuis presque un an appartient à l'espèce Zaïre, identifiée dans ce pays en 1976. La même année fut identifiée au Soudan l'espèce

PAR
Hugo Jalinière
et Hervé Ratel

Soudan. Ces deux souches sont responsables de la majorité des cas qui endeuillent régulièrement le continent africain par « flambées épidémiques » depuis 1976. Trois autres espèces existent : *Ebolavirus Forêt de Taï*, identifié en Côte d'Ivoire (1994) ; *Ebolavirus Bundibugyo* identifié en Ouganda (2008) ; *Ebolavirus Reston*, dont l'histoire est singulière. Cette dernière, la seule identifiée hors d'Afrique, a en effet été découverte en 1989 parmi une population de macaques dans des laboratoires pharmaceutiques basés à Reston (États-Unis). Contrairement aux autres espèces d'Ebola, elle serait transmissible par voie aérienne. Heureusement, Reston ne serait pas pathogène pour les humains.

Est-ce le plus dangereux des virus ?

Du point de vue de la létalité, l'espèce Ebola Zaïre qui ravage l'Afrique de l'Ouest est, sans conteste, l'un des pathogènes les plus virulents, puisqu'il a déjà tué jusqu'à 90 % des personnes infectées lors d'épidémies précédentes. Toutefois, Ebola a deux talons d'Achille. Son mode de propagation d'abord : il ne se transmet que par contact direct ou indirect avec des sécrétions biologiques infectieuses (voir page ci-contre), ▶

20 000 cas pourraient être recensés d'ici à fin novembre (selon l'OMS).

70% des patients devraient être isolés pour juguler l'épidémie, estiment les autorités médicales américaines.

25 % seulement des besoins en lits médicaux sont couverts dans les 3 pays les plus touchés (Guinée, Liberia, Sierra Leone).



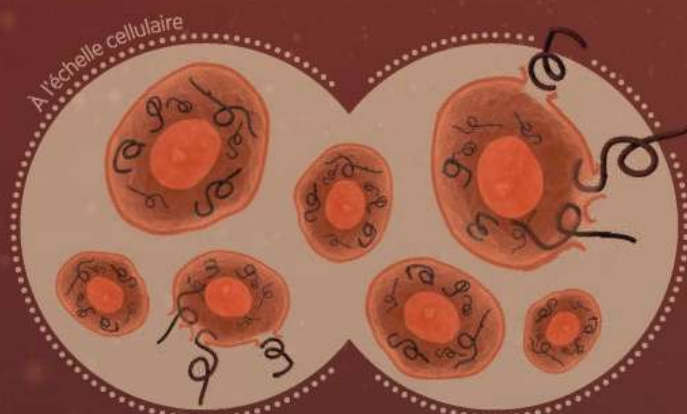
▲
Particule virale
filamenteuse d'Ebola
de 15 micromètres
de long. À sa surface,
des glycoprotéines
qui lui permettent
d'infester les cellules.

COMMENT SE TRANSMET LE VIRUS ?

L'exposition Sang, sueur, larmes, salive... et toutes les sécrétions d'une personne présentant des symptômes peuvent contenir jusqu'à 10 millions de particules virales par millilitre. Si elles entrent en contact avec une peau égratignée, la bouche, les yeux, ou une autre muqueuse, il y a exposition au virus.

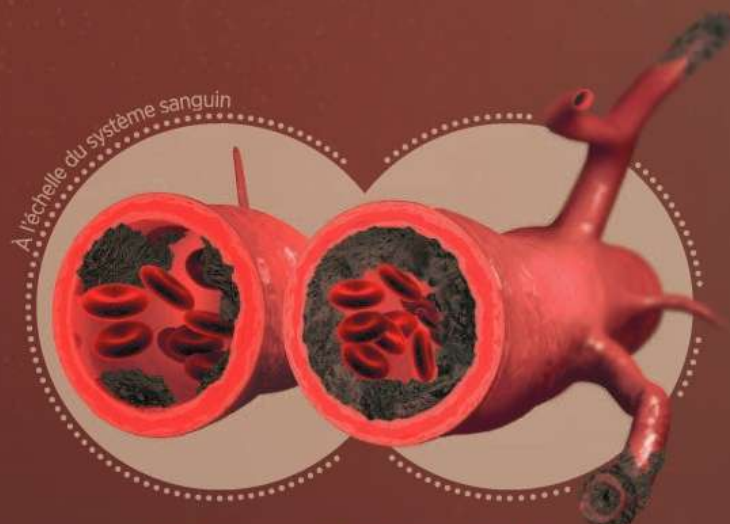
L'incubation De 2 à 31 jours peuvent s'écouler entre l'exposition et les premiers symptômes. À ce moment, la personne n'est pas contagieuse. Mais ses cellules sont déjà utilisées par le virus pour se répliquer. L'alerte envoyée alors à l'organisme provoquera les premiers signes visibles de la maladie.

L'infection Une poussée de fièvre supérieure à 38 °C, rapidement suivie par des nausées, douleurs musculaires et maux de tête, puis les vomissements et diarrhées qui déshydratent le malade. Les symptômes caractéristiques d'Ebola surviennent les jours suivant : les hémorragies internes et externes que provoque l'infection du sang par le virus.



La réplication

Le virus se sert des capacités reproductrices des cellules pour se multiplier. C'est la réplication, un processus destructeur pour les cellules. Les particules virales (ou virions, en noir) ainsi créées vont répéter ce processus jusqu'à contaminer tout l'organisme.



Nécrose et hémorragie

De plus en plus nombreux, les virions provoquent une infection du sang. Le système de coagulation est dérégulé. De petits caillots (en noir) obstruent rapidement certaines parties des artères, causant la nécrose de certains tissus et des hémorragies et entraînant la mort.

PROPHYLAXIE

Les autorités françaises assurent être prêtes à faire face au virus

Le plan de crise répertorie 23 chambres à pression d'air négative dans 12 hôpitaux. Un dispositif rassurant, mais des failles dans la veille sanitaire restent possibles.

En France, « le risque de voir se développer une épidémie est quasi nul », juge le Pr Christian Bréchet, directeur général de l'Institut Pasteur. Un constat partagé par les nombreux experts que nous avons pu interroger. En revanche, il ne fait aucun doute que notre pays doit être prêt à gérer des cas d'Ebola importés sur le territoire. De fait, les principales agences sanitaires rattachées au ministère de la Santé sont en alerte pour participer à l'identification et à la prise en charge des « cas suspects ». Le portrait type ? Une personne rentrée depuis moins de 21 jours d'une zone touchée par l'épidémie (Guinée, Sierra Leone, Liberia) et prise d'une fièvre supérieure à 38 °C. La France a mis en place, mi-octobre, un dispositif de contrôle sanitaire à l'aéroport de Roissy, à l'arrivée des vols en provenance de Guinée. Identifiées, ces personnes doivent être signalées au Samu-Centre 15, qui a déclenché au niveau national un plan de crise dit Guide d'aide à la préparation de l'organisation des soins en situations sanitaires exceptionnelles (Orsan-Bio) et qui peut transporter les malades contagieux dans des bulles plastiques isolantes. En cas de suspicion, l'Agence régionale de



MARC OLIVIER / QUEST FRANCE / MAXPPP

Une infirmière en combinaison de protection travaille dans une chambre à pression négative au CHU de Rennes.

santé (ARS) référente et l'Institut national de veille sanitaire (InVS) sont chargés de l'interrogatoire du malade, précisant les zones qu'il a fréquentées et les personnes qu'il a côtoyées (appelées « cas contacts »), et de la recherche et la surveillance de celles-ci. Un cas jugé « probable » nécessite des analyses sanguines réalisées au laboratoire P4 Jean-Mérieux de Lyon. Si des cas sont confirmés, 23 chambres à pression d'air négative — empêchant toute fuite d'air — réparties dans 12 établissements de santé de référence (ESR) sont prêtes à les accueillir. En outre, médecins libéraux, centres hospitaliers et ARS sont régulièrement informés des recommandations de la Direction générale de la santé. De plus, une

cellule interministérielle (Santé, Affaires étrangères, Défense et Intérieur) est chargée de coordonner la réponse globale à l'épidémie, que ce soit en France ou en Afrique. Le dispositif français serait donc bien en place. Les autorités assurent en tout cas que « la France est prête à faire face ». Mais cela suffira-t-il ? Entre l'identification, la surveillance et la prise en charge des cas, les possibilités de failles dans la veille sanitaire restent nombreuses. Aux États-Unis, le premier cas importé a été renvoyé chez lui après s'être présenté aux urgences, sans éveiller les soupçons. Et mi-octobre, un syndicat d'infirmiers français dénonçait le « manque cruel d'information »... Des précédents qui incitent à la plus grande prudence. H. J.

► et non par voie aérienne comme la grippe. Une personne atteinte d'Ebola contaminera en moyenne deux personnes, tandis qu'une autre souffrant de la rougeole en contaminera 18. Le second point faible d'Ebola, c'est sa période d'incubation courte (de deux jours à quatre semaines maximum) qui facilite *a priori* la détection des cas. Tout l'inverse du sida, qui peut rester latent plusieurs années dans l'organisme d'une personne infectée, durant lesquelles il se transmet silencieusement d'individu à individu. Enfin, Ebola ne devient contagieux que lors de l'apparition des premiers symptômes. Toutefois, le sperme peut rester infectieux sept semaines après le rétablissement chez un individu guéri.

Quels traitements sont disponibles ?

C'est l'un des éléments les plus problématiques : l'absence de traitements ou de vaccins homologués, dont l'efficacité et la sécurité auraient été vérifiées. Pour l'instant, seuls une prise en charge rapide et des soins de soutien visant à réhydrater le patient peuvent éventuellement laisser le temps à l'organisme de fabriquer des anticorps l'immunisant contre le virus. Avec des soins performants, l'Inserm estime que la létalité du virus serait abaissée à 20 %.

Toute une gamme de traitements expérimentaux en cours de développement et non testés sur l'homme a été proposée. Début septembre, l'Organisation mondiale de la santé en a listé huit sur lesquels la recherche devait s'intensifier. Des produits déjà autorisés « à titre compassionnel » par les pays touchés et l'OMS. Parmi lesquels le fameux ZMapp, un cocktail de trois anticorps « monoclonaux » expérimental dont l'efficacité reste mal mesurée. Mais le produit, compliqué à produire, se



Un membre de la Croix-Rouge désinfecte un de ses collègues ayant déplacé le corps d'une victime d'Ebola, le 6 septembre à Monrovia (Liberia).

trouve en rupture de stock après l'envoi en Afrique des quelque 10 000 doses disponibles. En France, une infirmière de Médecins sans frontières rapatriée a reçu deux des sept autres traitements. Le premier reste secret... Le second est un antigrippal japonais détourné, le favipiravir, dont les résultats semblent convaincants. L'infirmière française est en tout cas sortie guérie de l'hôpital. Plusieurs sérums, des traitements à base de sang de personnes guéries, sont aussi à l'étude mais la logistique nécessaire à leur utilisation (collecte, redistribution et sécurité du sang) est complexe. Sans garantie d'efficacité. Du côté des vaccins préventifs, plusieurs candidats sont à l'essai. La Russie en a promis trois d'ici



**LE
+ NUMÉRIQUE**
Découvrez en vidéo
comment se détecte
le virus Ebola :
sciav.fr/813ebola

à six mois. Et deux autres, sélectionnés par l'OMS, sont à l'étude. Le plus prometteur est le ChAd3, développé à partir du virus du rhume de chimpanzé. Efficace sur les singes, le produit doit encore faire ses preuves sur l'homme. Seconde stratégie vaccinale : celle reposant sur l'utilisation d'un virus d'une maladie appelée stomatite vésiculaire (VSV). Les premiers essais cliniques sur 40 volontaires sains ont débuté au Mali en octobre.

Pourquoi une épidémie d'une telle ampleur ?

Une trentaine de flambées d'Ebola ont touché l'Afrique depuis la découverte du virus en 1976. Mi-octobre, plus de 8 000 personnes avaient déjà été conta-

minées en Afrique de l'Ouest : quatre fois plus que pour toutes les épidémies précédentes. Cette ampleur inégalée s'explique par le contexte du lieu de son apparition : près de Guéckédou, au sud-est de la Guinée, au carrefour des frontières avec le Liberia et la Sierra Leone. Une zone très proche de régions peuplées comme l'explique le Pr Arnaud Fontanet, responsable de l'unité d'épidémiologie des maladies émergentes de l'Institut Pasteur de Paris. « Pour la première fois, la maladie s'est retrouvée en zone urbaine, à Conakry, et cela s'est répété ensuite en Sierra Leone et au Liberia », précise-t-il. Le délabrement social et économique des trois pays concernés, le Liberia et la Sierra Leone sortant à peine d'années de guerre civile, a également amplifié le phénomène : services de santé en friche, lien de confiance entre autorités et population quasi inexistant, et villes dont la croissance rapide a favorisé la promiscuité des habitants. Les bidonvilles de Monrovia, la capitale du Liberia, ont constitué un terreau idéal pour la propagation du virus. ■

ÉTIOLOGIE

Une maladie encore mal comprise

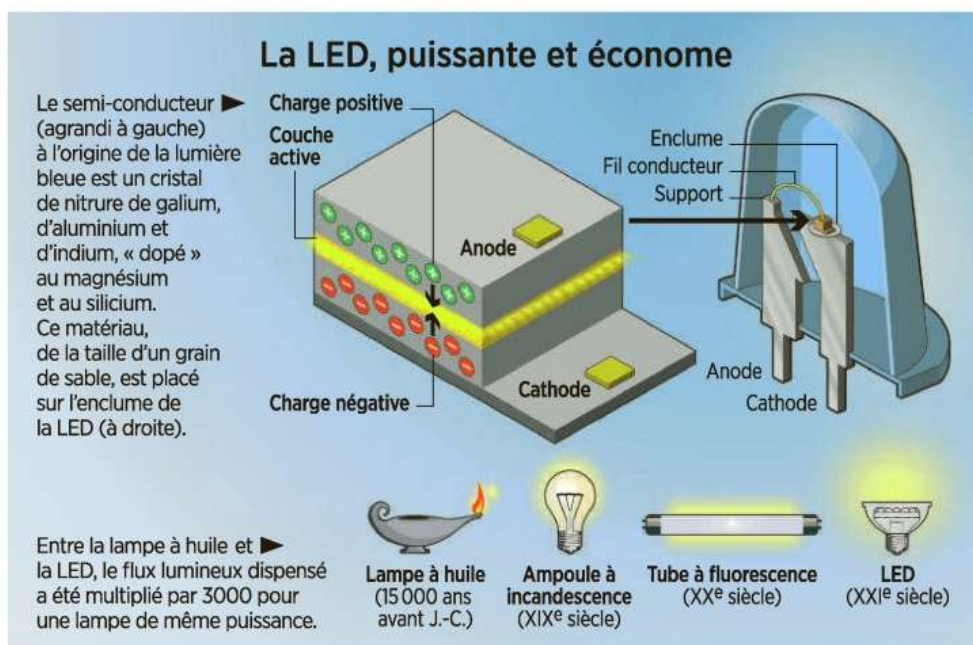
Ebola reste une maladie mystérieuse. Le cycle naturel du virus est mal connu. L'hypothèse la plus probable est que certaines espèces de chauves-souris contaminent les singes et que les hommes se contaminent en dépeçant les primates. Autre incertitude : le virus peut-il muter et devenir encore plus dangereux s'il circule longtemps chez l'homme ? Une des inquiétudes est de voir le mode de transmission évoluer vers un mode aérien. Mais les chercheurs estiment ces risques minimes, Ebola étant un virus qui mute peu. Reste la grande inconnue : quand l'épidémie — pour l'heure toujours « hors de contrôle » — pourra-t-elle être contenue ? On estime qu'il faudra au minimum neuf à douze mois pour la maîtriser.



Le jury des Nobel récompense les sciences appliquées

Par leur choix des lauréats 2014, le jury des Nobel souligne plus que jamais la nécessité d'abattre les frontières entre sciences appliquées et fondamentales, instruments et théories, recherche académique et développement industriel. Ainsi la microscopie à fluorescence a ouvert de nouveaux champs de recherche théorique et la diode électroluminescente est le fruit d'un rapprochement de plusieurs sphères : physique et chimie, université et industrie. Quant à la découverte des « cellules de lieu » dans le cerveau, couronnée par le prix Nobel de médecine, elle a aussi été rendue possible grâce à une panoplie complexe d'imagerie médicale. Comme pour rappeler que la porosité entre les disciplines est essentielle à la marche de la science.

Azar Khalatbari



PHYSIQUE

Lumière sur la diode électroluminescente

C'est à un petit objet du quotidien que le comité suédois rend hommage avec le prix Nobel de physique : la diode électroluminescente ou LED (Light Emitting Diode). Les lauréats sont trois chercheurs japonais : les deux inventeurs, Isamu Akasaki (85 ans), Hiroshi Amano (54 ans), étudiant puis collaborateur du premier, et Shuji Nakamura (64 ans), ingénieur chez Nichia corporation jusqu'en 1999, qui a permis sa commercialisation. Leur invention a déjà envahi notre environnement et ce n'est qu'un début ! D'ici à deux ans, tout l'éclairage des stations du métro parisien sera ainsi réalisé à base de LED diffusant une lumière blanche deux à trois fois plus économe en éner-

gie que les tubes fluorescents, et cinq fois plus que les ampoules à incandescence.

Si ces diodes blanches fonctionnent aujourd'hui à merveille, c'est bien parce que Isamu Akasaki et Hiroshi Amano ont inventé voici vingt-cinq ans (1989) la diode électroluminescente... bleue ! Rappelons que l'électroluminescence est une propriété de certains matériaux qui émettent de la lumière au passage du courant dans une couleur qui leur est spécifique. Alors que l'on disposait de matériaux émettant dans le rouge, trouver celui capable d'émettre dans le bleu fut le tour de force nécessaire pour arriver à de la lumière blanche. « Le matériau capable d'émettre dans le bleu



LE + NUMÉRIQUE

Retrouvez les histoires insolites des prix Nobel sur <http://sciaiv.fr/813nobel>

devait être un semi-conducteur, du nitrure de gallium ou d'aluminium, explique Bernard Gil, du laboratoire Charles-Coulomb de Montpellier. Mais on ne parvenait pas à faire croître un cristal de nitrure de gallium sans défaut. » En 1986, Akasaki et Amano ont réussi cette première étape. Puis il leur a fallu contrôler le « dopage » de ce semi-conducteur ; c'est ainsi que les électroniciens appellent l'introduction d'autres éléments chimiques afin de modifier la conductivité électrique. Selon le dopage choisi, le semi-conducteur peut produire un excès de charges négatives (dopage de type N) ou positives (type P). En utilisant le silicium, Akasaki et Amano ont compris comment maîtriser celui de type N en 1989 puis, quasi simultanément, le dopage de type P avec du magnésium. Ils ont ainsi pu réaliser la première LED à base de nitrure de gallium (GaN) ou d'un alliage de nitrure de gallium et d'aluminium qui émet une lumière bleue.

Le bleu intense s'obtient avec un alliage à base d'indium

Restait à mettre au point la fabrication industrielle et la commercialisation : pour cela il fallait un bleu encore plus intense. Nakamura va y parvenir en utilisant en 1991 un autre alliage à base d'indium. Il réalisa ainsi en 1993 une diode électroluminescente bleue à forte puissance émettrice de lumière. « Le comité Nobel a distingué un travail collaboratif à l'interface de la recherche académique et de l'industrie », souligne Bernard Gil. ■

A. Kh.



Les lauréats de gauche à droite

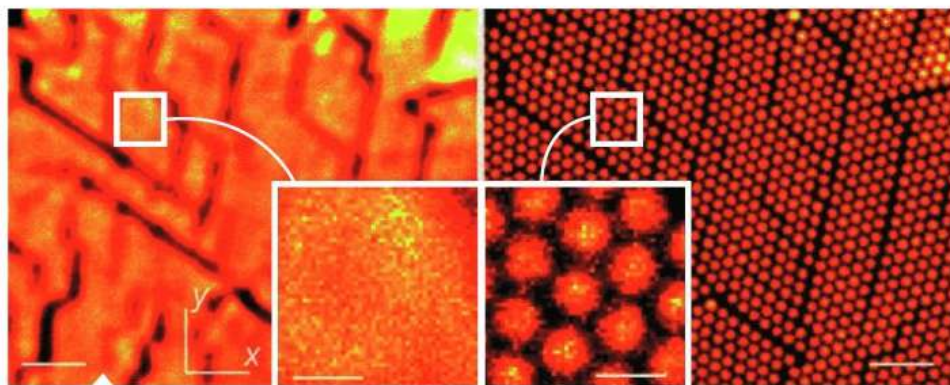
Isamu Akasaki, université de Nagoya (Japon).

Hiroshi Amano, université de Nagoya (Japon).

Shuji Nakamura, université de Californie à Santa Barbara (États-Unis).

CHIMIE

La nanoscopie révèle le noyau cellulaire



Images des mêmes particules colloïdales (de 200 micromètres de diamètre) obtenues, à gauche avec une microscopie classique, à droite avec le dispositif STED.

« C'est un progrès inouï dans l'observation des phénomènes biologiques », lance

Fabienne Mérola, photobiologiste au Laboratoire de chimie physique à Orsay, en évoquant les travaux de recherche primés par le Nobel de chimie. Et pour cause ! Grâce aux nouvelles techniques mises au point à partir du milieu des années 1990 par l'Allemand Stefan Hell (51 ans) et les Américains William Moerner (61 ans) et Eric Betzig (54 ans), la limite de résolution des images obtenues par microscopie optique a été repoussée d'un facteur mille.

Depuis le XVII^e siècle, la microscopie optique permet aux chercheurs de plonger au cœur du vivant à l'échelle du micromètre. Mais elle se heurtait à une barrière de résolution, réputée infranchissable. Les équations publiées par le physicien Ernst Abbe en 1873 étaient formelles : selon les lois de la physique, la précision de l'image ne peut excéder environ la moitié de la longueur d'onde de la lumière utilisée, soit au maximum 0,2 micromètre. Pour scruter le vivant à l'échelle nanométrique, il fallait employer d'autres techniques comme la microscopie électronique. « Cette approche nécessite néanmoins de figer et donc de tuer la cellule », souligne Fabienne Mérola. Pour observer des organismes vivants, la

microscopie optique, non destructive, reste donc incontournable. Il a fallu aux prix Nobel un certain culot pour espérer dépasser la fameuse barrière de résolution. Leur actue a été de contourner le problème à l'aide d'une technique devenue courante : la microscopie optique de fluorescence. En couplant certaines protéines avec des fluorophores, des molécules capables d'absorber la lumière et de la restituer sous forme de fluorescence, cette méthode produit des images offrant un excellent contraste. Mais, jusqu'ici, on « allumait » toutes les molécules en même temps. Et lorsque deux fluorophores étaient trop proches, il était impossible de les distinguer.

Une superposition d'images

« Pour améliorer la résolution, les chercheurs ont réalisé des images partielles puis ont superposé ces données afin d'obtenir une visualisation complète », explique la photobiologiste. Stefan Hell est le premier à proposer une telle approche, dénommée STED (Stimulated Emission Depletion). Son montage en « donut » permet de réduire la zone d'excitation des molécules à une taille inférieure à la résolution fixée par Abbe : un faisceau central allume les protéines fluorescentes alors qu'un second laser en forme d'anneau éteint les molécules voisines. Une ►

B. HAMEL, J. KELLER, C.K. ULLAL, V. WESTPHAL, A. SCHÖNLE, S. W. HELL



► image complète est ensuite obtenue par balayage de l'échantillon. Les travaux de Moerner et Betzig donnent eux naissance à une seconde technique : la microscopie monomoléculaire. En projetant une quantité de lumière suffisamment faible sur un échantillon, seule une fraction des molécules fluorescentes s'éclaire. Peu nombreuses, ces protéines marquées sont pour la plupart situées à plus de 0,2 micromètre l'une de l'autre. Reste à répéter cette procédure un grand nombre de fois puis à cumuler les données obtenues. En passant de la microscopie à la « nanoscopie » — c'est-à-dire en offrant la possibilité de zoomer sur chaque molécule individuellement —, les chercheurs nobélisés ont donné un sérieux coup de pouce à la recherche, notamment dans le domaine biomédical. « Il est désormais possible d'observer l'organisation intime du matériel génétique au sein du noyau cellulaire, ou encore la manière dont le virus du sida pénètre dans une cellule », conclut Fabienne Mérola. ■

A. B.



Les lauréats de gauche à droite

Eric Betzig, Howard Hughes Medical Institute, Ashburn (États-Unis).

Stefan W. Hell, Max Planck Institute for Biophysical Chemistry, Göttingen, et German Cancer Research Center, Heidelberg (Allemagne).

William E. Moerner, Stanford University (États-Unis).



Chaque « cellule de lieu » s'active lorsque le rat se retrouve à l'endroit qui lui correspond.



Chaque « cellule de grille » s'active lorsque le rat se trouve dans la zone qui lui correspond sur une trame géométrique prédéterminée du cortex entorhinal de l'animal.

PHOTOS: THE NOBEL COMMITTEE FOR PHYSIOLOGY OR MEDICINE, MATTIAS KARLEN

MÉDECINE

Des neurones de géolocalisation

Dans le cerveau, il existe des cellules très spécifiques qui sont exclusivement dédiées à la mémoire des lieux et des parcours. Leur découverte a valu le prix Nobel de physiologie ou de médecine à l'Américain John O'Keefe (74 ans) et aux Norvégiens May-Britt Moser (51 ans) et Edvard Moser (52 ans). En 1971, John O'Keefe, à l'University College de Londres, étudie avec des électrodes l'hippocampe (une structure à la base du cerveau) de rats se déplaçant dans une enceinte. Surprise : certaines cellules nerveuses ne s'activent qu'à un endroit donné. L'activité de ces cellules, dites de lieu, dépend d'indices sensoriels repérés sur le terrain par l'animal lorsqu'il l'explore pour la première fois. Celui-ci se révèle donc capable de former la « mémoire spatiale » d'un lieu.

Pour évaluer son bon fonctionnement, le Britannique Richard Morris, qui travaille dans le laboratoire d'O'Keefe, met alors au point en 1981 un test de navigation où le rat nage dans un liquide opaque et retrouve une plateforme grâce à des repères visuels externes. En 2005, le couple Moser, passé par ce même laboratoire, précise le mécanisme en découvrant dans le cortex entorhinal — voisin de l'hippocampe — d'autres cellules activées

en fonction du parcours effectué. Ces cellules, dites de grille, établissent une trame géométrique de l'espace. Elles permettent à un rat lâché dans un labyrinthe de retrouver le bon trajet après avoir mémorisé ses actions dans le temps et l'espace.

L'expérience est validée chez l'homme en 2013

Et chez l'homme ? En 2013, une expérience spectaculaire a confirmé l'importance pour notre mémoire des cellules de lieu. Des chirurgiens ont pu enregistrer leur activité chez des patients, opérés pour épilepsie, qui effectuaient un parcours virtuel en 3D. Mieux, elles étaient même réactivées par le seul souvenir des lieux visités. L'hippocampe est donc bien le site de la mémoire associée aux lieux, mémoire épisodique indispensable à la survie. ■

P. K.



Les lauréats de gauche à droite

John O'Keefe, Sainsbury Wellcome Centre in Neural Circuits and Behaviour, University College, Londres (Royaume-Uni).

May-Britt Moser, Centre for Neural Computation in Trondheim (Norvège).

Edvard Moser, Kavli Institute for Systems Neuroscience in Trondheim (Norvège).

ÉCONOMIE

Une science humaine et sociale « mathématisée »

Le prix Nobel d'économie, le Français Jean Tirole (61 ans), président de la Toulouse School of Economics, avait accordé un long entretien à *Sciences et Avenir* en octobre 2011. Ce fervent partisan de la théorie des jeux déclarait alors : « Il n'existe pour ainsi dire plus d'économie sans mathématiques ! [...] C'est au xx^e siècle qu'elle s'est « mathématisée » et, ce faisant, inévitablement éloignée des sciences humaines et sociales. »



LE + NUMÉRIQUE Retrouvez la totalité de cet entretien sur notre site Internet : <http://sciav.fr/813tirole>

HP recommande Windows.

Travail, loisir. À vous de choisir.  Windows



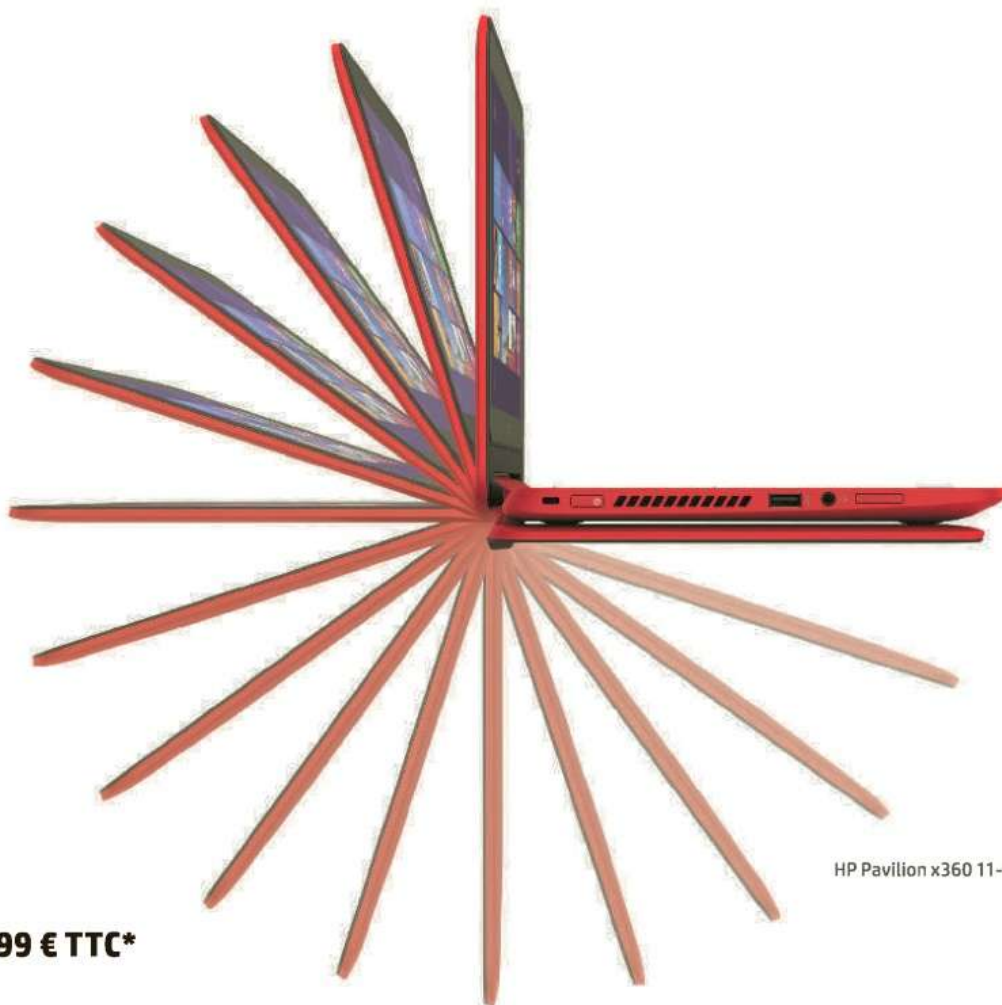
Make it matter.

Présentation de la nouvelle génération

HP Pavilion x360

**POLYVALENT À 360°.
UN PRIX UNIQUE.**

HP Pavilion x360 11-n000nf équipé de Beats Audio™ et d'un écran tactile.
Convertible à 360° avec ses 4 modes d'utilisation.



HP Pavilion x360 11-n000nf

A partir de 399 € TTC*

Make it matter = Donnez de l'importance.

* Prix public conseillé.

Microsoft et Windows sont des marques déposées de Microsoft Corporation. Toutes les autres marques déposées sont la propriété de leurs détenteurs respectifs. Certaines éditions de Windows 8.1 ne prennent pas en charge toutes les fonctionnalités. Pour profiter pleinement des fonctionnalités de Windows 8.1, le système peut nécessiter la mise à niveau et/ou l'achat de matériel, pilotes et/ou logiciels supplémentaires. Voir www.microsoft.com.

© Copyright 2014 Hewlett-Packard Development Company, L.P.

De l'eau issue du milieu interstellaire (1) a été incorporée dans des amas de gaz et de poussières autour de jeunes étoiles (2) qui ont donné naissance à des systèmes planétaires (3) comme le nôtre (4).

ILL. SEXTON, NSF/AU/NGAO

L'eau terrestre serait plus ancienne que le Soleil

Elle aurait pu se trouver dans la nébuleuse qui a donné naissance à notre étoile voici 4,6 milliards d'années. Ce qui relance l'hypothèse de sa présence ailleurs dans l'Univers.

PLANÉTOLOGIE Jusqu'à 50 % de l'eau sur Terre se serait formée avant le Soleil. Voilà l'étonnante conclusion à laquelle sont parvenus des chercheurs américains en examinant la signature chimique de l'eau. Car selon la manière dont elle s'est formée, l'eau présente une teneur en deutérium différente. Cet isotope de l'hydrogène (il contient un proton comme l'hydrogène mais également un neutron) peut le remplacer au sein de certaines molécules d'eau. Or, pour

se former, ces molécules « atypiques » nécessitent certaines conditions (très basses températures, source d'énergie ionisante), que l'on retrouve dans le milieu interstellaire. L'eau aurait donc pu déjà se trouver dans la nébuleuse qui a donné naissance au Soleil il y a environ 4,6 milliards d'années...

Mais ne se serait-elle pas désintégrée lors de la formation de l'astre solaire ? Dans ce cas, elle aurait été totalement synthétisée au sein du disque protoplanétaire,

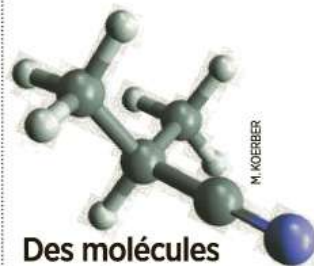
cet amas de gaz et de poussière qui s'est constitué autour de la jeune étoile pour ensuite former les planètes. Les chercheurs ont simulé par ordinateur cette hypothèse. Résultat : ils ne retrouvent pas la bonne proportion de deutérium. Selon leurs calculs, l'eau du système solaire serait donc en partie issue du milieu interstellaire... et pourrait se trouver en abondance dans d'autres systèmes planétaires. Une bonne nouvelle pour les chasseurs de vie extraterrestre.

A. B.

De l'eau pour prévoir les séismes

SISMOLOGIE C'est une piste inédite pour prévoir les tremblements de terre : au cours des semaines qui les précèdent, la composition chimique des eaux souterraines varie. Les contraintes tectoniques avant le séisme provoquent en effet l'ouverture de microfissures mettant en contact l'eau avec des roches qui relâchent leurs minéraux. A. Kh.

SOURCE : ALASDAIR SKELTON, UNIVERSITÉ DE STOCKHOLM, SUÈDE.



M. KOEBER

Des molécules organiques complexes dans l'espace

COSMOLOGIE C'est peut-être l'une des premières briques de la vie que les astronomes ont détectée au sein du gigantesque nuage de gaz Sagittarius B2 situé à environ de 27 000 années-lumière du Soleil. Jusqu'ici, ils n'avaient trouvé dans le milieu interstellaire que des molécules carbonées en forme de ballon de foot (fullerènes) ou de collier de perles (chaînes linéaires d'atomes de carbone). Là, ils ont découvert une chaîne carbonée présentant un embranchement : peut-être le chaînon manquant entre les molécules simples observées dans l'espace et les acides aminés retrouvés dans certaines météorites. A. B.

SOURCE : ARNAUD BELLOCHE, MAX-PLANCK-INSTITUT FÜR RADIOASTRONOMIE, BONN, ALLEMAGNE.

Des atomes ont parlé

PHYSIQUE Des chercheurs de l'École polytechnique Chalmers (Suède) ont fait parler un atome ! C'est avec

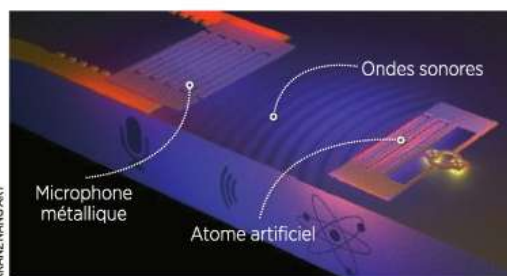
des phonons — des particules élémentaires associées à une onde acoustique — et non avec des photons,

particules de lumière, que l'énergie leur a été transmise. Positionné sur une puce, un atome artificiel de 0,01 millimètre (à droite) reçoit des vibrations sonores émises depuis un mini-haut-parleur servant aussi de microphone (à gauche). Après avoir emmagasiné cette énergie, l'atome émet à son tour un phonon, capté par le microphone. A. B.

10 %

La faible part d'astéroïdes dangereux identifiés

Le programme de la Nasa destiné à détecter les astéroïdes de 140 mètres de diamètre et plus présentant un risque potentiel pour notre planète est très en retard et ne parviendra pas à atteindre l'objectif de 90 % d'éléments identifiés en 2020. M. N.

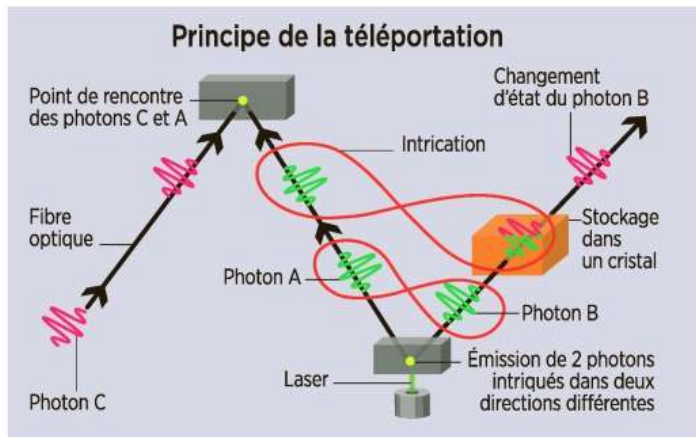


KRANTZ/NANO ART

Record ! une information a été téléportée à 25 km

Cette expérience de physique quantique repose sur l'intrication de deux photons.

PHYSIQUE C'est une expérience ébouriffante du monde subatomique que vient de réussir le Groupe de physique appliquée de l'université de Genève dirigé par Nicolas Gisin : une téléportation quantique sur une distance de 25 km de fibre optique. Concrètement, il s'agit d'envoyer dans deux supports différents deux photons provenant d'une même source. Le premier, A, part dans une fibre optique longue de 12,5 km tandis que le second, B, est stocké dans un cristal. Un troisième photon, C, ayant parcouru 12,5 km au sein d'une autre fibre optique, rencontre A et le « percute ». Cet « impact » anéantit A et C. Mais l'état de C, aussi surprenant que cela puisse paraître, se retrouve dans B ! Car en percutant A, C a



aussi marqué B, pourtant situé à des kilomètres de fibre optique. Comment expliquer ce surprenant résultat ? « La physique quantique stipule que les photons A et B, même séparés par des milliers de kilomètres, forment — du

point de vue de la mécanique quantique — un seul objet : ils sont intriqués », explique Félix Bussièrès, premier signataire de l'article. Tout changement sur l'un peut être mesuré sur l'autre, au sein du cristal.

A. Kh.

La particule de Majorana enfin aperçue

PHYSIQUE Cela fait 80 ans que les physiciens des particules l'attendent : la particule de Majorana, dont la grande particularité est d'être sa propre antiparticule, aurait surgi à l'université Princeton (États-Unis). Elle s'est présentée sous forme d'une quasi-particule — une excitation collective de particules qui se comportent comme une seule particule. Les physiciens l'ont détectée dans un supraconducteur — ces matériaux qui, refroidis à une certaine température, n'opposent aucune résistance au passage du courant électrique. Elle porte le nom d'Ettore Majorana, physicien italien disparu mystérieusement en 1938 après avoir émis l'hypothèse de son existence. A. Kh.

A VOIR SUR TABLETTE



Une goutte qui bouge toute seule

MÉCANIQUE DES FLUIDES En temps normal, une goutte d'alcool placée dans l'eau ne se déplace pas d'elle-même... sauf si elle est attirée par une zone dont la concentration en sel est plus élevée. Plus la quantité de sel dans l'eau est importante, plus la tension à la surface de la goutte est faible, ce qui l'entraîne irrésistiblement dans cette direction. De cette manière, des chercheurs ont réussi à faire bouger une goutte toute seule au sein d'un labyrinthe. A. B.

6,8 milliards de dollars

Le montant des contrats signés par la Nasa avec Boeing et Space X

La Nasa s'est engagée avec Boeing (4,2 milliards de dollars) et SpaceX (2,6 milliards de dollars) pour construire des navettes pour le transport des astronautes et du matériel vers la Station spatiale internationale. Les Américains s'affranchiront ainsi de leur dépendance aux Soyouz russes. M. N.

L'Inde en orbite autour de Mars

ESPACE L'agence spatiale indienne (ISRO) a placé avec succès la sonde Mars Orbiter Mission en orbite autour de la planète Rouge, rejoignant les États-Unis, la Russie et l'Europe parmi les puissances capables d'une telle mission. Le budget a été contenu à 74 millions de dollars, soit moins que le film *Gravity* (100 millions de dollars), a souligné le Premier ministre indien Narendra Modi. M. N.



Le 24 septembre, l'agence spatiale indienne fête le succès de la mise en orbite de la sonde Mars Orbiter Mission.

22 000

Le nombre de pièces d'un trésor découvert Grande-Bretagne

NUMISMATIQUE Pesant 68 kg, le « trésor » de Seaton Down, dans l'est du Devonshire, a été mis au jour par un amateur près d'une villa romaine. La plupart de ces monnaies romaines de bronze frappées entre 260 à 348 sont à l'effigie de Constantin et d'autres empereurs de la dynastie. **B. A.**

À VOIR SUR TABLETTE

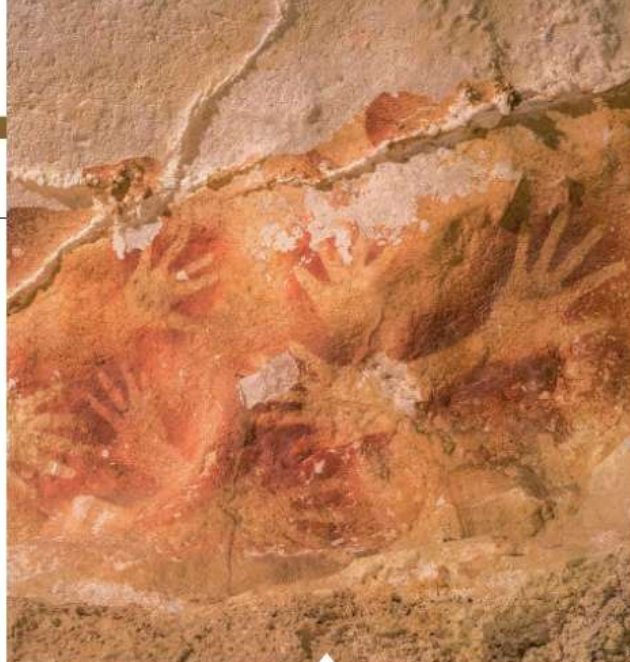
Neandertal dans les boucles de la Seine



PALÉOANTHROPOLOGIE Trois os longs du bras gauche : l'anthropologue Bruno Maureille explique pourquoi la découverte de fossiles de préneandertaliens vieux de 200 000 ans à Trouville-la-Rivière, en Seine-Maritime, est exceptionnelle. **B. A.**

Ce n'était pas l'épave de la « Santa Maria »

ARCHÉOLOGIE L'épave trouvée au large d'Haïti n'est pas celle de la Santa Maria, le navire de Christophe Colomb. L'Unesco a confirmé qu'en fin de compte le bateau date probablement de la fin du XVII^e ou du début du XVIII^e siècle. **M. N.**



Empreintes de mains tracées dans la grotte de Maros, en Indonésie.

L'art pariétal s'est développé aussi en Asie

Des grottes en Indonésie sont ornées de peintures datant de -40 000 ans. Elles seraient parmi les plus anciennes du monde.

PRÉHISTOIRE Un babiroussa, « cochon-cerf », tracé à l'ocre rouge sur les parois d'une caverne indonésienne pourrait bien, avec d'autres figures dont des empreintes de mains, jouer un petit tour de cochon... à la grotte Chauvet-Pont-d'Arc (Ardèche), censée abriter les plus anciennes peintures pariétales du monde (-37 000 ans) et classée au Patrimoine mondial de l'Unesco. L'étude de sept sites rupestres dans les formations calcaires de Maros, sur l'île des Célèbes, à l'est de Bornéo, fait en effet remonter la date de ces fresques aux environs de... -40 000 ans. Ce qui balaye la théorie qui voulait que peintures et gravures sur des surfaces rocheuses soient nées en Europe avec l'arrivée des premiers hommes anatomiquement modernes. L'application de la méthode de l'uranium-thorium a en effet permis de dater des concrétions de calcite directement associées à une douzaine de mains négatives (réalisées au pochoir) et deux représentations animales. Pour le spécialiste d'art rupestre de l'aire indo-pacifique Jean-Michel Chazine, de l'université d'Aix-Marseille, « l'antiquité de ces œuvres préhistoriques asiatiques prouve que l'art pariétal n'était pas spécifique aux populations européennes, mais un comportement partagé par tous les hommes modernes dès leur sortie d'Afrique ». **B. A.**

La salamandre régénère ses membres depuis longtemps

PALÉONTOLOGIE La capacité qu'ont certaines salamandres de pouvoir régénérer leurs membres, leurs yeux ou leur queue remonte à plus de 300 millions d'années, d'après une étude de fossiles très bien conservés. Des chercheurs allemands y décrivent de multiples anomalies dans les pattes, présentant des doigts supplémentaires ou fusionnés, typiques de membres régénérés après amputation. **P. K.**

SOURCE : NADIA FRÖBISCH, MUSÉE D'HISTOIRE NATURELLE DE BERLIN, ALLEMAGNE.



Un des fossiles complets étudiés par les chercheurs.

N. B. FRÖBISCH, C. BICKELMANN, F. WITZMANN



Des perles mérovingiennes originaires des Indes

Ce perles en verre du VI^e siècle ont été découvertes en Charente.

ARCHÉOMATÉRIAUX Voici une nouvelle preuve de la précocité de la mondialisation des échanges : l'analyse de perles en verre retrouvées dans des tombes mérovingiennes des V^e-VI^e siècles ont révélé que nombre d'entre elles provenaient d'Asie du Sud (Inde et Sri Lanka). **B. A.**

SOURCE : INSTITUT DE RECHERCHE SUR LES ARCHÉOMATÉRIAUX, ORLÉANS.



MAN OF TODAY*

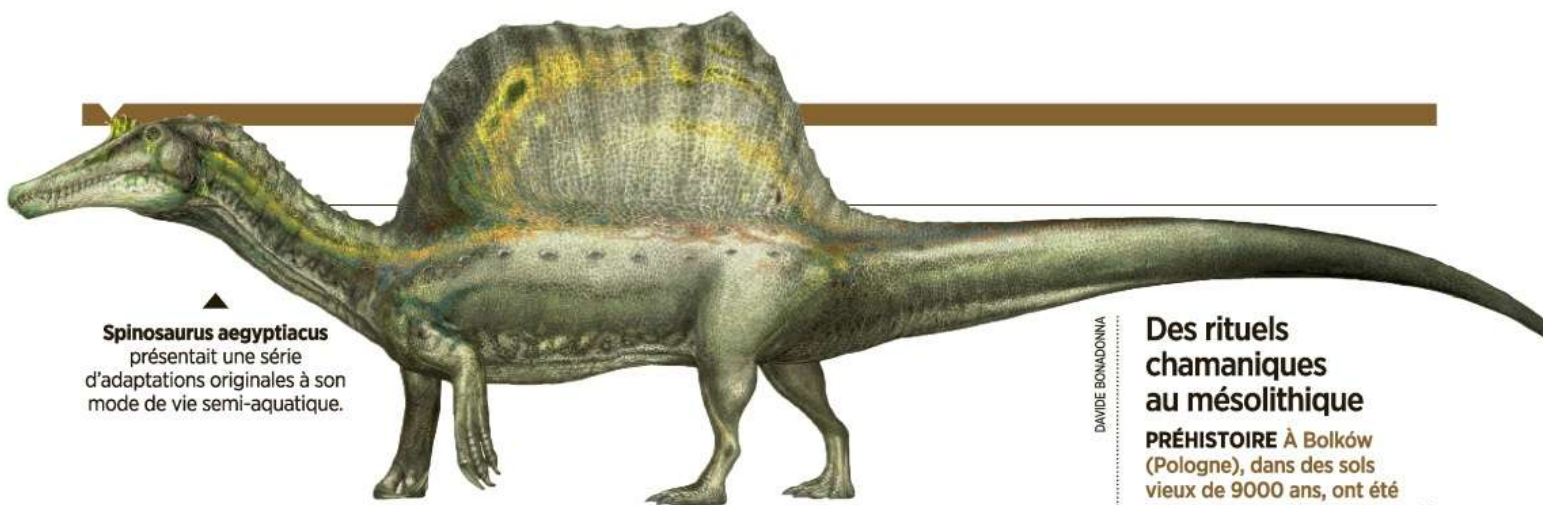
GERARD BUTLER POUR BOSS BOTTLED



BOSS
HUGO BOSS

#MANOFTODAY

*L'Homme d'Aujourd'hui



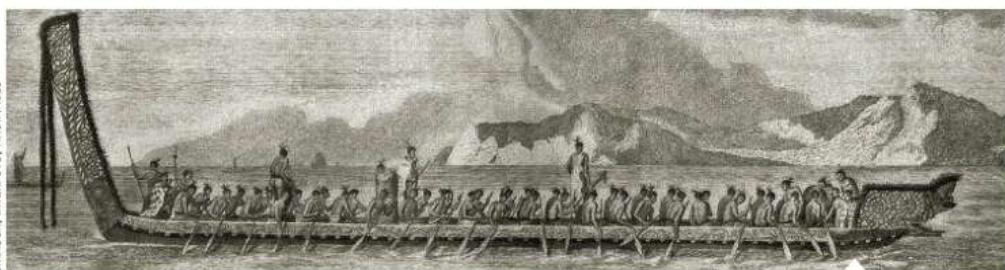
Spinosaurus aegyptiacus présentait une série d'adaptations originales à son mode de vie semi-aquatique.

La terreur du crétacé avait les pieds palmés

Le plus grand dinosaure carnivore connu était une créature semi-aquatique... aussi à l'aise dans les rivières que sur les sols boueux.

PALÉONTOLOGIE *Spinosaurus aegyptiacus*, prédateur pesant 20 tonnes et mesurant 15 mètres de long, écumait rivières et lacs du crétacé, il y a 95 millions d'années. Une originalité parmi les dinosaures. Il possédait en effet toute une série d'adaptations décrites dans la revue *Science* par une équipe internationale de paléontologues. Ses os étaient denses — caractéristique favorisant le contrôle de l'immersion —, son bassin petit et ses jambes courtes, à l'instar de ce que l'on observe chez les ancêtres semi-aquatiques des baleines. La structure osseuse de ses pieds autorise à penser qu'ils étaient palmés, ce

qui lui permettait de pagayer pour se propulser dans l'eau, aidé de sa longue queue flexible, mais aussi de marcher sur des sols boueux. Enfin, ses narines haut perchées et rétractiles ornaient un museau allongé, étroit et aplati, ressemblant à celui des gavials actuels et garni de dents coniques trahissant un régime piscivore. Ce sont de nouveaux fossiles exhumés dans le Sahara marocain qui, combinés à d'autres restes d'Afrique du Nord et aux premières descriptions de l'espèce (1912), ont permis de dresser ce portrait complet de *Spinosaurus*, dont on soupçonnait déjà le mode de vie original. **L. B.**



Les Polynésiens favorisés par Éole

PEUPLEMENT La dispersion des Polynésiens à travers le Pacifique à partir de 1100 aurait été favorisée par des régimes de vents différents de ceux d'aujourd'hui. C'est une modélisation des vents et des

pressions océaniques effectuée sur la période 800-1600 qui permet à un climatologue australien de l'affirmer. Deux fenêtres climatiques favorables auraient permis à leurs embarcations,

qui n'étaient pas encore aptes à remonter au vent, d'atteindre la Nouvelle-Zélande (entre 1140 et 1260) et l'île de Pâques (entre 1250 et 1280). Et ce, quatre fois plus vite qu'en temps normal. **L. B.**

EN BREF

GIZEH À L'ÉCRAN. Grâce à Google Maps Street View, on peut désormais visiter virtuellement les pyramides de Kheops, Khephren et Mykerinos. **CAMPS NAZIS.** Des archéologues ont retrouvé les vestiges des chambres à gaz de Sobibor (Pologne), camp démantelé en 1943 pour dissimuler les traces de l'extermination. **DIAGNOSTIC POSTHUME.** Un scanner du crâne de René Descartes réalisé par le paléopathologiste Philippe Charlier a révélé la présence d'une tumeur bénigne de 5,4 cm².

Des rituels chamaniques au mésolithique

PRÉHISTOIRE À Bolków (Pologne), dans des sols vieux de 9000 ans, ont été exhumées sept baguettes en if plantées en terre, qui semblent dessiner la constellation de la Grande Ourse. D'autres objets ont été mis au jour : un fragment de météorite, une amulette, une pointe de lance en os gravé, une baguette en bois de cervidé ornée de motifs géométriques. Pour les archéologues, cet assemblage suggère la pratique de rituels chamaniques en lien avec les astres et la nature au sein des communautés mésolithiques. **L. B.**

Une armure en os de l'âge du bronze

ARCHÉOLOGIE Des chercheurs russes ont découvert près d'Omsk, en Sibérie, une cuirasse vieille de 3900 à 3500 ans, entièrement constituée d'un assemblage de plaques osseuses. Butin de guerre ? Offrande ? Pour l'instant nul ne sait à qui était destinée cette fascinante armure. Parfaitement conservée, cet ensemble réalisé à partir d'ossements animaux avait volontairement été enterré à 1,50 m de profondeur. Selon Boris Konikov, auteur de la trouvaille, il pourrait s'agir d'une protection de combat appartenant à un membre de l'élite de la culture de Krotov, un peuple de pasteurs guerriers des steppes de l'Altaï. **B. A.**



La cuirasse en os aurait appartenu à un guerrier de l'Altaï (reconstitution ci-contre).

ORIGINE
FRANCE®
GARANTIE

BV Cert. 6033203



LES CRITIQUES NOUS ONT REMIS À NOTRE PLACE.

PEUGEOT 308. VOITURE DE L'ANNÉE.

COMPAREZ VOTRE VOITURE À LA VOITURE DE L'ANNÉE SUR COMPAREZLA308.PEUGEOT.FR



BETC Automobiles PEUGEOT 552 144 503 RCS Paris.

PEUGEOT RECOMMANDE TOTAL Consommation mixte (en l/100 km) : de 3,1 à 5,6. Émissions de CO₂ (en g/km) : de 82 à 129.

NOUVELLE PEUGEOT 308

MOTION & EMOTION



PEUGEOT

11 milliards de Terriens en 2100

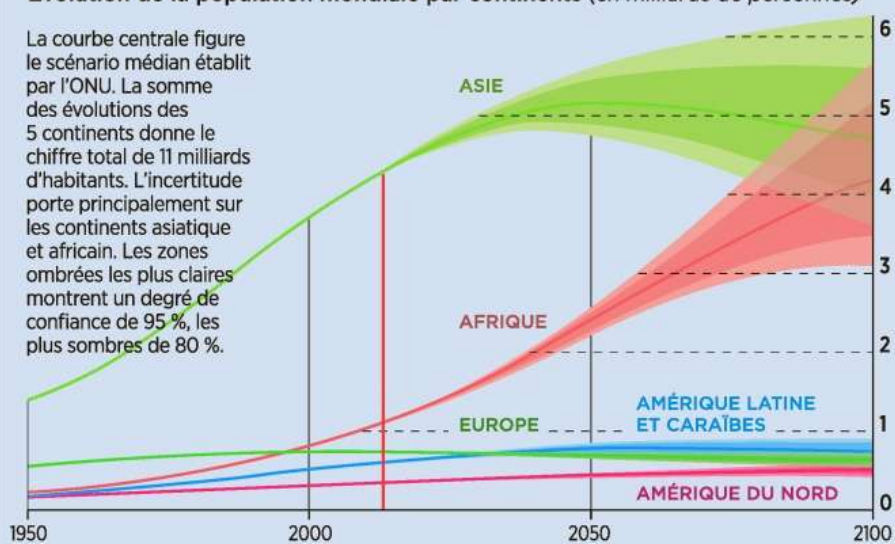
Tous les continents vont voir leur population stagner ou décroître, sauf l'Afrique.

DÉMOGRAPHIE Non, la population mondiale ne devrait pas se stabiliser à un peu plus de 9 milliards d'individus vers 2050 comme les démographes l'affirmaient jusqu'à très récemment. Des chercheurs de l'ONU ont publié dans *Science* le 10 octobre une étude montrant que la croissance démographique va persister au moins jusqu'en 2100, et que la Terre pourrait avoir 11 milliards d'habitants à cette date. À l'origine de cette sévère correction, un changement de méthode statistique qui révèle que tous les continents vont voir leur population stagner ou décroître, sauf l'Afrique, dont les habitants qui sont 1 milliard aujourd'hui seront au moins 4 milliards à la fin du siècle. Et ce du fait d'une amélioration des conditions de vie non accompagnée d'une baisse de la natalité (entre 4 et 5 enfants par femme).

L. C.

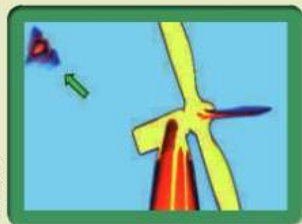
Évolution de la population mondiale par continents (en milliards de personnes)

La courbe centrale figure le scénario médian établi par l'ONU. La somme des évolutions des 5 continents donne le chiffre total de 11 milliards d'habitants. L'incertitude porte principalement sur les continents asiatique et africain. Les zones ombrées les plus claires montrent un degré de confiance de 95 %, les plus sombres de 80 %.



BETTY LAFON - SOURCE : A. RAFTERY

À VOIR SUR TABLETTE



PAUL CRYAN

L'attraction fatale des chauves-souris pour les éoliennes

ZOOLOGIE Le mystère des hécatombes chez les chauves-souris à proximité des éoliennes a enfin été résolu. Des observations ont révélé que ces animaux sont surtout attirés lors de faibles vents et au clair de lune. Les courants d'air engendrés aux abords des engins à l'arrêt ou au ralenti ressembleraient à ceux existants près des grands arbres où les chauves-souris viennent se percher et se nourrir. Le démarrage soudain des pales lors de rafales créerait des turbulences fatales à ces frères animaux volants. P. K.

SOURCE : PAUL CRYAN, UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY, FORT COLLINS (ÉTATS-UNIS).

Le Sahara fertilise l'Amazonie

ENVIRONNEMENT La vitalité de la forêt amazonienne s'explique en partie par les squelettes de poissons qui ont vécu il y a une dizaine de milliers d'années en Afrique. À cette époque, le lac Tchad recouvrait toute la partie centrale du Sahara. Aujourd'hui, autour des 1500 km² de lac subsistants, s'étend la dépression du Bodélé, d'où provient la moitié des poussières émises par le Sahara. Des chercheurs de Londres viennent de découvrir que cette érosion éolienne transporte des éléments phosphorés arrachés aux squelettes de poissons de l'ancien lac jusqu'en Amazonie. C'est ce phosphore qui fertilise la forêt amazonienne. L. C.

LE + NUMÉRIQUE

Comment le Sahara nourrit l'Amazonie en infographie : <http://sciav.fr/813sahara>

117 millions Le nombre de lacs sur Terre

3,7 % de la surface émergée, hors couverture glaciaire, sont occupés par des étendues d'eau douce de plus de 2000 m², d'après le premier relevé effectué par satellite. La majorité des lacs se trouvent au-dessus de 45° de latitude nord. P. K.

SOURCE : CHARLES VERPOORTER, UNIVERSITÉ DU LITTORAL-CÔTE D'OPALE, WIMEREUX.

La fleur qui fait tourner les têtes

BOTANIQUE Pour s'assurer d'être autant disséminée que les quatre autres espèces d'*Impatiens* présentes aux alentours, *Impatiens frithii*, une fleur camerounaise, a trouvé une astuce imparable : tourner ses sépales à nectar « à l'envers » ! En se courbant légèrement vers le haut, la fleur oblige les passereaux à la butiner différemment. Ce qui aurait dû être un frein à son expansion s'est révélé une stratégie payante : ce faisant, du pollen se dépose sur



BARTOS ET AL. CURRENT BIOLOGY

Le pollen de l'*Impatiens* se dépose sur le dessous du bec de l'oiseau.

le dessous, et non sur le dessus du bec, assurant qu'il ne se mélange pas avec celui des autres fleurs que l'oiseau butine. H. R.

SOURCE : MICHAEL BARTOS, ACADÉMIE DES SCIENCES, TREBON, RÉPUBLIQUE TCHÈQUE.

ORIGINE
FRANCE®
GARANTIE

BV Cert. 6033203

ON A MIS
L'EUROPE
D'ACCORD.

POUR UNE FOIS.

PEUGEOT 308. VOITURE DE L'ANNÉE.

COMPAREZ VOTRE VOITURE À LA VOITURE DE L'ANNÉE SUR COMPAREZLA308.PEUGEOT.FR



BETC Automobiles PEUGEOT 552 144 503 RCS Paris.

PEUGEOT RECOMMANDE TOTAL Consommation mixte (en l/100 km) : de 3,1 à 5,6. Émissions de CO₂ (en g/km) : de 82 à 129.

NOUVELLE PEUGEOT 308

MOTION & EMOTION



PEUGEOT

Des souris apprennent plus vite avec un gène humain

Ces résultats confirment le rôle déterminant joué par *Foxp2* dans l'apprentissage.

COGNITION Lorsque le gène *Foxp2* humain est présent chez des souris, celles-ci ont des capacités d'apprentissage accélérées, révèle une étude publiée dans les *Comptes rendus de l'académie américaine des sciences (PNAS)*. Ce gène a été identifié en 2001 chez des per-

sonnes présentant des troubles de l'apprentissage du langage. La forme humaine présente deux mutations qui la distinguent de tous les autres mammifères. Les souris mutées pour avoir la forme humaine de *Foxp2* passent beaucoup plus rapidement d'un appren-

tissage cognitif à un apprentissage moteur dans l'exécution d'une tâche. Cette propriété se retrouve au niveau du striatum, structure nerveuse responsable de ces apprentissages, avec notamment une plus grande plasticité nerveuse dans la zone dévolue à l'apprentissage

moteur. Ces résultats confirment le rôle déterminant joué par *Foxp2* dans le passage rapide à l'apprentissage moteur, indispensable pour acquérir un langage articulé fluide mais pour développer d'autres formes d'expression, artistique notamment. **P. K.**

GETTY IMAGES

Cacatoès, agile et pédagogue



ALICE AUERSPERG

La technique de Figaro (en haut) pour attraper une noix a été copiée et même améliorée par deux de ses congénères.

ORNITHOLOGIE

Le cacatoès de Goffin est habile du bec et des pattes. Cette espèce de perroquet indonésien est non seulement capable de manier des outils mais également de transmettre ce savoir, annoncent des zoologistes allemands dans les *Proceedings of the Royal Society B*. Douze congénères ont été confrontés à Figaro, un jeune oiseau de 3 ans capable de sculpter des bâtons pour récupérer des noix placées derrière une grille. Trois d'entre eux ont su reproduire et même améliorer le processus. L'étude confirme ce que l'on suspectait depuis les années 1960 : le maniement d'outils n'est en rien réservé à l'homme ni aux primates. Plusieurs espèces d'oiseaux, notamment des corvidés, en sont également capables. **H. R.**

Le chat ravage la petite faune en Australie

BIODIVERSITÉ Après le crapaud buffle toxique, c'est le chat, un autre animal importé, qui devient une menace pour la faune endémique du nord de l'Australie. Des chercheurs australiens de l'*Australian Wildlife Conservancy* ont découvert qu'en dégageant les terrains, les grands incendies provoqués par l'homme aident le félin, à chasser les rongeurs et les petits marsupiaux. L'utilisation d'appâts empoisonnés, efficace dans le centre du pays, n'a pas eu de succès au nord. **P. K.**



CESAR JARAMILLO, STRI

Toxique et tout orange

HERPÉTOLOGIE Et de 15 ! Avec *A. geminisae*, le genre d'amphibiens *Andinobates* s'enrichit d'une nouvelle espèce, d'un orange soutenu. Les animaux de cette famille possèdent un dard empoisonné et ne vivent que dans quelques lieux très localisés de Colombie, Panama et Équateur. La dernière venue a été découverte dans des forêts reculées de Panama et a fait immédiatement l'objet d'un plan de sauvegarde. **L. C.**

Le chinchilla n'avait pas disparu

ZOOLOGIE Des chercheurs péruviens et mexicains ont trouvé sur le site archéologique du Machu Picchu un spécimen vivant de chinchilla arboricole (*Cuscomys oblativa*), un rongeur de la taille d'un chat. L'animal n'avait pas été aperçu depuis des siècles. Seuls des fossiles avaient été découverts en 1912 dans des poteries incas vieilles de 400 ans. **R. D.**

SOURCE : HORACIO ZEBALLOS, MUSEUM D'AREQUIPA, PÉROU.

La tortue d'Hermann est sauvée

CONSERVATION ANIMALE La seule tortue terrestre sauvage vivant en France ne disparaîtra pas. C'est la conclusion du programme européen de préservation de l'espèce engagé depuis 2010 dans la plaine du Var. 280 hectares de garrigues et de haies, alternant les milieux ensoleillés et ombragés qu'affectionne le reptile ont été aménagés.



Des lieux de pâtures ont été créés pour les moutons et les ânes qui « entretiennent » les zones ouvertes. Les gestionnaires de l'espèce ont également constaté une forte baisse des prélèvements de tortues dans la nature par des personnes les revendant en animaleries. Sans ces mesures, à très brève échéance, l'espèce n'aurait plus existé que dans les jardins des particuliers. **L. C.**

DANIEL HEULCHIN/BIOSPHOTO

Avec plus d'1 million de Sociétaires, on peut déplacer des montagnes

CASDEN Banque Populaire - Société Anonyme Coopérative de Banque Populaire à capital variable. Siège social : 91 Cours des Roches - 77186 Noisiel, Siret n° 784 275 778 00842 - RCS Meaux. Immatriculation ORIAS n° 07 027 133
BPCF - Société anonyme à direction et conseil de surveillance au capital de 155 742 320 €. Siège social : 50 avenue Pierre Mendès France - 75201 Paris Cedex 13. RCS PARIS n° 493 455 042. Immatriculation ORIAS n° 08 045 100
BROCA & WERNICKE - Illustration : Kilofier.



Quand une banque tire sa force de l'esprit coopératif, elle s'appuie sur des valeurs de solidarité, d'écoute et de confiance. Créée par des enseignants, la CASDEN s'engage ainsi auprès de plus d'un million de Sociétaires à réinvestir leur épargne dans le financement des projets de chacun.

Rejoignez-nous sur casden.fr ou contactez-nous au **0826 824 400***

*Accueil téléphonique ouvert de 8h30 à 18h30 du lundi au vendredi (0,15€ TTC/min en France métropolitaine)



L'offre CASDEN est disponible
en Délégations Départementales et
également dans le Réseau Banque Populaire.

casden

BANQUE POPULAIRE

CASDEN, la banque coopérative de l'éducation, de la recherche et de la culture

Une greffe relance l'espoir dans la DMLA

Un implant de tissu rétinien a été réalisé à partir d'iPS, des cellules souches pluripotentes induites. Une première mondiale.



OPHTALMOLOGIE Une Japonaise de 70 ans atteinte de dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA) — une maladie qui détruit la rétine — a reçu, le 12 septembre, une greffe d'un tissu rétinien conçu à partir de cellules souches pluripotentes induites (iPS) (lire S. et A. n° 792, février 2013). Une première mondiale. Même s'il est

trop tôt pour évaluer le résultat, la patiente a déclaré, le lendemain, que sa vue était plus « brillante ». Les iPS sont des cellules souches obtenues à partir de cellules adultes différenciées — ici de peau de la patiente — puis reprogrammées en cellules de rétine. L'équipe menée par Yasuo Kurimoto, du Kobe City Medi-

cal Center General Hospital, a implanté un feuillet de 1,3 sur 3 mm d'épithélium rétinien dans l'œil de la patiente.

« Cette excellente équipe a réalisé ce que nous appelons "une preuve de concept" », commente Marc Peschanski, directeur scientifique d'I-Stem au génopôle d'Évry (Essonne). Nous attendons les résultats dans les deux

Ces cellules rétiniennes issues de cellules iPS ont été transplantées.

ans. » Un éventuel succès pourrait cependant être difficile à étendre au plus grand nombre. « Le procédé n'étant pas du tout industrialisé, nous allons nous retrouver devant un problème éthique : nous aurons le traitement mais pas les moyens de l'appliquer. »

E. S. AFP

EN BREF

PSORIASIS. Le premier traitement oral, sous forme de comprimés, a été approuvé aux États-Unis contre le psoriasis.

CANCER DU SEIN. Le pertuzumab (Perjeta, de Roche, 6000 € par mois) offre 16 mois de survie supplémentaire aux patientes souffrant d'une forme agressive de tumeur du sein. **FRÉQUENTS COMPLÉMENTS.** Selon l'Anses, un Français sur cinq prend, de façon régulière ou occasionnelle, des compléments alimentaires.

Grossesse et chimiothérapie ne seraient pas incompatibles

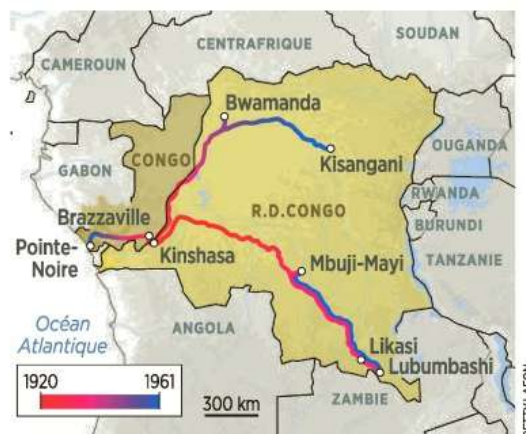
ONCOLOGIE Après le troisième mois de grossesse, une femme atteinte d'un cancer peut suivre une chimiothérapie et même une radiothérapie sans affecter le développement de l'enfant. C'est la conclusion de plusieurs études présentées lors d'un récent congrès européen. Si ces résultats sont confirmés, ils devraient permettre de faire évoluer les pratiques et de ne plus conduire à une interruption de grossesse, un accouchement prématuré ou encore à retarder le traitement de la mère. S. R.-M.

29,5 %

La part d'essais cliniques non publiés

L'étude de 400 essais cliniques conduits aux États-Unis a révélé que les résultats de 118 d'entre eux n'avaient pas été publiés quatre ans après leur fin. Ce sont surtout les essais préliminaires de nouveaux traitements qui sont concernés. M. N.

SOURCE : HIROKI SAITO, CARNEY HOSPITAL, DORCHESTER, ÉTATS-UNIS.



BETTY LAFON

Le sida a débuté à Kinshasa

VIROLOGIE L'origine de la pandémie de VIH est enfin identifiée. Elle a commencé à Kinshasa, capitale de l'actuelle République démocratique du Congo : le virus y aurait émergé dans les années 1920, lorsque le pays était encore une colonie belge. En suivant le réseau ferroviaire — en état de fonctionnement à l'époque —, il aurait

migré dans l'ensemble du pays et aussi gagné Brazzaville, alors capitale du Congo français, dès 1937. Pour raconter ces premières étapes de l'épidémie mondiale, mal connues jusqu'alors, une équipe internationale de scientifiques a comparé les séquences génétiques et réalisé une analyse phylogéographique d'échantillons récoltés en Afrique centrale. G. M.



THE LANCET / AFP

Le bébé est né par césarienne.

Une naissance après une greffe d'utérus

OBSTÉTRIQUE Pour la première fois au monde, une Suédoise de 36 ans a donné naissance à un enfant après avoir subi une transplantation d'utérus. Elle était née sans cet organe en raison d'une affection génétique. Elle a accouché en septembre d'un garçon en bonne santé pesant 1,775 kg, après 31 semaines de grossesse. L. L.

SOURCE : MATS BRÄNNSTRÖM, UNIVERSITÉ DE GÖTEBORG, SUÈDE.

TOUTES LES ÉNERGIES EN CLAIR ET EN LIVE

planete-energies.com

CHAQUE MOIS « EN CLAIR »

- Un dossier thématique sur l'énergie et ses enjeux
- Des décryptages et des infographies pédagogiques

TOUS LES JOURS « EN LIVE »

- Des actus en continu sur les énergies
- Une veille mondiale du meilleur du web

UN ESPACE PRIVILÉGIÉ POUR LES ENSEIGNANTS

- Une communauté pour échanger
- Des ressources adaptées par niveau
- Des conférences thématiques gratuites

Parce que l'énergie est au cœur de nombreux enjeux d'avenir, Total a créé en 2005 sa marque pédagogique Planète Énergies, avec pour objectif de favoriser la connaissance de toutes les énergies auprès des jeunes générations, de leurs professeurs, mais aussi de tout public s'intéressant aux questions de l'énergie. Afin que chacun d'entre nous puisse se forger sa propre opinion, rendez-vous sur le nouveau site planete-energies.com pour découvrir les nombreux contenus proposés par son collège d'experts.

L'énergie est notre avenir, économisons-la !



**planete
energies**

Une initiative de  **TOTAL**

Plus de médicaments moins chers



PHARMACOLOGIE En 2013, la consommation française de médicaments en ville a baissé pour la deuxième fois consécutive en valeur (-1,3 % à 33,5 milliards d'euros). Mais, en volume, les ventes ont crû de 3,3 %. Ce sont les prix des médicaments qui ne cessent de baisser : -4,4 %. **M. N.**

SOURCE : DREES, MINISTÈRE DES AFFAIRES SOCIALES, DE LA SANTÉ ET DES DROITS DES FEMMES.

Une protéine bactérienne en cause dans l'anorexie

GASTROENTÉROLOGIE

Les troubles du comportement alimentaire comme l'anorexie ou la boulimie pourraient être liés à des protéines produites par des bactéries intestinales. L'équipe Inserm de Sergueï Fetissov a ainsi

identifié ClpB, qui est sécrétée quand les bactéries sont soumises à un stress. Ce « sosie » d'une des hormones de la satiété, la mélanotrope, diminue l'appétit et déclenche une réaction immunitaire. **J. I.**



En 2014-2015, le monde accoste quai Branly

Les expositions

TATOUERS, TATOUÉS (jusqu'au 18/10/15)

MAYAS Révélation d'un temps sans fin (07/10/14 - 08/02/15)

L'ÉCLAT DES OMBRES

L'Art en noir et blanc des îles Salomon (18/11/14 - 01/02/15)

JOYCE MANSOUR Poétesse et collectionneuse (18/11/14 - 01/02/15)

L'ANATOMIE DES CHEFS-D'ŒUVRE (10/03/15 - 17/05/15)

LES MAÎTRES DE LA SCULPTURE DE CÔTE D'IVOIRE (14/04/15 - 26/07/15)

L'INCA ET LE CONQUISTADOR (23/06/15 - 20/09/15)

PHOTOQUAI 5^e biennale des images du monde (22/09/15 - 22/11/15)

Et aussi

Arts vivants • Conférences • Manifestations scientifiques • Université populaire du quai Branly...



www.quaibrany.fr

Le Jardin du monde conçu par le paysagiste Gilles Clément a été réalisé grâce au mécénat de la Fondation d'entreprise CDP-BIJU © musée du quai Branly, photo Lolo Larmannhuber

QUESTIONS À

Éric Leroy directeur général du Centre international de recherches médicales de Franceville (CIMF), au Gabon

Un virus de la polio résiste aux vaccins



COURTESY E. LEROY

La cause d'une grave épidémie de poliomyélite qui a frappé le Congo en 2010 vient d'être identifiée : il s'agit d'une souche de poliovirus résistante au vaccin.

Quelles étaient les caractéristiques de la flambée épidémique de 2010 ?

Son taux de mortalité de 47 % était exceptionnellement élevé

(210 personnes décédées sur 445 cas). Par ailleurs, elle ne touchait pratiquement que des adultes, alors que ce sont d'habitude les enfants non vaccinés qui sont malades.

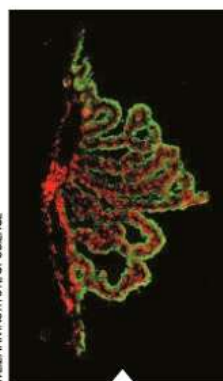
Quelle en était la cause ?

Une souche mutante du virus, échappant à la vaccination. On a caractérisé le virus et découvert deux mutations dans des régions clés de son génome. Un test en culture de la résistance de cette variante a montré qu'entre 15 et 30 % des personnes vaccinées n'auraient pas été protégées lors de l'épidémie.

Faut-il revoir la politique mondiale de vaccination de routine ?

Non. Ce sont des cas sporadiques : il y a eu quatre ou cinq épidémies dues à un virus mutant en un siècle. Il faudrait que leur fréquence augmente significativement pour que l'on revienne au protocole vaccinal. C'est toutefois une alerte : nous devons surveiller activement tous les cas et procéder à un séquençage systématique du virus.

Propos recueillis par L. B.



WEIZMANN INSTITUTE OF SCIENCE

Vue de structures du cerveau des souris.

Une signature cérébrale du vieillissement

NEUROLOGIE En injectant un anticorps dirigé contre un interféron (une protéine produite par le système immunitaire) (en rouge, sur l'image ci-contre) directement dans le cerveau de souris âgées, des chercheurs du Weizmann Institute (Israël) ont restauré certaines capacités cognitives et cérébrales des rongeurs. Les scientifiques avaient déjà identifié, dans le cerveau de souris âgées, une « signature moléculaire », activée par cet interféron, absente du cerveau de jeunes souris. **G. M.**

LE GOÛT DES SCIENCES

organisé par le ministère de l'Éducation nationale,
de l'Enseignement supérieur et de la Recherche

PRIX 2014

LE GOÛT
DES SCIENCES



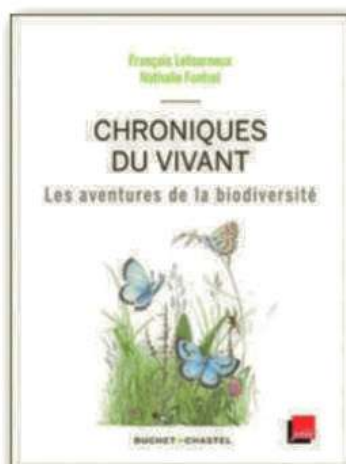
L'accès du plus grand nombre à l'univers des sciences,
vous semble essentiel ? Vous menez des actions en ce sens ?

Participez à la prochaine édition du Prix « le Goût des Sciences » !

Le jury du Prix 2014 a distingué :

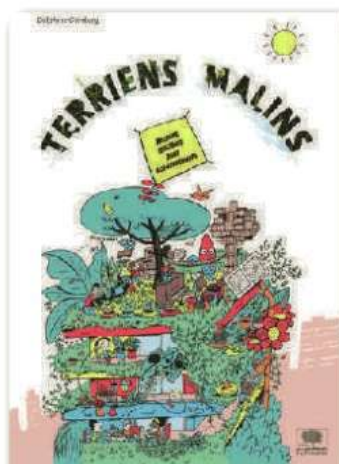
- **Chroniques du vivant**

de François Letourneux
et Nathalie Fontrel
(Éditions Buchet et Chastel)
dans la catégorie
du "**Livre généraliste**"



- **Terriens malins**

de Delphine Grinberg
(Éditions Le Pommier)
dans la catégorie
"**la science expliquée
aux jeunes**"



- **La fontaine aux supernovea**

de Thierry Foglizzo
dans la catégorie
"**les scientifiques
communiquent**"



Retrouvez toutes les informations sur
www.enseignementsup-recherche.gouv.fr



MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION
NATIONALE, DE
L'ENSEIGNEMENT
SUPÉRIEUR ET DE
LA RECHERCHE

Des animaux et des hommes

Les hommes et les animaux, en voilà une vieille histoire. Une histoire commune, imbriquée, indissociable. Leurs sociétés se sont construites ensemble.

La philosophie, l'art, les sciences questionnent depuis toujours les frontières érigées entre elles. Aujourd'hui, alors que le souci éthique du bien-être animal va grandissant, nous assistons en parallèle à la désanimalisation des animaux. Un paradoxe qui dit beaucoup de nous et peu de cette autre forme d'humanité, celle que nous chassons, mais aussi celle avec laquelle nous vivons.



L'animal domestique, un membre de la famille à part entière.

Début février 2014. Un certain Farid Ghilas, alias Farid de la Morlette, est filmé en train de s'adonner au lancer de chat. Le pauvre Oscar – c'est le nom du chat – en est quitte pour une belle frousse et quelques fractures. Farid, lui, a signé son arrêt de mort. Les réseaux sociaux crient vengeance. Plusieurs pages Facebook

sont créées pour soutenir Oscar. Jugé en comparution immédiate par le tribunal correctionnel de Marseille, le bourreau d'Oscar est attendu de pied ferme devant le palais de justice. « Les animaux ne sont pas des objets, nous attendons une peine à la hauteur de sa cruauté », lit-on sur des pancartes brandies bien haut. A la question posée par Le Parisien

en ligne- « La prison pour les sévices aux animaux vous semblent-elles justifiées ? » - 85% des internautes répondent par l'affirmative. Leur vœu ne reste pas longtemps pieux. Farid écope d'un an de prison ferme pour « actes de cruauté envers un animal domestique ou apprivoisé ». Oscar, quant à lui, est confié à la SPA pour y recevoir des soins dignes d'un

chef d'état. Mais du côté des justiciers de la cause animale, la chasse à l'homme ne s'arrête pas là : reste à confondre le complice de Farid, celui qui a filmé ce crime odieux. Depuis l'affaire Xavier Dupont de Ligonnès, ce père en fuite soupçonné en 2011 d'avoir tué femme et enfants, jamais n'avait-on assisté à une telle mobilisation de l'opinion publique.

Serions-nous atteints par le syndrome de la « mignoncité » ? Ne cherchez pas le mot dans le dictionnaire, il ne s'y trouve pas encore. Il est pourtant l'un des tags les plus fréquents du Web 2.0. Précédé d'un dièse, c'est un hashtag très en vogue sur Twitter. « Mignoncité » donc. Nom féminin, « caractère, qualité de tout ce qui est mignon ». Le mot est la traduction du néologisme anglais « cuteness ». Prix Nobel de physiologie ou médecine en 1973, c'est l'éthologue allemand Konrad Lorenz qui a décrit le mécanisme de ce « réflexe du mignon ». Dans Le comportement animal et humain publié en 1965, il écrit : « Une tête relativement importante, un crâne disproportionné, de grands yeux situés bien au-dessous, le devant des joues fortement bombé, des membres épais et courts, une consistance ferme et élastique et des gestes gauches sont des caractères distinctifs essentiels du « mignon » et du « joli » »¹

Chaque jour, des dizaines de photos circulent sur les réseaux sociaux estampillées de l'étiquette de « mignoncité » : un chat qui aime l'aspirateur, un petit hamster qui mange des burritos, des manchots en pull-overs. Comme ils nous ressemblent ces animaux-là ! Au Royaume-Uni, n'a-t-on pas retrouvé un chat laissé pour mort au fond d'une poubelle à cause de sa moustache noire qui rappelait... Adolf Hitler ?



Manifestation lors du procès de Farid Ghilas.

L'animal domestique, l'animal-étalon de la cause animale

Cet anthropomorphisme un peu mignard est révélateur de notre extrême sensibilisation à la cause des animaux. Mais aussi de notre méconnaissance du monde animal. Fidèle à l'idée rousseauiste selon laquelle « si je suis obligé de ne faire aucun mal à mon semblable, c'est moins parce qu'il est

un être raisonnable que parce qu'il est un être sensible », notre société civile a institutionnalisé le souci de la condition des animaux. En créant des associations de protection et de défense des animaux mais aussi en faisant évoluer le statut juridique de l'animal. Depuis le 15 octobre 1978 existe une déclaration universelle des droits des animaux. En février 2002 a été adoptée à l'assemblée nationale une charte de la relation entre l'homme et l'animal. Sans doute pourrait-on voir avec cet élargissement des horizons moraux une nouvelle étape dans le processus de civilisation si la dénomination générique d'« animal » n'était pas devenue synonyme d'« animal domestique ». L'animal familial considéré à juste titre comme... un membre de la famille. D'après un recensement effectué en 2012, presque la moitié des ménages français possèdent un chien, un chat, des poissons rouges ou des hamsters dorés. 63 millions d'animaux domestiques. Presque autant que de Français. En ce domaine, l'hexagone est champion

Serions-nous atteints par le syndrome de la « mignoncité » ? Ne cherchez pas le mot dans le dictionnaire, il ne s'y trouve pas encore. Il est pourtant l'un des tags les plus fréquents du Web 2.0.

L'ANIMALISME

Selon Francis Wolff, professeur de philosophie à l'ENS de la rue d'Ulm, nous sommes entrés dans l'ère de l'animalisme. Le concept recouvre, quoique liés, trois phénomènes distincts. C'est d'abord la croissance, dans les sociétés développées, de la préoccupation du bien-être animal. C'est ensuite l'inflation de l'animal dans la sphère de la recherche académique, notamment dans les humanités. Jadis cantonné aux sciences du vivant, le concept d'animal peuple à présent les sciences humaines et sociales. La vogue transdisciplinaire des animal studies l'atteste. Au final, plus le concept de l'animalisme, c'est-à-dire la valeur (tant épi-

témologique que morale) attribuée à l'animal en tant que tel, prend de l'importance moins l'animal existerait. Depuis les années 1980, nous sommes passés du « tout politique » au « tout éthique ». De là l'apparition, selon le philosophe, de nouveaux concepts moraux, importés du politique : libération animale, exploitation des animaux, extermination, discrimination par l'espèce. Concepts qui malgré leur apparence menacent les valeurs de cet humanisme étendu à tous. S'il n'est pas question pour Francis Wolff d'abandonner nos préoccupations morales à l'endroit des animaux, il est essentiel de distinguer ces derniers de l'Homme et de les considérer dans toute



Francis Wolff, professeur de philosophie à l'ENS de la rue d'Ulm.

leur diversité. Même s'ils cohabitent depuis toujours la puce n'est pas le chien. Selon Dominique Lestel nous devons clarifier l'attention morale que nous devons porter aux différentes faunes. D'où l'importance de tenir compte des savoirs de ceux qui les fréquentent de près. ■ E.F.

► d'Europe et vice-champion du monde derrière les Etats-Unis. Dans le même temps, l'édition 2014 du Living Planet Report lance un cri d'alarme : en quarante ans, la moitié des animaux sauvages a disparu de la surface du globe. Et l'homme est le premier responsable de cette extermination massive. Urbanisation, déforestation, irrigation, barrages hydroélectriques, chasse et surpêche, autant d'activités humaines qui détruisent l'écosystème et ses acteurs avec. Sans parler du trafic de ces animaux en voie de disparition qui arrive en troisième position, après ceux des armes et de la drogue. Ainsi l'animal domestique est-il devenu l'animal étalon, celui qui nous inspire toute notre éthique animale. « Tous les animaux sont égaux, mais certains le sont plus que d'autres. » L'adage orwellien est connu. Si Farid de la Morlette s'était amusé au lancer de rat, qui s'en serait ému ?

Le rat. Avec la souris et autres rongeurs, il est le roi des laboratoires. L'animal objet de toutes les expérimentations scientifiques, celui sans qui le lion, roi de la jungle, serait encore dans ses rets et de nombreux médicaments sous la forme de formules et d'équations. Du fait de leur petite taille et de leur coût modique, les rongeurs composent plus de 90% des animaux utilisés dans la recherche biomédicale. Parce que grâce eux la recherche a avancé sur le terrain du diabète, de l'obésité ou de la maladie d'Alzheimer, nous ne nous récrions pas qu'ils soient réifiés. Il en va autrement des animaux d'élevage. Si la France fait partie des pays européens à consommer le plus de viande, d'œufs et de produits laitiers par

an même, on note depuis quelques années des chiffres en baisse. Véronique Pardo, anthropologue à l'OCHA voit dans cette évolution un fait révélateur de plusieurs changements : « Dans nos sociétés modernes occidentales, sociétés d'opulence pour une majorité, nous assistons au creusement d'une distance entre les citoyens, les mangeurs et les animaux d'élevage. Distance qui accroît la méfiance et les « rumeurs » vis-à-vis des produits d'origine animale. D'une part, les pistes sont brouillées quant à l'origine de nos aliments, brouillées du fait d'une méconnaissance de la réalité. D'autre part, les animaux familiers – chiens, chats, et autres hamsters... – sont considérés comme des « enfants » ou des « alter ego » à qui l'on prête (pour qui on imagine) des émotions et des réactions humaines... L'anthropomorphisation à outrance des animaux familiers (chiens, chats...) apparaît comme une dérive qui a une influence sur le régime alimentaire général et qui entraîne une perte de repères sur le régime omnivore essentiel pour les êtres humains. »

D'un monde en voie de désanimalisation à l'animalisme contemporain.

Jamais n'avons-nous proclamé être aussi proches des animaux ; pourtant la majeure partie d'entre eux ne sera bientôt plus nulle part. Dans les pays industrialisés, où la campagne et la ville sont aujourd'hui deux espaces bien distincts et semblent s'opposer, la première servant d'antonyme à la seconde, les animaux sont cantonnés à l'espace domestique. Un aboiement in-

tempestif, un caca au coin d'une rue, l'apparition fugitive d'un chat sur les toits... Voilà pour la visibilité animale dans les villes. A l'inverse des hommes, les animaux ont vécu ce dernier siècle l'exode urbain. Les chevaux sous le capot ont remplacé les attelages des cochers, les quartiers des grandes villes se sont uniformisés et il n'y a plus que les noms de rues pour rappeler l'existence ancienne du quartier des tanneurs ou de la halle des bouchers. Nous sommes passés de l'animal compagnon à l'animal de compagnie. Même exploités – on pense aux bœufs, aux chevaux, aux ânes et autres mulets qui servaient pour le transport, pour le labour ou pour les moulins – les animaux ont longtemps été indispensables à l'homme. Ils avaient leur rôle à jouer dans nos existences. Aujourd'hui, il n'y a plus guère que les chiens spécialisés – chiens de sauvetage, de gardiennage, guides d'aveugle, etc. – pour évoquer les anciens « métiers » animaux jadis si prospères. Les autres animaux ont été remplacés par des machines.

Si l'animal est encore indispensable à l'homme, c'est sur le mode de la valeur refuge. Une présence, de nature affective et esthétique, dans une sorte de vis à vis ou de côte à côte sans que le commun des mortels n'entende rien à la réalité concrète de leur être. Anthropomorphisés à l'extrême, quand ils ne sont pas accessoirisés et gadgétisés – comme le prouve le boum des animaleries chics dans les grandes villes – nos animaux sont désanimalisés.

■ E. Flory

Avec la collaboration de l'OCHA



Les données succinctes de Lubumbashi (RDC) (à gauche) ont été complétées (à droite).

Urgence cartographie

L'opération Missing Maps vise à fournir aux ONG des cartes précises des zones les plus exposées à des crises humanitaires.

GÉOGRAPHIE Les équipes de Médecins sans frontières intervenant à Haïti après le séisme de janvier 2010, ont été confrontées à un cruel manque de cartes précises. D'où l'opération Missing Maps que l'ONG lance le 7 novembre. Il s'agit de cartographier, dans les deux ans qui viennent, les régions du monde les plus exposées au risque de crises humanitaires. Le projet utilise des images satellites en accès libre (disponibles auprès d'agences gouvernementales, notamment américaines) des zones ciblées. Celles-ci sont intégrées à l'interface de cartographie OpenStreetMap, accessible et modifiable par

tous, sur le principe de Wikipedia. MSF en appelle à des volontaires dans le monde entier pour qu'ils désignent, depuis leur ordinateur à l'aide d'outils graphiques, les bâtiments, les routes, les rivières, les parcs, les terrains de sports, etc. Le résultat est imprimé sur feuilles A4 et envoyé à un réseau d'autres volontaires, présents physiquement sur les lieux : ils sont chargés d'écrire sur le papier, les noms de lieux-dits, de quartiers, de rues... Ces données sont ensuite injectées dans OpenStreetMap. La première zone cartographiée est Lubumbashi, en République démocratique du Congo (photo ci-dessus).

A. D.

Une voiture imprimée en moins de 6 jours

AUTOMOBILE Le spécialiste américain d'objets imprimés Local Motors a remporté son pari : il a imprimé et assemblé devant les visiteurs de l'International Technology Manufacturing Show de Chicago une voiture avant le sixième et dernier jour du salon. Il aura fallu exactement 44 heures d'impression et 2 jours pour assembler la quarantaine de pièces avec les éléments qu'il n'est pour le moment pas possible d'imprimer en 3D (suspensions, composants électroniques, moteur...). E. L.



Le véhicule est constitué d'une quarantaine d'éléments imprimés en 3D.

LOCAL MOTORS

Un robot anti-contrebande

CYBERNÉTIQUE

De la taille d'un ballon de rugby, un robot aquatique, dévoilé le mois dernier par le MIT, promet d'être un redoutable espion. Doté d'un scanner à ultrasons, il pourra sonder la coque d'un bateau en toute discrétion, à la recherche de drogues, explosifs, armes et autres cargaisons de contrebande, cachés dans les doubles parois d'un navire. Pour le moment, les chercheurs américains n'ont testé que le contrôle du système de propulsion, constitué de six pompes qui expulsent l'eau par des tubes en caoutchouc. O. H.

Des batteries liquides géantes

ÉNERGIE

L'électricité pourrait à l'avenir être stockée dans des batteries liquides géantes. Le procédé, repose sur un sel fondu permettant le passage du courant entre deux électrodes de métal liquide. Grâce à ce dispositif, les batteries conserveraient 85 % de leur capacité initiale après dix ans de cycles de charges et décharges quotidiens. O. H.

SOURCE : KANGLI WANG, MIT, CAMBRIDGE, ÉTATS-UNIS.

Un tabouret à porter sur soi

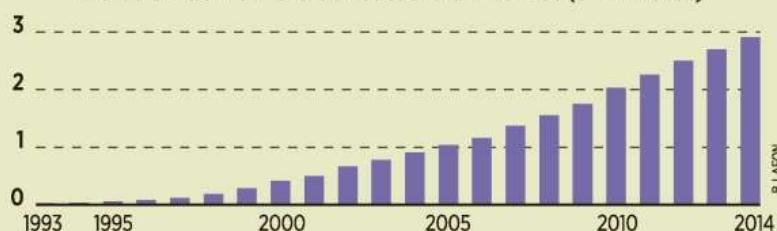
ERGONOMIE

La « chairless chair » (chaise sans chaise) se situe entre la chaise portative et l'exosquelette. Conçue par la société zurichoise Noonee, elle consiste en un mécanisme de bras articulés en aluminium et fibre de carbone fixés à l'arrière des jambes et reliés à un siège placé sous les fesses. Le porteur peut se déplacer avec sans avoir à le retirer et il n'est pas gêné dans sa marche. Pour le bloquer dans la position voulue (assis, accroupi, jambes fléchies), il active un moteur. L'appareillage vise à soulager les personnes appelées à travailler dans des postures inconfortables. A. D.



NOONEE

Évolution du nombre utilisateurs d'internet (en milliards)



3 milliards d'internautes

INFORMATIQUE La Terre comptera 3 milliards d'internautes, disposant d'un accès au réseau à domicile, avant la fin de l'année. Leur nombre a été multiplié par dix entre 1999 et 2013. C'est la Chine qui compte le plus d'internautes (641 millions), devant les États-Unis (279 millions) et l'Inde (243 millions, en progression de 14 % depuis un an). M. N.

SOURCE : INTERNET LIVE STATS.

Programmer un robot est un jeu d'enfant

Un logiciel permet de s'initier aux interactions homme-machine dès l'âge de 5 ans.

CYBERNÉTIQUE Dash et Dot sont des petits robots bleus qui peuvent être programmés, avec une tablette ou un smartphone, pour jouer du xylophone, taper dans un ballon, transmettre des messages, ou encore pousser des briques. Rien de technologique-

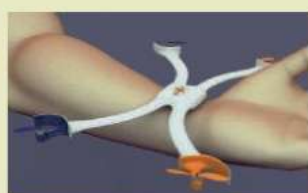
ment très nouveau, sauf qu'ils sont conçus pour être programmés par des enfants dès l'âge de 5 ans. Ils sont commandés par Blockly, le langage de programmation « copié-collé » créé par Google, qui permet d'assembler des bouts de code comme des

pièces de puzzle. Avec des blocs comme « repeat » (répète), « turn left » (tourne à gauche), « then » (alors), ou « if » (si) qu'ils déplacent sur l'écran, les enfants créent des algorithmes simples (condition, boucle) pour contrôler leur robot. **M. V.**



Le robot Dot peut jouer du xylophone.

PLAY-INC - WONDER WORKSHOP



Porté en bracelet, le mini-drone peut décoller à tout moment.

Le drone portable au poignet

AÉRONAUTIQUE Après le « selfie » (l'autoportrait), place au « dronie » (l'aéroportrait) grâce à un minidrone portable, fixé au poignet, et capable de décoller à tout instant. Baptisé Nixie, ce quadrirotor est doté d'une caméra et de capteurs de mouvements qui détectent la personne à photographier ou à filmer. Ses inventeurs, Christoph Kohstall, physicien à Stanford (États-Unis), et Floris Ernst, chercheur en robotique, font partie des finalistes du concours « Make it wearable » d'Intel. **M. V.**

Des pistes de ski sur un toit d'usine

ARCHITECTURE Faire du ski sur le toit d'une usine : c'est le projet du cabinet danois Bjarke Ingels Group, qui a remporté un concours d'architecture pour une centrale de récupération d'énergie grâce à l'incinération de déchets à Copenhague. Le bâtiment sera muni d'un toit en pente de 31 000 mètres carrés, accueillant trois pistes de ski. Restera à attendre la neige. **A. D.**

Cette caméra immerge le spectateur dans le film

CINÉMATOGRAPHIE Équipée de multiples objectifs, cette caméra permet de filmer un panorama réel en 3D sphérique, où tous les angles sont captés simultanément, des pieds jusqu'au ciel. La correction des perspectives, des couleurs et l'assemblage des plans sont ensuite calculés par un logiciel de montage. Le spectateur visionne le résultat à l'aide d'un casque de réalité virtuelle et se retrouve complètement immergé dans le film. Cet été, la start-up californienne Jaunt VR a levé 27,8 millions de dollars pour continuer le développement, et une société de production a tourné un premier court-métrage de fiction, *The mission VR*, en Californie. **A. D.**

Les 32 objectifs captent simultanément tous les angles. ►



JAUNT JAUNT

Les requins ne sont pas marteaux!
12 OCTOBRE 2014 - 31 JANVIER 2015

1 billet acheté = 1 billet offert

*Offre non cumulable avec d'autres offres ou réductions, valable jusqu'au 31/01/15 inclus sur remise de ce coupon aux caisses de l'Aquarium de Paris. Pour tout achat d'une entrée aux caisses de l'Aquarium de Paris, bénéficiez d'une entrée offerte (à l'entrée offerte étant la moins chère des deux) dans la limite d'un billet offert par coupon. Pour information : Tarifs 2014: Plein tarif : 20,50€, - Senior (+ de 60 ans) / Jeunes (13 à 17 ans) : 16€, - Enfant (3 à 12 ans) : 13€. CODE : sciences et avenir

aquarium Paris

Idée - Trocadéro
Champ de mars - Tour Eiffel
Jardins du Trocadéro
www.aquariumparis.com / Tél. 01 40 69 23 23



FONDATION ÉCOLOGIE D'AVENIR
INSTITUT DE FRANCE

COLLOQUE

LES NOUVEAUX OGM

Sous la direction de **FRANCIS QUÉTIER**
(Professeur émérite Université Evry)



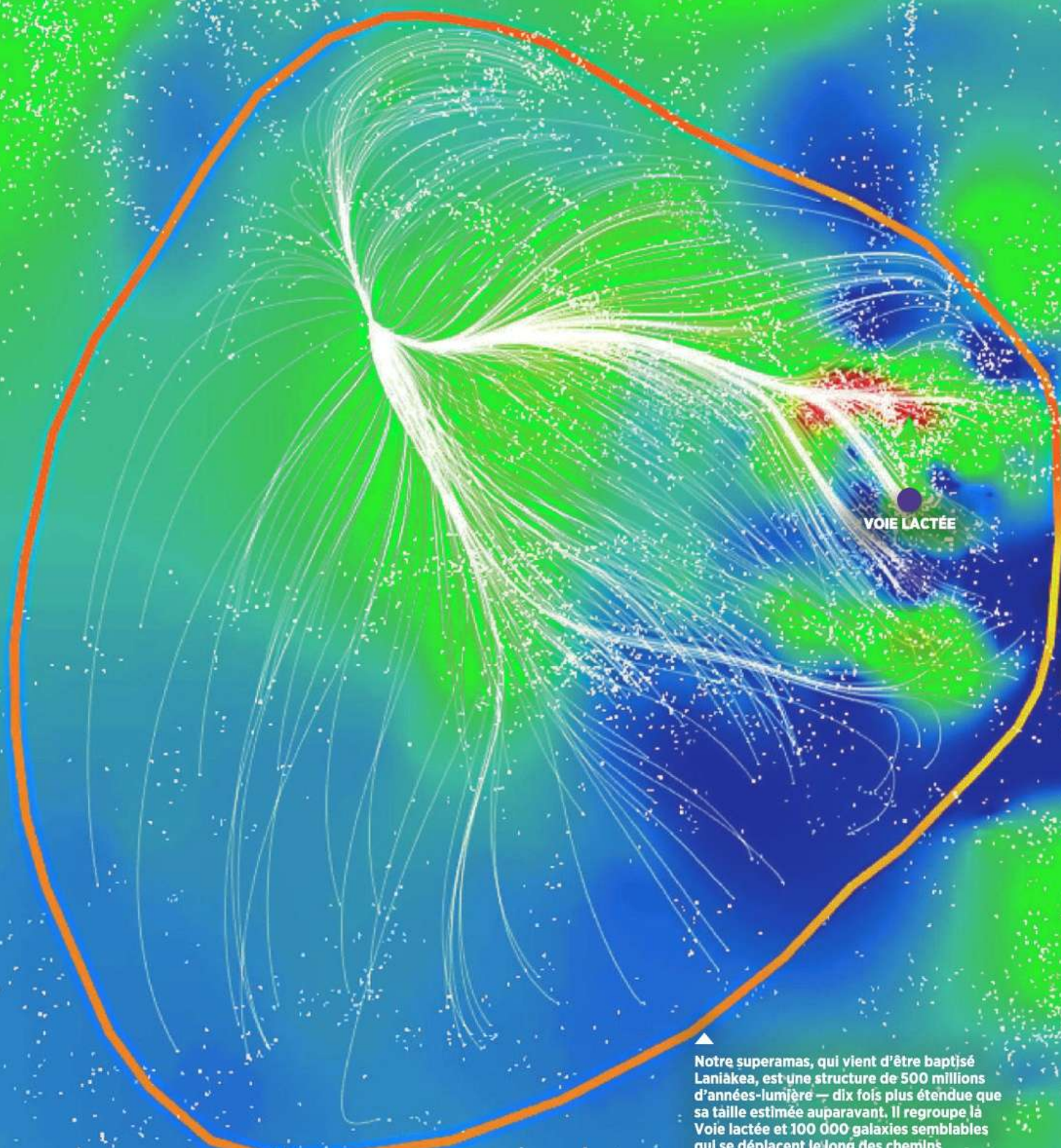
Informations, programme et inscription:
WWW.FONDATIONECOLOGIEDAVENIR.ORG

Jeudi 27 novembre 2014
15H-19H

LA MAISON DU BARREAU
4 RUE DE HARLAY - 75001 PARIS



Entrée gratuite - Réservation obligatoire - Places limitées



Notre superamas, qui vient d'être baptisé Laniàkea, est une structure de 500 millions d'années-lumière — dix fois plus étendue que sa taille estimée auparavant. Il regroupe la Voie lactée et 100 000 galaxies semblables qui se déplacent le long des chemins matérialisés par les lignes blanches.

BRENT TOLLY (UNIV. OF HAWAII), HÉLÈNE COURTOIS (UNIV. CLAUDE BERNARD LYON I - CNRS/IPNL), YEHUDA HOFFMAN (HEBREW UNIVERSITY, ISRAEL), DANIEL POMARÉDE (CEA SACLAY/IRFU)

Le nouveau visage de l'Univers

DOSSIER RÉALISÉ PAR
Azar Khalatbari

Notre galaxie et ses voisines font partie d'un superamas — Laniakea — dont la frontière vient d'être tracée pour la première fois. Cette découverte suggère que l'Univers tout entier serait ainsi organisé.

AMAS DE GALAXIES Celles-ci sont organisées en groupe de 50 unités environ, puis à plus grande échelle en grappes d'un millier de galaxies, appelées amas. Le rassemblement de ces amas forme des superamas.

PARSEC Unité de longueur souvent utilisée en astronomie, déduite de la méthode de mesure trigonométrique des distances. Une étoile depuis laquelle la distance Terre-Soleil est vue sous un angle d'un degré est à une distance d'un parsec. Il est égal à $3,08.10^{16}$ mètres.

ANNÉE-LUMIÈRE Unité de longueur très pratique en astronomie équivalente à la distance parcourue par la lumière en un an. Un parsec vaut 3,26 années-lumière.

Voyage aux frontières du superamas Laniakea

C'est une désormais une certitude : des centaines de milliers de galaxies, dont notre Voie lactée, se dirigent toutes vers le « Grand Attracteur » à 630 km/s... Explications.

« **O**Ù SUIS-JE ? » Cette question universelle vient désormais de trouver — pour peu qu'on la considère littéralement — une réponse claire et concise grâce aux astrophysiciens : nous, les habitants de la Terre, sommes dans « Laniakea », soit dans le « ciel immense et incommensurable » selon la traduction de ce terme hawaïen. Un immense quartier de l'Univers dont une équipe internationale — à laquelle participent les Français Hélène Courtois, de l'Institut de physique nucléaire de Lyon, et Daniel Pomarède, du Commissariat à l'énergie ato-

mique — vient de définir précisément les contours (1). Désormais, à un voyageur céleste imaginaire, qui chercherait à nous identifier, on pourrait indiquer : prendre la direction du superamas Laniakea, entrer dans l'Amas de la Vierge (Virgo, en latin), traverser le Groupe local, trouver la Voie lactée et, de là, mettre le cap sur le système solaire où se trouve notre petite planète bleue. Dans cette bulle de 500 millions d'années-lumière que représente Laniakea, se regroupe en effet une foule de petites et grosses galaxies, un fourmillement de points brillants rassemblant une

masse équivalente à 10^{17} (cent millions de milliards) fois la masse du Soleil. C'est là que se trouve, parmi plus de 100 000 autres galaxies semblables, notre Voie lactée. Cette dernière abrite plus de 200 milliards d'étoiles, dont le Soleil et son cortège de planètes parmi lesquelles la Terre. Ce sont les frontières de Laniakea que les chercheurs ont désormais établies avec précision. Une galaxie peut bien être voisine de la nôtre, mais se trouver en dehors de notre superamas. Cette ligne de démarcation a été « tracée » au terme d'un travail assidu de plus d'une décennie. « *Jusqu'alors, nous*

Où sommes-nous dans l'Univers ?



SYSTÈME SOLAIRE

La Terre est la troisième planète (bleu foncé) en orbite autour du Soleil...



VOIE LACTÉE

... une étoile parmi les 200 milliards d'étoiles de la Voie lactée, notre galaxie...



GROUPE LOCAL

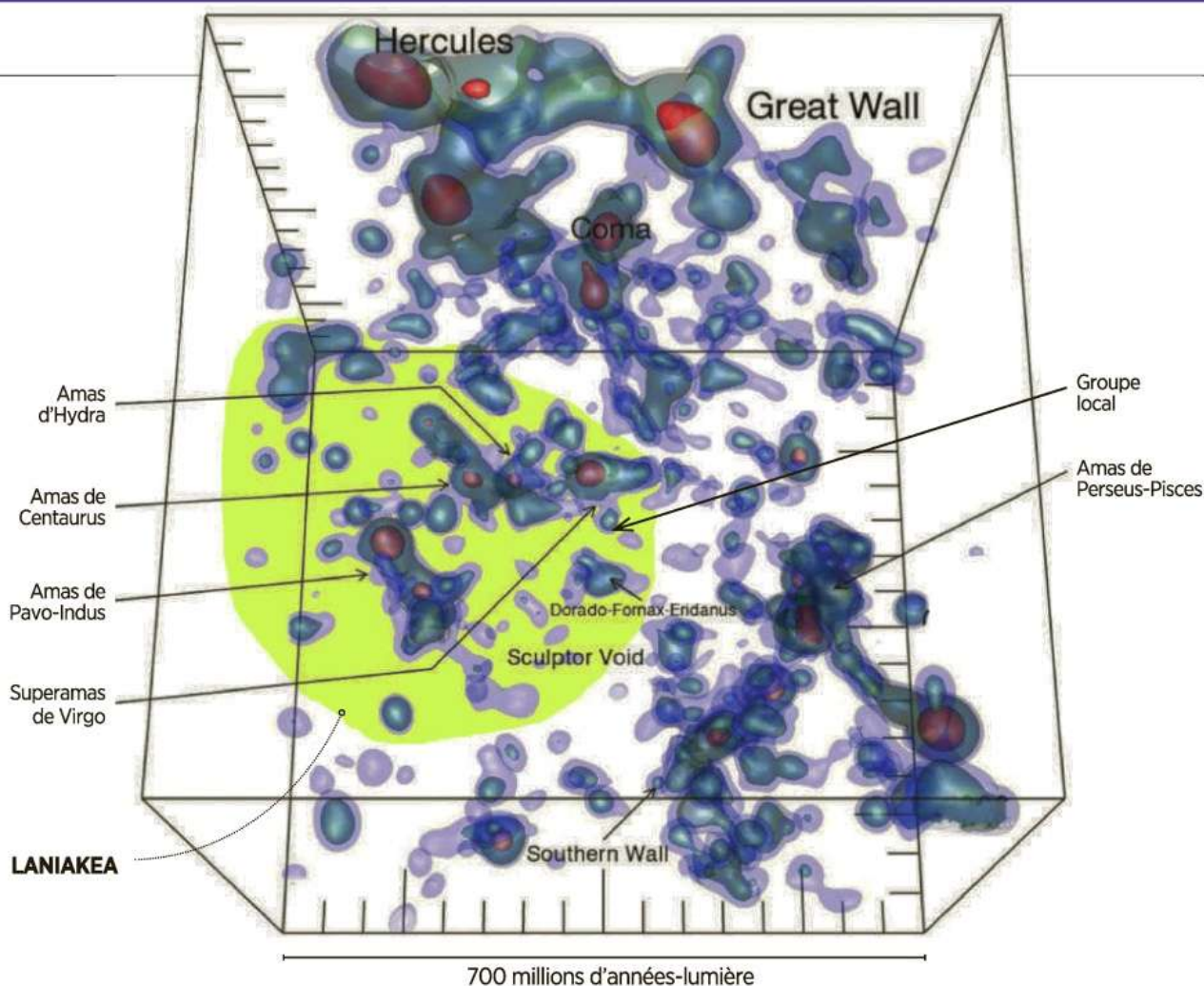
... qui s'associe à une cinquantaine d'autres galaxies pour former le groupe local.



AMAS DE LA VIERGE

Un millier de ces galaxies s'assemblent à leur tour dans l'amas de la Vierge.

LES GRANDES STRUCTURES de l'Univers — comme le superamas Laniakea — sont formées par des regroupements d'amas.



n'y parvenions pas car nous n'avions pas de critères valables pour cela », précise Hélène Courtois qui, comme tous les astrophysiciens de la planète, avait bien du mal à trouver des repères dans ce foisonnement. Seul indice, le comportement grégaire des objets célestes. Ainsi, la Voie lactée et ses voisines forment le Groupe local, plusieurs de ces groupes constituant ensuite un amas et les amas se rassemblent tous en superamas, cette organisation en poupées russes concentrant la matière à différentes échelles. Il en résulte de grandes structures se présen-

tant sous la forme de filaments car seule la gravitation — parmi les quatre interactions fondamentales (1) — peut imposer sa loi à ces échelles-là et engendrer une telle organisation, comme l'ont d'ailleurs montré les travaux de simulations numériques de l'Univers en laboratoire. Pour tracer ces frontières, les chercheurs ont mis la main sur d'autres indices qui leur ont également permis de répondre à cette autre interrogation fondamentale que tout Terrien se pose un jour ou l'autre : « Où vais-je ? » Nous fonçons tout droit vers le

Sur cette représentation, Laniakea apparaît en jaune dans ce volume de 700 millions d'années-lumière de côté, où se trouvent les galaxies qui forment les grandes structures connues, comme le Grand Mur (en haut). Notre Voie lactée est incluse dans le groupe local, au centre.

« Grand Attracteur », une région où la matière est très dense et qui nous attire irrémédiablement, à raison de 630 km/s. Comme si les mille et une routes et autoroutes qui sillonnent Laniakea menaient toutes vers la même mégapole. Le mouvement y est permanent et fluide : pas de remous, ni de grosses vagues, mais un flux convergent. Et c'est précisément ce flux qui distingue toutes les galaxies de Laniakea de leurs voisines, qui elles, ne rejoignent pas ce « cœur » attractif. Est-ce un trou noir, une zone de matière dense, un astre exotique et inconnu ?

Les chercheurs s'interrogent depuis plus de trente ans sur ce Grand Attracteur dont la découverte remonte au début des années 1980, lorsque les astronomes ont pu mesurer avec précision le mouvement des galaxies. C'est l'astrophysicienne améri-



« Nous avons développé 90 000 lignes de code pour visualiser cette reconstitution en 3D »

Daniel Pomarède, ingénieur-chercheur au CEA (Saclay) et coauteur de l'étude



J. PHILIPPON/PHOTOGRAPHY/MAKPPP

QUESTIONS A

HÉLÈNE COURTOIS

ASTROPHYSICIENNE À L'INSTITUT DE PHYSIQUE
NUCLÉAIRE DE LYON, COAUTEURE DE L'ÉTUDE

« J'ai observé 480 nuits en un an »

Quand avez-vous lancé le programme Cosmic flows qui a permis d'aboutir à ces résultats exceptionnels ?

Nous avons débuté en 2006 mais il nous a fallu attendre que la technologie évolue sur des télescopes répartis dans deux hémisphères. Par exemple, nous utilisons dans l'hémisphère Nord les télescopes d'Arecibo (Porto-Rico), de Green Bank (Virginie-Occidentale) et l'observatoire de l'université de Hawaï sur le sommet du Mauna Kea dans l'archipel de Hawaï. Pour couvrir le ciel du Sud, nous observons depuis Parkes (Australie) et au Chili.

Pourquoi une telle répartition ?

Pour réaliser une cartographie en 3D autour de nous, il fallait considérer aussi bien le ciel austral que boréal. De plus, nous avons sélectionné les 8000 galaxies à observer en nous aidant des mesures effectuées par les trois équipes en compétition, puisque nos données sont publiques, ces données étant publiques. Heureusement, pour certains télescopes, nos observations peuvent se faire à distance : chaque galaxie peut nécessiter jusqu'à deux heures d'observation. C'est ainsi qu'en 2009, j'ai observé 480 nuits... en 365 jours, en travaillant sur trois fuseaux horaires !

Quel sera « l'après » Laniakea ?

Nous travaillons sur le programme Cosmic flows 3 qui utilisera 16 000 galaxies au lieu des 8000 de l'étude actuelle. Aujourd'hui, nous visualisons une structure d'un diamètre de 500 millions d'années-lumière. Avec le futur radiotélescope SKA (Square Kilometer Array), qui sera opérationnel à la fois en Australie, en Afrique du Sud et aux Pays-Bas, nous pourrions observer une bulle de rayon de 2 milliards d'années-lumière. De quoi cartographier 200 superamas ensemble d'ici à dix ans. ■

Propos recueillis par A. Kh.

► caine Vera Rubin — aujourd'hui âgée de 86 ans — qui, la première, leva le voile sur cette énigme. À l'époque — et depuis plus de cinquante ans grâce aux travaux des Américains Vesto Slipher et Edwin Hubble —, on savait que l'Univers est en expansion. Or, les mesures effectuées par Vera Rubin et ses collaborateurs montraient que la vitesse de déplacement de la Voie lactée était supérieure à celle de l'expansion de l'Univers, comme si, localement, une masse attirait particulièrement notre galaxie vers la direction du Centaure. En 1986, des campagnes de mesure de vitesse de 400 galaxies proches indiquèrent que c'est l'ensemble

de l'amas local qui fonce à environ 630 km/s vers cette région mystérieuse, aussitôt nommée le Grand Attracteur. Sans en indiquer pour autant la nature. Les observations ne montraient en effet aucune masse importante dans cette zone située à 150 millions d'années-lumière d'où émane pourtant une force gravitationnelle équivalente à celle d'une masse de 10^{15} (un million de milliards) fois la masse du Soleil.

Ce n'est qu'en 2000 que le Grand Attracteur a livré quelques secrets : il s'agit d'une multitude de galaxies, l'équivalent de plusieurs dizaines d'amas concentrés dans une zone étroite... Quelques-uns d'entre eux — comme l'amas ACO 3627 du

Les galaxies suivies à la trace

C'est en mesurant la vitesse de 8000 galaxies que les chercheurs ont pu cartographier Laniakea.

Peu de chercheurs ont eu cet honneur : réussir le « grand chelem » de *Nature*. La célèbre revue scientifique britannique, qui sélectionne de façon draconienne les études qu'elle publie, produit habituellement un film pour certains résultats exceptionnels ou leur accorde la « une » (couverture) du journal. L'équipe internationale à l'origine des nouvelles découvertes sur Laniakea a eu droit... aux deux !

Pour mieux comprendre les déplacements et les flux dans le superamas, les scientifiques ont lancé le programme Cosmic Flows II, avec son jeu de 8000 valeurs de vitesse savamment mesurées. Le principe de calcul apparaît simple : chaque galaxie renferme une grande quantité d'hydrogène. Or cet élément possède une signature particulière, à savoir une émission spécifique à une longueur d'onde de 21 cm, autrement dit dans le domaine des ondes radio. Celle-ci, appelée « raie



JOHN SANFORD/STL/COSMOS

L'équipe a utilisé, en autres, le télescope de l'université de Hawaï.

de l'hydrogène », dessine deux pics en forme de « M » facilement identifiable dans le spectre d'émission de l'astre. Lorsque ce dernier s'éloigne de la Terre, la raie se décale vers les plus grandes longueurs d'onde. Ce qui permet de mesurer sa vitesse d'éloignement. Mais les astres sont aussi en rotation, l'effet de ce mou-

catalogue d'Abell — ont même été observés par le télescope spatial Hubble. Mais pour cela il a fallu attendre l'arrivée d'instruments fonctionnant dans d'autres longueurs d'onde que le visible, en infrarouge par exemple. En effet, le Grand Attracteur n'est pas facile à étudier depuis la Terre, car il est situé derrière ce que l'on appelle le « plan » de notre galaxie, cette zone riche en poussières qui absorbent la lumière et cachent complètement ce cœur. « *Nous avons pendant longtemps pensé le Grand Attracteur comme un seul objet sphérique*, explique Hélène Courtois. *Il s'agit plutôt d'un vallon regroupant beaucoup de matière.* » C'est lui qui attire et draine les galaxies

appartenant à Laniakea et a permis aux chercheurs de déterminer la fameuse frontière : les membres du superamas voisin se dirigent en effet, non vers ce Grand Attracteur, mais vers un autre vallon dense. Ainsi, deux galaxies voisines peuvent appartenir à deux superamas différents et ne pas prendre le même chemin, chacune étant attirée par des vallées gravitationnelles spécifiques.

Pour bien faire comprendre le nouveau visage de l'Univers, l'équipe de chercheurs utilise volontiers une image bien terrestre : celle des montagnes, des plaines et des rivières coulant au fond des vallées, chacune d'entre elles étant alimentée par un bas-

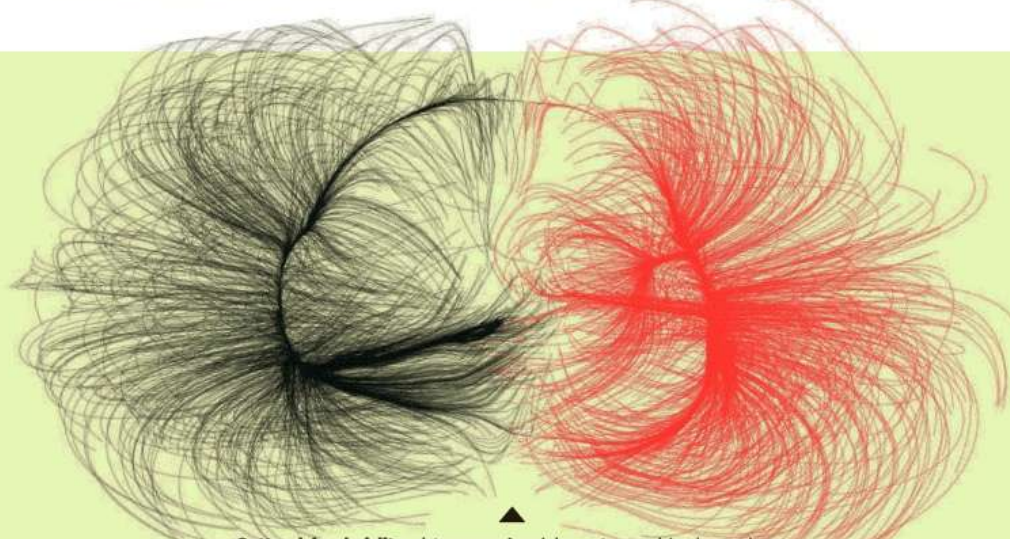
10^{15} *
fois le Soleil

Telle serait la masse
du Grand Attracteur.

* 1 million de milliards

sin-versant. La goutte de pluie qui tombe sur la crête d'une montagne appartient à un seul de ces bassins versants, cheminant d'un côté ou de l'autre pour venir grossir les flots d'une rivière. Le bassin-versant de notre Laniakea, large de 500 millions d'années-lumière, achemine ainsi l'équivalent de 10^{17} fois la masse du Soleil, vers le Grand Attracteur. Reste maintenant aux chercheurs à accomplir un travail colossal : explorer les territoires mitoyens pour dessiner, de proche en proche, le portrait inédit du Cosmos. ■

* R. Brent Tully (University of Hawaii, États-Unis), Hélène Courtois (université Claude-Bernard Lyon-I), Yehuda Hoffman (Racah Institute of Physics, Israël) et Daniel Pomarède (IRFU/CEA/Saclay).



Cette vision inédite obtenue grâce à la cartographie dynamique, permet de distinguer les trajets de millions de galaxies qui sont attirées vers deux vallées gravitationnelles différentes (rouge et noir), formant deux superamas mitoyens.

vement entraînant un élargissement de la raie.

« *Pour Laniakea, nous nous intéressons uniquement au déplacement gravitationnel des galaxies*, explique Hélène Courtois, de l'Institut de physique nucléaire de Lyon, signataire de l'article. *La vitesse de rotation de la galaxie nous permet de mesurer sa distance.* » Mais il y a aussi autre chose, comme les astronomes le savent depuis les années 1930, tous les objets célestes

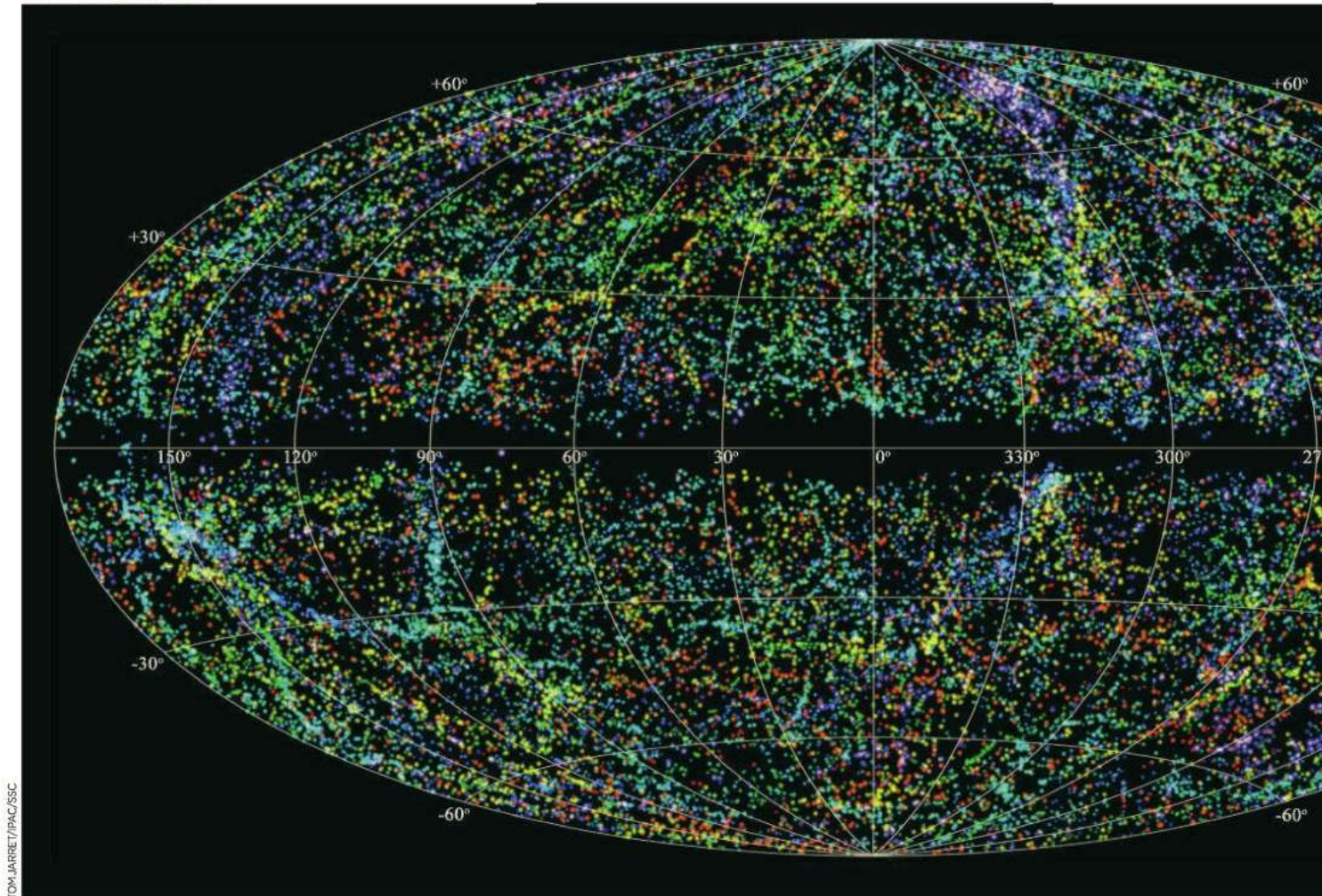
(amas, galaxies...) s'éloignent les uns des autres. Et le taux de cette expansion — la constante de Hubble — a été déterminé par plusieurs expériences. « *Les mesures du satellite cosmologique Planck établissent une moyenne de 68 km/s par mégaparsec d'Univers mais, localement, précise Hélène Courtois. Dans notre superamas, la constante de Hubble serait aux alentours de 73 km/s par mégaparsec. Nous retirons l'effet de l'expansion de*

l'Univers à la vitesse d'éloignement de la galaxie. Ce qui reste est le mouvement uniquement dû à la gravitation. » C'est lui qui explique le flux des galaxies en direction du Grand Attracteur, cette région de l'Univers vers laquelle nous sommes irrémédiablement attirés.

Restait une difficulté : comment les 8000 galaxies peuvent-elles être représentatives des 100 000 grosses galaxies présentes dans Laniakea ? Les

chercheurs ont fait appel au « filtre de Wiener », du nom du mathématicien Norbert Wiener, père de la cybernétique, habituellement utilisé dans les jeux vidéo où le mouvement d'un personnage est reconstitué à partir du déplacement de quelques points de son corps. Seule condition à son utilisation : une cohésion entre ces points, comme les membres restent solidaires du tronc. « *C'est vrai aussi pour les galaxies puisque l'ensemble est en cohésion gravitationnelle* ».

Enfin, pour comprendre, apprécier, mais aussi susciter de nouvelles idées, les scientifiques ont fait appel à un logiciel performant pour mettre l'ensemble de leurs mesures et observations en images et en mouvement. Le Saclay Data Vision, que Daniel Pomarède, du CEA, a mis neuf ans à développer, comprend plus de 90 000 lignes de codes. C'est en regardant ce film, qu'est née au sein de l'équipe l'image du bassin-versant. ■



Les horizons théoriques s'élargissent

La première cartographie dynamique de notre superamas va permettre de mieux comprendre le comportement des galaxies et le rôle de la matière noire.

DÉPUIS QUE LANIAKEA a fait son apparition dans le petit monde des spécialistes en galaxies, c'est l'enthousiasme : cette première cartographie dynamique ouvre en effet aux scientifiques de nouveaux horizons théoriques en leur permettant d'examiner bon nombre d'hypothèses, de tester la solidité de quelques modèles et de résoudre, ou d'alimenter, certaines des plus

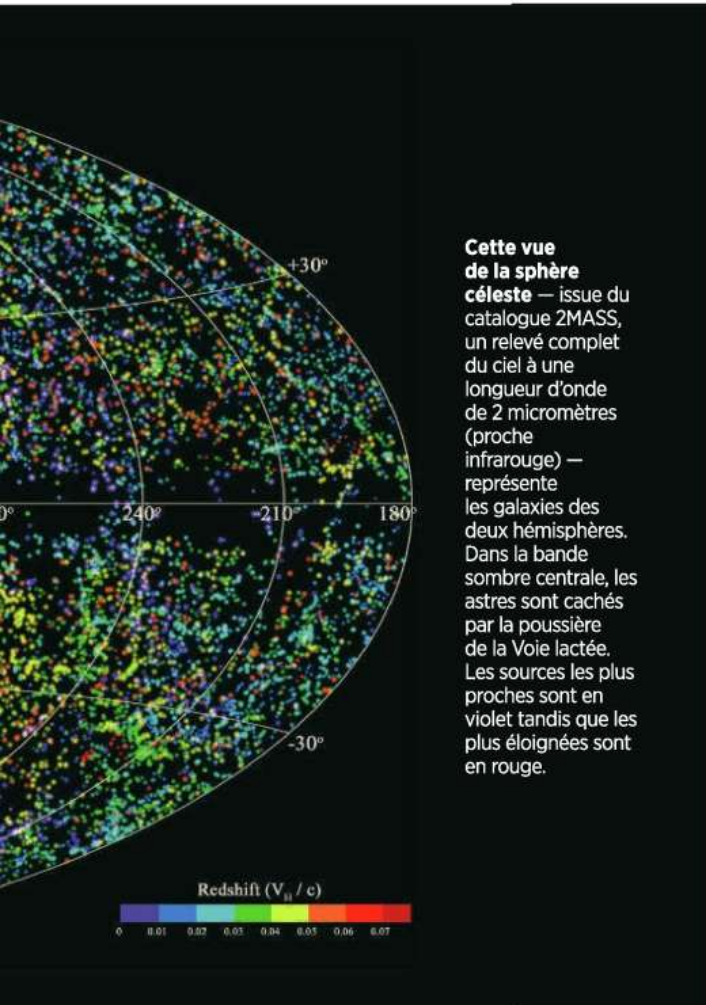
grandes énigmes de l'Univers. À commencer par celle de la naissance et l'évolution de Laniakea comme des autres structures identiques. Pourquoi donc les galaxies présentent-elles un comportement grégaire au point de former de tels amas ?

La réponse tient en un mot : la gravitation. Le Cosmos, tel que nous l'observons, est en effet principalement le produit de la gravité, la

plus faible des quatre interactions de la nature, responsable de l'attraction des masses entre elles. Ainsi entre deux électrons (particules de matière) distants d'un mètre, cette force sera 10^{42} fois plus ténue que la force électromagnétique à l'origine des liaisons chimiques qui forment des molécules. Mais elle a la particularité d'agir sur de très grandes distances, là où les autres forces ne

DÉFINITION

Gravitation La force qui détermine la répartition de la matière dans l'Univers.



RENÉ CAVAROZ

« L'objectif ultime est d'identifier quelle est la masse et l'étendue du Grand Attracteur »

Valérie de Lapparent, chercheuse à l'Institut d'astrophysique de Paris

se font plus sentir. C'est pourquoi elle est seule à l'œuvre à toutes les échelles, lorsque les galaxies se rapprochent, se déforment et fusionnent. Ce mouvement permanent s'effectue à la manière d'un ballet au ralenti, totalement imperceptible à l'échelle d'une vie humaine. Il est aussi à l'origine de la formation des amas, puis des superamas — lorsque ces amas s'agrègent — et même au-delà.

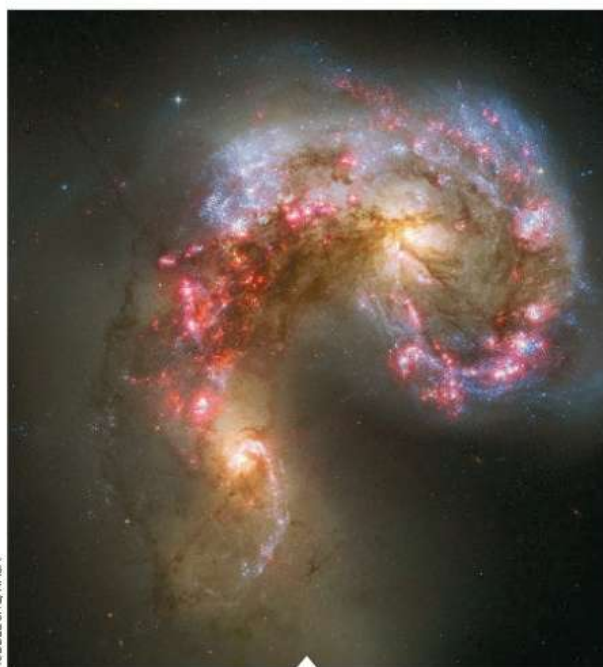
Valérie de Lapparent, de l'Institut d'astrophysique de Paris, avait ainsi découvert en 1986 — avec Margaret Geller et John Huchra — que les superamas eux-mêmes s'organisaient en feuillets et en filaments comme s'ils étaient répartis à la surface d'immenses bulles vides de 60 à 180 millions d'années-lumière de diamètre. « Cette structure alvéolaire suppose la présence de structures encore plus grandes que les vides, qui seraient des "murs de galaxies" appelés aussi "grands murs" », explique-t-elle. Selon la chercheuse, le plus proche de notre Voie lactée serait situé à 200 millions d'années-lumière, traversant un amas appelé la Chevelure de Bérénice. C'est une structure gigantesque de 500 millions d'années-lumière de long sur 300 millions de large avec une épaisseur de 15 millions d'années-lumière.

En 2003, les chercheurs travaillant sur le programme de relevés galactiques Sloan Digital Sky Survey (SDSS) à l'observatoire d'Apache Point (États-Unis) annonçaient, quant à eux, la découverte d'un mur encore plus gigantesque : situé à 1,4 milliard d'années-lumière de distance, il est deux fois

plus étendu que le précédent. À l'époque, la taille des rares superamas connus était estimée dix fois plus petite que celle de ces grands murs. Or, aujourd'hui, sachant que notre amas Laniakea frôle lui-même les 500 millions d'années-lumière, la question se pose : notre coin d'Univers serait-il lui aussi traversé par un mur ? « Très probablement, la plupart des galaxies étant contenues dans ces murs. Et celles de Laniakea ont la particularité de foncer à 630 km/s vers une région dense que l'on appelle le Grand Attracteur qui sera peut-être notre point de chute final. L'objectif ultime est d'identifier quelle est la masse et l'étendue de ce Grand Attracteur », précise Valérie de Lapparent.

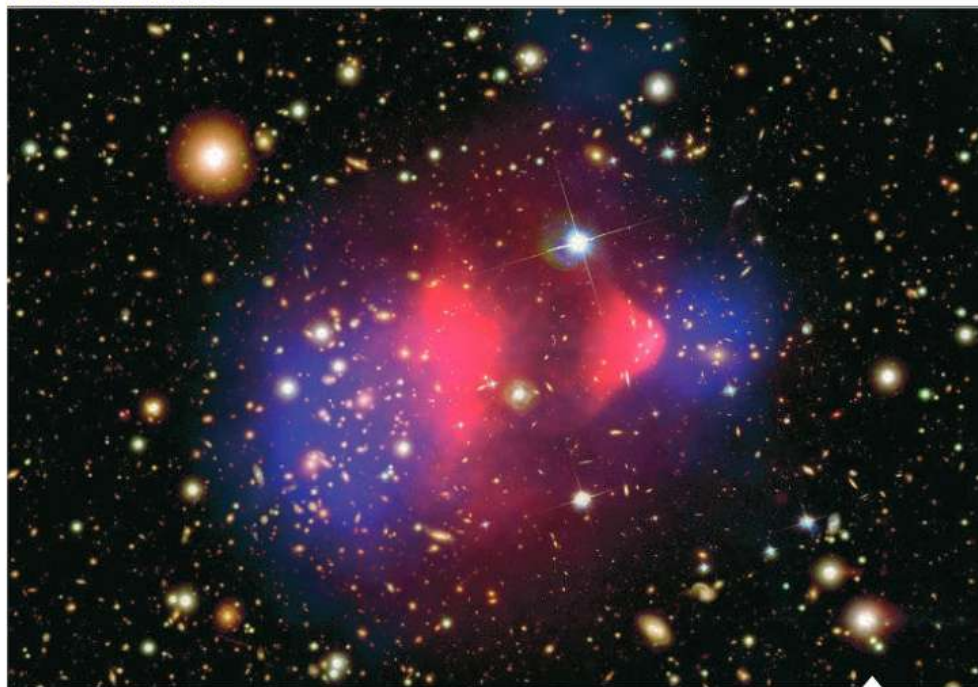
La matière noire a aussi une influence gravitationnelle

Mais pour y parvenir, il faut cerner un autre acteur discret et puissant, qui — ni vu ni connu — exerce une force gravitationnelle : la matière noire. Son existence a été supposée dès 1933, par l'astronome suisse Fritz Zwicky, puis dans les années 1970, par l'Américaine Vera Rubin. Les deux chercheurs ont remarqué un fait étrange : les vitesses des étoiles périphériques des galaxies sont si grandes que ces étoiles devraient en toute logique être éjectées dans l'espace si l'on tenait seulement compte de l'attraction gravitationnelle de la masse visible présente. Or, c'est tout le contraire qui se produit : ces étoiles restent solidaires de leurs semblables au sein des galaxies. Pour expliquer ce phénomène, il est apparu



HUBBLE SITE/NASA

Les galaxies des Antennes prennent des configurations étranges en raison du jeu de la gravité qui les déforme.



NASA/CXC/CfA

► indispensable aux scientifiques de supposer l'existence d'une masse invisible qui agit pour maintenir la cohésion des galaxies. Par la suite, cette hypothèse dite de la masse manquante, aussi appelée matière noire, s'est manifestée à toutes les échelles, pour expliquer la cohésion des amas puis des superamas... devenant peu à peu la grande énigme de l'astrophysique. Où et sous quelle forme se cache cette matière invisible qui exerce son influence gravitationnelle ? Est-elle uniformément répartie ? Les satellites cosmologiques ont pu estimer la quantité de matière noire nécessaire dans l'Univers pour que le Cosmos ressemble à ce que l'on observe autour de nous, soit près de 27 % contre 4,9 % pour la masse observable et brillante qui, elle, peut être directement étudiée. Certes, la carte dynamique des galaxies de Laniakea ne révèle pas la cachette

de la matière noire, « mais la vitesse à laquelle elles se déplacent en est un indice précieux, car elle dépend fortement de sa répartition », explique Jean-Michel Alimi, astrophysicien à l'observatoire de Paris et membre du Luth (Laboratoire de l'Univers et de ses théories).

En réalité, un autre paramètre, dont l'existence n'a été supposée qu'en 1998, devrait lui aussi intervenir : l'énergie noire. Si les scientifiques en ignorent encore totalement la nature, elle compterait pour près de 70 % du contenu de l'Univers. Elle serait en outre responsable du fait que l'espace enfle de plus en plus vite. De fait, un amas de galaxies se retrouve tiraillé entre la matière noire, qui exerce une attraction gravitationnelle, et l'énergie noire qui ne cesse de dilater l'espace de plus en plus rapidement. Même si l'effet de l'énergie sombre est très faible aux petites échelles. Mais

L'amas de la Balle, dans la constellation de la Carène, est une des régions très étudiées pour comprendre la distribution de la matière noire. C'est sous son influence que deux amas plus petits ont fusionné, se rapprochant à des vitesses de 3000 km/s, pour former celui-ci.

là encore, Hélène Courtois, de l'Institut physique nucléaire de Lyon, et ses collaborateurs ont joué très finement... en décidant de retrancher de leurs mesures les effets de l'expansion de l'espace. « Les galaxies de Laniakea telles que nous les avons représentées sont sous l'influence gravitationnelle des masses visibles et invisibles, ce qui permet d'expliquer plus des deux tiers de la vitesse de 600 km/s qui anime les galaxies dans leur chute vers le Grand Attracteur », précise Hélène Courtois.

Les chercheurs s'aident du supercalculateur Curie

Expliquer la dynamique des galaxies par la répartition des masses est aussi le souhait de Jean-Michel Alimi et son équipe au sein du Consortium Deus qui produit des modèles numériques de l'Univers — des simulations — en laissant interagir gravitationnellement 550 milliards de particules. Pour ce faire, ces chercheurs utilisent l'un des supercalculateurs les plus puissants du monde, Curie, du Très Grand Centre de calcul (TGCC) du Commissariat à l'énergie atomique. « Nous pouvons reproduire avec nos modèles les phénomènes rares de l'Univers, par exemple ce qui se passe dans l'amas de la Balle situé dans la constellation de la Carène, poursuit Jean-Michel Alimi. Cet amas s'est formé à la suite de la collision entre deux amas plus petits. Au cours de cette chute, leur vitesse était supérieure à 3000 km/s. Nous cherchons à comprendre par nos simulations numériques comment doit être répartie la matière noire pour provoquer de telles vitesses de chute. »

Désormais, l'équipe dispose donc d'un autre événement exceptionnel à intégrer dans ses modèles : le mouvement des galaxies au sein de Laniakea. Une même répartition pourrait-elle expliquer Laniakea et l'amas de la Balle ? Réponse d'ici à quelques années. ■

É. THALIM/ OBSERVATOIRE DE PARIS



« Nous cherchons à comprendre par nos simulations numériques comment la matière noire doit être répartie »

Jean-Michel Alimi, astrophysicien à l'observatoire de Paris, membre du Laboratoire de l'Univers et de ses théories (Luth)

JUPITER FILMS présente

“ÉBLOUISSANT”

“Mind blowing”
The New York Times



PARTICLE FEVER

LA FIÈVRE DES PARTICULES

Pariscience
festival international du film scientifique
PRIX GRAND ÉCRAN

NY 51
THE 51ST NEW YORK
FILM FESTIVAL

GRAND PRIX
JACKSON HOLE
SCIENCE
FILM AWARDS
2014
MEILLEUR FILM



TELLURIDE
FILM FESTIVAL
OFFICIAL SELECTION 2013

Sheffield
Doc/Fest
2013
PRIX DU PUBLIC

JUPITER FILMS ET ANTHOS MEDIA, LLC EN ASSOCIATION AVEC PF PRODUCTIONS, LLC PRÉSENTENT PARTICLE FEVER “LA FIÈVRE DES PARTICULES”
UN FILM DE MARK LEVINSON ET DAVID E. KAPLAN PRODUCTEURS THOMAS CAMPBELL JACKSON GERRY ØHRSTROM PRODUCTEURS ANDREA MILLER CARLA SOLOMON
IMAGE CLAUDE RASCHKE-ROBINSON WOLFGANG HELD DESIGN ANIMATION MK12 MUSIQUE ROBERT MILLER MONTAGE WALTER MURCH PRODUCTEUR DAVID E. KAPLAN PRODUCTION MARK LEVINSON



SCIENCES
ET
AVENIR

LE 5 NOVEMBRE AU CINÉMA



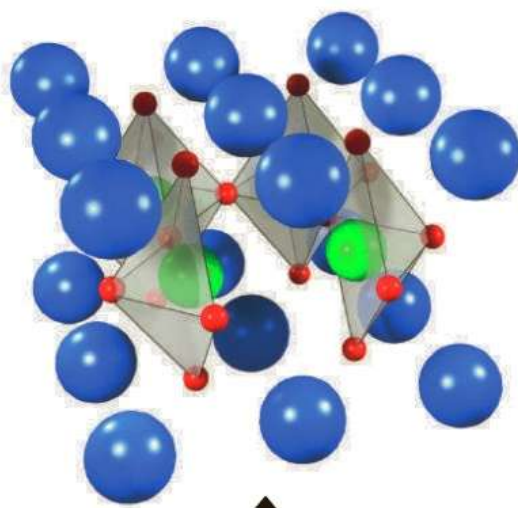
toutes les infos sur www.jupiter-films.com

La pérovskite, futur de l'énergie solaire

Ce cristal semi-conducteur pourrait bientôt concurrencer le silicium et diviser par deux le coût de l'électricité photovoltaïque. Explications.

Par Audrey Boehly

« C'EST UN FEU D'ARTIFICE, on n'avait jamais vu ça ! », s'exclame Daniel Lincot, directeur scientifique de l'Institut photovoltaïque de l'Île-de-France (IPVF), en évoquant les résultats fulgurants de la pérovskite, ce cristal semi-conducteur des plus prometteurs dans le domaine du solaire. De mois en mois, le rendement énergétique (le pourcentage de rayonnement solaire transformé en électricité) des cellules photovoltaïques à base de pérovskite progresse de manière phénoménale. Il a été multiplié par quatre en seulement cinq ans pour atteindre récemment près de 19 %. Pas très loin derrière le rendement des panneaux en silicium vendus actuellement dans le commerce, qui eux culminent à 26 % en conditions de laboratoire. « Rendez-vous compte, il a fallu près de quarante ans et des milliards d'investissement avant que le silicium n'obtienne un tel rendement ! », lance Michael Grätzel, professeur à l'École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL), l'un des pionniers de la technologie pérovskite. Autre atout majeur : la pérovskite est peu coûteuse à fabriquer. Résultat, « pratiquement tous les grands laboratoires à travers le monde planchent aujourd'hui sur ce matériau », constate Daniel Lincot. Les excellents rendements de la



La structure cristalline ABX_3 est la même pour toutes les pérovskites, où A est un cation organique ou inorganique (en bleu), B un cation métallique (en vert) et X un anion (rouge).

pérovskite comme capteur solaire en ont surpris plus d'un, car la découverte de ce composé ne date pas d'hier. Décrit en 1839, le premier spécimen a été déniché dans l'Oural sous la forme d'un minéral, baptisé en hommage au minéralogiste russe Lev Alexeïevitch Perovski (1792-1856). Son nom désigne depuis tout un groupe de matériaux qui présentent la même structure cristalline (voir ci-dessus). Aujourd'hui, on en connaît plusieurs centaines. Parmi eux, on trouve des pérovskites dites hybrides car constituées d'une combinaison de composants organiques et minéraux. C'est l'une de ces hybrides, un organohalogénure de plomb, qui

focalise aujourd'hui l'attention des chercheurs. Le premier test mené en 2009 dans un capteur solaire s'était soldé par un échec. Le rendement énergétique n'avait pas dépassé 4 %. Surtout, dans le milieu liquide où elle baignait, la pérovskite s'était... dissoute en quelques minutes ! En 2012, de nouvelles expériences ont lieu, cette fois en milieu solide, améliorant la stabilité des cellules. « En seulement quelques mois nous avons obtenu 15 % de rendement. Ce qui a fait l'effet d'une bombe ! », se réjouit Michael Grätzel, qui a participé à ces travaux précurseurs. Depuis, la course au rendement est lancée et les records s'enchaînent.

Une fabrication simple et peu coûteuse

Parmi les propriétés remarquables de la pérovskite, sa capacité à capter 10 fois mieux le rayonnement lumineux que le silicium (lire l'encadré p. 50). « En raison de sa structure électronique — c'est-à-dire la manière dont les électrons sont répartis au sein du cristal —, la pérovskite absorbe davantage les particules de lumière que le silicium », explique le physico-chimiste Bernard Geffroy, qui travaille sur les capteurs à base de pérovskite au Commissariat à l'énergie atomique (CEA). Son organisation microscopique

85 %

La part de marché des panneaux solaires à base de silicium.

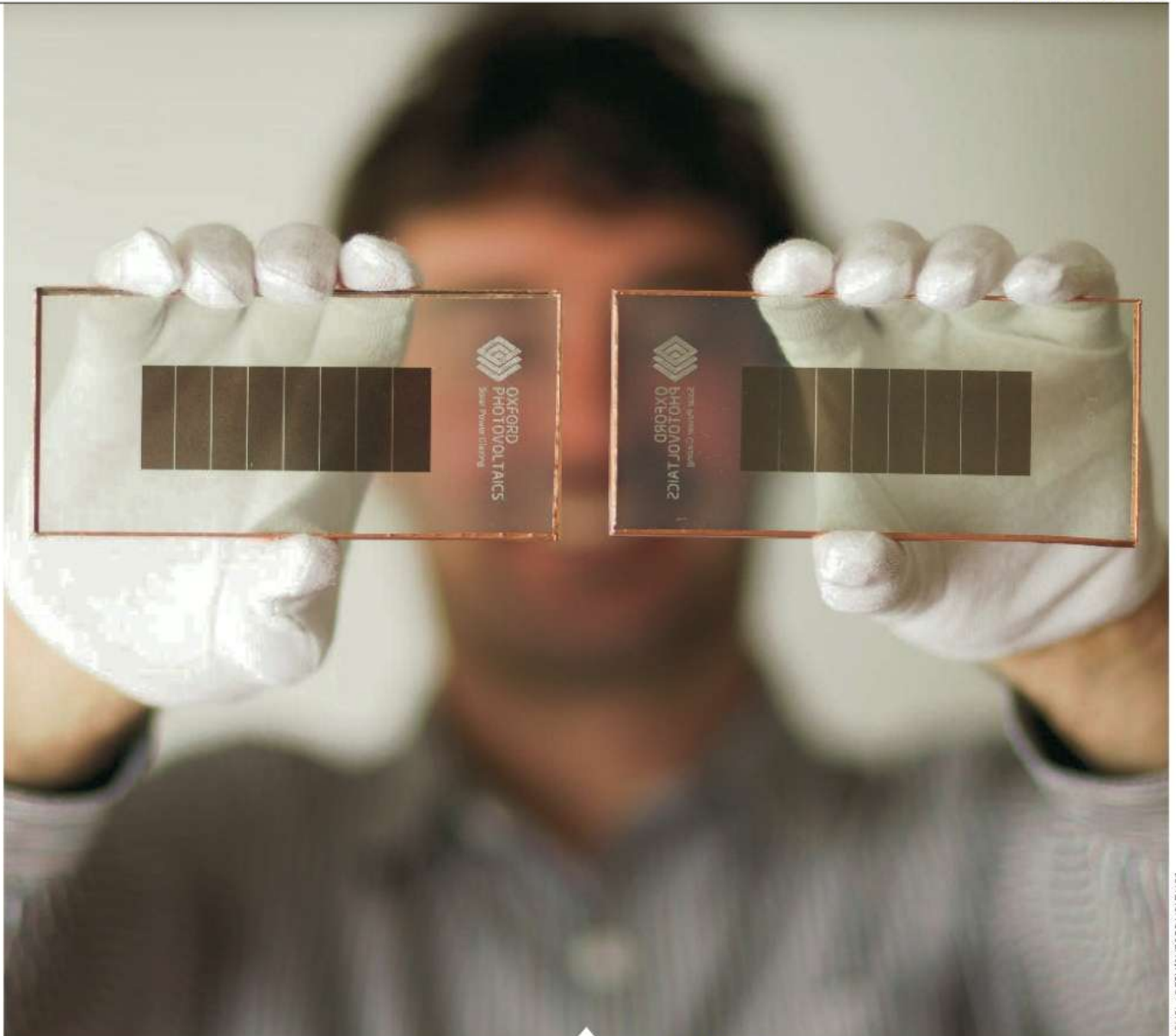
+ 60 %

La progression du nombre de brevets consacrés au photovoltaïque entre 2004 et 2009.

10 à 15 %

La part de l'énergie solaire dans la consommation électrique envisagée en 2030.

INFOGRAPHIES: MEJDIBENVEZZAR POUR SCIENCES ET Avenir

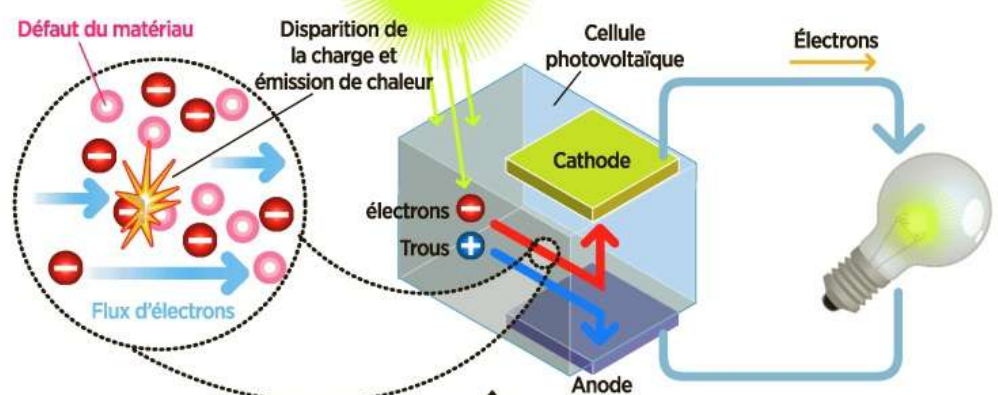


DOUGLAS FRY/OXFORD VOLTAICS

La start-up cofondée par le chercheur Henry Snaith, à Oxford (Royaume-Uni), espère commercialiser des cellules à base de pérovskite dès 2017.

permet aussi une bonne circulation des charges électriques. Rappelons brièvement ce qui se passe quand la lumière rencontre le matériau : lorsqu'un photon frappe sa surface, il excite un électron qui, pour produire du courant, doit ensuite circuler jusqu'à une électrode. Un parcours semé d'embûches au cours duquel, si ce dernier croise un défaut microscopique, il peut perdre de son énergie (voir ci-contre). Avec pour conséquence la disparition de la charge électrique. Or, « le cristal de pérovskite présente peu de défauts, ce qui permet un bon

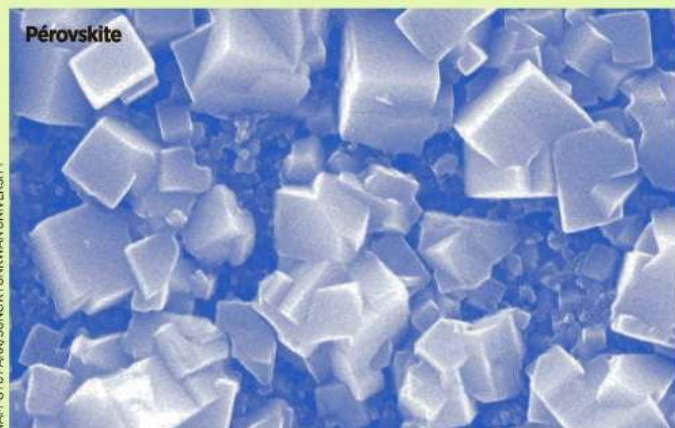
Panneau solaire : le parcours du combattant des électrons



Excités par le rayonnement solaire, les électrons se dirigent vers la cathode. Mais s'ils se font piéger par un défaut dans leur matériau, la charge électrique s'annihile, réduisant par là même l'intensité du flux électrique.

PHOTOVOLTAÏQUE

Des atouts face au silicium



Pérovskite

NAM-GYU PARK/SUNG KYUNKWAN UNIVERSITY



Silicium

PVEDUCATION.ORG



LA PÉROVSKITE
ABSORBE 10 fois mieux
l'énergie lumineuse
que le silicium.



SON RENDEMENT
ÉNERGÉTIQUE
en laboratoire a été
multiplié par quatre
en cinq ans. Il atteint 19 %
contre 26 % pour
le silicium.



SA PRODUCTION
COÛTERAIT cinq fois
moins cher par rapport à
celle du silicium.

► *transport des charges* », constate le physico-chimiste. Autre point fort du matériau : sa fabrication demande peu d'énergie et met en œuvre des composés largement disponibles. Les cristaux peuvent être synthétisés directement sur une surface sous la forme d'une couche ne dépassant pas quelques centaines de nanomètres (milliardièmes de mètre). Ou encore être préparés en solution puis appliqués avec un spray ou comme une encre, par impression. Un jeu d'enfant comparé au silicium, qu'il faut extraire du sable, purifier, cristalliser à très haute température puis découper en lingots et finalement en lamelles. « La

production de pérovskite pourrait être jusqu'à cinq fois moins chère que celle de silicium », prévoit Bernard Geffroy.

Il reste toutefois à lever certains obstacles avant d'envisager la commercialisation de ces nouvelles cellules solaires. En



A. HERZOG/EPFL

« Les résultats des pérovskites comme capteur solaire ont stupéfait la communauté scientifique »

Michael Grätzel, professeur à l'École polytechnique de Lausanne

premier lieu leur instabilité, en particulier lorsqu'elles sont exposées à l'humidité. « En présence d'eau, la pérovskite se dissout », souligne l'ingénieur-chercheur au CEA. Deuxième problème mis en avant : la composition à base de plomb, un métal toxique — même si les quantités envisagées devraient rester en dessous des normes européennes actuellement en vigueur.

Objectif : stabiliser les cellules

« Vu l'avancée des recherches, nous serons fixés sur le potentiel de cette technologie dans les 5 années à venir », prédit Bernard Geffroy. Pour Henry Snaith, professeur à l'université d'Oxford (Royaume-Uni), le verdict devrait tomber bien plus tôt. « D'ici à un an, nous aurons résolu le problème de stabilité des cellules », affirme-t-il, optimiste.

Fondée en 2010, la start-up Oxford Photovoltaics lancée par ce scientifique suite à ses recherches — parmi les plus en pointe dans le domaine — se prépare à une commercialisation dès 2017. Parmi les produits qu'elle développe : des vitres teintées à base de pérovskite qui pourraient équiper des façades entières de bâtiments. « Pour laisser passer la lumière, la couche de pérovskite est percée de minuscules trous, un peu comme du gruyère », explique Henry Snaith.

Ses équipes travaillent aussi sur une pérovskite à base d'étain afin de remplacer le plomb. « Pour capitaliser sur l'industrie du silicium déjà existante, on envisage de produire des cellules combinant les deux matériaux. » Théoriquement, ce dispositif en tandem pourrait atteindre 30 % de rendement, et permettre à la pérovskite de conquérir plus rapidement le marché. Avec à la clé, un coût de l'électricité solaire pratiquement divisé par deux. ■

Roland Lehoucq, astrophysicien

La science-fiction a une vertu pédagogique

Pour le chercheur, analyser les récits de science-fiction permet de questionner l'humain dans ses interactions avec les sciences et les techniques.



MARC SOYEZ/ALAMY

Roland Lehoucq est chercheur au service d'astrophysique du Commissariat à l'énergie atomique, à Saclay (Essonne).

Le thème de la journée
« Physique et interrogations fondamentales » est la « science et l'impossible ». En quoi ces deux termes sont-ils compatibles ?

L'impossible permet d'aller scruter et fouiller dans les limites de ce que la science autorise. On parvient ainsi à mettre en lumière le possible. Ayons à l'esprit que ces limites ne sont pas toujours figées : car à côté des impossibilités fondamentales de la physique — comme le mouvement perpétuel —, il y a des impossibilités techniques, par exemple aller sur Mars en quelques jours.

Ce qui est impossible aujourd'hui relève-t-il de la science-fiction ?

Nous avons tendance effectivement à penser que l'impossible relève de la science-fiction. Mais il y a une confusion : il ne s'agit pas d'une science fictive mais d'une fiction scientifique, si l'on considère ce mot dans son sens anglais. En fait, c'est un récit imaginaire mais aussi une spéculation rationnelle. L'écrivain Maurice Renard (1875-1939) l'appelait le « merveilleux scientifique » et expliquait qu'il s'agissait de la merveille envisagée scientifiquement

et de la science poussée jusqu'au merveilleux. La science-fiction questionne l'humain dans ses interactions avec les sciences et les techniques et imagine les conséquences du progrès sur une société humaine. Elle est ainsi une « expérience de pensée » sociale.

Comment peut-on utiliser ces récits pour parler de science ?

De deux façons. On peut faire la liste des choses impossibles, ou, et c'est bien plus intéressant, exploiter la cohérence des récits. Les caractéristiques du monde de *Stars Wars* ou d'*Avatar* ne sont, certes, pas les mêmes que les nôtres, mais ces récits ont une obligation de cohérence.

Une cohérence que vous utilisez dans vos cours...

En effet, je demande aux étudiants du premier cycle universitaire ou aux enseignants du secondaire venus dans le cadre de la formation continue d'estimer la puissance du sabre laser utilisé dans *Star Wars*. Cela les dérouté bien sûr. Là, ils doivent entreprendre un vrai travail scientifique : élaborer une méthode de raisonnement pour exploiter les moindres indices présents dans le film. Ainsi, si on peut

PARTENARIAT SCIENCES
AVENIR

Physique et Interrogations fondamentales

► 14^e rencontre, organisée par la Société française de physique, samedi 22 novembre de 9 h 30 à 18 h. Avec Étienne Klein, Serge Haroche, Gilles Cohen-Tannoudji et Roland Lehoucq. Grand Auditorium bibliothèque François-Mitterrand, quai François-Mauriac, 75013 Paris.

établir que ce sabre fait fondre en quelques secondes une porte en métal sur quelques dizaines de centimètres, la démarche scientifique consiste alors à faire des hypothèses sur l'épaisseur de la porte et du matériau, ses caractéristiques physiques... Et apporter une réponse plausible au regard de ce qui est montré : il faut une puissance équivalente à celle de trois centrales nucléaires... le tout contenu dans un simple manche de sabre ! C'est impossible, mais cela permet de développer une méthodologie scientifique. Car la science est avant tout une méthode.

Cela suppose que le monde d'Avatar ou de Star Wars obéit à la physique de notre univers.

Il s'agit effectivement de notre hypothèse de départ, sans quoi on ne peut rien dire. Cette hypothèse remonte à Galilée car avant lui, pour la physique d'Aristote, les mondes sublunaire et supra-lunaire ne relevaient pas des mêmes lois. Mais Galilée a pointé sa lunette vers la Lune et y a vu les mêmes structures que sur Terre. Les lois terrestres sont alors devenues universelles.

Propos recueillis par Azar Khalatbari



LE + NUMÉRIQUE

Roland Lehoucq réagit au dernier *X-Men (Days of the Future Past)*, tout juste sorti en DVD) sur le site de Sciences et Avenir : <http://sciaiv.fr/813cine>

La poussière masque les débuts de l'Univers

Est-ce elle ou des ondes gravitationnelles qui ont été vues par le radiotélescope Bicep2 ?

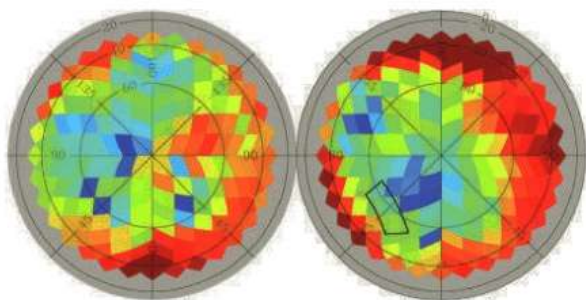
L'EXCITATION VA-T-ELLE laisser place à la déception ? Le radiotélescope Bicep2, installé au pôle Sud, n'a finalement peut-être pas détecté les ondes gravitationnelles primordiales, ces vestiges de la phase d'inflation de l'Univers, comme cela avait été annoncé en mars (lire S. et A. n° 807, mai 2014). Celles-ci auraient gonflé l'espace d'au moins un facteur 10^{26} (cent millions de milliards de milliards) lorsque l'Univers n'était âgé que de quelques fractions de seconde. Mais c'était compter sans la poussière galactique, qui « mime » le signal de l'onde gravitationnelle. Or le satellite européen Planck vient justement de la caractériser (voir cartes ci-dessous).

Résultat : « Le signal détecté par Bicep2 lui est probablement en partie dû », explique Cécile Renault, du Laboratoire de cosmologie et physique des particules de Grenoble et membre de la collaboration Planck. Le satellite européen, dont la mission est de cartogra-

phier le fond diffus cosmologique, est le seul à couvrir la bande de fréquence (autour de 350 GHz) qui correspond à l'émission de la poussière. « À partir de nos mesures, nous essayons donc de déduire sa répartition à la fréquence de 150 GHz exploitée par Bicep afin de comprendre sa contribution au signal détecté », poursuit Cécile Renault.

Pour cela l'équipe de Planck a établi deux cartes en fausses couleurs (ci-dessus) qui représentent l'influence de la poussière galactique sur les observations (en bleu très peu d'influence, en rouge beaucoup). « Nous savions que le plan galactique, qui apparaît ici sur les contours des deux hémisphères (en rouge foncé) en est encombré. Mais sa présence à de hautes latitudes et particulièrement dans la zone d'observation de Bicep2 est une surprise », conclut la chercheuse. Une nouvelle collaboration regroupant des scientifiques de Planck et de Bicep2 tente maintenant de déterminer la part du signal due à la poussière. ■ **Azar Khalatbari**

◀ **Sur ces deux hémisphères célestes**, l'influence de la poussière est représentée selon les régions (en bleu, la poussière n'intervient presque pas, en rouge, elle contribue beaucoup au signal). La zone délimitée (en noir) observée par Bicep2 n'en est pas exempte.



Professeur Astrocat : aux frontières de l'espace



Dominic Walliman, Ben Newman,
Gallimard Jeunesse, 64 p., 19,90 €

Grâce au professeur Astrocat et à son compagnon Astromouse, l'espace n'aura bientôt plus de secrets pour vos enfants ! Embarquez aux côtés du chat de gouttière le plus intelligent de l'Univers pour savoir comment se sont formées les étoiles, d'où vient la chaleur du Soleil

ou à quoi ressembleraient les extraterrestres si on en découvrait. Une BD à la fois divertissante et très bien documentée qui passionnera les curieux à partir de 6 ans. ■ **Audrey Boehly**

Le Mystère des nombres, odyssée mathématique à travers notre quotidien

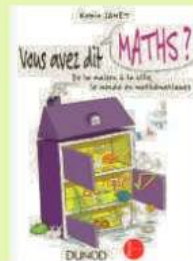


Marcus du Sautoy, Héroïse
d'Ormesson, 364 p., 23 €

Se promener à Paris et croiser un cube de dimension 4 dans le monde tridimensionnel qui nous entoure — l'Arche de la Défense à Paris —, choisir la forme optimale d'un sachet de thé — rond, pyramidal ou en losange — ou encore comprendre comment faire pour qu'un boomerang revienne pile à son point de départ... La vie est régie par les maths, même si celles-ci

passent parfois inaperçues. Marcus du Sautoy, enseignant à l'université d'Oxford (Royaume-Uni) les débusque avec brio. ■ **A. Kh.**

Vous avez dit maths ? De la maison à la ville, le monde en mathématiques



Robin Jamet, Dunod, 165 p.,
14,90 €

Ce petit livre très illustré adopte une approche ludique des mathématiques. Il devrait ainsi susciter des vocations chez les plus jeunes. Au programme : des tours de magie, des jeux d'allumettes et de nombreuses expériences que l'on peut facilement réaliser sur un coin de table. ■ **A. Kh.**



COLLOQUE

DES ANIMAUX ET DES HOMMES

HÉRITAGES PARTAGÉS,
FUTURS À CONSTRUIRE

LE 27 NOVEMBRE 2014, À PARIS

**INTRODUIT PAR BERTRAND HERVIEU,
SOCIOLOGUE ET VICE-PRÉSIDENT DU CGAER**

- Une réflexion philosophique, historique et anthropologique sur la pluralité des relations que notre société entretient avec les animaux.
- Quels futurs pour ces relations en prenant en compte à la fois les devoirs des sociétés vis-à-vis des animaux et nos relations nourricières, réelles, imaginaires et symboliques ?

POUR AVOIR LE PROGRAMME ET S'INSCRIRE :

www.lemangeur-ocha.com

En partenariat avec

**SCIENCES
ET AVENIR**

Le Monde





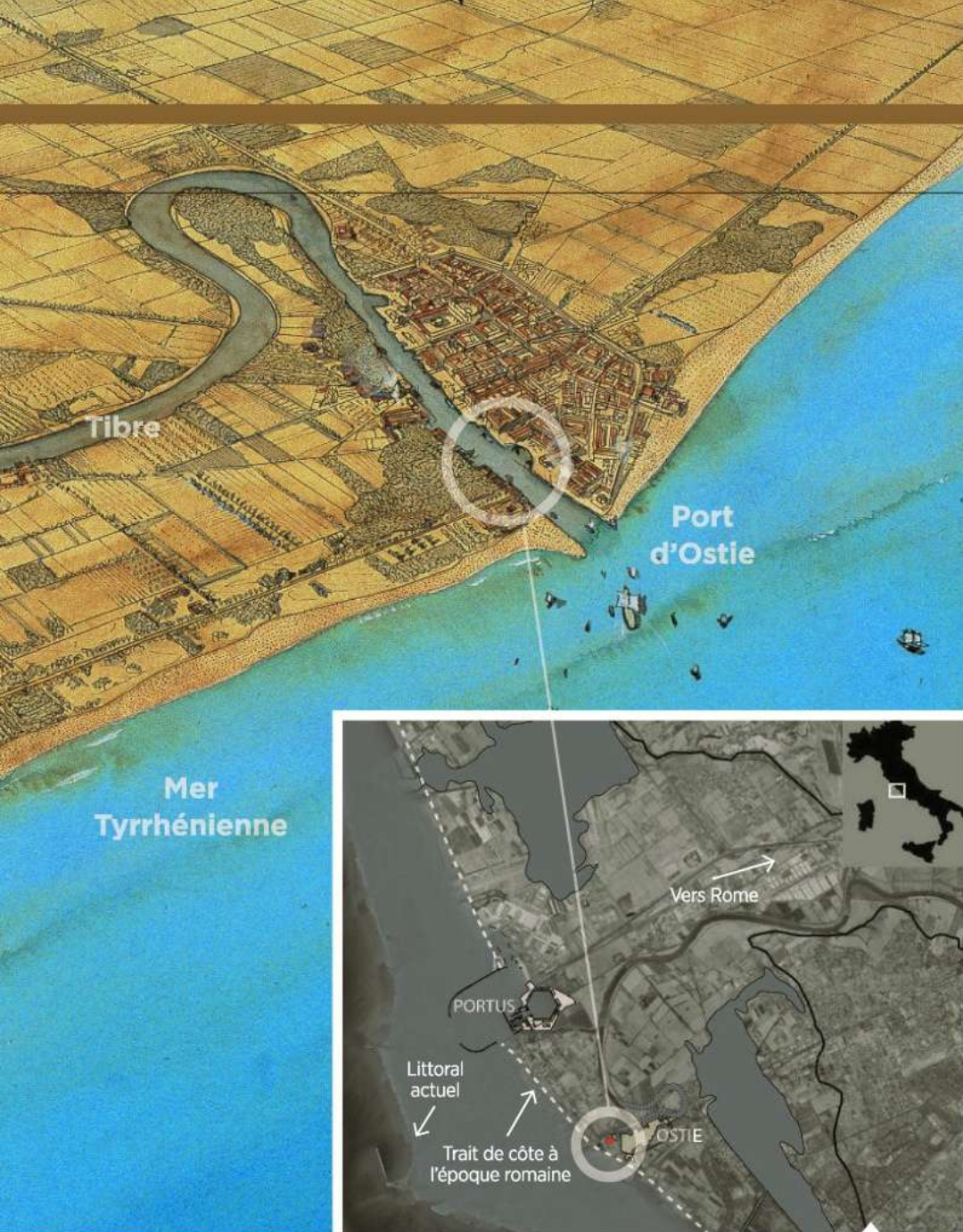
On a retrouvé le port antique de Rome



J.-M. GASSEND/RAA DU CNRS

Bien avant la période impériale, la ville disposait d'un bassin portuaire à Ostie, aujourd'hui enseveli, pouvant accueillir les navires de haute mer. Récit d'une découverte dans les sédiments du Tibre.

Par Laurent Brasier



AQUARELLE JEAN-CLAUDE GOUVIN MUSÉE DÉPARTEMENTAL ARLES ANTIQUE - © JEAN-CLAUDE GOUVIN ÉDITIONS ERRANCE

LE GÉOGRAPHE GREC STRABON (64 avant J.-C.-21/25 après J.-C.) en était persuadé : Ostie n'avait pas d'installations portuaires maritimes. Il décrivait cette première colonie maritime de Rome située à quelque 30 kilomètres en aval de la cité antique, à l'embouchure du Tibre, comme « une ville dépourvue de port de mer, du fait de la langue de terre que crée le Tibre gonflé de ses nombreux affluents ». L'absence de vestiges adéquats dans une ville ayant livré, par ailleurs, une abondance de ruines confortait cette vision, laissant supposer qu'Ostie disposait d'un simple port fluvial qui ne

pouvait pas accueillir les navires de haute mer à fort tirant d'eau. Ceux-ci devaient être déchargés par de plus petites embarcations capables de remonter le fleuve pour ravitailler Rome en toutes sortes de denrées, plus particulièrement en blé. Cette hypothèse a prévalu jusqu'à ce qu'une équipe pluridisciplinaire franco-italienne, emmenée par le géoarchéologue Jean-Philippe Goiran (université Lumière-Lyon-II/CNRS), obtienne en 2010 l'autorisation exceptionnelle de pratiquer deux carottages dans le sol de cette fragile « Pompéi fluviale ». Les relevés

Le port antique d'Ostie (cercle), à l'embouchure du Tibre, a pu être localisé pour la première fois grâce à des carottages sédimentaires pratiqués sur la rive gauche du fleuve. L'emplacement de ce premier bassin portuaire se trouve aujourd'hui à l'intérieur des terres, suite à l'avancée du delta. À 3 km au nord d'Ostie, un nouveau bassin, Portus, a été construit à l'époque impériale.

ont alors réservé une surprise de taille aux spécialistes : la présence d'un bassin sur la rive gauche du Tibre, à l'emplacement précis d'une dépression d'environ 100 mètres par 50 dépourvue de toute construction. Ostie avait donc bien un port maritime primitif, n'en déplaise à Strabon ! « Certes, nous en suspicions la présence depuis de nombreuses années, mais il aurait pu s'agir d'une simple place. Il fallait apporter la preuve scientifique que c'était bien l'emplacement d'installations portuaires oubliées », souligne Jean-Philippe Goiran. De nombreuses analyses (lire l'encadré p. 56) permettent même désormais d'en retracer l'histoire mouvementée.

Un site aménagé tout près de l'embouchure du Tibre

Les sédiments recueillis par les spécialistes trahissent l'influence de la mer et du fleuve entre le IX^e et le VIII^e siècle avant J.-C., avant la fondation d'Ostie, ce qui montre que le site se trouvait à proximité immédiate de l'embouchure du Tibre. Puis, entre le IV^e et le II^e siècle avant J.-C., un changement brutal dans les archives du sol trahit les premiers aménagements réalisés par les habitants qui creusent alors un bassin. « Des sédiments argilo-limoneux gris foncé succèdent au sable, ce qui est caractéristique d'un milieu calme de sédimentation, où les argiles accèdent par suspension, avant de décanter. Nous avons là l'indication que nous sommes bien dans un bassin portuaire », explique Jean-Philippe Goiran.

Mais comment s'assurer que cette modification est bien de la main de l'homme ? « Nous n'avons aucune datation entre le VIII^e siècle et le IV^e siècle avant J.-C., ce qui montre bien que les archives sédimentaires pour cette période ont été détruites lorsque les premiers habitants ont creusé le bassin », analyse le chercheur. Autre information capitale ►

► recueillie par les archéologues : ce bassin apparaît à 5,9 mètres sous le niveau antique de la mer, ce qui indique la profondeur du premier port de Rome. Cela conduit à rayer définitivement la vision traditionnelle d'un port fluvial, les navires de haute mer à fort tirant d'eau pouvant facilement accoster dans ce bassin.

L'énigme demeure sur les bateaux qui y faisaient halte

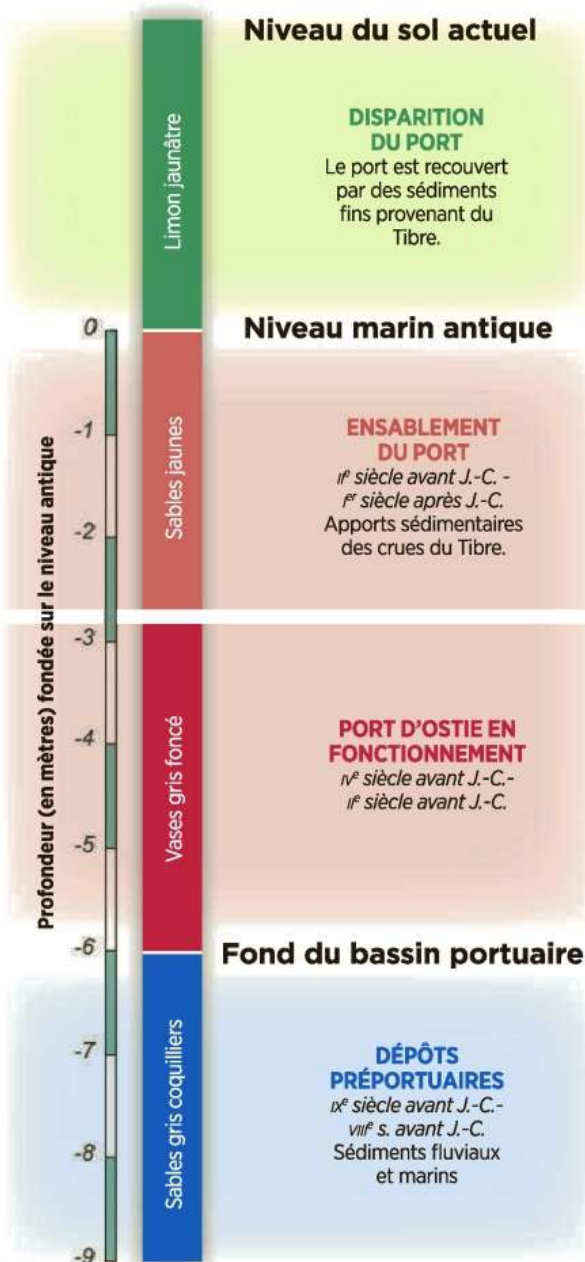
Mais de quels bateaux pouvaient-ils s'agir ? s'interrogent désormais les chercheurs, en mal d'exemples pour résoudre cette nouvelle énigme. « Sur le plan archéologique, le plus grand navire connu est celui dit de la Madrague de Giens, dont on a retrouvé l'épave. Il mesurait une trentaine de mètres de long, avec un tirant d'eau de 3 ou 3,50 m, et a sombré vers 70–65 avant J.-C. en transportant du vin d'Italie vers le bassin du Rhône », précise Giulia Boetto, spécialiste d'architecture navale antique (CNRS/université d'Aix-Marseille). En pratique, difficile d'imaginer de tels bateaux manœuvrer à Ostie pour décharger leurs marchandises dans un bassin grand comme un terrain de football, fut-il profond.

Le port servait-il plutôt de halte aux *cercurus*, ces navires à voile et à rames ? Aptés à remonter le fleuve, ils étaient adaptés aux entrées de ports étroites, et les textes attestent de leur importance dans le commerce maritime entre 300 et 100 avant J.-C. « Pour connaître l'usage exact de ce bassin, il faudrait en savoir plus sur les infrastructures de stockage, de commerce ou d'activité », complète Giulia Boetto. Hélas, aucune information, ni archéologique ni littéraire, n'a été retrouvée à ce jour. « Les Anciens décrivent peu les ports. Mentionner leur existence leur suffit », s'amuse Pascal Arnaud, professeur d'histoire du monde romain à l'université Lumière-Lyon-II et

ANALYSES

Un carottage révélateur

Grâce à un carottage effectué sur les rives du Tibre, les chercheurs ont pu déterminer les différentes couches sédimentaires observées. Ils ont procédé ensuite à des analyses stratigraphiques : des datations au radiocarbone des éléments organiques (charbons, bois, etc.) ; des analyses granulométriques des particules, qui informent sur les dynamiques (marines ou fluviales) à l'origine de la mise en place des sédiments... Ce sont toutes ces données croisées qui permettent d'interpréter la stratigraphie et de reconstituer l'histoire du site, avant, pendant et après le creusement du bassin portuaire.



membre de l'Institut universitaire de France.

Quelques indices autorisent toutefois des hypothèses. La nature des contenants, tout d'abord. À l'époque républicaine, ce sont principalement des amphores, qui ne nécessitent ni quais ni grues pour être déchargées. Il faut plutôt imaginer une cohorte de petits navires de service officiant alors que les navires de haute mer sont au mouillage ou, pourquoi pas, tirés sur la rive du Tibre : « C'est ce qui est mentionné pour le port de Thasos (Grèce), au III^e siècle avant J.-C. ; l'aménagement des ports permettait peut-être aux gros navires de "talonner", c'est-à-dire de s'échouer partiellement », avance l'historien.

Autre supposition, le port d'Ostie devait être fortifié. « À cette période, les ports deviennent des éléments stratégiques. Contrairement au gigantisme de l'époque impériale, les Anciens préfèrent des installations de petite taille, avec un accès restreint, pour se protéger des raids maritimes », analyse Pascal Arnaud. Les textes soulignent d'ailleurs l'importance névralgique de cette voie d'accès directe vers Rome. Mais ils n'en disent guère plus... Seules de nouvelles fouilles permettront peut-être d'en savoir davantage.

Les crues ont contraint à abandonner le bassin

Les archives sédimentaires sont en revanche parfaitement explicites sur les causes de l'abandon de ce premier port maritime de Rome. Celui-ci connaît d'abord un envasement, avec un dépôt de sédiments argilo-limoneux qui rogne de plus de trois mètres la profondeur d'eau. Puis, brusquement, entre le II^e siècle avant J.-C. et le premier quart du I^{er} siècle après J.-C., les alluvions de type sableux s'accumulent en masse en raison des crues du Tibre. « L'une d'entre elles, très brutale et impor-



COSTA LERINAGE

tante, est mentionnée dans les textes en 54 avant J.-C., puis une série de huit autres, plus réduites et associées à une petite crise climatique, est attestée entre 30 avant J.-C. et 15 de notre ère », relate Ferréol Salomon, géoarchéologue à l'université de Southampton (Royaume-Uni). Le bassin s'ensable inexorablement. Dans la première moitié du I^{er} siècle après J.-C., sa profondeur a été réduite à moins d'un mètre. Toute navigation étant devenue impossible, il est alors abandonné.

Les Romains ont-ils lutté contre les caprices du Tibre pour tenter de le sauver ? « On ne sait pas s'ils ont essayé de curer le port, mais ils en avaient techniquement les moyens. Ils ont de toute évidence cherché des solutions, car en l'an 15, deux sénateurs ont proposé des aménagements en amont, dans le bassin du fleuve », poursuit Ferréol Salomon. Mais la lutte était sans doute vaine. « Les Romains avaient misé sur Ostie comme port de mer, mais avec des besoins en approvisionnements croissants, ils ont sans doute compris que

Transbordement d'un navire de commerce maritime (à droite) vers une *navis caudicaria* (à gauche), bateau capable de remonter le Tibre. Ces opérations ne pouvaient se faire que par mer calme. Mosaïque de l'époque impériale, place des Corporations, Ostie.

ce havre de petite taille qui s'ensablait n'était pas le bon choix, résume Catherine Virlouvet, directrice de l'École française de Rome. Sans compter qu'ils rencontraient déjà des difficultés même lorsque le bassin était fonctionnel, car les navires pouvaient s'échouer devant Ostie. » Les récits de la Deuxième Guerre punique (218-202 av. J.-C.) évoquent ainsi l'échouage sur les hauts fonds du delta d'un navire rapportant une statue de la déesse Cybèle à Rome.

Un nouveau port prendra la relève à l'époque impériale

Le port d'Ostie ensablée, Rome ne s'en trouva pas démunie pour autant. La ville était en effet un maillon d'un système triangulaire mis en place dès le III^e siècle avant J.-C. avec le port de Pouzzoles, dans la baie de Naples. Ce dernier, véritable havre de haute mer, était en effet capable d'accueillir les convois de blé en provenance d'Alexandrie, dont les cargaisons étaient ensuite convoyées vers Rome via Ostie, sur de plus petits navires, par cabotage. Et à Ostie même, on pouvait aussi décharger les gros navires mouillant en mer, grâce à un « flot des barques à rames qui déchargent et échangent les chargements », décrit par Strabon.

Avec une population romaine atteignant un million d'habitants sous Auguste, toutes ces solutions finirent toutefois par n'être plus tenables : les navires en provenance de Pouzzoles ne prenaient pas la mer l'hiver, et le déchargement des navires au mouillage à Ostie restait une opération à risque. Après l'abandon de son premier port, Rome finit donc par se résoudre à la construction de nouvelles infrastructures, capables d'accueillir les navires de haute mer. Ce seront les bassins de Claude, puis de Trajan, à Portus, à quelques encablures du bassin antique d'Ostie, désormais perdu sous les sables du Tibre. ■

COMMERCE MARITIME

Les autres ports de Rome

Reprenant un projet de César, l'empereur Claude (10 avant J.-C. — 54 après J.-C.) lance les travaux d'un nouveau bassin, le Portus Claudii, environ 3 km au nord d'Ostie. Ce bassin monumental de 200 hectares n'est achevé que sous Néron, vers 64-66 mais commence aussitôt... à s'ensabler ! Trajan (53-117 après J.-C.) entreprend dès lors, probablement vers 110-117, la construction d'un second bassin, hexagonal. Rome dispose ainsi d'un complexe portuaire à sa mesure. Portus devient le centre du plus grand trafic commercial de Méditerranée, entraînant la ville d'Ostie, toujours intimement liée au commerce maritime, dans son sillage de prospérité. Portus fait depuis 2007 l'objet d'un important projet international de fouilles, le Portus Project, sous la houlette de Simon Keay, de l'université de Southampton (Royaume-Uni).



Située à 900 m d'altitude, sur un piton rocheux, la citadelle Laferrière fait l'objet d'un relevé précis en 3D grâce à des drones et à un laser scanner.

La citadelle du roi Christophe en 3D

Cette énorme forteresse bâtie au début du XIX^e siècle dans le nord d'Haïti par le second souverain noir du pays va bénéficier d'une vaste opération de réhabilitation.

LA PLUS GRANDE FORTERESSE d'Amérique va être réhabilitée sous l'égide de la Banque mondiale. Cet ouvrage d'architecture militaire aux dimensions démesurées ne se trouve pas sur le continent, mais dans l'archipel des Antilles. Située à 900 m d'altitude dans le nord d'Haïti, sur un piton de la chaîne du Bonnet-à-l'Évêque, la citadelle Laferrière fait l'objet d'une reconstitution tridimensionnelle. Pour relever le défi que représente l'accès à l'ensemble du monument et à ses façades en à-pic, classées au Patrimoine mondial de l'humanité depuis 1982, des drones ont survolé l'édifice pendant qu'un laser scanner (Geoscan) officiait à l'intérieur des murs pour procéder au relevé des innombrables salles.



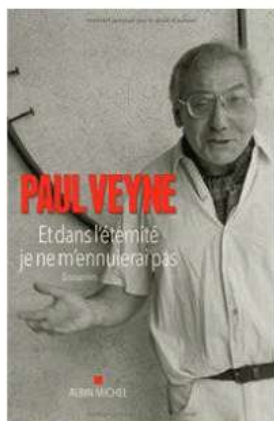
Henri Christophe,
ancien esclave, devint
roi d'Haïti en 1811.

Avec ses 200 m de long, ses murailles de 40 m de haut et 4 à 8 m d'épaisseur, ce monument a été construit entre 1804 et 1820 par le second souverain noir de l'île, le roi Christophe, ancien général de Toussaint Louverture (1743-1803) durant la révolution haïtienne. La célèbre pièce de théâtre d'Aimé Césaire *La Tragédie du roi Christophe* retrace le destin funeste d'Henri Christophe, ancien esclave devenu libérateur, puis tyran, après s'être autoproclamé roi sous le nom d'Henri I^{er} (1811). Érigée à 8 km du palais royal de Sans-Souci, autre monument bâti par le monarque, le fort Laferrière, ou fort Henri, aurait coûté la vie à plus de 2000 des 20 000 hommes réquisitionnés pour sa construction.

Le site a souffert de nombreux tremblements de terre, notamment celui de 2010. Afin d'identifier toutes les failles structurelles apparues sur l'édifice et pouvoir y remédier, les autorités locales en collaboration avec l'Ispan (Institut de sauvegarde du patrimoine national haïtien) ont donc demandé que soit réalisé un état des lieux des plus précis du monument emblématique de l'île. Une sorte d'autopsie de cette machine de guerre qui abrite, avec ses canons et boulets, la plus importante collection mondiale d'artillerie du XVIII^e siècle.

Des milliers d'images ont été prises

Comme ils l'avaient déjà fait à Pompéi (Italie) (*lire S. et A. n° 797, août 2013*), les archéologues et architectes de la société française Iconem ont modélisé en 3D tout l'édifice à l'aide d'un logiciel mis au point par le département informatique de l'École normale supérieure, qui exploite les milliers d'images réelles prises au sol et dans les airs par les drones. Ces reconstitutions seront remises aux autorités haïtiennes fin octobre. ■ **Bernadette Arnaud**



Paul Veyne, Albin Michel, 260 p., 19,50 €

Et dans l'éternité je ne m'ennuierai pas

Paul Veyne, cet historien dont le nom ressemble « à un filon de bonne terre arable »..., grand spécialiste de l'Antiquité romaine, professeur honoraire du Collège de France, « marié trois fois, comme Cicéron, César et Ovide », nous raconte — depuis le village provençal au pied du mont Ventoux où il vit aujourd'hui — sa traversée du siècle. L'histoire d'une vocation née dans l'enfance, à la vue d'un fragment d'amphore, qui le conduisit plus tard à Paris poursuivre des études à la prestigieuse École normale supérieure de la rue d'Ulm. Récits, anecdotes, réflexions, rencontres, mutations... Celui qui avait vécu la guerre « de loin » dans une famille conservatrice, dévore alors les œuvres de Catulle, tout en arpentant la capitale. Il se rapproche du Parti communiste, l'une des plus importantes formations politiques de l'après-guerre, rencontre Michel Foucault, qui restera le grand ami de sa vie, et découvre l'Italie, et donc la Rome antique. « Indifférent à l'opinion d'autrui », sans jamais essayer de travestir les faits pour les rendre plus beaux, l'historien qui a bousculé tant d'idées reçues sur l'Antiquité romaine, déroule ses souvenirs d'homme, dans toute leur sincérité. ■ **Bernadette Arnaud**

LA DÉCOUVERTE DE LA GROTTTE CHAUVET-PONT-D'ARC

Éliette Brunel, Jean-Marie Chauvet, Christian Hillaire, Équinoxe, 72 p., 15 €



Dans ce petit livre illustré, les « inventeurs » de la grotte Chauvet-Pont-d'Arc (Ardèche) révèlent les circonstances de la mise au jour, en 1994, de ce joyau de la préhistoire. Ranimant leurs souvenirs, ils racontent la sidération qui fut la leur à la vue des parois ornées. Le récit des premières heures d'une histoire hors norme. ■ **B. A.**

CHAUVET-PONT-D'ARC : LE PREMIER CHEF-D'ŒUVRE DE L'HUMANITÉ RÉVÉLÉ PAR LA 3D

Pedro Lima, Synops Éditions, 205 p., 34,90 €



C'est à un beau voyage au cœur de la grotte Chauvet-Pont-d'Arc, effectué à travers de somptueuses illustrations issues de la technologie 3D, que nous convie cet ouvrage. Une exploration de la caverne et de ses chefs-d'œuvre enrichie de contenus multimédias en ligne. C'est aussi l'occasion de retracer l'histoire de la célèbre cavité depuis sa découverte. ■ **B. A.**

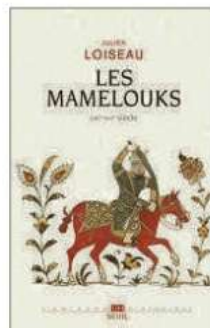
LES ARTS PREMIERS POUR LES NULS

Emmanuel Pierrat, First, 339 p., 22,95 €



Qu'est-ce que les arts premiers ? Comment juger de l'authenticité des objets ? De quels matériaux sont-ils faits ? Où les voir ? Autant de questions auxquelles cet ouvrage d'Emmanuel Pierrat, avocat et collectionneur, tente d'apporter des réponses simples et éclairantes. On y apprendra aussi le sens de « vistemboire », qui qualifie les objets aux origines douteuses... ■ **B. A.**

Les Mamelouks



Julien Loiseau, Seuil, 434 p., 24 €

Le célèbre Rustam (ou Roustan), fidèle serviteur de Napoléon jusqu'à l'abdication de l'Empereur en 1814, était un mamelouk. Mais qui étaient ces hommes d'armes au nom d'esclave (*mamluk* : « chose possédée ») ? « Entre le ^{xiii}e et le ^{xvi}e siècle, le règne des Mamelouks fut une des expériences politiques les plus originales qu'ait connues le monde islamique », explique l'auteur, directeur du Centre de recherche français de Jérusalem. Certains de ces esclaves-soldats, souvent d'origine balkanique, gravirent les échelons de la hiérarchie militaire ottomane au point de s'élever jusqu'aux plus hautes fonctions. En 1881, l'un des derniers Mamelouks du bey de Tunis, « un ancien esclave grec qui n'avait plus rien de commun avec ses lointains prédécesseurs que son origine servile », est même parvenu à accéder au poste de Premier ministre. Une étonnante relation de « servitude volontaire », qui montre aussi « la constance avec laquelle les souverains de l'islam ont recruté des étrangers pour mieux gouverner leurs sujets ». ■ **B. A.**

Le Monde, l'histoire. Essai sur les histoires universelles



Hervé Inglebert, PUF, 1248 p., 29 €

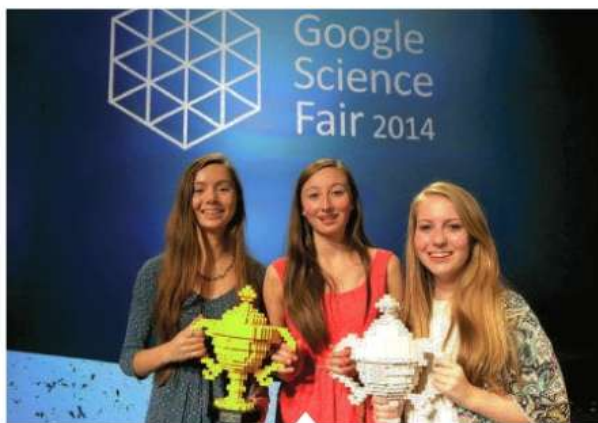
Depuis 250 ans, l'histoire universelle est le nom que nous donnons en Occident à notre conception de l'histoire mondiale. Une représentation particulière que nous avons tendance à projeter sur toutes les autres cultures. Or, rappelle l'auteur de cet essai sans équivalent — tant par son ampleur que son érudition —, l'« histoire universelle » a d'abord existé en « grec, chinois, latin, syriaque, arabe, persan, bien avant que ce concept n'apparaisse en Europe vers 1750 ». Pour lever toute ambiguïté, si ce ouvrage n'est ni un récit d'« histoire universelle », ni d'« histoire globale », il développe en revanche une réflexion très savante sur l'ensemble de ces termes. Après la World History et la Global History, l'historien Hervé Inglebert propose ainsi un nouveau projet d'écriture, qui serait celui d'une « chronique des mondes ». À la fois complexe et passionnant, cet essai « concerne tous ceux qui réfléchissent sur l'histoire, les sciences humaines et sociales, et sur le monde actuel ». Pour lecteurs très avertis. ■ **B. A.**

Ces bactéries qui dopent les plantes

Le mécanisme de symbiose bactérienne permet à certaines plantes de croître fortement et de manière naturelle. À quand une agriculture sans engrais chimique ? Explications.

Par Loïc Chauveau

« JE SUIS TOUT SIMPLEMENT ADMIRATIF de personnes aussi jeunes, aussi matures, aussi intelligentes. » Jean Dénarié, 74 ans, fait chapeau bas devant les trois lycéennes irlandaises de 16 ans qui viennent de remporter l'édition 2014 du Google Science Fair, le concours scientifique du géant américain de l'Internet. Émer, Ciara et Sophie ont en effet démontré que des bactéries fixatrices de l'azote de l'air, appelées rhizobiums, vivant sur les racines des légumineuses (plantes à gousses, aussi appelées fabacées) pouvaient améliorer la germination des grains et favoriser la croissance des céréales. « J'essaie de convaincre mes collègues chercheurs de les inviter en France pour une éventuelle collaboration », poursuit le directeur de recherche émérite de l'Inra, l'Institut national de la recherche agronomique. Qu'ont donc réellement découvert ces jeunes filles pour mériter cette admiration ? La base de leur réflexion remonte à des millénaires, les Égyptiens de la fin de l'Antiquité ayant déjà remarqué qu'une récolte de riz était



Sophie Healy-Thow, Émer Hickey et Ciara Judge viennent d'être récompensées pour leurs recherches sur l'utilisation des bactéries capables de fixer l'azote pour faciliter la croissance des céréales.

meilleure après que le champ eut servi à cultiver du trèfle d'Alexandrie. En Amérique centrale, les peuples précolombiens associaient le maïs et le haricot pour obtenir de meilleurs rendements. Empiriquement, les agricultures du monde entier ont donc utilisé pendant des siècles cette faculté des haricots, pois, luzerne, soja à pousser sans engrais tout en améliorant la qualité des sols. Mais ce n'est qu'à la fin du XIX^e siècle que l'explication a

été trouvée : c'est en s'associant à des bactéries spécifiques que les légumineuses ont obtenu ces propriétés étonnantes. Il y a environ 60 millions d'années, lorsque cette nouvelle famille de plantes est apparue, elles se sont en effet liées à des bactéries capables de capter le diazote de l'air — que les végétaux ne peuvent exploiter — pour le transformer en ammoniac, qu'ils peuvent assimiler (voir l'infographie p. 63). Ces plantes ont ainsi acquis un avantage adaptatif certain puisque leur croissance n'est pas limitée par la disponibilité en nitrate des sols. Elles disposent au contraire d'un énorme garde-manger : les 78 % de diazote qui composent l'atmosphère terrestre. C'est pourquoi les légumineuses forment de grosses graines car elles ont de quoi fabriquer beaucoup de protéines. « Dans cette association à bénéfice mutuel, la plante fournit une niche protectrice et de l'énergie aux bactéries qui, en échange, synthétisent de l'ammoniac pour leur hôte », résume Jean Dénarié.

Les trois lycéennes irlandaises, dotées d'une solide fibre scienti-

1 milliard de bactéries sont présentes dans 1 gramme de sol, appartenant à 1 million d'espèces.

RHIZOBIUM Bactérie vivant dans les premiers centimètres du sol, capable de fixer l'azote de l'air et de le transformer en ammoniac pour sa plante hôte. Il en existe plusieurs dizaines d'espèces vivant préférentiellement avec certaines plantes.

AZOTE Élément chimique qui compose 78 % de l'atmosphère terrestre. Les minéraux qui contiennent principalement de l'azote sont les nitrates. Le procédé Haber Bosch de synthèse chimique de l'ammoniac exige de grandes quantités d'énergie obtenue à partir de la combustion de gaz naturel.

SYMBIOSE Association entre deux organismes vivants qui retirent de leurs échanges un bénéfice mutuel. Les deux partenaires sont appelés « symbiotes ».



Des nodules de *Rhizobium leguminosarum* associés à des plants de petits pois. Le fait de pouvoir synthétiser de l'azote en abondance explique la générosité des légumineuses capables de produire quantité de grosses graines.

fique, ont eu l'idée de s'intéresser à ce sujet très ardu lors d'une séance de jardinage. « La maman d'Émer cultivait son potager, racontent-elles aujourd'hui. Elle a trouvé des nodules sur les racines de ses plants de petits pois. Émer a trouvé ça intéressant et les a apportés à notre prof de sciences. » La simple curiosité se mue alors en expérience. Les

jeunes filles font une recherche bibliographique et remarquent que si les vertus des rhizobiums sur les légumineuses sont bien décrites, peu d'expériences ont été menées sur leur adaptation aux céréales. L'idée germe : vérifier si cela marche aussi avec le blé. Avec deux buts bien en phase avec leurs préoccupations d'ado-

lescentes : « faire reculer la faim dans le monde et réduire l'utilisation des engrais chimiques ».

Pour leur expérience, les trois amies ont utilisé une découverte faite... à Toulouse, précisément par le Laboratoire des interactions plantes-micro-organismes (LIMP), cofondé en 1981 par Jean Dénarié : il existe des gènes spécifiques aussi bien chez les bactéries que chez les plantes à l'élaboration de la symbiose. Le laboratoire a d'abord développé des outils génétiques capables de déterminer ces zones de l'ADN.

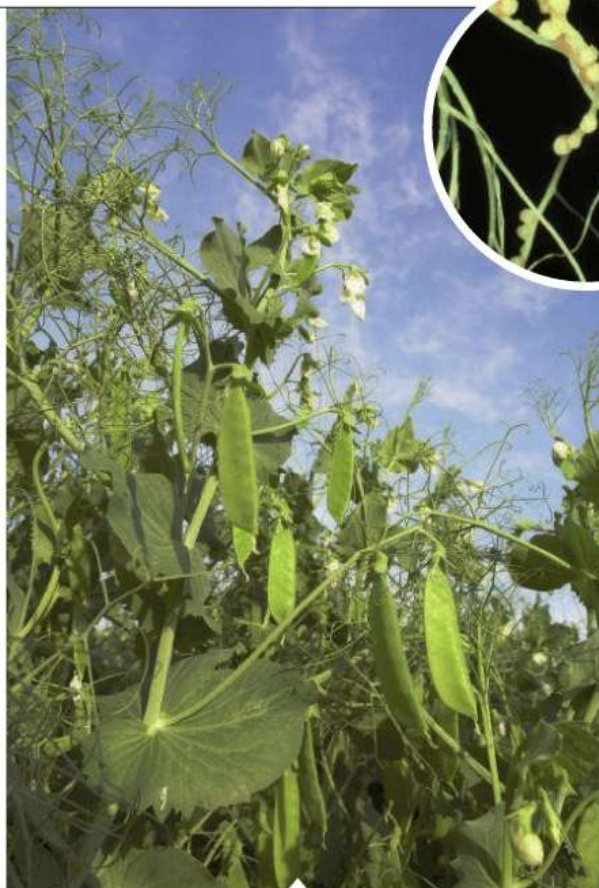
Un mini-chromosome pour contrôler la symbiose

Choisie pour son petit génome, *Medicago truncatula* (luzerne tronquée) est devenue un modèle de laboratoire ainsi que sa bactérie associée *Sinorhizobium meliloti*. « Nous avons ainsi montré que chez les rhizobiums, les gènes contrôlant la symbiose sont situés sur un mini-chromosome spécifique, à partir duquel les gènes *nod* qui contrôlent la spécificité d'hôte, l'infection et la formation des nodosités ont pu être clonés et caractérisés », explique Jean Dénarié. Puis, les équipes toulousaines ont montré que ces gènes *nod* contrôlent également la synthèse et la sécrétion de signaux de reconnaissance entre plante et bactéries, appelés facteurs *nod*, qui sont des lipochito-oligosaccharides (LCO), des molécules composées de chaînes de lipides et de sucres.

Qu'ont fait les jeunes Irlandaises ? Chez elles, elles ont construit des incubateurs à température contrôlée et une chambre aseptisée, où des graines de blé et d'orge ont été mises à germer dans de petits pots. Ces pots ont été inoculés avec des extraits infimes de LCO issus de deux bactéries tests *R. leguminosarum* et *R. japonicum*. Les chercheuses en herbe n'ont pas oublié de créer un groupe témoin sans inoculation et mené la culture de ►

► deux groupes de plantes, l'un à petite échelle sous serre, l'autre dans le jardin de la maman d'Émer en plein air dans des bacs.

En onze mois, les jeunes Irlandaises ont mené 125 expériences sur 9500 exemplaires de graines demandant 120 000 mesures manuelles. Elles ont ainsi noté une augmentation de la vitesse de germination des graines de 40 % tandis que l'orge inoculée présente une production majorée de 70 % de matière sèche. « *Ces résultats montrent un potentiel significatif d'augmentation des rendements des cultures et une diminution des pertes dues à de mauvaises conditions météo* », concluent, enthousiastes, les lauréates. Mais sans doute un peu vite... Car, si l'initiative est remarquable, les résultats, eux, doivent être tempérés. « *Nous constatons presque toujours que les résultats en condition de laboratoire ne se confirment pas en pleine nature* », prévient Guillaume Bécard, directeur



Plants de petits pois et, grossis, leurs nodules. La couleur des nodules est due à la présence d'hémoglobine, dont la fonction est mal connue mais semble nécessaire à la fixation d'azote.

PHOTOS: PLAINPICTURE - BURGESS/SPA/COSMOS

du Laboratoire de recherche en sciences végétales (LRSV) de l'université Paul-Sabatier de Toulouse. Il faudrait donc pouvoir mener de longs essais en conditions réelles pour s'en assurer. En outre, les chercheurs doutent que les deux souches bactériennes choisies puissent s'adapter aux sols agricoles des pays pauvres que ciblent les jeunes filles.

Si les laboratoires toulousains ne se sont pas lancés dans ce genre d'expérimentations, c'est qu'ils sont accaparés par une autre piste, très prometteuse, ouverte à Toulouse : l'utilisation des symbioses mycorhiziennes. Datant d'il y a au moins 400 millions d'années, l'association plante/champignon aurait permis rien de moins que l'adaptation des plantes aquatiques sur Terre (lire notre hors-série n° 179, octobre 2014). 330 à 340 millions d'années plus tard, les bactéries auraient pioché dans la même

MICRO-ORGANISMES

L'incroyable biodiversité des sols

Plus fort que la forêt équatoriale ou la Grande Barrière de corail ! Les quelques centimètres de la couche supérieure de la croûte terrestre recèlent la plus forte biodiversité de la planète. « *Chaque gramme de sol contient en moyenne un milliard d'individus appartenant à un million d'espèces de bactéries. Et ce même gramme abrite 100 000 champignons microscopiques* », détaille Lionel Ranjard chercheur à l'UMR agroécologie de l'Inra de Dijon. Dans de telles conditions, un inventaire espèce par espèce est impossible, d'autant que les bactéries évoluent très

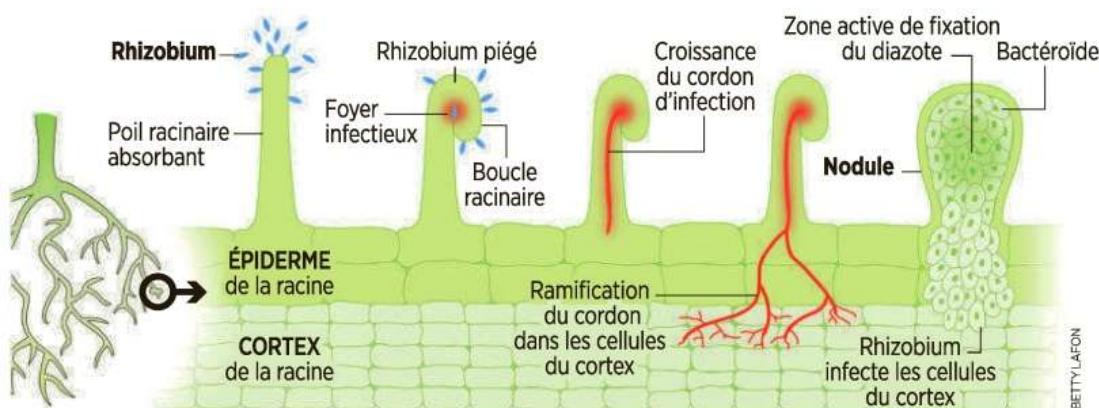
vite, mutent et échangent à l'occasion des zones de leur ADN respectif. « *Nous avons par ailleurs constaté que chaque espèce occupe des micro-niches dans le sol, des écosystèmes favorables où les individus se concentrent, ce qui signifie qu'ils peuvent être absents dans les quelques grammes de sol voisins* », poursuit Aurélie Deveau, spécialiste de la microbiologie des sols forestiers à l'Inra de Nancy. Au total, la biomasse des micro-organismes d'une prairie est supérieure à celle de l'herbe qui y pousse et de 10 vaches qui y brouteraient. Ces caractéristiques impliquent l'utilisation

de techniques de méta-génomique qui permettent de mesurer le nombre d'espèces et leur abondance. L'Inra de Dijon a pu ainsi définir les différences entre les sols forestiers, agricoles et de prairies. Quelques enseignements en ont émergé. Ainsi, plus un terrain est alcalin, plus la biodiversité des sols est importante. Les sols sableux sont pauvres en micro-organismes, au contraire des terres argilo-limoneuses. L'Inra de Dijon a découpé l'Hexagone, la Corse et les départements d'outre-mer en 2200 carrés de 16 km de côté, où ont été prélevés et analysés des échantillons de sol. Les résultats,

publiés en 2013 dans *Nature Communications*, montrent une biodiversité inverse de celle des grands animaux. Plus homogènes et peu perturbés, les sols forestiers favorisent la stabilité des populations, tandis que les perturbations apportées par les labours accroissent les différences entre écosystèmes et favorisent l'émergence d'un plus grand nombre d'espèces. Opportuniste toujours, pathogène parfois, le plus souvent symbiotiques et utiles : les micro-organismes du sol pourraient bien se révéler à l'avenir comme des auxiliaires précieux de l'homme.

MICROBIOLOGIE

Comment s'établit la symbiose bactérienne



Sur les racines des plantes, les bactéries (rhizobiums), transforment un poil racinaire (à gauche) en nodule (à droite) fixateur d'azote, par un mécanisme complexe « d'infection ». Au contact du poil racinaire, les bactéries émettent un message chimique (facteur nod) qui avertit la plante de leur présence et les autorise à pénétrer ses cellules. Le poil s'enroule et forme une boucle d'où un cordon d'infection part jusqu'au cortex de la racine où il se ramifie. Il y stimule les divisions cellulaires, ce qui induit

la formation d'un nodule au sein duquel se glissent les rhizobiums qui se sont également multipliés. Devenus des « bactéroïdes » (sans fonction de reproduction, ce qui stoppe le gonflement du nodule), leur seule fonction est alors de transformer l'azote de l'air (N_2 ou diazote) en ammoniac (NH_3), ce qui aide la plante à pousser. Cette opération est cependant très coûteuse pour elle, puisqu'elle représente environ 30 % de sa production d'énergie par photosynthèse.

« boîte à outils » moléculaires pour réaliser leur propre symbiose avec les légumineuses. Ainsi, ce sont les trois mêmes gènes de la plante qui sont requis pour la symbiose avec les bactéries, comme avec les champignons. Et les rôles sont complémentaires puisque les bactéries captent surtout du nitrate et les champignons du phosphore. « Du coup, la communauté des chercheurs sur les bactéries et celle sur les champignons, qui ne se parlaient pas, se sont mises à collaborer », s'amuse Guillaume Bécard. Les scientifiques ont une idée simple en tête. « Puisque 90 % des plantes terrestres — légumineuses comprises — sont « mycorrhizées » et ont donc des gènes de reconnaissance des LCO, il devrait être plus facile de leur faire accepter une symbiose bactérienne », conclut Guillaume Bécard. C'est sur cette idée qu'a été formé en 2012, et pour cinq

1,7 million

de tonnes d'engrais

chimiques ont été épandus en France en 2011, soit 74 % des engrais utilisés cette année-là.

1 million de tonnes

La production de pois, luzerne et autres légumineuses en France (2011).

52 à 83 % des gaz à effet de serre

produits par l'agriculture sont dus aux engrais azotés.

ans, le programme scientifique Engineering Nitrogen Symbiosis for Africa (ENSA), financé par la fondation Bill et Melinda Gates. Le pool, composé de laboratoires britanniques, danois, américains et français, cherche les clés génétiques pour autoriser une symbiose bactérienne sur le maïs. L'ambition est d'améliorer les rendements des paysans africains sans qu'ils aient besoin d'acheter des engrais chimiques, inabornables pour eux. Le rêve des trois Irlandaises est donc déjà en marche, mais il emprunte une autre voie que la leur...

De même, certains se sont d'ores et déjà lancés dans l'utilisation industrielle des bactéries en agriculture. Dans la banlieue de Toulouse, la société Agrinutrition propose ainsi depuis 2012 aux agriculteurs d'ensemencer leurs sols de bactéries fixa-

trices d'azote. « Nous proposons ce que nous appelons la « biodynamisation azotée des îlots agricoles » (BAIA), détaille Cédric Cabanes, son PDG. Les agriculteurs nous envoient un échantillon de leur sol afin que nos chercheurs déterminent les populations bactériennes. Nous les multiplions et les renvoyons à l'exploitation pour qu'elles soient épandues sur les terres. »

Les multinationales attirées par ce nouveau marché

L'an dernier, 5000 hectares ont ainsi été traités. Le début est timide mais les ambitions très grandes. Agrinutrition revendique un apport naturel de 20 à 50 kilos de nitrate par hectare, soit jusqu'à un tiers de la fertilisation azotée annuelle et une hausse de production de 2,5 quintaux par hectare. C'est à une tout autre échelle que se situe Novozymes, multinationale danoise employant plus de 6000 salariés dans le monde. Novozymes développe depuis les années 2000 des inoculats enrichis en LCO pour accélérer la formation de nodosités dans les grandes cultures de légumineuses comme le soja. « Sur le soja, ces extraits épandus à quelques dixièmes de milligramme par hectare permettent de se passer presque entièrement d'engrais chimique », témoigne Jean Dénarié, qui a assisté aux premières expériences dans le Wisconsin (États-Unis).

Novozymes vient de signer un accord de partenariat à 300 millions de dollars (236 millions d'euros) avec une autre multinationale attirée par un marché de 2,3 milliards de dollars par an et avec un fort taux de croissance : Monsanto. Le géant américain, spécialiste des biotechnologies agricoles et notamment des très contestés OGM, tente ainsi de « mettre un pied » dans ce secteur d'avenir. On se demande ce que peuvent bien en penser nos trois jeunes Irlandaises... ■

Naomi Oreskes, géologue, historienne

Lanceuse d'alerte

Cette scientifique engagée enquête sur les stratégies des lobbys industriels qui hypothèquent l'avenir de la planète.

ÉTÉ 1986, LA JEUNE Naomi Oreskes, géologue, étudie les roches en Alaska. Il pleut à verse, elle s'est réfugiée sous une bâche et mâchonne un sandwich. Quand, soudain, une évidence la frappe : « *Ma vie ne peut se résumer à chercher des cailloux, il faut que j'y trouve un sens.* » Ce jour-là, la chercheuse, qui vient de travailler cinq années pour une société minière en Australie, décide de changer de cap. « *J'ai-ais vraiment la géologie et travailler en plein air, se souvient-elle vingt-huit ans plus tard. Mais j'avais tellement d'autres centres d'intérêt — l'histoire, la politique, la littérature, la philosophie — qu'il fallait que je trouve une manière de les placer au centre de ma vie.* » L'histoire des sciences sera la réponse. Elle l'étudiera puis l'enseignera à l'université de New York et de Californie (San Diego).

Elle sort de l'anonymat en 2010 avec la publication d'un essai coup de poing, *Les Marchands de doute* coécrit avec Erik Conway, historien à la Nasa. L'enquête décrypte point par point les manœuvres d'un groupe d'individus — industriels et scientifiques — qui ont instillé le scepticisme depuis les années 1960 sur les méfaits du tabac, le trou dans la couche d'ozone et, surtout, le changement climatique, à des fins écono-



ANNE REARICK / AGENCE VU POUR SCIENCES ET Avenir

BIO EXPRESS

1958 Naissance à New York.

1981 « Bachelor » es sciences en géologie à Londres.

1981-1984 Géologue minière en Australie.

1990 Thèse en géologie et histoire des sciences à l'université de Stanford.

1998-2013 Professeure au département d'histoire et études scientifiques à l'université de Californie.

2010 *Merchants of Doubt*

(Bloomsbury Press) ; *Les Marchands de doute* (Le Pommier).

2014 *Collapse of Western Civilization* (Columbia University press) ; *L'Effondrement de la société occidentale* (Les Liens qui libèrent).

2014 Professeure d'histoire des sciences et professeure affiliée en sciences de la Terre à l'université Harvard.

miques. L'ouvrage lui vaudra une attaque en règle des cercles « climatosceptiques » « *J'ai subi une campagne de dénigrement, raconte Naomi Oreskes. J'ai été accusée d'être une stalinienne, une théoricienne du complot, une menteuse et bien d'autres choses. Les réseaux ultralibéraux ont déposé des plaintes contre moi et tenté de me faire sanctionner et même renvoyer de mon université. Heureusement, mes collègues se sont mobilisés pour me défendre.* » Elle en a tiré une réputation d'enquêtrice hors pair et le surnom sur la toile de « *conspiracy queen* ».

La science peut empêcher le scénario du cauchemar

C'est dans un petit hôtel du Marais, à Paris, que l'on rencontre la « reine du complot ». Visage carré sous de courtes boucles brunes, une présence immédiate qui s'impose par un large sourire et un regard franc. Elle est fière de son dernier livre, un nouveau réquisitoire, *L'Effondrement de la société occidentale* qu'elle vient de publier, toujours avec Erik Conway.

Cet opus a pris la forme d'un récit de science-fiction qui met en scène des historiens de 2093 se penchant sur leur passé, notre futur proche. Ils relatent « l'âge de la pénombre », qui débuta en 2023, quand la planète subit les conséquences cataclysmiques d'une politique ultralibérale influencée par « le complexe de la combustion du carbone ». Un terme teinté d'ironie créé de toutes pièces, qu'elle définit comme « le bloc constitué par les industries d'extraction, de raffinage et de combustion des énergies fossiles, des financiers et institutions qui ont déclenché et justifié la déstabilisation du climat au nom de l'emploi, de la croissance et de la prospérité. » Le nouveau monde qu'elle décrit est sombre, laminé... La démocratie s'est effondrée ; seul perdure



CÉDRIC DELSAUX, TIRÉ DE « NOUS RESTERONS SUR TERRE »

un régime totalitaire (chinois). Naomi Oreskes commande un thé, le regard perçant. De sa posture nerveuse, se dégage l'énergie de l'engagement. « Naomi n'est pas le genre de personne avec qui l'on a envie de se disputer, livre Erik Conway, son coauteur. Elle est d'une volonté à toute épreuve et ne lâche rien. » L'historienne, elle, martèle : « Le message, c'est que nous avons assez d'informations et de connaissances scientifiques sur le changement climatique pour que ce scénario de cauchemar n'arrive pas. » L'ouvrage obscur, noir, désenchanté, tranche avec le sourire immense de son auteure. Pessimiste, elle ? Naomi s'étonne, puis admet : « L'optimisme, ce sera pour plus tard. Certes il y a de bonnes choses qui se produisent et c'est important de les noter. Mais nous allons toujours dans la mauvaise

direction. » Pour elle, « c'est important d'être positif mais le plus important est d'être honnête ! Pour cela il faut écouter le consensus scientifique du Giec [Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat] et agir ».

Une foi dans le pouvoir de transformation de la science

Cette femme énergique croit en la science et son pouvoir de transformation. Ça ne date pas d'hier. Fille d'un biochimiste, elle est tombée dans le chaudron dès le berceau. « Ma famille a joué un rôle important dans la détermination de mes choix, raconte-t-elle. Mais pas seulement. Naître dans les années 1960 aux États-Unis nous a mis — nous, les enfants de Spoutnik — une pression sur le dos. Si vous étiez douée en sciences, vous aviez l'obligation sociale de devenir une scientifique. »

L'historienne des sciences dénonce les conséquences des politiques ultralibérales sur la planète et le climat (ici, un champ de pétrole aux États-Unis).

Elle étudie d'abord la géologie, acquérant une compréhension approfondie de la Terre, son histoire, sa complexité et sa « fantastique beauté ». Mais le caractère engagé, hérité de sa mère, la rattrape. « Ma mère aidait les jeunes des gangs de rue à New York. J'en ai tiré une grande leçon : les individus peuvent faire la différence à leur niveau. Si beaucoup de gens sont rivés à de vieux schémas, c'est qu'ils ne voient pas d'alternative. Il faut leur en donner une meilleure. »

À la sortie de son livre polémique, ses parents ont salué son engagement. Ils se sont inquiétés aussi, en raison du dénigrement dont elle a été l'objet. Cette année, la prestigieuse université Harvard l'a engagée comme professeure d'histoire des sciences. « C'est la meilleure des réponses que je pouvais espérer. » Et déjà, avec Erik Conway, elle prépare un nouvel ouvrage, orienté sur les solutions au changement climatique, « optimiste cette fois. » ■

Elena Sender
@Elenasender

« Elle est d'une volonté à toute épreuve et ne lâche rien »

Erik Conway, historien à la Nasa



CALMAR COLOSSAL (*Mesonychoteuthis hamiltoni*). Peut atteindre 10 m pour un poids d'une tonne. Vit exclusivement dans les eaux de l'océan Antarctique, à plus de 1000 mètres de profondeur.



CALMAR GÉANT (*Architeuthis dux*). Peut atteindre 18 m pour un poids de 500 kilos. Vit dans toutes les mers du monde à partir de 500 m de profondeur, hormis l'Antarctique.

Le calmar colossal expose enfin son anatomie

Trois cœurs, des yeux grands comme des ballons de basket... Des scientifiques ont réalisé l'autopsie hors normes de ce monstre marin, animal aussi discret que méconnu.

POISSONS DÉCHIQUETÉS, œufs, tissus chitineux, poche d'encre, trois cœurs... et un tout petit cerveau. Voilà ce que les scientifiques du Muséum national d'histoire naturelle de Nouvelle-Zélande (Te Papa Tongarewa) ont découvert à l'intérieur de *Mesonychoteuthis hamiltoni* en procédant à l'autopsie complète d'un calmar colossal parfaitement conservé. Une opération exceptionnelle, tant cet animal, en dépit de sa taille gigantesque pouvant atteindre 10 mètres, est d'une extrême discrétion. Au point que 142 000 personnes de 180 pays ont suivi, fascinées, l'événement diffusé en direct sur le Web en septembre.

Ce monstre marin, dont les plus gros spécimens pourraient peser plus d'une tonne, vit dans les eaux glacées de l'Antarctique à des profondeurs supérieures à 1000 mètres, là où l'obscurité est permanente. Jamais personne n'a pu le filmer dans son milieu naturel, à l'inverse de son cousin *Architeuthis dux* — le calmar géant — saisi en 2005 par les caméras d'une équipe scientifique japonaise dans le Pacifique Nord. Pendant longtemps, les chercheurs en ont connu l'existence uniquement à travers des résidus retrouvés dans l'estomac

de cachalots, son unique prédateur. Il a fallu attendre 2003 pour qu'un premier spécimen de 150 kilos, très abîmé, soit enfin capturé par un bateau de pêche en mer de Ross, qui baigne le continent Antarctique.

En 2007, un palangrier néo-zélandais, à la recherche de légines australes, remonte alors une autre femelle, de 495 kilos cette fois, accrochée à un hameçon. Hélas ! là encore, l'animal est abîmé lors de son chargement à bord. Il est cependant réfrigéré et une première autopsie peut avoir lieu sous la direction de la biologiste Kat Bolstad. Ce spécimen a été naturalisé et est présenté au public de Te Papa Tongarewa. Le coup de chance survient enfin en décembre 2013 lorsque le même bateau, dirigé par le même capitaine, remonte une autre femelle de 4,2 mètres pour 350 kilos ! Cette fois, l'équipage fait preuve

de d'avantage de délicatesse pour remonter à bord le monstre marin, d'une circonférence de un mètre : « Il y avait eu tellement d'excitation autour de la prise précédente que nous avons pensé qu'il valait mieux faire encore plus attention à celle-là pour la recherche », a raconté le pêcheur à la presse néo-zélandaise. C'est donc un calmar quasi indemne que Kat Bolstad et son équipe ont pu cette fois autopsier le 17 septembre.

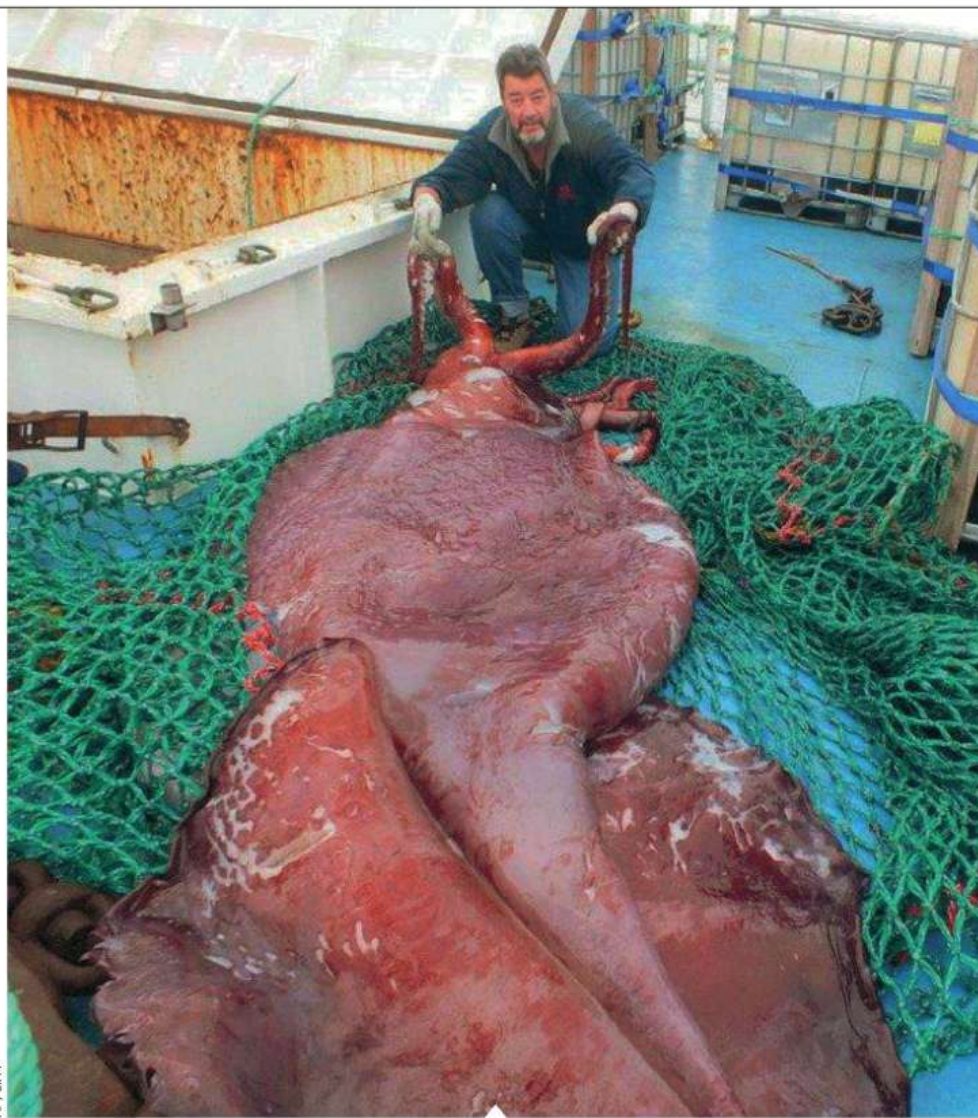
Son petit œsophage l'oblige à picorer ses proies

Selon les stries de son bec, les scientifiques ont pu déterminer que l'animal avait vraisemblablement 2 ans, ce qui démontre qu'il ne faut à cette espèce que peu de temps pour passer de quelques millimètres, lors de l'éclosion de l'œuf, à une respectable taille adulte. Les ovaires de cette femelle étaient d'ailleurs encore remplis d'œufs. Son corps, doté de deux ailerons d'un mètre de long sur un de large, s'est révélé beaucoup plus massif et musculeux par rapport à celui des autres espèces de calmars. Outre son tout petit cerveau de 100 grammes, en forme de beignet entourant l'œsophage, ce sont les yeux qui constituent la principale caractéristique du céphalopode : énormes ! Situés de

CLASSIFICATION

Trois groupes de céphalopodes

Les céphalopodes actuels sont des animaux à corps mous qui descendent d'ancêtres ayant une coquille externe et dont le dernier représentant, véritable fossile vivant, est le nautilus. Ils comptent trois groupes. Les seiches ont gardé une coquille interne calcifiée, l'os ; les calmars ont une structure en chitine, la plume ; enfin, les poulpes (ou pieuvres) ont perdu toute structure solide.



La femelle a été piégée dans les filets du bateau de John Bennett dans l'océan Austral en 2013.

chaque côté de la tête, ils mesurent 27 cm de diamètre, soit la taille d'un ballon de basket. Avec cette vision bilatérale, difficile pour l'animal de cibler avec précision un poisson passant à portée de ses 8 bras et de ses 2 longs tentacules. Aussi ces organes sont-ils dotés de photophores, des structures bioluminescentes situées en bordure de rétine et qui, telles des lampes torches, émettent une lumière suffisante pour éclairer 100 mètres devant l'animal. Pour partir en chasse, le calmar placerait ses bras au-dessus de sa tête, comme le font les cacatoès quand ils dressent leurs plumes sommitales. Mais si son bec, dont la partie inférieure atteint 5 cm,

peut paraître impressionnant, son œsophage ne dépasse pas 10 mm de diamètre. Pas question d'avaler de grosses bouchées ! Il picore la chair de ses proies retenues dans ses bras, comme la légine, ce poisson de 2 m dont il fait son ordinaire. L'examen des tentacules a par ailleurs révélé des griffes composées de chitine, comme les carapaces des crustacés, mais ces ergots acérés ont la particularité de pouvoir effectuer des rotations pour mieux agripper les proies. Comme les autres céphalopodes, le calmar colossal possède aussi trois cœurs : deux pour le fonctionnement des branchies et le troisième pour celui du corps entier. Les chercheurs se deman-



**LE
+ NUMÉRIQUE**
Revivez l'autopsie
du 17 septembre
(durée 3 h 37) sur
sciav.fr/calmar



La biologiste Kat Bolstad, du Muséum national d'histoire naturelle de Nouvelle-Zélande, inspecte le corps du calmar en cours de décongélation dans une baignoire aménagée pour préserver muscles, tissus et bras.



dent aussi pourquoi l'animal est toujours doté d'une poche d'encre — le leurre traditionnel de défense des calmars — alors qu'il évolue dans les obscures profondeurs abyssales.

La connaissance désormais plus précise de la biologie du calmar colossal permet d'éclairer quelques aspects de son mode de vie et de sa place dans la chaîne alimentaire des profondeurs de l'Antarctique. Grand prédateur de légines, mais représentant lui-même 80 % de la nourriture des cachalots, *Mesonychoteuthis hamiltoni* est un élément essentiel du bon fonctionnement de ces mystérieux écosystèmes marins. ■

Loïc Chauveau

Climat : qui promet quoi ?

Le dernier sommet qui s'est tenu au siège de l'ONU n'a pas fait recette. Les annonces des pays ont été jugées décevantes. Illustration.

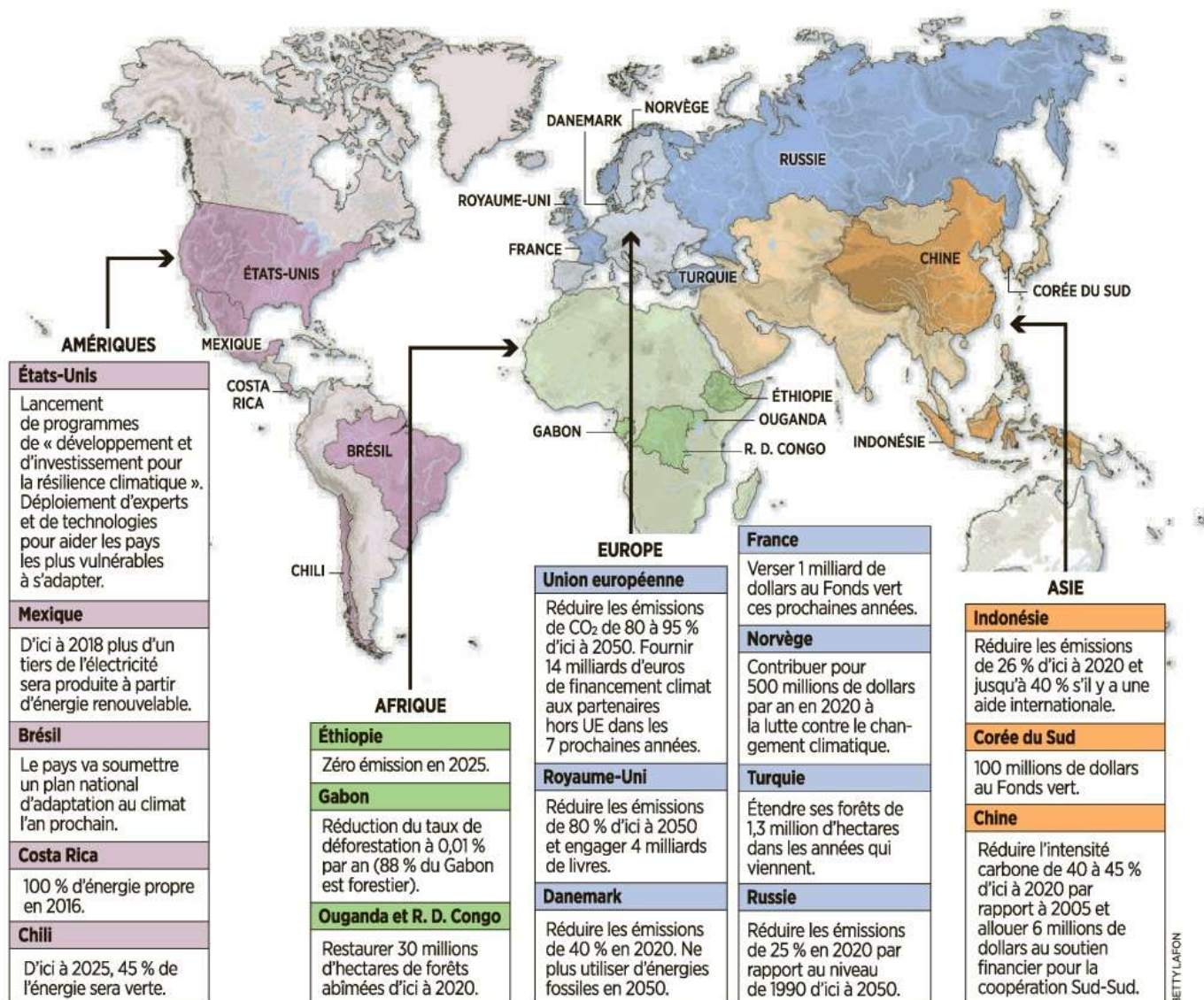
NEW YORK, 23 SEPTEMBRE. Plus de 120 chefs d'État se sont réunis pour le Sommet du climat au siège de l'ONU transformé en bunker. Ce devait être le lieu de discussions et d'engagements importants, dans une ambiance fébrile deux jours après la Marche pour le climat qui a ras-

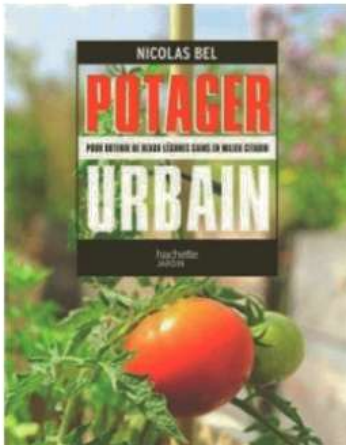
semblé plus de 300 000 manifestants. Bilan du sommet : des annonces disparates et décevantes. Ainsi, le Fonds vert de l'ONU, créé en 2011 à Durban pour lutter contre le changement climatique ne récolte au total que 2,3 milliards de dollars, dont un milliard promis par la France. Bien loin

des 100 milliards de dollars par an d'ici à 2020, décidés à Copenhague. Loin aussi de la capitalisation initiale de 15 milliards de dollars, condition de la réussite du sommet Paris Climat 2015, censé aboutir à un accord international. ■

Elena Sender

envoyée spéciale à New York





Nicolas Bel, Hachette Jardin, 300 p., 24,90 €

Potager urbain

L'envie de jardin ne cesse de croître chez les urbains. Cet ouvrage leur donne toutes les techniques qui permettent de céder à cette inclination. Ingénieur agronome, Nicolas Bel est le responsable du potager qui occupe les toits de l'École d'agronomie de Paris et le fondateur de Topager, une start-up qui développe les innovations de la culture en ville. Il a donc toute compétence pour expliquer comment profiter de l'orientation des façades d'immeubles, des effets de vent et des réverbérations du Soleil dans les rues pour réussir ses légumes. Par l'exemple, il montre qu'un petit balcon, un pied d'immeuble, une courette peuvent devenir des lieux très productifs de nourriture saine et sans pesticide. Pour ne rien laisser au hasard, l'ouvrage détaille le fonctionnement écologique d'un sol, les habitudes des insectes et mollusques amis ou ennemis du jardinier, les règles de base de l'agronomie. Les modes de culture simples et efficaces sont détaillés (par exemple l'utilisation d'une vieille palette en bois pour faire pousser des fraises) et notre jardinier urbain donne les conseils utiles pour réussir plus de 50 légumes, fruits, fleurs et plantes aromatiques. La ville verte et comestible est pour demain. ■ **Loïc Chauveau**

ZOO'M. GROS PLANS ET PETITES HISTOIRES SUR LES ANIMAUX DU ZOO

Benoît Quintard et Éric Isselé, Delachaux et Niestlé, 192 p., 29,90 €



Les hôtes du Parc zoologique de Mulhouse prennent la pose devant l'objectif d'un

photographe passionné qui prête son talent à une bonne cause : le plan de sauvegarde d'un lémurien menacé de Madagascar. Touchant et instructif, ce livre écrit par un spécialiste parvient à recréer une inattendue proximité avec l'animal. ■ **A. De B.**

DVD

DANS LES COULISSES DU MUSÉUM

Stéphane Bégoïn, Arte éditions, 19,95 €



Derrière la vitrine de la Grande Galerie de l'évolution, évolue tout un peuple de techniciens, chercheurs,

taxidermistes. Ce film documentaire pousse les portes de leur univers et suit les naturalistes plongeant loin dans le cœur de la nature à la recherche d'espèces nouvelles. On comprend ainsi que le Muséum est une tentative de contenir le monde dans une bouteille. ■ **L. C.**

ILS CHANGENT LE MONDE

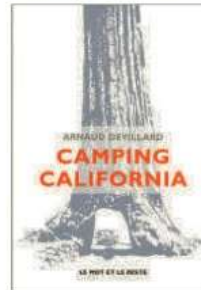
Rob Hopkins, Le Seuil, 208 p., 14 €



Le fondateur du mouvement des « villes en transition » raconte les mille et une initiatives discrètes

qui annoncent un mode de fonctionnement totalement différent des relations sociales et économiques. Finance solidaire, coopératives bio, énergie renouvelable à l'échelle d'un quartier..., le livre fourmille de réalisations qui ne demandent qu'à être copiées partout dans le monde. ■ **L. C.**

Camping California



Arnaud Devillard, Le Mot et le Reste, 269 p., 18 €

Voici du *nature writing*, mais en français, s'il vous plaît ! Arnaud Devillard, journaliste à *Sciences et Avenir*, parti randonner dans les grands parcs californiens, creuse avec réussite son sillon dans un genre littéraire typiquement américain qui entremêle l'immersion dans la nature au récit autobiographique et autres digressions historico-sociales. Sa balade a un but vite dévoilé : aller à la rencontre des arbres géants, les séquoias. S'il avoue manquer vite de superlatifs pour décrire ces impressionnants « monuments », il conserve une plume bien trempée dans l'humour. Car l'aventure dans les grands espaces est semée d'embûches, de repas aux mini-carottes en sachet, de voisins de camping équipés d'écrans télé, et de toilettes sèches minimalistes. Le tout est constellé d'innombrables références musicales et cinématographiques et enrichi de mille curiosités historiques. Mais surtout d'instantanés d'extase, de solitude, et de grands horizons. ■ **Andreina De Bei**

Un empoisonnement universel. Comment les produits chimiques ont envahi la planète



Fabrice Nicolino, Les Liens qui libèrent, 446 p., 23 €

Fabrice Nicolino a une idée fixe : traquer, de livre en livre, les manœuvres d'une industrie (agro-alimentaire, chimique...) qui selon lui, fait fi des menaces que ses produits font peser sur la santé publique. Après le percutant *Bidoche*, le journaliste mène ici l'enquête après avoir pris connaissance d'une étude montrant que le sang d'un Américain est contaminé par... 150 molécules chimiques différentes ! Son travail, comme toujours radical, s'attache à

démontrer les liens que l'on peut scientifiquement établir entre ces contaminations « extravagantes » et l'explosion des cancers, maladies d'Alzheimer, diabètes... dans nos sociétés. Il porte notamment sa réflexion sur les « faibles doses » qui pourraient accroître les risques et décrypte les conflits d'intérêt à l'œuvre pour que le doute, de plus en plus présent dans l'esprit des consommateurs, ne soit jamais levé. Si la lecture ne pousse pas à l'optimisme — loin de là —, elle n'en est pas moins indispensable pour éviter aux citoyens que nous sommes d'être « expropriés » du savoir. ■ **Carole Chatelain**

URICÉMIE Taux d'acide urique sanguin ; il dépend d'un équilibre entre la synthèse par le foie et l'élimination par les reins. L'acide urique est le produit de dégradation des purines.

PURINES On retrouve ces molécules azotées dans toutes les cellules animales et végétales. Deux des bases des acides nucléiques de notre ADN sont des purines.

TOPHUS Dépôts sous-cutanés d'urate de sodium. Ces nodules se localisent au niveau des doigts, des orteils, des genoux, des coudes, du tendon d'Achille, du pavillon de l'oreille.

La goutte fait un retour en force

Ce rhumatisme inflammatoire chronique est en pleine recrudescence, en raison de l'explosion des cas d'obésité. Des traitements existent, associés à un régime strict.

Par Sylvie Riou-Milliot

ON LA CROYAIT RÉSERVÉE aux bourgeois des siècles passés, adeptes de la bonne chère et habitués des excès de table, à l'image du Capitaine de Pim Pam Poum, le célèbre *comic strip* américain de la fin du XIX^e siècle, contraint de reposer régulièrement son pied douloureux sur un coussin moelleux. Et pourtant ! celle que l'on rebaptisa la « maladie des rois » (*lire l'encadré p. 73*) est aujourd'hui le rhumatisme inflammatoire chronique le plus fréquent dans le monde. Due à des dépôts de cristaux microscopiques d'urate de sodium dans les articulations, la goutte, aujourd'hui en pleine recrudescence, fait voler en éclats les barrières sociales. Aux États-Unis, le nombre d'hospitalisations a ainsi augmenté de 288 % en une ving-

taine d'années (1). En France, une étude réalisée en décembre 2013 par le centre Viggo-Petersen, le service de rhumatologie de l'hôpital Lariboisière (Paris), a pour la première fois chiffré l'ampleur du phénomène : près d'un Français sur 100 (0,9 %) est concerné, soit environ 600 000 personnes. « Elle apparaît même en Asie et en Afrique où elle était inconnue ! », précise le Pr Pascal Richette, rhumatologue dans cet hôpital. Une progression qui ne doit rien au hasard.

Cette augmentation suit très précisément la courbe de l'obésité qui s'envole partout dans le monde dans des proportions inquiétantes. Ces deux pathologies sont en effet liées comme l'ont désormais montré de très nombreuses études (2). C'est brutalement, après un repas

600 000 personnes
sont concernées en France, soit 1 % de la population adulte.

50 ans
l'âge moyen lors de la première crise chez les hommes (après la ménopause chez les femmes).

7 hommes
sont atteints pour une femme.

60 mg / litre
Le taux maximal d'uricémie à ne pas dépasser pour ne pas être malade.

trop riche ou trop arrosé, que la crise articulaire apparaît, généralement la nuit : le gros orteil devient pivoine, congestionné et extrêmement douloureux. Il s'agit là de la traduction physique de l'élévation dans le sang du taux d'acide urique qui se dépose sous forme de microcristaux au niveau de l'articulation du premier orteil (*voir l'infographie p. 72*). « C'est là que la température du corps est la plus basse, ce qui favorise la précipitation des cristaux », détaille le Pr Frédéric Lioté, rhumatologue au centre Viggo-Petersen. Or l'acide urique, normalement présent dans le sang, est le fruit de la dégradation dans l'organisme d'un certain type de protéines — les purines — et de certains sucres comme le fructose.

Non soignée à temps, elle est dangereuse

Certains aliments, comme la bière (y compris sans alcool), les spiritueux, les sodas, le gibier, les abats, les crustacés et certains poissons (harengs, anchois, sardines), constituent l'une des trois principales sources de purines (*lire l'encadré p. 72*). ►

ÉTHIOLOGIE

Les malades sont génétiquement prédisposés

On supposait depuis longtemps en observant les familles de goutteux que la maladie avait une origine génétique. Mais les découvertes dans ce domaine sont récentes. En 2009, les chercheurs de la Johns Hopkins Medical Institution de Baltimore (États-Unis) ont analysé le génome de milliers d'individus et repéré un gène, ABCG2 situé sur le chromosome 4, portant une variation plus fréquente chez les personnes malades, surtout chez celles d'origine asiatique. D'autres anomalies génétiques (GLUT 9, URAT 1), toutes diminuant l'excrétion d'acide urique par les reins, ont depuis été identifiées. Chez un individu malade, la génétique intervient pour environ 20 %.



Des microcristaux d'urate de sodium sont visibles (ici en vert, par tomodensitométrie) dans les articulations des pieds, de la main droite et du genou. Cette accumulation provoque un rhumatisme inflammatoire chronique.

► Chez une personne saine, un équilibre s'installe : si l'uricémie augmente, les reins éliminent l'excédent dans l'urine. Mais si les apports sont trop importants, en cas d'abus, l'organisme commence à peiner. Pourtant, cette « hyperuricémie », comme l'appellent les spécialistes, ne suffit pas à déclencher une crise : seuls 10 % des hyper-uricémiques font une crise de goutte. Car pour cela, il faut y être génétiquement prédisposé. Ce n'est que récemment (en 2009) qu'une première mutation responsable de la maladie a été identifiée par des chercheurs américains de Baltimore qui ont repéré un gène nommé ABCG2 sur le chromosome 4 portant une variation plus fréquente chez les personnes malades. Depuis, des travaux complémentaires ont

PRÉVENTION

Adieu bière, sodas, crustacés, abats...

Riches en purines (voir lexique p. 70), certains aliments sont à exclure ou à consommer avec modération pour prévenir les crises chez les personnes sensibles ou malades. En priorité, trois sources : la bière, même sans alcool, les spiritueux et les sodas riches en fructose, un sucre qui interfère avec le métabolisme des purines. Le vin rouge ou blanc a, lui, peu d'influence sur le taux d'acide urique. Autres aliments à éviter : abats, gibier, crustacés et certains poissons (anchois, harengs). Limiter sa consommation de viande rouge et boire 1,5 à 2 l d'eau par jour. En revanche, les sources de purines végétales (légumineuses), ne se transformant pas en acide urique, peuvent être consommées.

identifié d'autres mutations, en particulier au niveau des reins. « Chez les goutteux, la régulation rénale est défectueuse en raison de ces mutations génétiques codant pour des transporteurs rénaux de l'acide urique », précise le Pr Frédéric Lioté. Résultat : les reins sont moins efficaces et les cristaux se forment. « On estime que chez un patient, la part des gènes connus est environ de 20 %,

l'alimentation intervenant pour les 80 % restants », poursuit le chercheur.

Invalidante, la goutte est, contrairement à une idée reçue, très dangereuse si elle n'est pas soignée à temps. « Elle peut tuer », avertit même le Pr Pascal Richette. Car l'élévation du taux d'acide urique est de plus en plus considérée comme un facteur de risque cardio-vasculaire. Un patient sur deux est en effet atteint d'hypertension artérielle et a ainsi deux fois plus de risques d'être victime d'un infarctus du myocarde (crise cardiaque) ou d'un accident vasculaire cérébral (AVC). Or « seuls 20 % des goutteux sont correctement pris en charge sur le long terme », dénonce le spécialiste. Pourquoi ? Parce que la maladie a trop longtemps été dédaignée, voire moquée et méprisée. Face aux articulations douloureuses et déformées des goutteux, l'image populaire a longtemps véhiculé l'idée que ces bons vivants n'avaient que ce qu'ils méritaient.

La régularité dans la prise du traitement est indispensable

D'où une certaine négligence : « les médecins ne s'occupent souvent que du traitement de la crise, explique le Pr Frédéric Lioté. Or, les traitements de fond, qui seuls peuvent éviter les récurrences, sont insuffisamment prescrits ou trop tard, quand la maladie est déjà à un stade évolué. » Si la crise cède en effet en quelques jours grâce à des traitements efficaces (col-

PHYSIOPATHOLOGIE

Comment survient la crise de goutte



L'acide urique est véhiculé par le sang. Un taux trop élevé peut provoquer son accumulation dans l'articulation.

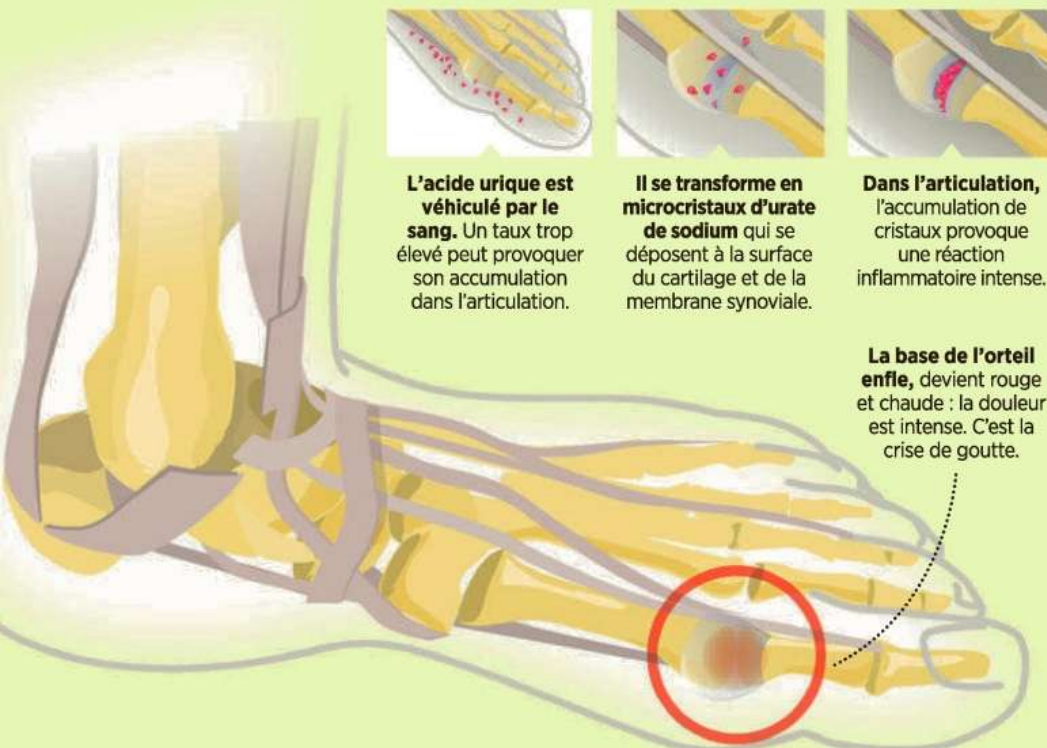


Il se transforme en microcristaux d'urate de sodium qui se déposent à la surface du cartilage et de la membrane synoviale.



Dans l'articulation, l'accumulation de cristaux provoque une réaction inflammatoire intense.

La base de l'orteil enflie, devient rouge et chaude : la douleur est intense. C'est la crise de goutte.



HISTOIRE

Un marqueur de réussite sociale

Louis XIV, Charles Quint, Darwin, Newton, Jacques Chirac... Voici quelques « goutteux » célèbres ayant connu les douloureuses crises de cette « maladie des rois », nommée ainsi en raison de son association avec les repas riches en gibier et copieusement arrosés. « La goutte a longtemps été considérée comme un marqueur de réussite sociale, le prix à payer de l'opulence », écrit le Pr Jean-Louis Schlienger, de la Faculté de médecine de Strasbourg*. Connue des Égyptiens dès 2640 avant J.-C., elle a été décrite par Hippocrate au V^e siècle avant notre ère comme l'arthrite du riche. Le médecin grec a d'ailleurs rattaché l'affection qui empêche de marcher au mot podagre — pris par le



La goutte a été décrite par Hippocrate dès le V^e siècle avant J.-C. comme étant l'arthrite des riches (gravure du XVIII^e siècle).

pied comme dans un piège. C'est au Moyen Âge que s'élabore une conception de la chute des humeurs du corps, à partir du cerveau jusqu'aux articulations, une vision qui imposera le terme très imagé de « goutte ». Longtemps

identifiée comme une maladie articulaire, elle est aujourd'hui devenue une maladie métabolique à composante génétique qui touche toutes les classes sociales.

* In la revue *Médecine des maladies métaboliques*, avril 2014.

chicine, anti-inflammatoires), la maladie continue de progresser à bas bruit, certains membres se déformant peu à peu en raison des « tophus » (voir p. 70) se formant dans et autour des articulations (pieds, doigts, pavillon de l'oreille...).

Pour traiter, il est pourtant possible aujourd'hui d'agir sur plusieurs fronts. D'abord « en changeant ses habitudes alimentaires », insiste le Pr Lioté. Le vin, qui ne contient pas de purines, est la seule boisson alcoolisée qui reste autorisée, dans le cadre d'une consommation modérée. Ensuite, selon les formes et leur gravité, le recours à un traitement dit hypo-uricémiant s'impose. Plusieurs molécules, qui peuvent

être associées, sont disponibles. Si leurs niveaux d'action sont très différents, l'objectif est toujours le même : « abaisser progressivement l'uricémie pour la maintenir en dessous de 60 mg/ml », rappelle le rhumatologue. Les molécules les plus utilisées sont celles qui inhibent la synthèse d'acide urique (allopurinol, febuxostat), en augmentent l'excrétion urinaire (probenécide, benzbromarone, lesinurad), ou le dégradent dans le sang (pegloticase). Dernière avancée, des molécules dites anti-interleukine-1 (anakinra, canakinumab). Si elles ne modifient pas l'uricémie, elles sont utilisées lors des crises par injections sous-cutanées et agissent au cœur même de l'inflammation articu-

laire en bloquant l'interleukine-1, un acteur essentiel de la cascade inflammatoire. « Très efficaces, ces médicaments ne concernent que les formes graves et résistantes aux traitements usuels ou en cas de contre-indications, soit à peine un millier de malades en France », note le Pr Lioté. Mais quel que soit le traitement choisi, la régularité de sa prise demeure déterminante. Or, seul un patient sur deux respecte encore sa prescription un an après le début du traitement. D'où l'importance de la mise en place de séances d'éducation thérapeutique (ETP) destinées à conduire le malade à « s'autogérer ».

Des programmes d'éducation des malades

En France, deux hôpitaux (celui de Lons-le-Saulnier et le centre Viggo-Petersen, à Paris) ont mis sur pied de tels programmes. « Nous venons tout juste d'obtenir l'agrément de l'Agence régionale de santé d'Île-de-France », précise le Dr Aline Frazier, rhumatologue à Viggo-Petersen, responsable du programme d'ETP élaboré avec une équipe comprenant notamment une ergothérapeute, une diététicienne et des infirmières. Depuis six mois, les participants, repérés lors des consultations par les médecins, sont vus individuellement pendant une heure puis en groupe pendant une demi-journée. Objectif : les faire parler de leur maladie, répondre à leurs questions, expliquer les traitements, mettre fin aux idées reçues, déculpabiliser... « Et faire en sorte qu'ils s'approprient ce temps pour s'exprimer et échanger. Le but étant de provoquer un déclic », analyse Aline Frazier. Pour l'instant, une trentaine de patients ont été vus, les séances étant réservées aux cas les plus graves. C'est encore dérisoire face aux 100 000 malades que compte l'Île-de-France... ■

POUR EN SAVOIR PLUS

► Un site très complet sur le mécanisme de la maladie et sa prévention, avec des conseils d'alimentation et d'hygiène de vie élaborés par l'association cristal, (Club rhumatologique pour l'information sur les arthropathies microcristallines) : www.crisdedegoutte.fr

(1) *Annals of the Rheumatic Diseases*, 2008.
(2) GOSPEL, *Joint Bone Spine*, 2012.



Le petit déjeuner est-il vraiment indispensable ?

Plusieurs études remettent en question les bienfaits de cette collation matinale, censée donner de l'énergie pour la journée et éviter la prise de poids.

TEMPÊTE DANS UN BOL ! Alors que la littérature scientifique insistait tant et plus depuis une quinzaine d'années sur l'absolue nécessité de prendre ce premier repas de la journée, indispensable au sortir du long jeûne nocturne, voilà que deux études parues cet été dans une revue de référence, l'*American Journal of Clinical Nutrition* (lire ci-dessous), relancent le débat sur le réel intérêt de cette prise alimentaire. Elles remettent en question — comme l'avaient déjà fait des chercheurs de l'université d'Alabama, à Birmingham (États-Unis) (1) en 2013 — les

bienfaits de cette collation matinale, en particulier celui d'éviter le surpoids. Les scientifiques soulignent en effet l'importance de nombreux facteurs insuffisamment pris en compte dans les études précédentes, comme l'activité physique ou le milieu socio-économique dont le petit-déjeuner est un marqueur. Car ce repas a fortement évolué au cours des dernières années. Le plus souvent composé d'un café au lait au début du xx^e siècle, il a été peu à peu accompagné de pain beurré puis s'est enrichi à partir des années 1950 de produits issus de l'industrie agro-alimentaire telles les céréales.

30 %

des adultes
et près de 12 %
d'écoliers ne prennent
pas de petit déjeuner,
selon une étude
Ifop de 2011.

Aujourd'hui, chez les plus jeunes, le modèle dit anglais a supplanté le modèle traditionnel continental. Faut-il dès lors se passer de ses tartines matinales ? La réponse est beaucoup plus nuancée. « Nous ne sommes bien évidemment pas hostiles au petit déjeuner qui a des avantages pour la plupart des consommateurs de tous âges, mais de là à en faire une ardente obligation pour tous dans l'espoir de lutter contre l'obésité... », commente le professeur Bernard Guy-Grand dans *les Cahiers de la nutrition* (2). Seule certitude : cette collation permet de faire le plein d'énergie pour démarrer la journée d'un bon pied.

BERNARD MARTINEZ POUR SCIENCES ET AVENIR

MODÈLES CONTINENTAL ET ANGLAIS

Le petit déjeuner continental, (tartines et boisson chaude), est dominant chez les adultes français. Chez les jeunes générations, le deuxième (céréales, lait et jus de fruit) est, en revanche, dominant.

ÉTUDES D'OBSERVATION Elles identifient les facteurs (ici la prise du petit déjeuner) associés à des événements de santé (comme le surpoids). Dans les études d'intervention, les chercheurs modifient les prises alimentaires pour changer la réalité.

LDL-CHOLESTÉROL Ces lipoprotéines de basse densité (Low Density Lipoproteins) transportent le cholestérol et permettent son entrée au sein des cellules où il sert à la vie cellulaire. Leur dosage dans le sang est un indice de bonne santé cardio-vasculaire.

Il est rarement équilibré

Selon les recommandations françaises édictées par le Plan national nutrition santé (PNNS), le petit déjeuner doit couvrir 20 à 25 % de l'apport journalier en énergie, soit 500 kilocalories (kcal) en moyenne pour un adulte. Il devrait se composer d'au moins un produit céréalier — du pain complet ou bis ou des céréales non fourrées et non sucrées — avec une « légère » couche de beurre, de confiture ou de pâte à tartiner (10 g environ). À cela s'ajoute un produit laitier (lait, yaourt ou fromage blanc), un fruit frais ou pressé, ou, à défaut, un petit verre de jus de fruit sans sucre ajouté (3). Les personnes ayant une activité physique modérée à intense en matinée pourront compléter ce premier repas par une source rassasiant de protéines animales, comme une tranche de jambon ou un œuf.

Les messages du PNNS sont cependant peu entendus, puisque seuls 19 % des petits déjeuners des enfants et 13 % de ceux des adultes comprennent les composantes recommandées. La présence de fruit frais est la plus rare : seuls 2 % des enfants et adolescents et 3 % des adultes en consomment lors du premier repas de la journée (4).

Le supprimer n'a pas d'incidence sur le poids

Contrairement à ce que des études anciennes laissaient supposer, des chercheurs américains ont constaté que « sauter » le petit déjeuner n'entraîne pas directement un risque de prise de poids. Une étude parue dans l'*American Journal of Clinical Nutrition* en septembre (5) a été réalisée auprès de 300 bénévoles présentant un surpoids. Répartis au hasard en trois catégories, les sujets ont dû respectivement prendre leur petit déjeuner, le supprimer ou poursuivre leurs habitudes alimentaires. Seize semaines plus tard, aucun des bénévoles pesés n'avait perdu ni gagné de poids de manière significative (moins de 1 kg perdu par personne). Les chercheurs ont constaté que la suppression de ce repas du matin n'avait pas conduit les participants à prendre des déjeuners et dîners beaucoup plus copieux, mais simplement à compenser à calories égales sur les repas suivants : le total des calories de la journée n'en est donc pas affecté.

Son effet sur le cholestérol ou la glycémie n'est pas démontré

Dans une deuxième étude récente (6), menée cette fois sur

des sujets minces, des chercheurs de l'université de Bath (Grande-Bretagne) se sont intéressés à l'incidence du petit déjeuner sur la tension, le taux de LDL cholestérol, et la glycémie (taux de sucre dans le sang), prédictifs du risque cardio-vasculaire et de diabète. Ils ont ainsi demandé aux participants de manger ou de sauter le petit déjeuner durant six semaines. À l'issue de l'expérience, la pression artérielle, la cholestérolémie et la glycémie de l'ensemble des participants étaient les mêmes qu'au début. L'étude ne permet cependant pas de conclure si l'incidence de ce repas est également nulle sur les organismes des personnes en surpoids.

Il est important pour la concentration et l'activité physique

Des chercheurs britanniques ont analysé en 2009 les données d'une cinquantaine d'études d'observation concernant l'effet du petit déjeuner sur les capacités des enfants. Leurs résultats montrent que les écoliers qui petit-déjeunent obtiennent de meilleurs résultats scolaires que les autres, en notant toutefois que cette différence est davantage marquée chez ceux dont le statut nutritionnel et socio-économique est le plus défavorable. La mémoire spatiale et à court terme et la concentration en sont améliorées (7). D'autre part, l'étude menée à Bath et déjà citée (6) montre que les personnes qui mangent le matin sont plus actives : elles brûlent en effet 500 kcal de plus en moyenne au cours de la journée. ■

Marie-Noëlle Delaby

BRIGITTE DANCHIN Médecin nutritionniste à Paris

Il reste conseillé, quitte à le décaler

« Le petit déjeuner demeure important, en particulier chez les enfants. Il permet de "refaire le plein" de glucides — qui agissent sur les cellules du cerveau — de minéraux et de vitamines pour être en forme durant la matinée. Si l'on n'a pas d'appétit au réveil, inutile de se forcer : il faut simplement le décaler en mangeant un fruit frais, un laitage, ou des céréales plus tard dans la matinée. »

(1) Brown A, Brown B et al. Belief beyond the evidence: using the proposed effect of breakfast on obesity to show 2 practices that distort scientific evidence. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2013.

(2) Bernard Guy-Grand. Petit-déjeuner et obésité : évidence scientifique ou croyances ? *Cahiers de nutrition et diététique*, 2014.

(3) Pascale Hebel. Comment évoluent les petits-déjeuners en France depuis 10 ans ? *Cahiers de nutrition et diététique*, 2012.

(4) Emily J Dhurandhar et al. The effectiveness of breakfast recommendations on weight loss: a randomized controlled trial. *Am. J. Clin. Nutr.*, August 2014.

(5) James A Betts et al. The causal role of breakfast in energy balance and health: a randomized controlled trial in lean adults. *Am. J. Clin. Nutr.*, August 2014.

(6) Programme National Nutrition Santé : www.mangerbouger.fr

(7) Hoyland A et al. A systematic review of the effect of breakfast on the cognitive performance of children and adolescents. *Nutrition Research Reviews*, 2009.

15 %

d'augmentation du risque de cancer en cas de prédiabète, selon la revue de 16 études ayant suivi 900 000 personnes des 2 sexes durant quatre à trente-sept ans aux États-Unis, en Europe, en Asie et en Afrique. Ce risque apparaît particulièrement élevé pour le cancer du foie (+200 %), de l'endomètre (+60 %), de l'estomac, du côlon et du rectum (+ 55 %), du sein et du pancréas (+20 %). Stress oxydatif et intolérance à l'insuline pourraient être en cause.

Diabetologia, 8 septembre 2014.

PSYCHIATRIE

La dépression associée au cancer est peu prise en charge

Selon une étude menée en Écosse, de nombreux malades de cancers souffrent aussi de dépression : 13 % (poumon), 11 % (sphère gynécologique), 9 % (sein), 7 % (côlon et rectum), 6 % (génito-urinaire). Or la plupart ne sont pas traités pour cette affection qui compromet la qualité de vie et la survie : une prise en charge n'est assurée que dans 19 % (poumon) à 32 % (sein) des cas.

The Lancet Psychiatry, 28 août 2014.



Visualisation d'artères cérébrales après un AVC, à l'hôpital Bichat (Paris).

NEUROLOGIE

AVC : la course contre la montre reste de règle

« Time is brain » (« le temps, c'est du cerveau »). Cette règle est confirmée par la revue de neuf études regroupant 7000 patients victimes d'accident vasculaire cérébral (AVC), une pathologie très invalidante et dont la prise en charge est toujours une urgence. Divers signes avant-coureurs doivent alerter : une perte de connaissance, des vertiges sévères, une perte de motricité ou de sensibilité, un trouble du langage, mais aussi certains troubles de la vue ou des lésions de la rétine (*lire Sciences et Avenir n° 804 et 808, février et juin 2014*). Lorsque la dissolution du caillot par thrombolyse est assurée moins de 3 heures après l'apparition des premiers symptômes, on peut espérer un bon pronostic dans 75 % des cas (handicap faible ou inexistant à 3-6 mois). Les chances de bon pronostic sont de 26 % en cas d'intervention dans les 4 h 30. Au-delà, le pronostic n'est pas amélioré significativement. Ces chiffres valent quels que soient l'âge du patient et le degré de gravité de l'AVC.

The Lancet, 6 août 2014 ; Medscape, 26 août 2014

GÉRIATRIE

Papilles gustatives et glycémie

Le nombre de papilles gustatives décline avec l'âge. Il est possible de les compter en appliquant un colorant sur la langue, celle-ci devenant bleue à l'exception des papilles, qui se présentent comme des points roses. Or, comme le suggèrent des données observées chez 350 personnes, leur densité est inversement proportionnelle au taux de glycémie. Peut-être en raison d'un trouble de la perception de la saveur sucrée.

Medscape Medical News, juin 2014.

MÉDECINE DU SPORT

Mieux prévenir les pathologies traumatiques du hockey sur glace

En France, le hockey sur glace est en plein essor avec 20 000 licenciés, soit 19 % de plus depuis 2006, selon la fédération. Le risque d'accidents graves existe, même s'il est faible, comme le montre la revue de 155 cas rapportés en 16 ans aux États-Unis. Les fractures des extrémités (tibia, clavicule, genou) (47 %) et les contusions de la face (12 %) s'observent surtout chez les garçons alors que les traumatismes crâniens (23 %) et les lésions du rachis (12 %) touchent préférentiellement les filles. Une hospitalisation a été nécessaire dans 40 % des cas.

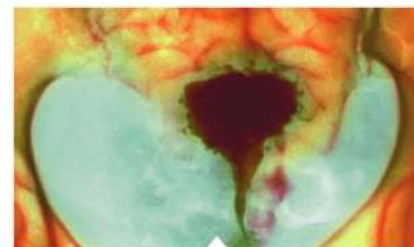
Pediatrics, juin 2014.

GYNÉCOLOGIE

L'acné sévère peut annoncer l'endométriose

L'endométriose est une maladie gynécologique assez fréquente (elle concerne une femme sur dix), liée à la présence de tissu semblable à la muqueuse utérine en dehors de l'utérus. Selon une étude épidémiologique américaine ayant suivi pendant 20 ans plus de 88 000 infirmières, le risque d'endométriose est augmenté de 20 % en cas d'acné sévère à l'adolescence. Et ce indépendamment du poids, du type de peau et d'un traitement de l'acné. Des facteurs génétiques pourraient expliquer cette association.

Medscape / Reuters Health, 29 août 2014.



Radiographie pelvienne montrant une endométriose (en noir).

La double mastectomie ne résout rien

Retirer les deux seins ne permet pas d'augmenter le taux de survie des femmes atteintes d'un cancer.

LE RÉSULTAT PUBLIÉ dans la revue américaine *Jama* est sans appel : pour des femmes atteintes d'un cancer du sein sans prédisposition génétique, la survie n'est pas supérieure en cas de double mastectomie. Ce geste très mutilant consiste à retirer la totalité de la glande mammaire des deux seins, avant de poser des implants. En pratique, cette intervention est proposée dans un cadre curatif, lorsque les tumeurs sont très volumineuses, ou bilatérales — ce qui est très rare — ou lors de récidives sur l'autre sein. Elle peut également être proposée en prévention chez des femmes dites à risque, comme l'actrice américaine Angelina Jolie qui a révélé en mai 2013 avoir choisi ce geste en raison de ses antécédents familiaux.

Une pratique en forte hausse aux Etats-Unis

L'étude américaine a suivi de 1998 à 2011 près de 190 000 femmes non prédisposées familialement mais chez qui un cancer avait été diagnostiqué. Pour la première fois, ce travail a comparé les trois techniques chirurgicales disponibles : le retrait des tissus tumoraux suivi d'une radiothérapie, la mastectomie simple, ou la double. Dix ans après l'intervention, une mortalité identique (18 %) a été retrouvée dans les trois groupes. Un résultat qui conforte les pratiques adop-



L'étude porte uniquement sur les femmes sans prédisposition génétique.

tées dans l'Hexagone, nettement plus conservatrices qu'aux États-Unis, où les doubles mastectomies ont été multipliées par 10 en dix ans (alors qu'en France, le nombre d'opérations reste stable d'une année sur l'autre). Une différence qui s'explique surtout par une organisation différente des soins, l'accès à la radiothérapie et à la chirurgie reconstructrice étant plus aisé et moins onéreux en France où les experts sont unanimes : la double mastectomie doit avoir une justification génétique et être réservée aux seules femmes porteuses des gènes de prédisposition. ■

Sylvie Riou-Milliot

BD

Ceux qui me restent



Damien Marie et
Laurent Bonneau, Grand Angle,
152 p., 21,90 €

Que se passe-t-il dans la tête de ceux qui souffrent d'Alzheimer ? Les auteurs de cette magnifique et émouvante BD tentent une approche en cristallisant les pensées de leur héros — Florent, 70 ans — autour d'un événement survenu trois décennies plus tôt lors d'une traversée en ferry et durant lequel il crut avoir perdu sa fille. Perdu lui-même dans les méandres de souvenirs en charpie, Florent

parviendra-t-il à restaurer la communication avec son enfant aujourd'hui adulte ? ■ **Hervé Ratel**

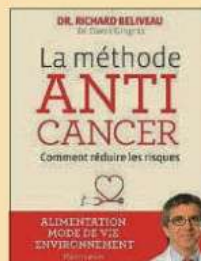
La Défaite du cancer. Histoire de la fin d'une maladie



Laurent Alexandre, JC Lattès,
350 p., 19,50 €

Certainement doué d'un pouvoir divinatoire, l'auteur, chirurgien et créateur d'entreprises, jure que le cancer sera vaincu dans 30 ans ! Et ce grâce à l'accumulation des données biomédicales recueillies par les super-calculateurs mis en place par des entreprises « philanthrop capitalistes » (sic) comme Google et Microsoft. Le cancer sera donc défait... mais seulement celui des patients capables de s'offrir les services de ces oncologues du futur, ce que l'auteur oublie de préciser. Une démonstration bien trop sommaire pour convaincre. ■ **H. R.**

La Méthode anti cancer. Comment réduire les risques



Richard Béliveau, Flammarion,
264 p., 19,90 €

Mieux vaut prévenir que guérir. Tel est le credo de l'auteur, biochimiste québécois, directeur du Laboratoire de médecine moléculaire de l'hôpital Sainte-Justine (Montréal) et titulaire de la chaire en prévention du cancer de l'université du Québec à Montréal. Il fait ici le point sur les facteurs à l'origine des désordres cellulaires menant au développement des cancers.

Et propose « sa » méthode globale de prévention. Des conseils forcément sujets à polémique, surtout à propos des aliments anti-cancer, le corps n'étant pas une éprouvette. ■ **S. R.-M.**

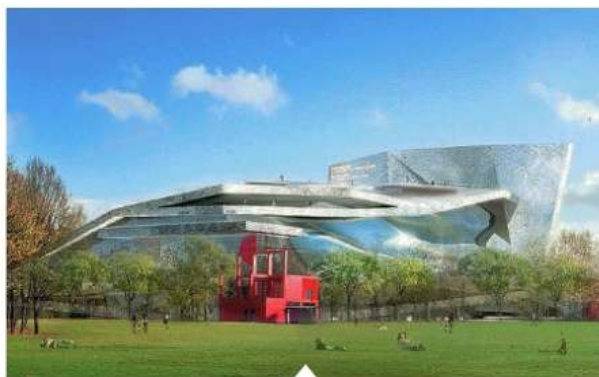
Philharmonie de Paris, le défi du son parfait

Cette salle de concerts ambitionne de devenir le temple international de la musique : balcons suspendus, nuages de réflecteurs... Visite d'un bâtiment hors normes, qui ouvrira en janvier.

Par Franck Daninos @fdaninos

AU NORD-EST DE LA CAPITALE, près de la Porte de Pantin, ouvriers et chefs d'équipe forcent la cadence pour achever dans les temps la Philharmonie de Paris. Huit ans après le lancement officiel du projet, un mélange d'excitation et de stress est palpable sur tout le chantier. Car le bruit assourdissant des foreuses, des marteaux et des scies doit faire place, en janvier, aux mélodies des plus grandes formations musicales françaises et internationales.

Il aura fallu 60 000 tonnes de béton, 9500 tonnes de charpente et d'armatures en acier, 1000 ouvriers (au pic d'activité) ainsi que 386 millions d'euros pour ériger ce nouveau temple de la musique dessiné par l'architecte star Jean Nouvel. Le complexe s'étendra sur 11 niveaux et 70 000 mètres carrés. La forme flottante et sinueuse de la façade évoquera celle d'une onde sonore. Elle habillera une salle de concerts d'un genre nouveau, pouvant accueillir entre 2400 et 3650 spectateurs. « Nous disposerons enfin, en France, d'une salle symphonique de rang international, se réjouit Laurent Bayle, président de la Philharmonie de Paris. Mais la nouveauté résidera surtout dans sa polyvalence, et donc sa modularité. » Les ensembles symphoniques ne représenteront en effet que 60 %



La façade dessinée par Jean Nouvel, dans le parc de la Villette.

32 m

L'éloignement maximal du public de la scène.

2,3 secondes

Le temps de réverbération du son.

30 500 m³

Le volume acoustique.

386 millions d'euros

Le coût global du projet.

de la programmation. Le reste sera dévolu au jazz, aux musiques du monde et aux musiques amplifiées, du rap à l'électro-pop. « Notre objectif est d'attirer des publics plus jeunes et moins élitaires vers le classique, et de créer des passerelles entre différents modes d'appropriation de la musique », souligne Laurent Bayle. C'est pour cette raison que la Philharmonie de Paris abritera aussi des salles de conférence et d'exposition ainsi que des ateliers pédagogiques, une médiathèque, deux restaurants et huit bars.

Ce bâtiment a posé un double défi aux architectes et aux acousticiens. Comment offrir des conditions visuelles et d'écoute optimales dans une salle symphonique d'une telle capacité ? Et comment réunir, dans un même lieu, des genres musicaux aux exigences si variées ?

Comme tout espace clos, une salle de concerts confine les ondes sonores et les distribue de façon singulière, de par son volume, sa géométrie et ses matériaux, jusqu'à ses moindres reliefs. Elle peut donc être considérée comme un instrument en soi, qu'il est possible de « régler ». Les acousticiens jouent, pour cela, sur la propagation des ondes qui se déplacent à la vitesse de 340 mètres par seconde dans l'air ambiant, perdant 6 décibels à chaque doublement de distance. Lorsqu'elles rencontrent une paroi plane et non absorbante, elles conservent la majeure partie de leur énergie et sont réfléchies, comme une balle de squash qui rebondit contre un mur. On parle de réflexions « spéculaires ». Si ces réflexions parviennent à l'oreille des auditeurs avec un retard inférieur à 40 millisecondes par rapport au son direct des instruments de l'orchestre, ils l'associent aussitôt à ceux-ci, ce qui renforce la puissance et la clarté du son perçu. Ce que les acousticiens nomment la présence de la source.

Des études ont montré que notre système auditif préférerait recevoir une part importante des réflexions sonores de façon latérale plutôt que dans l'axe du son direct, chacune de nos deux oreilles recevant alors un message différent que le cerveau interprète comme

ATELIER JEAN NOUVEL



La nouvelle salle parisienne a été conçue pour accueillir 2400 à 3650 spectateurs dans des conditions optimales d'écoute et de visibilité (image virtuelle).

une impression d'enveloppement sonore. Mais cette présence de la salle, comme on l'appelle, doit également être nourrie par les réflexions tardives (au-delà de 40 millisecondes) qui, en atteignant les auditeurs après de multiples rebonds, prolongent le son direct, selon un certain temps de réverbération (lire l'encadré p. 80). Or la persistance des sons n'est plaisante que si elle décroît de manière douce et homogène.

Pour obtenir cet effet, un autre type de réflexions est mis à profit. Elles se produisent quand les ondes sonores rencontrent un relief d'une taille équivalente à leur longueur d'onde. Leur énergie est alors éclatée dans toutes les directions. Ces réflexions « difuses » favorisent l'atténuation et le mixage des sons et, ce faisant, leur décroissance progres-

sive. « C'est le mélange produit par ces différents types de réflexions qui va donner à la salle son identité », explique Geoffroy Vauthier, responsable technique et acoustique de la Philharmonie de Paris. Car la richesse acoustique d'une salle est comme la lumière du couchant : elle se charge de tout ce qu'elle rencontre. »

Un mixte entre deux types de salles existants

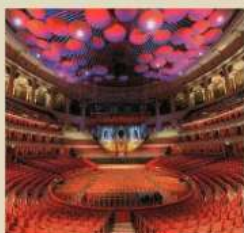
La géométrie de la salle joue donc un rôle primordial. Pour optimiser celle de la Philharmonie de Paris, son architecte a tiré parti des deux grandes formes existantes (lire l'encadré p. 80). Celle en « boîte à chaussures », tout d'abord. De forme parallélépipédique et possédant des balcons, elle est très bien adaptée aux orchestres symphoniques, mais

pas aux grandes dimensions. Dans l'autre modèle, en « vignoble », le public entoure l'orchestre sur des terrasses situées à des niveaux différents.

De forme ovoïde, la Philharmonie de Paris reprend certaines caractéristiques des salles en vignoble, mais elle possédera de grands balcons suspendus et projetés vers la scène, qui permettront de diminuer l'éloignement maximal à 32 mètres. Un record pour une salle symphonique de 2400 sièges. Mais, comme dans une « boîte à chaussures », les nez de balcon et les surfaces situées en dessous produiront des réflexions précoces et latérales magnifiant la « présence » de la salle. La clarté des sons sera accentuée par des « nuages » de réflecteurs sous le plafond. Et une plate-forme située au-dessus de la scène — appelée ▶

LES DIFFÉRENTS TYPES DE SALLES

À la recherche de l'architecture optimale



C. CHRISTODOULOU/RAH

EN ARÈNE Inspirées des amphithéâtres antiques, les salles en arène, à l'exemple du Royal Albert Hall de Londres, portent très bien les voix, mais pas la musique symphonique. Pour homogénéiser les sons et empêcher leur focalisation, il faut installer des surfaces réfléchissantes au plafond et « casser » la forme concave des parois.



PIRAMITZ/SIPA

À L'ITALIENNE Idéales pour le théâtre et l'opéra, les salles à l'italienne, tel l'opéra Garnier à Paris, produisent un son trop « sec » pour les grands orchestres. Il se projette mal, car le temps de réverbération est trop court. La visibilité de la scène est néanmoins excellente, sauf au niveau des loges.



H. PUNZ/EPH/MAK PPP

EN BOÎTE À CHAUSSURES Ces salles, comme le Musikverein de Vienne (Autriche), sont parfaitement adaptées à la musique classique. Grâce aux réflexions créées par les balcons latéraux, le son est clair, fort et enveloppant. Mais l'acoustique se dégrade si l'on veut augmenter leur largeur ou leur longueur pour accueillir plus de 2000 personnes.



STIFTUNG BERLINER PHILHARMONIKER

EN VIGNOBLE La disposition du public autour de la scène permet d'admettre de nombreux auditeurs, comme à la Philharmonie de Berlin. Le son direct est renforcé par les fronts de terrasses et la géométrie du plafond, même s'il n'est pas toujours bien réparti. Mais la réverbération et la proximité avec le public sont très appréciées.



NICOLAS BOREL

DE FORME OVOÏDE Ce type d'auditorium choisi à la Philharmonie de Paris produira un fort sentiment d'intimité visuelle et d'enveloppement sonore grâce aux balcons suspendus et projetés vers le centre de la salle. Une transformation physique et acoustique de la salle permettra aussi d'accueillir une grande variété de formations musicales.

► « canopée » — assurera, en partie, le retour du son aux musiciens. Autre innovation : les balcons seront décollés des parois, ce qui dégagera derrière le public un volume supplémentaire où le son circulera librement, favorisant les réflexions tardives et une réverbération ample (2,3 secondes). Celle-ci s'ajoutera à la proximité de l'orchestre pour créer un sentiment d'intimité et d'immersion sonore sans précédent. Mais comment adapter cette configuration symphonique à d'autres répertoires comme le jazz et les musiques amplifiées,

qui nécessitent, entre autres, un temps de réverbération moins long (d'une seconde environ) ? Lorsque celui-ci est trop important, il masque en effet le son direct et l'intelligibilité du discours musical, noyés dans une sorte de brouhaha. Pour résoudre le problème, les concepteurs ont imaginé une transformation physique et acoustique de la salle. Le niveau bas (parterre et scène symphonique) sera ainsi totalement modulable grâce à des mécanismes motorisés. Des gradins télescopiques pourront aussi s'effacer pour dégager une scène

frontale. Une partie du public se tiendra alors debout, portant la capacité à 3650 spectateurs. Enfin, des rideaux amovibles et absorbants permettront d'abaisser le temps de réverbération.

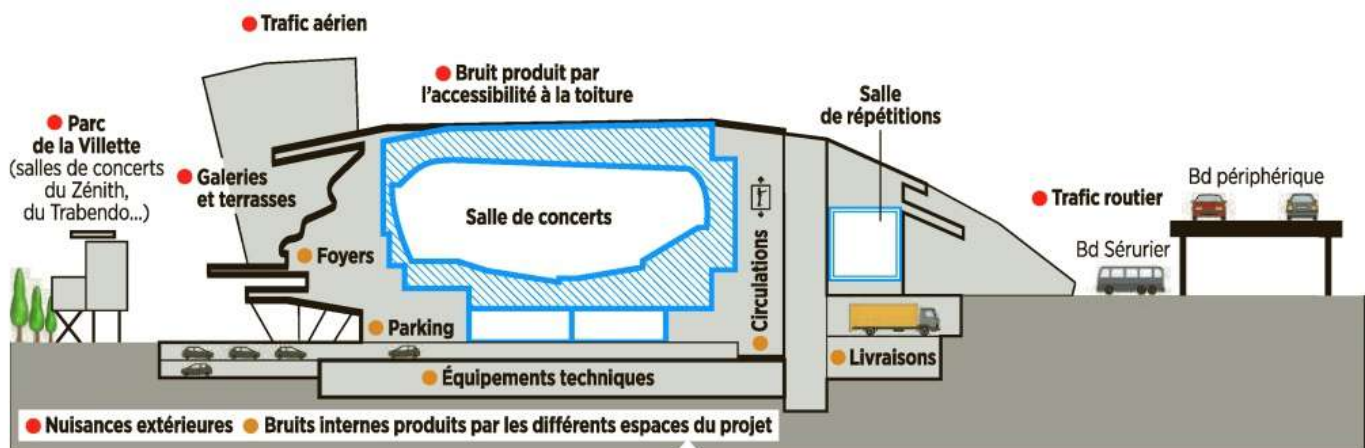
Parvenir à supprimer les bruits environnants

Un autre défi acoustique et architectural, et non des moindres, a consisté à isoler l'auditorium principal des salles de répétitions et des bruits environnants, en particulier de la méga-salle de concerts du Zénith (à environ 200 mètres) et du boulevard périphérique voisin. Le concept retenu a été celui de la « boîte dans la boîte », désolidarisée de la structure du bâtiment au moyen de plots anti-vibratiles et d'une double peau. Entre les parois de celle-ci, de 6 à 15 centimètres de vide d'air jouent un rôle de ressort. La « qualité du silence » devra en outre être irréprochable. L'air provenant des 34 centrales de ventilation sera donc pulsé très lentement, dans des gaines équi-

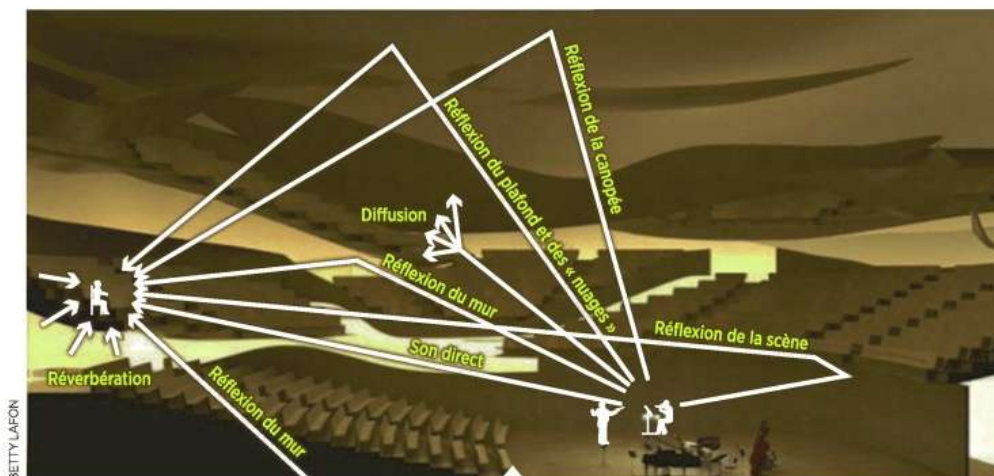
RÉVERBÉRATION

La formule de Sabine

Au début du xx^e siècle, le physicien américain Wallace Sabine a mis en équations les propriétés architecturales d'une salle de concerts, en particulier son « temps de réverbération » : la durée nécessaire pour que l'intensité d'un son atteigne un millième de sa valeur initiale, soit une décroissance de 60 décibels. Une durée d'autant plus longue que le volume est important, et inversement proportionnelle à l'aire de la salle multipliée par un coefficient global d'absorption, calculé à partir de celui de chacun des matériaux offrant une surface de contact aux ondes sonores (parois, réflecteurs, rideaux, spectateurs, etc.). Le temps de réverbération d'un studio d'enregistrement est de 0,3 seconde, de 1,5 s à l'Opéra Bastille, d'environ 10 s dans une cathédrale, et de 2,3 s à la Philharmonie de Paris.



L'isolation de la salle de son environnement très bruyant, en vue d'obtenir un silence parfait, est rendue possible grâce au principe de la « boîte dans la boîte » : la salle est désolidarisée du reste du bâtiment et est enveloppée dans une double peau (en bleu).



La propagation du son a été modélisée puis testée au moyen d'une maquette — reproduisant les propriétés réfléchissantes de la salle —, afin de déterminer comment celui-ci allait être perçu par chaque spectateur.

pées de structures anti-vibratiles. Si l'ensemble du dispositif fonctionne bien, le bruit de fond dans la salle ne dépassera pas 15 décibels. Pas plus qu'un bruissement de feuille.

Avant de donner le premier coup de pioche, l'ensemble de l'acoustique architecturale a été testé et validé. Pour cela, la distribution et les angles d'incidence des rayons sonores ont été simulés numériquement. C'est de cette façon que les paramètres acoustiques (temps de réverbération, clarté et force sonores) ont été calibrés, et que la surface des nuages de réflecteurs a été calculée. Mais la complexité et le nombre de réflexions étant trop importants pour que tous les

effets sonores soit pris en compte par les logiciels, les ingénieurs ont recouru à une modélisation physique. Une maquette au 1/10^e a reproduit les propriétés réfléchissantes des moindres contours de la salle, jusqu'aux sièges et aux futurs spectateurs représentés par des poupées de feutrine. Plusieurs dizaines d'entre elles étaient munies de capteurs afin de déterminer comment les sons émis dans la maquette seraient perçus à divers endroits. Tout comme les dimensions de la salle, les longueurs d'onde de ces sons devaient, elles aussi, être réduites au dixième. Elles correspondaient alors aux ultrasons, qui sont davantage

absorbés (et donc atténués) que les ondes sonores classiques dans l'air ambiant. Pour que le modèle physique reproduise la bonne absorption à une échelle réduite, la composition chimique de l'air à l'intérieur de la maquette a donc été saturée à 98 % d'azote. « Les tests réalisés nous ont permis d'identifier des échos auxquels les ordinateurs étaient restés sourds », précise Geoffroy Vauthier. Ces échos résultaient d'une réflexion spéculaire nette et tardive — au-delà de 100 millisecondes — et isolée spatialement. Les spectateurs auraient ainsi entendu deux fois le même son en décalé, avec l'impression qu'il provenait de deux endroits différents ! Des surfaces diffusantes ont donc été ajoutées, et les angles de certains réflecteurs modifiés, pour éliminer l'ensemble des échos. Est-ce à dire, au vu de l'excellence acoustique visée et des innovations choisies, que la Philharmonie de Paris sera la « salle idéale » ? « La salle parfaite n'existe pas, tout comme il n'y a pas de voix idéale, rétorque Olivier Warusfel, de l'Ircam. Trop de facteurs subjectifs entrent en compte. Seuls le public et les musiciens diront si elle est à la hauteur de ses ambitions. » Rendez-vous est donc pris le 14 janvier, à 20 h 30, pour le gala inaugural donné par l'Orchestre de Paris. ■



Au large, les voiliers sont soumis à des efforts mécaniques importants. Le choc d'une vague peut exercer une pression de 8 t/m² sur l'avant de la coque.

La Route du Rhum se court d'abord dans les bureaux d'études

Aérodynamisme, résistance des matériaux... Les outils de simulation numérique déferlent sur la conception des navires de compétition, décuplant leurs performances.

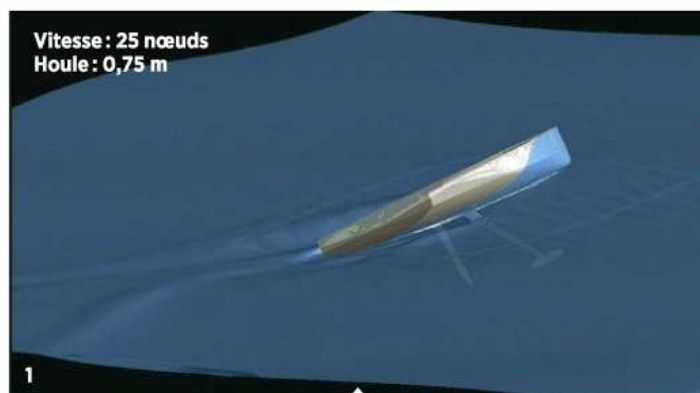
E LLE RESTE DANS TOUTES LES MÉMOIRES, comme un cauchemar à ne jamais revivre. Avec des rafales à 140 km/h, la Route du Rhum version 2002 a ravagé la flotte : sur 58 bateaux engagés, seuls 28 sont arrivés aux Antilles. Collisions, chavirages, mâts fracassés, flotteurs explosés... Le matériel n'a pas tenu. Une leçon pour les navigateurs mais aussi pour les architectes navals

qui conçoivent ces bateaux. À tel point que le skipper Lionel Lemonchois, double vainqueur de la course (2006 et 2010), se veut désormais rassurant : « Ces dix dernières années, nous avons beaucoup progressé. Les bateaux sont plus fiables, tout en étant plus performants. » Même si la casse est toujours possible, ces « bêtes de course » font désormais l'objet d'études et de calculs numé-

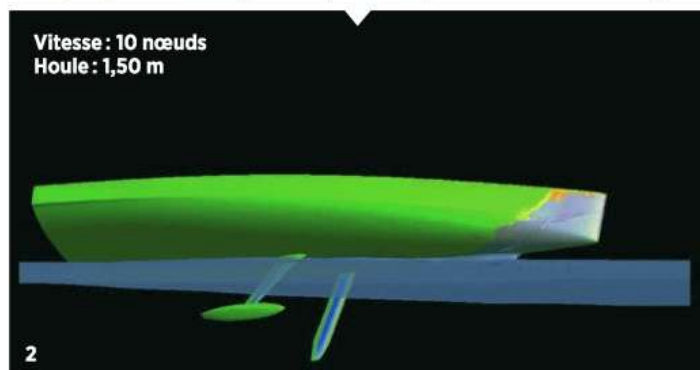
ROUTE DU RHUM

► **Parcours** : course en solitaire de Saint-Malo à Pointe-à-Pitre. Départ le 2 novembre.
► **Distance la plus courte** : 6500 km
► **Record** : 7 jours 17 heures et 19 minutes, Lionel Lemonchois sur *Gitana XI* en 2006.

riques très poussés. « Un voilier se résume à un système de propulsion, les voiles. Il est freiné par les traînées hydrodynamiques de la coque et celles, aérodynamiques, provenant essentiellement du gréement. Le jeu consiste à augmenter le rendement de la propulsion tout en diminuant ces freins », résume Vincent Lauriot Prévost, l'un des créateurs du cabinet d'architecture naval VPLP design, d'où sont sortis de nom-



Le cabinet VPLP teste un monocoque en cours de conception. Ces simulations numériques permettent de visualiser l'écoulement de l'eau dans le passage d'une houle de 0,75 m à une vitesse de 25 nœuds (1). Ces simulations montrent aussi la pression exercée par des vagues (ici de 1,5 m) sur la carène (2). Cette pression augmente du bleu vers le rouge.



breux voiliers à succès et sept des huit multicoques Ultime (plus de 60 pieds, soit 18,28 m) engagés sur la prochaine Route du Rhum. Dans les faits, la conception se révèle complexe. Elle commence par une modélisation en 3D des navires décrivant la forme, mais aussi les caractéristiques physiques des matériaux utilisés. Les ingénieurs peuvent ainsi prévoir très précisément quels seront les efforts supportés par chaque point du bateau et déterminer le nombre de couches de carbone et les renforts nécessaires pour prévenir la casse, principalement sur la coque et le mât. « Lors d'épreuves extrêmement difficiles comme le Vendée Globe, la course autour du monde en solitaire, les bateaux sont contraints de traverser certaines régions redoutées, comme la zone

des alizés après le passage de l'équateur. Le choc d'une vague peut alors représenter une pression de 8 tonnes par mètre carré, ce qui implique que nous dimensionnons la proue pour qu'elle résiste à une pression de 22 t/m² afin d'éviter toute voie d'eau fatale », précise Guillaume Verdier, architecte naval.

Une fois la forme et la structure de la coque définies, les ingénieurs éprouvent son compor-

tement hydrodynamique. Finis les bassins de carène, sortes de grandes baignoires dans lesquels étaient testés auparavant des modèles réduits. Trop long et trop coûteux. Aujourd'hui, ce sont des logiciels de mécanique des fluides numérique (CFD, Computational Fluid Dynamics), sortes de bassins virtuels, qui analysent dans le détail les écoulements autour du bateau. « Ils nous permettent d'estimer la traînée alors que celle-ci dépend d'équations quasi insolubles car pourvues d'un très grand nombre d'inconnues », poursuit Guillaume Verdier. L'environnement de la coque est ainsi réduit en milliers de petits cubes, chacun représentant un point de calcul. La somme de ces points révèle l'hydrodynamique de la coque dans son ensemble, et donc la traînée qu'elle engendre.

Un logiciel prédit la vitesse du navire

Des simulations qui valent aussi bien pour les monocoques que les multicoques (catamarans et trimarans), ces derniers ayant pour particularité d'être équipés de foils, sortes de gros ailerons positionnés sous les flotteurs latéraux et destinés à « pousser » le bateau hors de l'eau quand la vitesse augmente (lire l'encadré p. 84). « En réduisant ainsi la surface mouillée, ils diminuent considérablement la traînée », explique Tanguy Redon, architecte naval du bureau d'études du maxi-trimaran Banque Populaire VII, l'un ►

DÉFINITIONS

PORTANCE C'est la force dirigée vers le haut qui permet au bateau de se maintenir à la surface de l'eau. Cette force correspond à la poussée d'Archimède.

TRAÎNÉE

Elle représente la force qui s'oppose au mouvement du bateau. Réduire la traînée permet d'accroître les performances du navire.

MÉCANIQUE DES FLUIDES

À la recherche de la forme optimale

En théorie, la forme optimale d'une coque pour réduire sa surface mouillée, et donc sa traînée, devrait être une sorte d'ellipse, comme la courbure d'une cuillère. En pratique, dès que cette forme avance sur l'eau, elle est aspirée vers le fond. Ce phénomène de suction est appelé effet Coandă. Il impose de concevoir des formes de coques plus tendues et plates, qui gardent de la portance quand la vitesse augmente. Il peut être facilement reproduit dans sa cuisine en amenant progressivement le dos d'une cuillère tenue du bout des doigts à la verticale, contre le jet d'un robinet. La cuillère va être « aspirée » par le jet.

TECHNOLOGIE

Les foils font voler les bateaux

L'America's Cup 2013 a eu l'effet d'un électrochoc dans le petit monde de la voile de compétition. Les deux catamarans Oracle Team USA et Emirates Team New Zealand se sont affrontés dans la baie de San Francisco sans quasiment toucher l'eau, portés par

leurs foils. « On s'attendait à ce genre de bateaux, mais on ne s'attendait pas à ce qu'ils restent en vol durant toute la régate », admet Xavier Guilbaud, architecte naval chez VPLP. Effectivement, maintenir ces navires en l'air, en équilibre sur ces grands « ailerons », à près de 40 nœuds

semblait un défi hors de portée. « On a inventé un foil dynamiquement stable, explique Guillaume Verdier, architecte naval et membre de l'équipe de Team New Zealand. Quand le bateau monte trop haut, la forme particulière du foil tend à le faire redescendre. Le voilier trouve tout seul une hauteur de vol stable. » Mais dans une course transocéanique, de tels voiliers ne tiendraient pas une heure. À cause des vagues, les foils changeraient sans cesse leur angle d'attaque sur l'eau, ce qui déstabiliserait l'embarcation jusqu'au chavirage. Pourtant, marins et architectes rêvent de voler au large. La solution serait un pilotage automatique des foils par une centrale inertielle qui, avec ses nombreux capteurs, calculerait en continu l'assiette du bateau. Certains voiliers de la Route du Rhum, comme Safran, en sont déjà équipés pour commander de manière plus précise le pilote automatique. Ces technologies pourraient donc contrôler en temps réel l'angle d'attaque des foils pour maintenir le vol à travers les vagues en toute sécurité. Pour qu'un jour, les marins puissent voler...



Lors de l'America's Cup de 2013, les bateaux ont régaté au-dessus de l'eau, portés par leurs foils, ces grands ailerons placés sous les coques.

► des favoris de la Route du Rhum 2014. Conséquence, ces bateaux flirtent avec les 50 nœuds et traversent l'Atlantique en à peine plus de sept jours contre près du double au début des années 2000. Parallèlement, les architectes planchent sur l'aérodynamique de toutes les parties aériennes, particulièrement les voiles et le mât pour trouver un profil de gréement optimal tout en réduisant les traînées. À cette étape, le bateau n'a toujours aucune existence physique. Il se résume à un immense tableau virtuel décrivant ses caractéristiques. Il est alors temps de le tester... toujours sur ordinateur, grâce au VPP (Velocity Prediction Program), un logiciel destiné à répondre à des questions du genre : « Si un vent de 15 nœuds

souffle à 45°, quelle sera la vitesse du bateau, son angle de gîte, son assiette (trim), sa dérive, etc. ? » Mieux. Il définit les réglages optimaux à suivre pour « tirer » le maximum du bateau en course dans toutes les conditions de vent : configuration et surface de voile, angle d'ouverture du gréement, ballastage... Des données précieuses auxquelles le skipper pourra se référer à tout moment durant l'épreuve à partir de son ordinateur embarqué. « Nous avons développé un logiciel qui permet de tester le bateau sur le parcours de la com-



LE + NUMÉRIQUE

► Les foils : sciav.

fr/813foil

► L'effet Coanda : sciav.

fr/813coanda

Les réglages théoriques sur ordinateur correspondent aux conditions réelles de la course

pétition en compilant les données météo des vingt dernières années. Ainsi, avant le départ de la Route du Rhum, nous aurons eu la possibilité de tester plusieurs bateaux virtuels sur différents tracés pour vérifier lequel sera le meilleur », explique Guillaume Verdier.

Car au terme de ce minutieux travail de conception, un seul navire sera retenu parmi tous ceux qui auront été imaginés. Celui-ci aura la chance de sortir réellement des chantiers après les quelques mois nécessaires à sa fabrication pour être mis à l'eau et subir ses premiers essais en mer. Mais il aura déjà parcouru des centaines de milliers de milles, essuyé les pires tempêtes, affronté les déferlantes... sans jamais se mouiller ! ■

Olivier Hertel

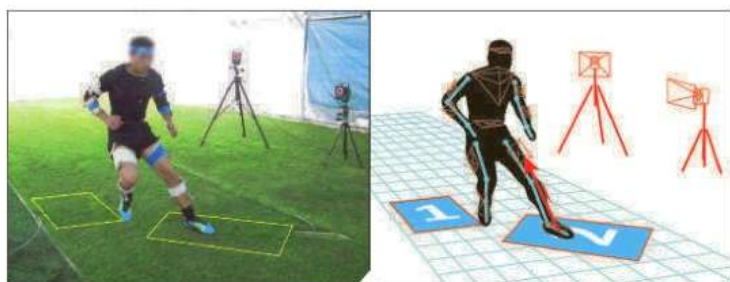
**IL Y A
LES HEBDOS
QUI
SUIVENT
L'ACTUALITÉ.**

L'OBS

**ET IL Y A
L'HEBDO
QUI FAIT
L'ACTUALITÉ.**

La pelouse protège les genoux des sportifs

Des granules de liège présents dans le substrat diminuent fortement le risque d'entorses.



Une étude a montré que le terrain hybride est plus souple qu'un terrain en gazon naturel ou artificiel et réduit les risques de lésions de 20 à 40 %.

QU'ILS SUBISSENT un plaquage ou un tackle, les footballeurs et les joueurs de rugby semblent apprécier le confort d'une pelouse hybride, qui équipera le futur stade de Bordeaux d'ici à mai 2015. Développée par la start-up française Natural Grass, cette herbe high-tech pousse sur un matériau composé de sable fin, de granules de liège et de fibres synthétiques. Une étude montre qu'elle réduit de 20 à 40 % le risque d'entorses du genou par rapport aux pelouses synthétiques et naturelles. « Nous avons travaillé en particulier sur deux mouvements à risque pour les ligaments croisés internes : la rotation du fémur par rapport au tibia, et un autre, appelé valgus, qui tend à faire rentrer le genou vers l'intérieur », explique Philippe Rouch, du laboratoire de biomécanique des Arts et Métiers ParisTech.

Dans l'étude qu'il a menée avec son collègue Xavier Drevelle et Patricia Thoreux, chirurgien orthopédiste à l'hôpital Avicenne, des joueurs

devaient réaliser des courses, sauts et changements rapides de direction (cadrages-débordements) sur des bandes de terrain équipées de plateformes mesurant les efforts exercés au sol à chaque appui. Dans le même temps, un système d'analyse du mouvement permettait de suivre les gestes des joueurs et d'estimer les contraintes dans les articulations.

La technique est adaptable aux différents sports

L'étude a révélé que la pelouse hybride absorbait une bonne partie des chocs, et ce grâce à une relative « souplesse » conférée par les granules de liège présents dans le substrat sur lequel pousse l'herbe. Cette souplesse peut être modulée en jouant sur la quantité de granules. La technologie peut ainsi être adaptée aux différentes pratiques : foot, rugby, golf ainsi que dans les sports équestres tels que le saut d'obstacles ou les courses de chevaux. ■ **Olivier Hertel**

@OlivierHertel

DVD

On n'est pas que des cobayes

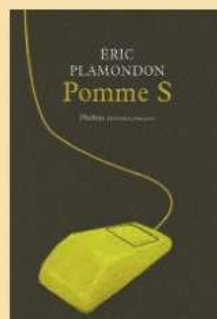


6 DVD individuels, France TV
Distribution, 10 € l'unité

Quel était l'impact d'une armure de 30 kg sur les performances d'un chevalier du Moyen Âge ? Pourquoi les gladiateurs ne pouvaient-ils pas combattre plus de trois ou quatre minutes ? Chaque numéro

de cette émission de France 5 décortique scientifiquement une situation, historique, ludique ou relevant de la vie de tous les jours. Avec reconstitutions grandeur nature et analyses de spécialistes. Efficace et limpide. ■ **Arnaud Devillard**

Pomme S

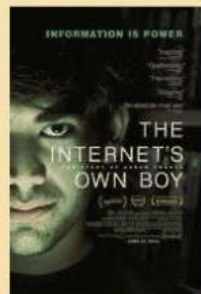


Eric Plamondon, Phébus,
206 p., 15 €

Dernière pièce d'une trilogie consacrée à l'année 1984 en Californie, ce court roman est centré sur la figure du cofondateur d'Apple, Steve Jobs, et la création de l'ordinateur Macintosh. Découpé en brefs chapitres aux titres énigmatiques, bouclés sur eux-mêmes, Pomme S s'apparente à un puzzle, remontant parfois très loin dans l'histoire des sciences, juxtaposant éléments biographiques et récit technologique. Déroutant sur le plan narratif, ce livre donne à voir la construction d'une véritable mythologie. ■ **A. D.**

Documentaire

Aaron Swartz, l'enfant d'Internet



Brain Knappenberger,
Luminant Media, 1 h 45,
gratuit sur www.youtube.com/watch?v=7ZBeIVFy0gc

L'histoire d'Aaron Swartz, petit génie de l'informatique suicidé à 26 ans le 11 janvier 2013, a traumatisé le monde de l'Internet. Ce documentaire (visible gratuitement sur YouTube en VO sous-titrée), qui donne la parole à ses proches, retrace de manière très intelligible ce parcours d'un développeur devenu militant pour un accès plus libre aux connaissances, englué dans une procédure judiciaire qui finit par le paniquer et où le Massachusetts Institute of Technology n'a pas eu un rôle très glorieux. ■ **A. D.**

50 IDÉES REÇUES SUR LA SANTÉ



Nutrition • Cerveau • Médicaments
Médecines douces • Maladies • Prévention ...

La Rédaction de Sciences et Avenir n'a pas participé à la réalisation du dossier.

PAGE 91



PAGE 102



PAGE 95



PAGE 105




PAGE 99



PAGE 108





La santé
a un prix
et il doit être
raisonnable.

Mutuelle soumise aux dispositions du livre II du Code de la mutualité, n° Siren 538 518 473, HERZIE

Profitez d'une complémentaire santé performante, à un budget maîtrisé, incluant :

- le tiers payant : vous n'avancez aucuns frais auprès de nombreux professionnels de santé.
- des réductions allant jusqu'à 40 % sur les verres, grâce au 1^{er} réseau national d'opticiens partenaires.
- des remboursements rapides.



Harmonie Mutuelle, 1^{re} mutuelle santé de France.



**Harmonie
mutuelle**

En harmonie avec votre santé

harmonie-mutuelle.fr

NOUVEAU

Arkopharma

suproflor

Les **ferments lactiques**
nouvelle génération, à forte technicité.



**QUALITÉ, SÉCURITÉ
et CONSERVATION**



**Association innovante de 6 souches
de ferments lactiques certifiées GRAS.**



Sélection rigoureuse de ferments lactiques
à partir des dernières avancées scientifiques dans
le respect d'un **haut niveau de Qualité et de Sécurité.**



Engagement Supraflor :

Quantité de ferments lactiques garantie :
11 milliards à fabrication par gélule,
2 milliards minimum à péremption par gélule.



Conservation optimale grâce à son emballage
ultra-protecteur en blister individuel sans oxygène.

www.arkopharma.fr

La santé naturellement

Compléments alimentaires vendus en pharmacie et parapharmacie

POUR VOTRE SANTÉ, MANGEZ AU MOINS 5 FRUITS ET LÉGUMES PAR JOUR. www.mangerbouger.fr



**Les fruits secs oléagineux
contiennent des
« mauvaises » graisses.**



Les fruits secs oléagineux (amandes, noisettes, noix...) sont riches en lipides (graisses), mais ce sont principalement des acides gras « insaturés » qui sont bénéfiques pour la santé. Parmi eux, les fameux oméga 3 qui seraient bons pour notre système cardiovasculaire et notre cerveau (voir partie « Prévention »).

**Protéines végétales
et animales, c'est
la même chose.**

Les protéines consti-



13
VITAMINES
sont
indispensables au
fonctionnement
du corps humain.

ment le plus répandu dans le corps humain. Elles sont indispensables à son bon fonctionnement puisqu'elles participent à la fabrication des hormones, des anticorps, d'enzymes digestives, et sont le principal constituant de la masse musculaire et des phanères (cheveux, ongles, poils). Il est donc indispensable d'avoir un apport quotidien en protéines, mais sans en abuser. On trouve les protéines d'origine animale dans la viande, le poisson, les fruits de mer, les œufs et les produits laitiers. Celles d'origine végétale sont présentes dans les fruits secs oléagineux, les légumineuses (pois, haricots, lentilles...) et les céréales. La différence entre les deux ? Les pro-

téines d'origine animale ont une meilleure qualité nutritionnelle car elles sont plus riches en acides aminés indispensables que celles d'origine végétale. Mais, attention, elles sont aussi beaucoup plus grasses !

**Les fruits secs
moelleux contiennent moins
de fibres que
les fruits frais.**



Un fruit frais renferme en moyenne 80% d'eau. Il est donc normal qu'une fois séchés, ils contiennent plus de fibres (mais aussi plus de sucre et de nutriments) : ainsi, la figue sèche, par exemple, en renferme en moyenne

13 g/100 g contre 2,3 g dans une figue fraîche. En moyenne, les fruits secs moelleux contiennent 10 g de fibres/100 g. Ils sont donc rassasiants et constituent une excellente collation en cas de petit creux. De plus, leur richesse en fibres en fait des alliés du transit qu'ils stimulent en douceur.



On peut vivre sans vitamine.

Ces substances sont indispensables au bon fonctionnement de l'organisme. Elles interviennent à différents niveaux et sont surtout nécessaires à l'exécution ou au maintien de certaines fonctions co-enzymatiques et hormonales. Si on en manque, certains troubles peuvent survenir. Des carences avérées et répétées sont même suspectées d'être responsables de maladies graves comme certains cancers. Mais normalement, une alimentation variée et équilibrée doit subvenir à nos besoins.

On peut prendre autant vitamines que l'on veut.



Une surconsommation en vitamines peut s'avérer dangereuse pour la santé.

Par exemple, un excès de vitamine C peut provoquer des calculs rénaux. Toutefois les surdosages sont extrêmement rares car ils ne surviennent que si l'on prend des doses excessives. Ainsi, les complexes vitaminés vendus en grandes surfaces et en pharmacies sont dosés de manière à éviter tout risque de surdosages. À condition, bien sûr, de respecter les posologies et d'y avoir recours de manière ponctuelle pour se donner un petit coup de fouet à l'entrée de l'hiver, par exemple. Dans tous les cas, prendre l'avis de son médecin ou de son

pharmacien est préférable avant de se supplémenter.

Le café « soigne » la migraine.



Cette boisson permet de réduire l'intensité et la durée les maux de têtes (céphalées) et la migraine. La caféine qu'il renferme possède en effet des vertus vasoconstrictrices, c'est-à-dire qu'il resserre les vaisseaux sanguins cérébraux qui sont dilatés lors des crises. De plus, elle renforce l'effet des antalgiques comme l'aspirine ou le paracétamol. C'est pour cette raison qu'elle est associée à ces médicaments dans certaines spécialités contre la migraine.



La vitamine C peut raccourcir la durée d'un rhume.

Selon plusieurs études internationales, une supplémentation en vitamine C (en moyenne 2 à 4 g par

jour) semble réduire la durée et l'intensité des symptômes du rhume, aussi bien chez les adultes que chez les enfants. Mais il apparaît que les résultats sont très variables d'une personne à l'autre. En revanche, contrairement à une idée reçue, une supplémentation en vitamine C ne semble pas efficace pour prévenir l'apparition du rhume.



Il faut manger 5 fruits et légumes par jour.

Et pourtant un Français sur deux seulement y parvient ! Les fruits et légumes sont riches en vitamines, en minéraux, des nutriments protecteurs contre certains cancers et les maladies cardiovasculaires. Grâce à leur richesse en fibres, ils font aussi baisser le taux de sucre et de cholestérol dans le sang et possèdent un effet rassasiant qui permet de mieux contrôler son poids. Pour profiter de toutes ces vertus, les experts recommandent de manger 5 fruits et légumes par jour, ce qui représente environ 400 g.

**1 TASSE
DE CAFÉ
(200 ML DE
CAFÉ FILTRE OU
1 EXPRESSO) =
75-100 mg
de caféine.**



En consommation modérée, les polyphénols du vin rouge ont une action protectrice sur les vaisseaux sanguins.



Pour garder la ligne, il faut privilégier les aliments à index glycémique bas.

Les aliments qui renferment des glucides (sucres) possèdent un index glycémique (IG). Celui-ci mesure la capacité d'un glucide à élever la glycémie (taux de sucre) dans le sang après son ingestion. Les aliments qui possèdent un IG bas (légumineuses, céréales...) ne provoquent pas de pic glycémique (augmentation du taux de sucre dans le sang) et limitent le stockage sous forme de graisses, tout en favorisant la sensation de satiété. À l'inverse, ceux qui ont un IG élevé (frites, sodas, pain blanc...) provoquent un pic glycémique qui favorise le stockage sous forme de graisses, et procurent une brève sensation de satiété qui incite à grignoter. S'il ne faut pas pour autant exclure les aliments à IG élevé de son alimentation, mieux vaut les limiter et privilégier ceux à IG bas, que ce soit pour conserver la ligne, mais aussi pour préserver sa santé.

Le vin en quantité modérée serait bon pour le cœur.

Plusieurs études ont révélé que la consommation modérée de vin rouge aurait un effet protecteur sur notre système cardio-vasculaire. Ainsi, le vin rouge fluidifie le sang, empêche l'oxydation du mauvais cholestérol « LDL », et donc limite la formation de plaques d'athérome (dépôts graisseux dans les artères). Cette action protectrice serait due à la présence de polyphénols (substances présentes dans les pépins et la peau des grains de raisin). Ils sont surtout présents dans les tanins du vin rouge. Mais attention, l'OMS (Organisation mondiale de la santé) préconise de ne pas dé-



1 CANETTE DE SODA apporte en moyenne l'équivalent de 6 à 8 morceaux de sucre.

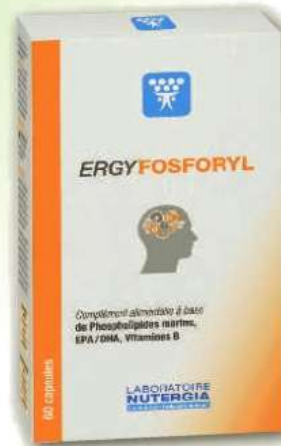
L'ASPARTAME EST PRÉSENT DANS PLUS DE 6 000 PRODUITS et quelque 500 médicaments.



Photo: © Fotolia

Soutenez votre *mémoire* et votre *concentration* !

ERGYFOSFORYL



Étui de 60 capsules.
En pharmacie.



Produit élaboré avec des coproduits de la pêche.

• **Des actifs marins :**

- **Phospholipides** très présents dans les structures cérébrales responsables des processus de mémorisation.

- **Oméga 3** dont le DHA qui contribue au bon fonctionnement du cerveau*.

*L'effet bénéfique est obtenu pour 250 mg par jour.



• **De la vitamine B5 :**

soutien des performances intellectuelles dont la concentration et la mémoire.

COGNI-PHOS

Plus d'infos au 05 65 64 97 90
ou sur www.nutergia.fr



LABORATOIRE NUTERGIA
La Nutrition Cellulaire Active®

passer deux verres de vin par jour pour les femmes et trois pour les hommes, de ne pas boire au moins un jour par semaine, et pas plus de quatre verres au cours d'une même occasion. N'oublions pas que si le vin rouge semble bon pour notre cœur si on le consomme modérément, l'alcool, lui, augmente le risque de cancers.



Avec l'aspartame, pas de carie.

Cet édulcorant, le plus consommé au monde, doit son succès au fait qu'il possède un pouvoir sucrant 200 fois supérieur au sucre, un apport calorique quasi nul et un index glycémique bas (pas de pic glycémique après son ingestion). Mais on oublie souvent qu'il est également non cariogène, c'est-à-dire qu'il ne provoque pas de caries. Ce qui peut en faire un atout pour préserver les dents de nos enfants. Bon à savoir : dans la liste des ingrédients, l'aspartame peut figurer sous son nom ou sous la dénomination E 951. Cependant, l'aspartame (tout comme les autres édulcorants) pourrait attaquer des bactéries utiles de notre flore intestinale, ce qui conduirait à une augmentation de notre taux de glucose dans le sang et donc favoriserait le diabète et l'obésité.



Il ne faut pas donner d'édulcorant avant 3 ans.

L'utilisation des édulcorants (« faux » sucres) n'est pas autorisée dans les préparations destinées à l'alimentation des nourrissons. Et même si aucune étude ne laisse apparaître un quelconque risque chez les jeunes enfants, les autorités sanitaires appliquent le « principe de précaution » et déconseillent de leur en donner avant 3 ans.

Les produits bio sont meilleurs pour la santé.

Selon une étude internationale parue dans la revue « British Journal of Nutrition », les fruits, légumes et céréales bio ont des concentrations en antioxydants de 18% à 69% plus élevées que ceux produits en agriculture conventionnelle. Or, on connaît les bénéfices sur la santé des antioxydants, notamment sur la prévention des maladies cardio-vasculaires, du vieillissement des cellules et de certains cancers. Autre avantage, le risque de retrouver des résidus de pesticides dans les fruits et légumes bio est extrêmement faible (contaminations accidentelles). Mais attention, bien que bio, les produits transformés (plats cuisinés, compotes, gâteaux, soupes...) peuvent être trop riches en sel, sucre ou graisse. Il est conseillé de bien lire les étiquettes avant d'en acheter !



Les féculents font grossir.

Ils ont été mis sur le banc des accusés pendant des années car suspectés de faire grossir. Toutefois, si l'on veut mincir, on privilégiera la consommation de féculents possédant un index glycémique (IG) faible, qui limitent le stockage des graisses, en particulier les légumineuses, les pâtes et le riz complets. En revanche, si ces derniers sont raffinés, il faut les consommer « al dente », c'est-à-dire ni trop cuits (mous), ni pas assez (durs sous la dent). Leur goût n'en sera que meilleur, mais surtout cette cuisson permet de maintenir un IG assez bas. Par ailleurs, on se méfie de la façon dont ils sont accommodés. Si les lentilles ou les haricots « nature » ne font pas gros-



LES FRANÇAIS MANGENT PLUS DE 6,3 KILOS DE CHOCOLAT PAR AN 75% des adultes préfèrent le noir.

sir, il n'en est pas de même si on les cuisine avec des lardons ou en sauce !

Il faut consommer de la viande à chaque repas.

Consommer trop de viande (surtout la rouge, la plus grasse) augmente le risque de maladies cardio-vasculaires car elle est riche en « mauvaises » graisses saturées. Cela augmenterait également le risque de certains cancers. On estime aujourd'hui que manger de la viande trois par semaine est suffisant et on conseille de préférer les viandes maigres comme les volailles et le veau.



Le chocolat est bon pour la santé.

Plusieurs études ont montré ses nombreuses vertus bénéfiques sur notre santé (système cardio-vasculaire, en particulier), sur notre mémoire, mais aussi sur notre humeur. Toutefois, tous les chocolats ne se valent pas et pour profiter au maximum de ses bénéfices, il est conseillé de le choisir noir avec une teneur en cacao d'au moins 70%. Et d'en manger raisonnablement !



On mange trop de sucre.

Nous en consommons en moyenne 100 grammes par jour*. C'est beaucoup trop ! La faute, entre autres, aux grignotages et aux sucres « cachés » dans les sodas, les plats cuisinés, les biscuits... Ces dernières années, l'OMS (Organisation mondiale de la santé) conseillait de ne pas dépasser 50 g de sucre par jour. Cette organisation envisage de revoir ces chiffres à la baisse et préconise désormais de ne pas excéder 25 g par jour, soit l'équivalent d'une cuillère à soupe bombée de sucre en poudre. Le but ? Lutter notamment contre l'obésité et les caries dentaires.



CHAQUE FRANÇAIS CONSOMME EN MOYENNE 25 kg DE PRODUITS SUCRÉS PAR AN*, contre 5 kilos en 1850 !

* Source : Credoc.



Le cerveau a besoin de sucres et de graisses pour bien fonctionner.



Manquer de l'un et/ou de l'autre peut endommager l'activité des neurones. Le glucose (sucre), véritable carburant énergétique, est l'un des éléments essentiels à la bonne marche du cerveau. À lui seul, il en consomme en moyenne 120 à 140 g par jour. L'organisme ne pouvant le stocker, il faut veiller à lui en fournir chaque jour. En préférant les sucres dits « complexes » (céréales, pains, riz complets...) dont l'énergie se distille lentement dans le corps. Du côté des graisses, les acides gras essentiels (en particu-

100
MILLIARDS,
c'est le nombre
de neurones que
nous possédons.*

lier le DHA qui appartient à la famille des oméga 3) sont nécessaires à la constitution, la vascularisation et la fonctionnalité des membranes cellulaires du cerveau.



Le cerveau a triplé de volume depuis la création de l'homme.

En quatre millions d'années, la taille du cerveau est passée d'environ 400 cm³ (chez l'Australopithèque) à 1 300 cm³ en moyenne (chez l'Homo sapiens actuel), soit un accroissement de plus de trois fois son volume ! Plusieurs explications sont avancées, la pre-

mière suggérant une incidence de l'apparition de la station debout. Certains chercheurs évoquent, eux, l'apprentissage du langage et avec lui la socialisation, les traditions culturelles et la fabrication des outils, autant d'infos nouvelles à assimiler et à stocker dans notre cerveau.

On ne fait fonctionner que 10 % de son cerveau.



La tomographie par émission de positons (TEP) et l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) confirment, en effet, l'activité de toutes les zones du cerveau sans excep-



La diversité des contenus sur internet est un excellent stimulant intellectuel.

tion, même si elles ne sont pas toutes sollicitées en même temps. Mais selon les ordres à exécuter, aucune n'est inutile ou inutilisée.

Plus on a de matière grise, plus on est intelligent.



Si on a longtemps pensé que l'intelligence était proportionnelle à la quantité de matière grise (siège du système nerveux où se trouvent les neurones) que contient le cerveau, on sait désormais qu'il n'en est rien. Des chercheurs ont ainsi mis en évidence que si, lors de l'ap-

prentissage, les connexions entre neurones se multiplient (et donc la matière grise augmente), d'autres sont ensuite supprimées, entraînant une diminution de la matière grise. La taille de cette dernière continue donc de se modifier tout au long de l'existence (elle peut augmenter, puis diminuer), même si notre cerveau atteint environ 90% de sa taille adulte vers 6 ans. Concernant l'intelligence, ce serait donc plutôt la manière dont le cerveau se développe, et la sélection des neurones que cela entraîne qui seraient déterminants.

10 000
MILLIARDS DE
CONNEXIONS
NERVEUSES
(SYNAPSES)
DANS
1 cm³
de cerveau.*

LE CERVEAU
EST CONSTITUÉ
DE **78%**
D'EAU
et de **10%**
de graisse.**



Internet modifie notre cerveau.

Il est désormais établi qu'une fréquente utilisation du Net influe sur le comportement du cerveau. Une étude a ainsi noté, via l'imagerie cérébrale, l'augmentation de l'activité du cortex préfrontal chez les internautes assidus. De fait, liens hypertextes, publicités, pop-up... viennent modifier le flux régulier d'informations visuelles (plus de 200 000 par secondes !) envoyées au cerveau, sollicitant ainsi davantage la mémoire à court terme. Certains scientifiques n'hésitent pas à parler de surrégime pouvant entraîner la dégradation de diverses fonctions cognitives telles que l'attention, la lecture, l'apprentissage, la concentration... L'Américain Nicholas Carr a dénoncé quelques-uns de ces méfaits dans son livre « Internet rend-il bête ? » (Ed. R. Laffont). Mais des études menées à l'Université de Californie (UCLA) voient, au contraire, dans cette ultra-stimulation cérébrale, notamment auprès des personnes d'un certain âge (de 55 à 76 ans), un moyen d'augmenter réflexes, acuité visuelle et vivacité d'esprit. Celle-ci serait même supérieure à celle constatée avec la lecture. Et n'oublions pas que notre cerveau est doté d'une plasticité neuronale lui permettant de se modifier et de se réorganiser tout au long de l'existence.



Le cerveau des femmes est plus petit que celui des hommes.

Si la forme et les composants sont les mêmes, il semblerait que les cerveaux masculins et féminins se distinguent par leur

poids : en moyenne 1 325 g pour les hommes, et 1 200 g pour les femmes. Au XIX^e siècle, l'anatomiste Paul Broca, à qui l'on doit la découverte du centre du langage, avait noté que le cerveau d'un homme était plus lourd de 181 g. Il en avait conclu : « *La petitesse relative du cerveau de la femme dépend à la fois de son infériorité physique et intellectuelle.* » Les féministes apprécieront ! En 2013, une méta-analyse faite par des chercheurs des universités d'Oxford et de Cambridge¹, a mis en corrélation 126 études basées sur des IRM. Il en ressort qu'effectivement le cerveau des femmes serait plus petit (entre 8 et 13%) que celui des hommes. Mais gare à en tirer, encore, des conclusions trop hâtives ! Le poids n'aurait aucune incidence sur l'intelligence. Pour preuve, le cerveau d'Einstein n'excédait pas 1 250 g.

¹ Source : *Neuroscience and Biobehavioral Reviews February 2014/ A meta-analysis of sex differences in human brain structure.*

20%
DE NOTRE
ÉNERGIE
est nécessaire
à la bonne
marche
du cerveau.*



Hommes ou femmes, le poids du cerveau n'influe pas sur l'intelligence.

Photo: © Fotolia

Fatigue ? Stress ?

Du magnésium mais pas que !

- Du magnésium marin + 3 autres sels de magnésium (citrate, carbonate et bisglycinate) : reconnus pour leur biodisponibilité et leur tolérance digestive.
- Des vitamines B : cofacteurs essentiels à l'assimilation du magnésium.
- Et du zinc : soutien de l'équilibre acido-basique.

Pots de 50, 100 ou 300 gélules.
En pharmacie.

Le magnésium et les vitamines B2, B3, B5 et B6 contribuent à réduire la fatigue.

3 gélules apportent 300 mg de magnésium soit 80 % des VNR (Valeurs Nutritionnelles de Référence).

Plus d'infos au 05 65 64 97 90
ou sur www.nutergia.fr

LABORATOIRE NUTERGIA
 La Nutrition Cellulaire Active®

* Source : Futura-Sciences. ** Source : « C3RV34U, l'expo neuroludique », exposition permanente de la Cité des Sciences, à Paris.



SOLGAR

**MARCHER,
COURIR, SAUTER,
JOUER - You Can* !**

N°7 SOLGAR est une formule inédite avec :

- collagène
- extraits de plantes (*boswellia, curcuma, saule, gingembre, piment de Cayenne, poivre noir*)
- et vitamine C qui contribue à la formation du collagène pour assurer le fonctionnement normal des **cartilages articulaires**.



SOLGARDEZ-vous BIEN !

* Vous Pouvez !

Pour votre santé, mangez au moins cinq fruits et légumes par jour. www.mangerbouger.fr



MÉDI- CA- MENTS

Les génériques ne possèdent pas le même principe actif que les médicaments de référence.



Les génériques comportent exactement le même principe actif, et à la même dose, que le médicament d'origine (appelé princeps). Seuls quelques ingrédients comme les « excipients » peuvent changer. Ces éléments n'ont pas d'effet thérapeutique, mais ils sont néanmoins indispensables à la fabrication du produit car ils facilitent l'absorption du médicament. La taille, la forme et la couleur des comprimés peuvent également changer, mais cela n'aurait pas d'influence sur leur efficacité. Dans tous les cas, pour avoir une autorisa-

11,5 MILLIONS DE FRANÇAIS ont consommé au moins une fois une benzodiazépine en 2012, dont 7 millions contre l'anxiété et 4,2 millions contre des troubles du sommeil.*

tion de mise sur le marché, un générique doit faire la preuve de son « équivalence » thérapeutique avec la molécule d'origine. Seul bémol, un sujet peut très bien tolérer un médicament de référence et pas un générique (allergie ou intolérance), lié la plupart du temps à la présence d'un excipient qui n'entre pas dans la composition du premier. Toutefois, aucune étude à ce jour n'a prouvé que le risque d'allergie était plus fréquent avec un médicament générique.

Les somnifères entraînent une accoutumance.



« Les benzodiazépines hypnotiques (somnifères) peuvent provoquer une dépendance

et être responsables de nombreux effets délétères », indique la Haute Autorité de santé (HAS). Pour limiter cette pharmacodépendance, les organisations de santé recommandent de limiter la durée des traitements : 4 semaines maximum pour les hypnotiques et 12 semaines maximum pour les anxiolytiques (qui calment l'anxiété et peuvent aussi faciliter l'endormissement). Or, la moyenne observée en France, plus forte consommatrice de somnifères d'Europe, est de 7 mois ! Attention, cette pharmacodépendance, en cas d'arrêt brutal du traitement, génère un syndrome de sevrage (tremblements, nausées, dépression...), quasi similaire à celui de l'alcool.

* Source : ANSM (Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé).



Soleil et médicaments ne font pas toujours bon ménage.



Une réaction cutanée (rougeurs, cloques, démangeaisons...) survenant après une exposition au soleil est signe de photosensibilisation. Lorsqu'il s'agit d'une interaction avec un médicament (antibiotiques de la classe des quinolones et des cyclines ; diurétiques contenant des sulfamides, antidépresseurs, traitements anti-cholestérol, anti-acné...), on parle de « phototoxicité » (apparition immédiate après l'exposition) ou de « photoallergie » (réaction survenant 24 à 48h après). Afin d'éviter ces désagréments, les médicaments photosensibilisants sont signalés par un symbole sur leur emballage : un triangle rouge dans lequel figure un soleil caché par un nuage avertit qu'il ne faut pas s'exposer au soleil pendant toute la durée du traitement.

Les antibiotiques, ça fatigue.

Si une personne est sous antibiotiques, c'est qu'elle souffre d'une infection bactérienne (rappelons que ces médicaments ne sont pas efficaces contre les virus). Et c'est précisément celle-ci qui induit une sensation de fatigue, l'organisme puisant en effet dans sa réserve énergétique pour lutter contre la maladie. Certes, il peut exister des effets secondaires concomitants à la prise d'antibiotiques, tels que des troubles digestifs ou des allergies, mais le médicament, bien souvent incriminé, n'est en aucun cas responsable des signes de faiblesse ressentis. Et attention ! La durée du traitement doit impérativement être respectée : il ne faut surtout pas l'arrêter dès qu'on se sent mieux ni réduire la posologie sous peine de voir le germe réapparaître, souvent plus résistant...



L'aspirine permettrait de réduire les risques de cancer.

C'est ce que laisse entendre une méta-analyse réalisée cette année à l'université Queen Mary de Londres¹. Basés sur plus de 200 essais cliniques ainsi que sur de nombreuses études, les résultats indiquent qu'une prise régulière d'aspirine (75 à 300 mg par jour pendant cinq, voire dix ans) verrait certains cancers du côlon diminuer de 35%, et les décès de 40%. Idem pour les cancers de l'œsophage et de l'estomac qui diminueraient de 30%, et les décès de 35 à 50%. Ce qui, en vingt ans, pourrait sauver, rien qu'au Royaume-Uni, quelque 130 000 vies. Mais attention, cela ne concernerait pas tous les individus ! Et même si les bénéfices de ce traitement supplantent les risques d'hémorragie, il ne faut certainement pas les négliger. Aussi, pas question de se lancer dans une automédication.

¹Source : le journal de la Société européenne d'oncologie médicale, *Annals of Oncology/The Lancet*.

30% DES MÉDICAMENTS vendus sont des génériques.*

UN FRANÇAIS CONSOMME ENVIRON 48 BOÎTES DE MÉDICAMENTS PAR AN.*



Il faut attendre avant de prendre un médicament anti-douleur quand on a mal.

Certaines personnes rechignent à prendre un antalgique aux premiers signes de la douleur, craignant, par exemple, qu'une douleur anesthésiée les empêche de mesurer l'évolution de leur maladie. C'est une erreur à plusieurs titres. D'abord parce que celle-ci risque de s'amplifier, et la posologie initialement prescrite ne parviendra plus à la contenir. Résultat, un dosage plus important sera nécessaire pour la faire taire. De plus, une douleur disparaît rarement seule. Il faut, au contraire, savoir que plus on attend, plus on la laisse s'installer. Il est donc recommandé de prendre (selon les recommandations de son médecin) les antalgiques à heure fixe (même si la douleur ne se fait pas encore sentir), et sans interrompre le traitement jusqu'à la guérison.



La prise d'antalgiques nécessite de bien suivre la posologie prescrite, et sans interrompre le traitement.

11 PLANTES qui font MINCIR

Efficacité prouvée. Tout ceux qui les ont essayées ont minci.

Des nutritionnistes spécialistes de la médecine naturelle ont découvert 11 plantes qui, bien associées, modifient le stockage des calories et provoquent une perte de poids. Même en continuant à manger comme avant, les kilos superflus disparaissent. Découvrez ici de quelles plantes il s'agit et pourquoi elles entraînent une perte de poids.

QUESTION : Comment est-il possible que certaines plantes fassent mincir, même lorsque l'on continue de manger normalement ?

RÉPONSE : Des études récentes ont montré que ces 11 plantes, qui sont entièrement naturelles et très bonnes pour la santé, si elles sont bien associées modifient l'assimilation des calories. Ces calories ne sont pas transformées en graisse, elles sont brûlées et éliminées de façon naturelle ou transformées en énergie. Ce mélange de plantes constitue la base d'un nouveau remède à base de plantes sous forme de sirop

qui entraîne la perte des kilos superflus – avec peut-être le résultat le plus rapide jamais atteint par des méthodes naturelles.

QUESTION : A qui s'adresse cette méthode ?

RÉPONSE : Cette méthode est destinée à toutes les femmes et à tous les hommes qui souffrent d'excès de poids (5 kg et plus), et qui ont déjà tout essayé sans obtenir de résultat durable.

QUESTION : La perte de poids est-elle rapide ?

RÉPONSE : Très rapide. Dès la première semaine, on peut constater une perte de poids pouvant aller jusqu'à 6 kg. En moyenne, la perte de poids est d'environ 3,5 kg par semaine pour les personnes qui ont plus de 10 kg à perdre.

QUESTION : Est-ce que cette méthode a quelque chose à voir avec la cure amincissante de cinq plantes dont la presse a déjà parlé et grâce à laquelle plus de 600'000 personnes ont perdu du poids dans toute l'Europe ?

RÉPONSE : Cette méthode contient effectivement ces cinq plantes qui ont entraîné une perte de poids chez exactement 637'524 personnes pendant les 12 derniers mois. Les scientifiques ont encore ajouté cinq plantes et une algue à cette nouvelle cure amincissante. Elle accélère presque deux fois

plus la perte des kilos superflus. Cette nouvelle méthode contient donc 11 plantes qui entraînent une diminution de poids plus importante que celle jamais enregistrée avec l'utilisation d'un remède entièrement naturel qui ne présente aucun effet secondaire.

QUESTION : Comment ça marche ? Faut-il avoir beaucoup de volonté ?

RÉPONSE : Il ne s'agit pas d'un régime. On peut continuer à manger normalement comme d'habitude. Vous avez le droit de manger des pâtes, des plats en sauce, du beurre, des gâteaux, etc. – bref, ce dont vous avez envie. Il suffit de diluer un bouchon et demi de sirop dans 1 litre d'eau et de boire ce liquide durant toute la journée. A la différence de la majorité des cures amincissantes et des régimes que vous avez peut-être déjà essayés, vous n'avez ici aucune restriction. Voilà pourquoi il n'y a quasiment pas de risque d'échec. Par ailleurs, cette méthode n'exige aucun effort ni volonté particulière, aucun régime ni exercices difficiles.

QUESTION : Et quelle assurance ai-je de conserver mon poids idéal une fois que je l'aurai atteint ?

RÉPONSE : Vous avez peut-être eu l'occasion de constater que l'on reprend très vite les kilos que l'on a perdus. Cela tient au fait que le métabolisme ne se modifie pas. Or, avec cette méthode le métabolisme est entièrement modifié. Il n'y a donc plus à craindre de reprise de poids.

Le principe d'élimination et de transformation des calories fonctionne de la même manière que chez les personnes qui mangent tout ce dont elles ont envie sans jamais grossir.

QUESTION : J'ai déjà tout essayé : régimes, comprimés, même des tisanes, et rien n'a fonctionné. Pourquoi devrait-il en être autrement ?

RÉPONSE : Parce que ce processus d'élimination et de transformation des calories est naturel et qu'il transforme votre métabolisme de sorte que vous brûliez plus de calories que vous n'en ingérez. Parce que la majorité des femmes qui ont essayé cette méthode ont minci et qu'il n'y a donc aucune raison que cela ne marche pas avec vous. Et finalement, parce que nous sommes tellement sûrs de notre affaire que vous avez l'assurance d'être « remboursé si vous n'êtes pas satisfait » : vous recevez une cure amincissante complète, sans être obligé de vous décider à acheter tout de suite.

QUESTION : J'ai plus de 20 kg à perdre. Est-ce que cette cure amincissante est aussi pour moi ?

RÉPONSE : Que vous ayez 5, 10, 15 même 20 kg (ou plus) à perdre, le sirop aux 11 plantes vous permettra d'atteindre votre poids idéal et d'avoir une silhouette harmonieuse et belle... tout en retrouvant la joie de vivre. Sinon vous n'aurez rien à payer.

QUESTION : Existe-t-il vraiment des preuves que cette méthode est vraiment si efficace ?

RÉPONSE : Toutes les personnes qui l'ont utilisé ont minci. Souvent même d'une façon spectaculaire.

QUESTION : J'ai lu dans un reportage que ces plantes faisaient non seulement mincir mais qu'elles avaient aussi un impact positif sur notre santé. Est-ce vrai ?

RÉPONSE : Oui. Ces 11 plantes ont été découvertes par des nutritionnistes au cours du développement de procédés plus sains d'élimination de toxines et d'autres produits toxiques qui se trouvent dans les produits alimentaires actuels. Donc si l'on prend ce sirop aux extraits de 11 plantes, non seulement on mincira mais on éliminera aussi efficacement les produits toxiques de l'organisme.

QUESTION : Comment puis-je accéder rapidement et sans engagement de ma part à cette méthode ?

RÉPONSE : Vous pouvez tester cette cure amincissante durant les 3 prochaines semaines, sans avoir à déboursier un centime. Elle sera en vente en pharmacie dès l'hiver prochain.

VOICI LES PREUVES DE L'EFFICACITÉ DES 11 PLANTES QUI FONT MINCIR

Extraits* de lettres que nous avons reçues :

J'avais tout essayé.

«J'ai perdu 16 kg. J'ai souffert toute ma vie d'obésité. J'ai tout essayé pour perdre du poids. La cure amincissante aux 11 plantes est la seule qui a marché. J'ai l'impression d'être quelqu'un d'autre. Mon mari a aussi perdu 10 kg et nous avons retrouvé une joie de vivre que nous ne connaissions plus.» Silvia P.

Durant 15 ans, j'ai fait des régimes, sans succès.

«J'en avais assez et j'étais désespérée jusqu'à ce que je découvre la cure amincissante miracle aux 11 plantes. J'ai perdu très facilement et durablement tous mes kilos superflus, exactement là où je devais le perdre. J'ai de nouveau la silhouette idéale que j'avais à 20 ans.» Nadja O.

J'ai perdu 28 kilos

«Depuis que j'ai perdu 28 kilos, ma vie s'est transformée grâce à la cure amincissante aux 11 plantes. J'étais très fière lorsque mon mari m'a demandé de poser pour une photo dans mon nouveau maillot de bain. J'ai le sentiment d'être maintenant à l'abri d'une nouvelle prise de poids et de l'effet yoyo. Mon poids s'est stabilisé depuis plus d'un an, je suis restée à 63 kg. Je suis fière de ma silhouette et de moi-même.» Cécile L.

Veillez lire ce qui suit si vous avez décidé de ne pas profiter de cette offre :

1 La formule qui marche s'appelle la cure amincissante aux 11 plantes ! Le succès d'un régime tient au fait de ne pas souffrir de la faim. Avec la cure amincissante aux 11 plantes, c'est maintenant possible. Vous mincissez tout en vous délectant. Il n'existe pas de moyen plus facile d'atteindre votre poids idéal.

2 Vous pouvez manger presque tout ce dont vous avez envie. Il suffit de diluer un bouchon et demi de sirop dans 1 litre d'eau et de boire ce liquide durant toute la journée. Car il brûle les graisses superflues et fait mincir.

3 Vous avez maintenant la possibilité d'arriver à votre silhouette idéale et de changer entièrement votre vie sans grandes restrictions. Tous ceux qui ont essayé la cure amincissante aux 11 plantes ont minci.

4 Nous avons effectué un test sur 20 personnes. Toutes, sans exception, ont perdu exactement les kilos qu'elles voulaient perdre. C'est la preuve que la cure amincissante aux 11 plantes fait réellement mincir.

VOUS POUVEZ VOUS AUSSI ATTEINDRE VOTRE POIDS IDÉAL, FAITES LA PREUVE PAR L'EXEMPLE. VOUS N'EN REVENDREZ PAS.

0800 11 7777 - VEDIASHOP.fr

APPEL GRATUIT

☒ **Commande lecteur : Elixir Minceur 11 plantes**

A retourner à : **VEDIA - 1 av. du général De Gaulle 60500 Chantilly**

	Qté.	Prix	Sous-Total
<input type="checkbox"/> 480461 Cure Normale (3 à 5 kg)		29,95 €	
<input type="checkbox"/> 480462 Cure Intensive (5 à 10 kg)		59,90 €	49,95 €
<input type="checkbox"/> 480463 Cure Radicale (+ de 10 kg)		89,90 €	69,95 €
<input type="checkbox"/> Recevez en plus 1 semaine de cure GRATUITE. Cochez pour toute commande d'une cure intensive ou radicale		29,95 €	0 €
<input type="checkbox"/> Traitement prioritaire et livraison rapide, j'ajoute :			3,00 €
<input checked="" type="checkbox"/> Contribution unique aux frais d'expédition et d'emballage			7,95 €
Offre valable en France Métropolitaine. Pour éviter toute erreur merci d'écrire lisiblement			
PLA9011001			TOTAL

☐ Chèque à l'ordre de VEDIA Carte : ☐  ☐ 

N°

Signature obligatoire :

☐ M. ☐ Mme ☐ Mlle ☐ Expire le

Nom Prénom

Adresse

C.P. Ville

E-mail @

Tél. Né(e) le

*Conformément à la loi informatique et Libertés n°78.17 du 16 janvier 1978 - Art. 27, vous disposez d'un droit d'accès et de rectification aux données vous concernant en écrivant. Sauf refus de votre part, ces informations pourront être communiquées et utilisées par des tiers. Vous bénéficiez d'un droit de rétractation de 7 jours à réception de la commande.



MÉDECINES DOUCES



Les médecines douces sont désormais utilisées à l'hôpital.

Même si les études menées pour prouver leur efficacité n'ont pas donné de résultats probants, les médecines douces, encore appelées alternatives ou complémentaires (acupuncture, hypnose, homéopathie...), sont pratiquées depuis une dizaine d'années au sein de l'hôpital. Par exemple, en 2011, un centre de médecine chinoise a été créé à l'hôpital de la Pitié-Salpêtrière (Paris). Dans le cadre hospitalier, ces techniques complémentaires sont notamment utilisées dans les centres anti-douleur, en soins palliatifs et en obstétrique.

39% DES FRANÇAIS ont recours aux médecines douces. En tête du classement des médecines naturelles les plus usitées, l'homéopathie, suivie de près par l'ostéopathie et la phytothérapie.*

L'homéopathie ne provoque pas d'effet secondaire.

Cette médecine fait de plus en plus d'adeptes, même si aucune étude n'a à ce jour apporté la preuve de son efficacité... Elle consiste à donner au malade l'agent déclencheur de sa maladie dilué à des doses infinitésimales afin de le guérir. Comme les doses utilisées en tant que principe actif sont extrêmement faibles, l'homéopathie ne présente ni contre-indication, ni effet secondaire. Résultat, on peut même en donner aux enfants, y compris aux nourrissons (on peut, par exemple, diluer les granules dans un biberon d'eau), aux femmes enceintes et aux personnes



âgées. Les seuls effets secondaires extrêmement rares qui sont susceptibles de survenir sont des intolérances à certains excipients nécessaires à la fabrication de la forme galénique (comprimés, pommades, gouttes...).

Certaines plantes sont utilisées dans des médicaments allopathiques.

Depuis sa création, l'industrie pharmaceutique n'a jamais cessé d'étudier les plantes et leurs principes actifs afin d'élaborer de nouveaux médicaments. D'ailleurs, la composition chimique d'un grand nombre d'entre eux est calquée sur celle des



plantes qu'ils remplacent ou améliorent. Ainsi, 40 % des médicaments allopathiques contiennent des principes qui sont issus des plantes. Parmi les plus connus : l'aspirine, qui est élaborée à partir de l'écorce du saule, et les veinotoniques (médicaments combattant l'insuffisance veineuse) qui renferment du ginkgo biloba ou du marron d'Inde.

Les plantes n'ont aucun effet sur les troubles du sommeil.



La phytothérapie, qui consiste à se soigner par les plantes, est la plus ancienne et la plus répandue des médecines. L'avantage d'y avoir recours dans les troubles mineurs du sommeil, c'est que contrairement aux hypnotiques ou anxiolytiques, les plantes n'entraînent pas d'accoutumance (voir partie sur « Les médicaments »). Parmi les plantes qui aident à mieux dormir, on trouve : la passiflore, un calmant naturel dont l'usage est recommandé en cas de nuits agitées et de cauchemars ; la valériane, qui calme les angoisses liées au stress et possède des vertus sédatives qui facilitent l'endormissement ; l'aubépine, qui, grâce à son action relaxante, apaise l'anxiété. Attention, en revanche, à certaines plantes qui peuvent énerver et retarder l'endormissement, comme la menthe, qui possède des vertus excitantes. Sous quelle forme prendre les plantes ? Si les tisanes constituent un petit coup de pouce, elles sont beaucoup moins concentrées en principes actifs que les gélules de poudre de plantes ou les ampoules, qui sont donc plus efficaces. Dans tous les cas, si les troubles ne cessent pas au bout de quelques jours, il est conseillé de consulter son médecin.

78%
DES PERSONNES
interrogées jugent efficaces ces remèdes lorsqu'ils sont utilisés en prévention.*

56%
DES FRANÇAIS
utilisent l'homéopathie pour se soigner, dont 36% sont des utilisateurs réguliers.**

70%
DES FRANÇAIS
estiment que le recours aux médicaments homéopathiques va se développer dans les cinq années à venir.***



De nombreux principes actifs issus des plantes sont utilisés en allopathie.

On ne peut pas prendre d'oligo-éléments sans avis médical.

Les oligo-éléments sont des petites molécules présentes en très faible quantité dans l'organisme, mais pourtant indispensables à son bon fonctionnement. Ils entrent en effet dans la composition de nos muscles, organes, os, dents, etc., et interviennent dans de nombreuses réactions chimiques et biologiques. Normalement, c'est dans notre assiette que nous les trouvons, et les véritables carences en oligo-éléments sont très rares. Toutefois notre alimentation moderne étant souvent pauvre en nutriments, et/ou pas toujours assez variée ni équilibrée, il est fréquent de souffrir de légers manques chroniques appelés « subcarences ». Il est possible de les éviter ou de les corriger en prenant des suppléments. Les oligo-éléments entraînant très peu d'effets secondaires et le risque de surdosage étant extrêmement faible, on peut a priori les utiliser en automédication. Toutefois, comme ils s'équilibrent de façon très subtile entre eux, il est conseillé de prendre l'avis d'un mé-



decin ou de son pharmacien. D'autant que quelques-uns sont contre-indiqués chez les jeunes enfants et certains patients.

La canneberge serait efficace contre les cystites.



La cystite, infection urinaire d'origine bactérienne, occasionne notamment des envies fréquentes d'uriner et des sensations de brûlure au moment de la miction. Elle touche principalement les femmes. La canneberge (ou « cranberry » en anglais) est un fruit qui diminuerait l'adhésion des bactéries sur les parois des voies urinaires. Sous forme de compléments alimentaires, elle peut être utilisée au tout début d'une cystite, ou préventivement pour éviter les récives. La canneberge semble plus efficace chez les femmes qui souffrent de cystites à répétition, mais aucune étude scientifique n'a apporté la preuve formelle de son efficacité. Donc, attention, en cas de cystite, si les symptômes ne disparaissent pas rapidement, il faut consulter un médecin.

MALADIE D'ALZHEIMER ET MALADIES APPARENTÉES

La recherche sur la maladie d'Alzheimer :

Le point de vue du Professeur Mathieu Ceccaldi



© Pr Mathieu Ceccaldi

Professeur Mathieu Ceccaldi - Président du Conseil scientifique sciences médicales de France Alzheimer et maladies apparentées. Chef de service de neurologie et de neuropsychologie CHU la Timone de Marseille. Coordonnateur du CMRR PACA Ouest.

Plus de 100 ans après sa découverte par le Dr Alois Alzheimer, la recherche sur la maladie d'Alzheimer semble avancer à petits pas. Pourquoi ?

Mathieu Ceccaldi. - Aujourd'hui, on connaît les lésions cérébrales caractéristiques de la maladie d'Alzheimer. Elles sont de 2 types :

Des plaques amyloïdes qui recouvrent les neurones et leurs prolongements. Leur formation est provoquée par l'accumulation anormale du peptide A-bêta, dit « amyloïde », d'où leur nom.

Des filaments pathologiques qui s'accumulent à l'intérieur des neurones, dont la formation est provoquée par un dysfonctionnement d'une autre protéine, la protéine Tau.

Aujourd'hui, il nous faut encore comprendre

pourquoi, quand et comment ces protéines s'agrègent anormalement dans le cerveau et quel lien il existe entre ces anomalies et la dégénérescence des neurones qui est elle, la cause directe des symptômes que présentent les malades. Parallèlement, un objectif majeur est d'identifier tous les facteurs biologiques et ils sont probablement nombreux (comme par exemple la neuro-inflammation ou les atteintes des vaisseaux) qui sont susceptibles de favoriser la cascade pathologique conduisant à la mort neuronale.

Pour enfin trouver des réponses à ces questions la recherche doit explorer de multiples voies et ne négliger aucune piste. C'est de ce travail fondamental que dépendent tous les développements en matière de traitement. La recherche est active et elle avance. Mais pas aussi vite que toutes les familles touchées

par la maladie d'Alzheimer le souhaiteraient. En effet, il est important de rappeler qu'à ce jour, dans le soin courant, il n'existe aucun traitement médicamenteux permettant d'agir de manière spécifique sur les processus pathologiques propres à la maladie d'Alzheimer. Ni curatif ni préventif. Mais cela viendra !

En soutenant la recherche, en particulier fondamentale, depuis plus de 25 ans maintenant, l'association France Alzheimer et maladies apparentées contribue de manière très significative à explorer des voies de recherche originales et audacieuses et à favoriser des avancées scientifiques nécessaires.

Qu'est ce qui a motivé votre implication auprès de l'association France Alzheimer et maladies apparentées ?

Mathieu Ceccaldi. - Avec plus de 25 années d'engagement auprès des chercheurs, France Alzheimer et maladies apparentées a participé à la structuration de la recherche sur la maladie d'Alzheimer en France.

En effet, dès 1988, France Alzheimer donne l'élan à la recherche française sur la thématique en attribuant ses premières bourses. Depuis, son soutien n'a cessé de se renforcer avec, depuis 2009, plus d'un million d'euros de bourses de recherche alloué chaque année.

En soutenant la recherche d'une part et en apportant une aide très concrète aux familles (groupes de parole, temps de répit, accompagnement, conseil...) d'autre part, l'Association s'est engagée dans une double approche courageuse, qui me paraît essentielle : essayer de répondre aux besoins concrets et quotidiens des personnes malades et de leurs proches et à plus long terme, tenter d'avoir une action favorisant le développement et à la mise en place d'approches thérapeutiques et de prévention efficaces en soutenant la recherche.

Pour poursuivre ce travail indispensable, l'association France Alzheimer a besoin de votre soutien. D'avance, je vous remercie de l'aide que vous pourrez lui apporter.



MALADIES



L'intolérance au gluten est une allergie.

L'allergie, la « vraie », est extrêmement rare. Elle se manifeste immédiatement après avoir ingéré un produit contenant du gluten, une substance contenue dans un grand nombre de produits céréaliers (blé, seigle, orge, froment...). Le plus souvent, il s'agit en fait d'une intolérance au gluten, appelée maladie cœliaque. Elle est difficile à diagnostiquer car elle peut rester silencieuse des années avant de se manifester en détruisant progressivement les parois de l'intestin grêle. Les symptômes ? Ils sont communs à d'autres pathologies : maux

EN FRANCE,
IL Y A
11,4
MILLIONS
de personnes
souffrant
d'hypertension.*

de ventre, ballonnements, fatigue... Si le régime sans gluten a le vent en poupe, c'est parce que des stars comme Jennifer Aniston ou le tennisman Jo Wilfried Tsonga ont déclaré l'avoir adopté et s'en trouver mieux. Et comme le régime sans gluten permet aussi de perdre du poids (forcément puisqu'on ne mange plus de pain, de pizza...), il a fait des émules même chez ceux qui ne souffrent pas d'intolérance. Pourtant, rappelons qu'il n'est jamais bon de supprimer totalement un aliment de son alimentation, sauf pour raison médicale.

Le cholestérol est indispensable au bon fonctionnement

de l'organisme.

Il est notamment indispensable à la construction des membranes de nos cellules, à la synthèse de la vitamine D et à l'absorption de la C, et à la production des hormones sexuelles. 70% du cholestérol dont nous avons besoin est fabriqué par le foie, les 30% restants sont fournis par l'alimentation. Quand tout va bien, le foie fabrique la juste quantité de cholestérol en fonction de ce que l'on mange. Mais pour des raisons génétiques, à cause d'une maladie, de la ménopause ou d'un surpoids par exemple, la machine s'emballe et le taux de cholestérol sanguin augmente.



* Source : FLASH (French League Against Hypertension Survey).



Une alimentation variée et équilibrée permet de se prémunir de très nombreuses affections.



On peut limiter les risques d'allergie alimentaire chez les enfants.

C'est possible en prenant certaines mesures. Ainsi, les pédiatres recommandent de privilégier l'allaitement maternel exclusif jusqu'à 6 mois. Concernant la diversification alimentaire, il ne faut pas la démarrer avant 6 mois, et proposer à bébé un seul aliment nouveau tous les 3 jours ainsi que des plats « maison ». Enfin, on retarde l'introduction des aliments réputés allergisants : poissons, crustacés, œufs, céleri et kiwis après 12 mois ; fruits secs oléagineux (noix, noisettes, amandes, pis-

taches...) et produits contenant de l'arachide après 3 ans.

Les hommes sont plus touchés par l'anémie que les femmes.

Pourquoi ? Parce que les règles, qui entraînent des saignements souvent importants, augmentent les pertes en fer. À noter que le stérilet favorise l'anémie car il induit des règles abondantes. Les femmes qui en portent un sont donc plus touchées que les autres. Les futures mamans sont également plus concernées : environ 20 à 25 % d'entre elles seraient anémiées.



SELON LES PRÉVISIONS, UN FRANÇAIS SUR DIX sera touché par le diabète d'ici dix ans si l'on ne fait rien.***

EN FRANCE, 150 000 personnes seraient atteintes de la maladie cœliaque**.

Si on souffre d'hypertension, on le sait tout de suite.



Les symptômes de l'hypertension artérielle (HTA) ne sont pas aisés à identifier, et souvent elle n'en donne même aucun. Ainsi, environ 50 % des personnes diagnostiquées hypertendues l'ignoraient.¹ Voilà pourquoi il faut faire prendre sa tension régulièrement, surtout après 40 ans. Par ailleurs, des signes doivent alerter : fatigue, essoufflement, maux de tête persistants... On définit une hypertension artérielle à partir de 140/90 mmHg (14/9), signifiant ainsi une pression du sang trop importante dans les artères. Ce dérèglement accroît de façon significative les risques d'AVC, d'infarctus et d'insuffisances rénales.

¹ Source : Étude nationale nutrition santé (ENNS).



La sédentarité est mauvaise pour le cœur.

Depuis 40 ans, la Fédération française de cardiologie se mobilise chaque année avec l'opération « Parcours du cœur », afin de mettre l'accent sur l'importance de l'activité physique pour la prévention des maladies cardiovasculaires, première cause de décès dans le monde. Ainsi, à raison de 30 minutes d'activité d'endurance quotidienne (marche rapide, natation, vélo...), on parvient à réduire les risques de mortalité de 25 à 30 %¹ et à diminuer les menaces de récides. L'activité physique entraîne en effet une baisse de la pression artérielle, du taux du mauvais cholestérol et de l'hormone du stress, ainsi que de la fréquence cardiaque, et une meilleure oxygénation. Le sang s'en trouve fluidifié, les artères assouplies et le cœur renforcé. Attention néanmoins à ne pas faire du sport en excès. N'hésitez pas, surtout après 40 ans, à consulter

un médecin qui pourra vous prescrire un électrocardiogramme et/ou un test d'effort avant de vous lancer.

Source : ¹ Fédération française de cardiologie.



Il n'existe qu'une sorte de diabète.

On parle de diabète quand l'insuline, sécrétée par les cellules bêta des îlots de Langerhans situées dans le pancréas, ne parvient plus à réguler la glycémie. Le taux de glucose dans le sang est alors anormalement élevé (hyperglycémie chronique). Dans le cas de diabète de type 1 (insulinodépendant), maladie auto-immune touchant principalement des sujets jeunes ayant un terrain génétique prédisposé, ces cellules sont détruites sans que l'on ne sache encore pourquoi. Dans ce cas, un traitement en apport d'insuline (injections ou pompe) est nécessaire. Lorsqu'il s'agit de diabète de type 2 (non insulinodépendant), maladie évolutive due à une mauvaise alimentation et à la sédentarité chez les sujets de plus de 40 ans génétiquement prédisposés, l'insuline n'est plus sécrétée en quantité suffisante. Le traitement démarre par des mesures hygiène-diététiques. Si elles ne suffisent pas, des médicaments peuvent être prescrits en plus.

ON COMPTE
ENVIRON
120 000

infarctus
par an en
France.****

PLUS DE
3 MILLIONS
de personnes
en France
seraient
diabétiques** et
entre 500 000
et 800 000
ignoraient
être atteintes.



La prévalence du diabète justifie des mesures de prévention adéquates.

Mal au dos ?

Genou gonflé ? Epaule qui craque ?

Le livre à lire absolument

Un français sur quatre se plaint de douleurs articulaires : mal au dos, aux genoux, aux épaules, ... Les causes de ces douleurs peuvent être multiples. Or pour vous débarrasser de vos douleurs, il est essentiel d'être bien informé !

Savez-vous que la première cause de douleur est l'arthrose ?

Mais qu'est ce que l'arthrose ? Etes vous un sujet à risque ? Qu'est ce qui peut déclencher l'arthrose ? Quels sont les signes et les conséquences de l'arthrose ? Comment l'arthrose peut-elle évoluer ?

Le Docteur Pichard répond à toutes ces questions dans son livre : Arthrose Arthrite et Rhumatismes - Mieux connaître pour Mieux guérir

Vous avez mal au dos ?

Si vous avez régulièrement des douleurs dans le dos, **méfiez-vous** ! Ces douleurs sont trop souvent considérées comme banales, habituelles, ... mais brutalement, vous vous retrouvez coincé par un lumbago... Et vous risquez ensuite d'être cloué au lit par une sciatique !

Avec le livre du Docteur Pichard, apprenez à reconnaître les premiers signes dont il faut se méfier pour éviter le lumbago ou la sciatique.

D'autres causes de douleurs

Le Docteur Pichard vous explique comment s'installe : une arthrite (les signes, l'évolution, les risques), une tendinite (avec toutes ses conséquences), une ostéoporose...

Et vous trouverez bien d'autres informations pour mieux connaître l'origine de la douleur, mieux dialoguer avec le médecin traitant, mieux comprendre le traitement prescrit et finalement mieux se soigner pour mieux guérir.

Les douleurs qui vous gâchent la vie : ça suffit !

Alors lisez vite le livre du Docteur Pichard : Arthrose Arthrite et Rhumatismes - Mieux connaître pour Mieux guérir. Une présentation claire et précise. Livre de 128 pages - 14 euros

Le Docteur Pichard, Médecin et Nutritionniste, s'est spécialisé dans les problèmes de prévention et de traitement par les médecines douces et naturelles. Il a publié de nombreux articles ainsi que huit ouvrages.

Je commande le livre du Docteur Pichard : Arthrose, Arthrite et Rhumatismes - Mieux connaître pour mieux guérir

Nom _____ Prénom _____

Adresse _____

Code Postal _____ Ville _____

Je joins 14 Euros : par chèque ou par mandat à l'ordre des Editions ORFISA. **A retourner à :**

EDITIONS ORFISA 24 rue Saint Ferdinand - 75017 PARIS

PRÉVENTION



Les radicaux libres sont bons pour la santé.



Bien au contraire, car ce sont des dérivés de l'oxygène produits par l'organisme qui abîment nos cellules en les oxydant (un peu comme s'ils les faisaient « rouiller »). Les polluants, la cigarette, l'alcool, les UV, etc., activent également leur formation. Produits en excès, les radicaux libres sont néfastes pour notre santé. Mais nous disposons d'une arme efficace pour limiter leur action : consommer des aliments riches en antioxydants (vitamines C, E, bêta-carotène, sélénium...) tels que les fruits et légumes, les fruits de mer et les poissons gras.

L'EXCÈS DE SEL SERAIT RESPONSABLE DE QUELQUE 75 000 accidents cardiovasculaires et 25 000 décès chaque année.*

Manger moins salé protège notre système cardiovasculaire.



S'il est indispensable au bon fonctionnement de l'organisme, le sel (chlorure de sodium) peut, lorsqu'il est consommé en excès, s'avérer nocif. L'une des principales conséquences de cette surconsommation chronique, c'est d'augmenter fortement le risque d'hypertension artérielle, et donc le risque de maladies cardiovasculaires. Cela favoriserait même le cancer de l'estomac. Alors que nos besoins physiologiques sont d'environ 2 g/ jour et que l'OMS a fixé à 5 g/j le seuil maximal à ne pas dépasser, nous en avalons en moyenne 10 g/jour pour les hommes

et 8 g/jour pour les femmes¹. Ce n'est pas la salière posée sur la table la plus dangereuse, mais la consommation de produits salés ou/et transformés : pain, biscottes, charcuterie, soupes et plats tout prêts, chips, gâteaux apéritifs, fromages, pizzas, quiches, viennoiseries, sauces, conserves... À eux seuls, ils représenteraient 80% de nos apports en sel.

¹ Source : ANSES.

Les oméga 3 préservent notre santé.



On en entend constamment parler, mais de quoi s'agit-il ? Ce sont des acides gras polyinsaturés indispensables à



OUI IL EST DANGEREUX DE FAIRE CROIRE QUE LES MÉDICAMENTS SONT DES PRODUITS DE CONSOMMATION COURANTE

OUI POUR VOTRE SANTÉ ET VOTRE SÉCURITÉ, TOUS LES MÉDICAMENTS DOIVENT ÊTRE DISPENSÉS EN PHARMACIE

OUI LES MÉDICAMENTS EN FRANCE SONT LES MOINS CHERS D'EUROPE

OUI LA CONCURRENCE EXISTE ENTRE PHARMACIES

OUI VOTRE PHARMACIE EST PRÈS DE CHEZ VOUS ET ASSURE LES GARDES DE NUIT ET LES DIMANCHES

OUI À UNE RELATION HUMAINE DE CONFIANCE ET DE PROXIMITÉ

POUR VOTRE SANTÉ



Chapeau et lunettes de soleil pour se protéger du soleil, dès le plus jeune âge.

la vie, que notre organisme ne peut pas produire et qui proviennent exclusivement de notre alimentation. Leur rôle est fondamental car ils sont indispensables au bon développement et au bon fonctionnement du cerveau, ils améliorent la fluidité du sang et l'élasticité des vaisseaux et réduisent donc le risque de maladies cardiovasculaires. Parmi les aliments riches en oméga 3 : les poissons gras comme le maquereau, la sardine, le saumon..., les graines de lin et les huiles de colza, de noix et de soja.

Certains aliments permettaient de limiter les risques de cancer.

Ce serait le cas de ceux riches en antioxydants. Parmi eux : le jus de grenade, le thé vert, les choux (brocolis en particulier), le curcuma, les tomates et les poissons gras. Inscrivez-les plus souvent à vos menus !

Les lycopènes protégeraient du cancer de la prostate.

En France, le cancer de la prostate est le cancer le plus fréquent chez l'homme¹. Une étude² menée sur 14 000 hommes

(de 50 à 69 ans) a conclu que ceux qui mangeaient plus de 10 tomates (ou ses dérivés : jus, coulis...) par semaine (soit environ 1,5 kg), voyaient cette menace diminuer de 18%. Cela est sans doute lié à un élément chimique contenu dans le lycopène (pigment qui leur donne leur belle couleur rouge), puissant antioxydant de la famille des caroténoïdes capable de neutraliser les radicaux libres. Mais les preuves formelles de ces conclusions ne sont pas encore apportées. En attendant, les chercheurs mettent en garde contre l'utilisation de produits enrichis en lycopènes.

¹ Source : Inserm.

² Publiée dans la revue *Cancer Epidemiology*.

Pour éviter DMLA, il faut protéger ses yeux du soleil.

La DMLA (dégénérescence maculaire liée à l'âge) est une maladie dégénérative de la rétine d'évolution chronique qui débute généralement après 50 ans. Elle entraîne une perte progressive de la vision centrale. Plusieurs facteurs de risques sont connus : le tabac, l'hérédité, le vieillissement et le soleil. En effet, la rétine, qui couvre le fond de l'œil,

ENVIRON
1,5
MILLION DE
FRANÇAIS
souffrent
de DMLA.**

15 000
PERSONNES
meurent
chaque année
en France
d'un cancer dû
à l'alcool.***

LE PLAN
cancer
2014-2019
a pour objectif
de réduire
de moitié le
nombre de
décès lié à
la maladie
d'ici 20 ans,
en portant
l'essentiel de
ses efforts sur
la prévention

est particulièrement sensible à la nocivité des rayons solaires. Pour protéger ses yeux et limiter les risques de DMLA, il est conseillé de porter un chapeau et des lunettes filtrantes (indice 2 ou 3), et non simplement teintées.

Pour vivre vieux,
il faut conserver une vie
sociale.



Certes, l'hérédité contribue (entre 20 et 30%)¹ à la longévité, mais pour le reste, il en va de nos pratiques : alimentation, activité physique et... sociabilité. Une étude américaine¹ affirme qu'un sentiment de grande solitude peut accroître de 14% le risque de mort prématurée chez une personne âgée. En effet, cela peut entraîner un sommeil perturbé, une tension artérielle élevée, un état dépressif... Il est donc important de ne pas rester seul et de garder une vie sociale. Cela oblige à sortir, bouger, réfléchir et conserver une bonne estime de soi.

¹ Source : CNSA (Caisse nationale de solidarité pour l'autonomie des personnes âgées et des personnes handicapées).

L'alcool est la
deuxième cause
de cancers
évitables après
la cigarette.



Avec près de 150 000 morts par an, le cancer est la première cause de décès en France. Entre 40% et 50% de ces décès pourraient être évités grâce au respect de quelques recommandations¹. C'est le cas notamment des cancers liés au tabac et à l'alcool. Pour les éviter, deux mesures s'imposent d'elles-mêmes : ne pas fumer et limiter la quantité d'alcool bue à chaque occasion de consommation, ainsi que la fréquence de ces occasions.

¹ Source : Plan cancer 2014-2019.

De la palmeraie à l'assiette, tout savoir sur l'huile de palme durable

Aujourd'hui objet de toutes les controverses, l'huile de palme pourrait devenir demain une carte maîtresse - et durable - pour répondre au défi mondial de nourrir 9 milliards d'êtres humains en 2050.



**Pourquoi a-t-on besoin
d'huile de palme ?**
p. 112

**L'huile de palme est elle
mauvaise pour la santé ?**
p. 113

**Les acteurs se mobilisent
pour une filière durable**
p. 114

**Le portrait
du palmier à huile**
p. 118

Pourquoi a-t-on besoin de l'huile de palme ?

Du côté des industriels, ce sont avant tout ses qualités technologiques et son prix compétitif qui en font un produit recherché. A l'échelle de la planète, sa productivité représente un atout incontestable pour nourrir 9 milliards d'êtres humains en 2050.

Mal connue et peu cuisinée en France, l'huile de palme est en revanche une matière grasse très populaire dans le monde, utilisée surtout en

Asie et en Afrique comme huile de table.

Introduite en Europe au début du XX^e siècle, elle a connu un véritable engouement de la part des industriels à partir des années 80. C'est probablement un argument santé qui porte les premiers pas de son succès ; une gageure quand on connaît les controverses actuelles. A l'époque, les industriels sont en effet habitués à travailler avec des huiles qu'ils doivent hydrogéner pour obtenir une texture crémeuse à température ambiante. Or ce procédé entraîne la formation d'acides gras *trans*, dont les effets néfastes sur la santé cardiovasculaire sont dénoncés depuis quelques années. Contrairement à ses concurrentes

Les qualités naturelles de l'huile de palme font d'elle un ingrédient précieux pour les industries agroalimentaires.

de l'époque, l'huile de palme possède naturellement une texture semi-solide à température ambiante. Donc avec elle, pas d'hydrogénation, ni d'acides gras *trans*.



Aujourd'hui, c'est un faisceau d'avantages qui conforte sa place de choix auprès des industriels : sa texture, qui permet de donner du croustillant et du croquant aux aliments ; sa résistance à l'oxydation et aux fortes températures, qui améliore leur conservation ; et enfin, son prix attractif grâce à l'excellente productivité du palmier à huile.

Nourrir une population croissante

Demain, c'est le défi alimentaire mondial qui portera sans aucun doute l'huile de palme. Avec un rendement à l'hectare 6 à 10 fois plus élevé que les autres oléagineux (soja, colza, tournesol) - et qui devrait encore progresser grâce aux efforts de la recherche et à l'amélioration des pratiques culturales -, la culture du palmier à huile apporte une réponse aux besoins croissants en matières grasses de la planète, dans un contexte de moindre disponibilité des terres agricoles.

INTERVIEW



Odile MORIN

CHARGÉE DE
COMMUNICATION
SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE

L'ITERG, Institut des Corps Gras, est spécialisé dans les huiles et matières grasses d'origines végétales et animales.

Outre son coût avantageux expliqué par une grande disponibilité, c'est la composition même de l'huile de palme qui en fait son atout, pour les industriels.

Parce qu'elle contient :

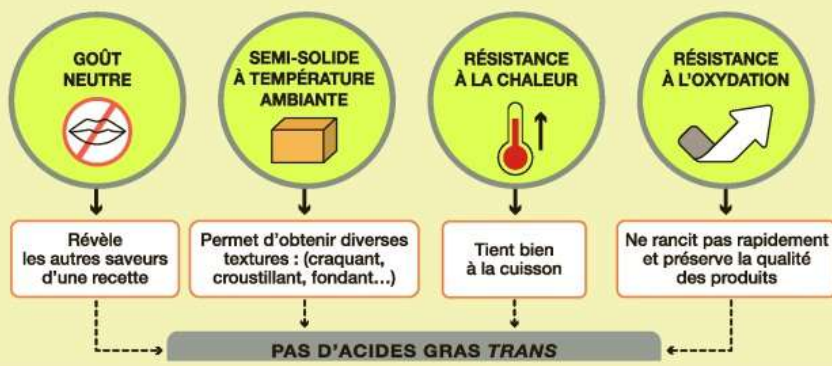
- 50 % d'acide palmitique (*acide gras saturé*),
- 10 % d'acide oléique (*acide gras monoinsaturé*),
- 10 % d'acide linoléique (*acide gras polyinsaturé*),

cette huile :

- possède une consistance naturelle utile pour certaines recettes où elle apportera de la texture (plasticité, croustillant, croquant...),
- joue son rôle de nutriment en apportant de l'énergie,
- résiste bien à l'oxydation et à la chaleur (thermo-oxydation).

Toutes ces caractéristiques font d'elle une huile bien adaptée dans les recettes réclamant à la fois de la consistance pour assurer la tenue de produits tels que les pâtes à tartiner et les pâtes feuilletées, mais aussi de la stabilité en conservation et à l'utilisation.

Les propriétés de l'huile de palme



L'huile de palme est-elle mauvaise pour la santé ?

**On lui reproche sa richesse en acides gras saturés
et on la soupçonne d'être cachée dans de nombreux aliments.**

**Mais dans le cadre d'une alimentation équilibrée,
l'huile de palme n'a aucun impact négatif sur la santé
et sa consommation reste modérée chez les Français.**

Sa richesse en acides gras saturés (environ 50 % - principalement de l'acide palmitique -, contre moins de 20 % pour la plupart des autres huiles végétales) lui a ouvert les portes de l'industrie agroalimentaire. C'est en effet grâce aux acides gras saturés que l'huile de palme est naturellement semi-solide à température ambiante. De nombreuses études épidémiologiques rapportent qu'un excès de matières grasses saturées a un effet négatif sur le taux de cholestérol. Mais aucun lien direct n'est toutefois établi scientifiquement avec la santé cardiovasculaire à ce jour. Ces maladies dépendant de nombreux facteurs (contexte nutritionnel et hygiène de vie globale notamment), il est très difficile d'évaluer l'impact de chacun de ces facteurs pris séparément. Le principe de précaution s'applique néanmoins, et il est recommandé de consommer en quantité raisonnable les aliments et ingrédients riches en acides gras saturés.

Un profil nutritionnel complexe

Si l'huile de palme est riche en acide palmitique dont une consommation trop importante est déconseillée, son profil nutritionnel ne se limite pas à cet acide gras. Elle contient également de l'acide oléique, des acides gras mono-insaturés, et même

des poly-insaturés (cf schéma ci-dessous). Son profil lipidique est certes moins favorable que l'huile de colza ou de soja, mais elle n'a pas les mêmes usages que ces dernières : elle est plus stable à la cuisson et ne nécessite pas d'hydrogénation. Et comme toutes les huiles végétales, l'huile de palme ne contient pas de cholestérol. Elle est par ailleurs riche en vitamine E (tocophérols), qu'elle conserve en grande partie à l'état raffiné, ce qui lui permet de ne pas rancir. Enfin, à l'état brut, elle est naturellement riche en bêta-carotène : elle en contient environ 15 fois plus que la carotte.

Au final, avec ses qualités et ses défauts, l'huile de palme a tout à fait sa place dans une alimentation équilibrée, à condition, bien sûr, que sa consommation reste modérée comme pour toutes les matières grasses.



Contribution de l'huile de palme aux apports en acides gras saturés des Français

Une enquête récente du CREDOC (Centre de Recherche pour l'Étude et l'Observation des Conditions de vie) montre que la consommation d'huile de palme moyenne des français s'élève à 2,8 g par jour. L'huile de palme étant constituée pour moitié d'acides gras saturés, la consommation d'acides gras saturés provenant de l'huile de palme correspond à environ 5 % des apports conseillés pour un apport moyen de 2000 kcal, soit une contribution minoritaire. L'estimation du CREDOC est inférieure à celle de 5,5 g d'huile de palme par jour communiquée jusqu'à maintenant par les différents acteurs de la filière qui se fondaient sur les quantités importées pour l'agroalimentaire (126 000 tonnes par an) divisées par le nombre d'habitants (65 millions).

INTERVIEW



**Bernard
GUY-GRAND**

COORDINATEUR
DE L'ÉTAT DES LIEUX
DU FOND FRANÇAIS
POUR L'ALIMENTATION
ET LA SANTÉ SUR
L'HUILE DE PALME

Que disent les études scientifiques sur l'huile de palme et son impact sur la santé ?

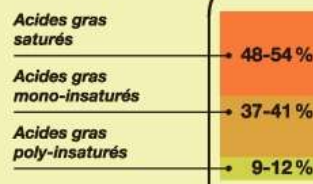
Le Fond Français pour l'Alimentation et la Santé a dressé un état des lieux complet sur l'huile de palme : peu d'études concernent l'impact spécifique de l'huile de palme raffinée sur la santé. Son acide gras majoritaire, l'acide palmitique, « saturé », augmente à la fois le « mauvais » et modestement le « bon » cholestérol, dans des études portant sur des consommations importantes de cette huile, et de ce fait peut augmenter le risque de maladie cardiovasculaire.

Doit-on limiter la consommation d'huile de palme ?

Une forte consommation de matières grasses, dont l'huile de palme, n'apparaît pas souhaitable. Cependant, chez un sujet normal avec une alimentation diversifiée, des quantités modérées d'acide palmitique, présent dans beaucoup d'huiles, ne semblent pas poser de problèmes. Une réduction des graisses saturées ne semble nécessaire que chez les sujets à risque, de forte corpulence et/ou avec trop de cholestérol.

COMPOSITION EN ACIDES GRAS DE L'HUILE DE PALME

Tableau de
composition
en acides gras :



Les acteurs se mobilisent pour une filière durable

Après avoir été le symbole de la déforestation, l'huile de palme deviendra-t-elle un cas d'école de filière devenue durable ? C'est ce que laissent espérer les progrès accomplis depuis le cri d'alarme de Greenpeace lancé en 2010.

En quelques décennies, le développement rapide et peu concerté de la culture du palmier à huile a conduit à des excès faisant de cette espèce un emblème « facile mais erroné » de la déforestation. De 3,6 millions d'hectares en 1961, les surfaces cultivées sont passées à 17,3 millions en 2012 (source FAO), un accroissement fulgurant concentré principalement sur deux pays : l'Indonésie et la Malaisie, qui fournissent à eux seuls 87 % de la production mondiale.

Les dégâts collatéraux sont connus, avec en premier lieu le recul des dernières forêts tropicales mondiales.

Le palmier à huile a un rendement à l'hectare 6 à 10 fois plus élevé que les autres oléagineux.



Grâce notamment aux actions des ONG, les acteurs de la filière ont aujourd'hui conscience de la nécessité de produire dans de meilleures conditions économiques, sociales et environnementales. Beaucoup d'entre eux se sont engagés au cours des dernières années dans des politiques « zéro déforestation » conduisant au développement raisonné des plantations et à la préservation des écosystèmes forestiers et tourbeux.

Une réponse au défi alimentaire mondial

Une voie de développement durable existe pour la culture du palmier à huile, qui protège à la fois la biodiversité et les forêts et garantit un développement agricole pérenne aux pays producteurs. Le palmier à huile est particulièrement productif par rapport aux autres oléagineux, il produit 60 millions de tonnes d'huile pour 18 millions d'hectares cultivés dans le monde. Cette productivité est à comparer à celle du soja (43 millions de tonnes d'huile pour 110 millions d'hectares) ou du colza (25 millions de tonnes d'huile pour 36 millions d'hectares). Il produit six fois plus d'huile que le colza et huit fois plus que le soja à surface égale. C'est donc un atout considérable pour répondre aux besoins alimentaires d'une population mondiale croissante. Avec les programmes de recherche en cours sur l'intensification écologique des systèmes

De la palmeraie à l'huile de palme raffinée

OÙ PLANTER ?

NON



ZONES PROTÉGÉES

Les zones de haute valeur de conservation (HVC) désignent :

- > HVC environnementales (forêts primaires, tourbières),
- > HVC sociales : zones sanctuaires (cimetières, espaces sacrés),
- > HVC économiques : cultures vivrières ou zones d'activités.

OUI



ZONES FAVORISÉES

Les zones de cultures sont principalement choisies en remplacement d'autres cultures (caoutchouc, noix de coco), ou sur des terres ayant bénéficié du libre consentement des populations locales.

CHOIX DES SEMENCES LES PLUS PRODUCTIVES

SENSIBILISATION DES PRODUCTEURS

Les herbicides sont utilisés uniquement sur les jeunes plants. L'application fractionnée des engrais permet de ne pas polluer les eaux.

RÉCOLTES

Elles se font tout au long de l'année. Les régimes de fruits mûrs sont ensuite acheminés à l'huilerie la plus proche.



PRODUCTIVITÉ +315%

Entre 1951 et 1991, la productivité de l'huile de palme permet de limiter les besoins en terres agricoles.

de production, l'homme est encore capable d'améliorer les rendements tout en préservant l'environnement. Grâce à la sélection génétique et aux progrès réalisés dans la gestion de l'utilisation des engrais, la productivité a augmenté de 315 % entre 1951 et 1991.

Les plantations familiales sont d'une grande diversité de taille ; près de la moitié de l'huile de palme produite dans le monde provient de petits producteurs (La définition de « petit producteur » varie de 2 à 40 hectares par famille, suivant les gouvernements ou les ONGs). D'ambitieux programmes en partenariat privé/public sont mis en place dans plusieurs pays pour que les petits producteurs aient accès aux semences sélectionnées, aux crédits et aux engrais (voir l'interview d'Alain Rival, page suivante), qui garantissent de hauts rendements sur plusieurs décennies.

Près de la moitié de l'huile de palme produite dans le monde provient de petits producteurs.

Un facteur de développement pour les pays du Sud

Les palmeraies et les huileries, ainsi que l'ensemble des services liés à la production, contribuent à développer l'économie locale dans des régions rurales isolées. Dans le monde, ce sont plus de 10 millions de personnes qui vivent



directement ou indirectement de cette culture. En une génération, elle a permis aux populations locales de sortir durablement de la pauvreté, en leur donnant accès à des infrastructures modernes : réseaux routiers, réseaux sanitaires, écoles ou encore hôpitaux. Sans compter sur la stabilité que peut apporter la culture du palmier à huile, liée à son rendement et à ses cycles de plantation très espacés (15 à 20 ans), appuyant ainsi le développement rural sur plusieurs générations.

INTERVIEW



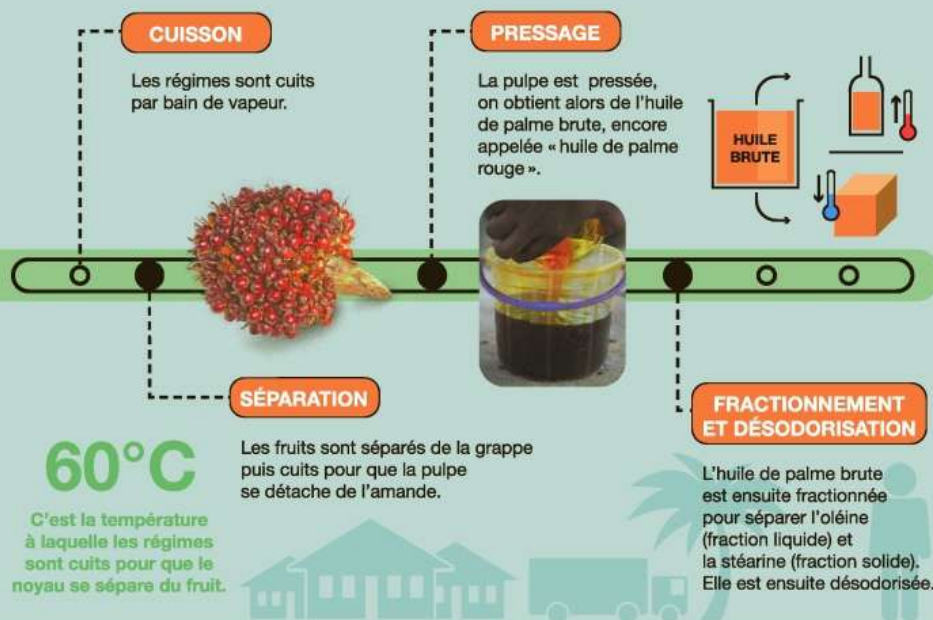
Jérôme FRIGNET

CHARGÉ
DE CAMPAGNE
FORÊTS,
GREENPEACE

La production d'huile de palme est, à juste titre, associée à la déforestation tropicale, à la disparition d'espèces animales telles que l'orang-outan ou le tigre de Sumatra et aux changements climatiques (émissions considérables de CO₂ liées au déboisement et au drainage des tourbières). En Indonésie, premier producteur mondial, les autorités estiment que les plantations de palmiers ont causé le quart des déboisements totaux du pays ces dernières années. A ces impacts environnementaux globaux s'ajoutent des conséquences plus locales, conflits sociaux liés à la propriété et à l'usage des terres, érosion des sols et pollution des eaux, etc. Le prix à payer, environnemental et social, pour cette matière première parfois qualifiée de « miraculeuse », est donc très élevé.

Depuis quelques années, une prise de conscience grandissante au niveau de l'opinion et de l'industrie permet d'envisager des solutions. Les principaux producteurs et négociants du secteur (à l'instar du géant mondial Cargill) se sont engagés à une production « Zéro Déforestation » et respectueuse des droits et du choix des populations locales. La mise en pratique de ces engagements n'est pas simple et les déboisements ne cesseront pas du jour au lendemain, mais la nouvelle dynamique enclenchée dans ce secteur paraît irréversible.

D'autant que les autorités des pays concernés commencent à suivre le mouvement : le Liberia vient d'annoncer la mise en place d'une réglementation zéro déforestation dans le secteur agricole. Une première, dans un pays encore largement forestier où se profilent de très gros projets de plantation. Il est urgent que d'autres pays producteurs s'en inspirent.



De la RSPO aux politiques zéro déforestation



2004 Création de la RSPO (Round Table for Sustainable Palm Oil), initiative internationale pluripartite proposant un système de certification, première étape vers une huile de palme durable.

2,4 millions d'hectares
C'est le nombre d'hectares certifiés par la RSPO depuis 2004. D'après la RSPO, aujourd'hui, l'huile de palme certifiée représente 11,1 millions de tonnes, soit 18% de la production mondiale.

1 689 C'est le nombre de membres dans plus de 70 pays que comptait la RSPO fin 2013. La plupart des acteurs non-gouvernementaux (privés et ONG) de la filière sont représentés : semenciers, producteurs, raffineurs, industriels, ONG, distributeurs...

Aller plus loin

Au travers de politiques Zéro Déforestation, la filière s'engage aujourd'hui vers des pratiques plus strictes qui permettent la protection de toutes les forêts tropicales (primaires et dégradées) ainsi que des tourbières tropicales qui sont en danger.



INTERVIEW

Alain RIVAL

AGRONOME, CORRESPONDANT POUR
LA FILIÈRE PALMIER À HUILE AU CIRAD

Le CIRAD est un établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC) français spécialisé dans la recherche agronomique appliquée aux régions chaudes.



L'intensification écologique de la production d'huile de palme : un potentiel insoupçonné

Préserver la biodiversité tout en permettant le développement agricole : comment concilier les deux ?

La planification du paysage, en concertation avec les populations locales, est l'une des clés de la réussite de la cohabitation entre plantations et zones forestières. Elle consiste à identifier les forêts à « haute valeur de conservation » et à les entourer de zones tampon. Ces forêts revêtent une importance cruciale en raison de leur diversité biologique et de leurs valeurs environnementale, socio-économique, religieuse ou paysagère. Les zones tampon, installées entre ces forêts et les plantations, permettent une activité humaine raisonnée : cultures vivrières, fruitiers, caoutchouc, plantes médicinales ou même écotourisme. Cette pratique permet d'éviter la destruction de la biodiversité et l'exploitation forestière non contrôlée qui se produisent lorsque les plantations sont installées en bordure de forêt primaire.

La protection des zones à haute valeur de carbone, comme les tourbières, pourrait mieux être appréhendée pour éviter la destruction des forêts tropicales et réduire l'émission de gaz à effet de serre.

Mais que faire des zones déjà déboisées ?

Dans les zones dédiées à la monoculture du palmier à huile, il s'agit aujourd'hui de produire plus et mieux en exploitant les caractéristiques naturelles de la plante et en recyclant les effluents des usines d'extraction d'huile. Grâce à l'amélioration des

pratiques agricoles et à l'adoption des semences sélectionnées, les gains en rendements du palmier ont été de plus de 1% par an depuis la fin des années 50, une intensification raisonnée qui diminue d'autant le besoin en nouvelles terres agricoles et ainsi la déforestation.

Quelles applications pratiques en plantation ?

Cette intensification écologique passe par l'utilisation de semences améliorées, l'optimisation de l'utilisation des engrais, la valorisation de la biomasse, le recyclage des effluents d'huileries... C'est le travail du CIRAD que de conduire des recherches en partenariat avec des acteurs publics et privés afin, d'abord, d'améliorer de manière récurrente le matériel végétal puis d'anticiper, et d'accompagner l'évolution des bonnes pratiques agricoles : il s'agit d'obtenir de meilleurs rendements avec un impact minimal sur les hommes et leur environnement.

D'autres atouts rendent possible la mise en place d'une filière durable d'huile de palme certifiée : la plante fait naturellement preuve d'une bonne résilience aux changements climatiques et d'une grande plasticité agronomique en pouvant s'adapter à des systèmes de culture très variés. En outre, la majorité des maladies dont souffre le palmier à huile ont déjà trouvé des solutions biologiques (semences résistantes ou tolérantes en Afrique et Asie ; production d'hybrides entre palmiers africain et américain pour la résistance à la pourriture du cœur en Amérique Latine).

Modes d'emploi d'une plantation durable



AGRICULTURE RAISONNÉE

LUTTE NATURELLE CONTRE LES NUISIBLES



- > Installation de pièges à insectes
- > Défrichage et nettoyage des sols afin de limiter la propagation des nuisibles.

INTRODUCTION D'ESPÈCES NATURELLES



- > Introduction de rapaces et de serpents pour limiter la prolifération de rats et des insectes.
- > Utilisation de plantes dites **benéfiques** sur lesquelles les ravageurs viennent se nourrir.



VALORISATION DES COPRODUITS

RECYCLAGE DES DÉCHETS



- > Engrais naturels : utilisation des rafles (trunks des régimes) comme engrais pour limiter l'apport d'engrais chimiques.
- > **Alimentation pour le bétail** : avec les restes de fruits.

BIOGAZ



- > **Bioénergie** : utilisation des fibres comme combustibles (indépendance énergétique des huileries et alimentation des villages voisins).
- > **Méthane** : Produit à partir des déchets fermentés d'huileries.

Comment savoir si l'huile de palme est durable ?

Jusqu'à fin 2014, la réglementation européenne n'impose pas de préciser les espèces végétales utilisées sous la dénomination « huile végétale ». En outre, les produits manufacturés qui peuvent utiliser un étiquetage RSPO sont encore peu nombreux (233 licences à ce jour). Néanmoins, les entreprises sont de plus en plus nombreuses à s'approvisionner auprès de filières durables. L'information est souvent relayée sur leur site internet, sous les termes « huile de palme certifiée » ou « huile de palme durable ». Les ONG comme Greenpeace, WWF, Rainforest Alliance ou The Forest Trust communiquent quant à elles régulièrement sur les « bons » et les « mauvais » élèves.



LES ENTREPRISES AGRO-ALIMENTAIRES FRANÇAISES SE MOBILISENT



**ALLIANCE FRANÇAISE
POUR UNE HUILE
DE PALME DURABLE**

Créée en 2013, l'Alliance Française pour une Huile de Palme Durable regroupe des syndicats interprofessionnels et des entreprises agroalimentaires dont

l'objectif est de développer, puis généraliser, l'utilisation de l'huile de palme durable. L'ensemble de ses membres s'engage à utiliser une huile de palme 100 % certifiée RSPO d'ici 2015, et vise des conditions encore plus strictes pour 100 % de ses approvisionnements d'ici 2020 (voir ci-dessous).

Pour l'Alliance, une huile de palme durable, c'est :

- Une huile d'origine connue et par conséquent traçable,
- Une huile sans impact sur la déforestation et qui respecte les écosystèmes à haute valeur de conservation,
- Une huile issue de pratiques culturelles respectant les forêts à haute valeur en carbone,
- Une huile issue de pratiques culturelles qui préservent l'intégralité de toutes les tourbières,
- Une huile qui ne provient pas de plantations qui ont recours à la culture sur brûlis,
- Une huile qui protège les droits des travailleurs, des populations et les communautés locales, en respectant le principe du consentement libre, informé et préalable de ces communautés,
- Une huile qui favorise le développement des producteurs indépendants exploitant des surfaces modestes.

Pour en savoir plus : www.huiledepalmedurable.org

Le portrait du palmier à huile

Originaire d'Afrique, le palmier à huile (*Elaeis guineensis*) est aujourd'hui cultivé dans de nombreuses zones tropicales, principalement en Asie du Sud Est.

De tout temps, il a fourni aux populations humaines des ressources vivrières, des matériaux, des produits de soin ou d'hygiène.

Anatomie du palmier à huile

25 m

Le palmier à huile peut atteindre 25 à 30 m de haut. En plantation, sa croissance est d'abord très lente les 3 à 4 premières années, puis rapide jusqu'à 15 ans.

12 m

Lorsque le tronc (appelé stipe) atteint 12 mètres (au bout de 20 ans en moyenne), le palmier est remplacé car il est devenu trop haut pour être exploité.

600 à 3 000
fruits

A partir de sa troisième année, le palmier à huile produit toute l'année des régimes pouvant comporter chacun 600 à 3 000 fruits qui seront mûrs en près de 6 mois.



10 à 15
jours

La récolte est réalisée tous les 10 à 15 jours, pour sélectionner les fruits à maturité sur les différents palmiers de la palmeraie. Il s'agit d'une récolte manuelle, aucune méthode mécanique n'ayant réussi à s'imposer.

Quand le palmier est abattu, les palmes servent à faire des balais et à nourrir le bétail ; les fibres, à faire des paillasons ; le tronc, des toits ; et les racines sont utilisées en médecine traditionnelle.

Le régime :



Zoom sur le fruit :



HORS-SÉRIE

HORS-SÉRIE

SCIENCES
ET
AVENIR

SPÉCIAL CUEILLETTE

Huit conseils pour les trouver
et les reconnaître



Ni animal, ni végétal :
les dernières
découvertes

Des vertus
anti-cancer

Truffe : les secrets
de son arôme

Le monde extraordinaire des **CHAMPIGNONS**

© J. BROSZAN/MAGNET PHOTO - ARCA

en vente en kiosque

CONTEXTE Le 27 septembre, un volcan situé au centre de l'île de Honshu au Japon, est entré en éruption sans qu'aucune alerte n'ait été donnée. Plus de 50 randonneurs ont péri.

Pouvait-on prévoir l'éruption du volcan Ontake ?

VOLCANOLOGIE C'était un peu avant midi. Des randonneurs arpentaient les flancs de la splendide montagne Ontake quand une explosion soudaine a secoué le sol. Quelques minutes plus tard, dans un grondement terrifiant, une avalanche de cendres brûlantes a déferlé sur les promeneurs. Sans qu'aucune alerte n'ait été donnée. Pourtant, Ontake fait partie des 47 volcans très surveillés de l'archipel nippon — qui en compte 110. « *Ce mont est particulièrement bien "instrumenté"* », a confirmé à *Sciences et Avenir* Jean-François Lénat, responsable de l'équipe de volcanologie à l'Observatoire de physique du globe de Clermont-Ferrand. En outre, ce n'est pas la première fois que ce volcan se réveille. Il était déjà entré en éruption en 1979, 1991 et 2007. Pourquoi les volcanologues japonais n'ont-ils rien



vu venir ? D'autant que le volcan avait donné des signes de réveil 17 jours avant l'éruption, l'agence météorologique japonaise ayant détecté de nombreuses secousses.

Cendres et gaz volcaniques
au sommet du mont Ontake, trois jours après l'éruption meurtrière.

Si, *a posteriori*, il paraît simple d'affirmer que ces secousses étaient les signes précurseurs d'une éruption, les spécialistes rappellent qu'il en allait tout autrement

CONTEXTE La ministre de la Santé Marisol Touraine a annoncé le 8 octobre que le paquet de cigarettes sans marque serait obligatoire en France début 2016.

Le paquet de tabac « neutre » est-il dissuasif ?

ADDICTOLOGIE La France devrait être le premier pays européen à adopter, début 2016, le paquet de cigarettes dépourvu du logo de son fabricant, devançant ainsi le Royaume-Uni et l'Irlande qui ont également annoncé leur intention d'adopter cette disposition. À condition que le projet

franchisse le cap parlementaire. Le premier pays au monde à avoir fait ce choix est l'Australie (2012). Avec quelle efficacité ? Selon les bilans du ministère australien de la Santé, la proportion de fumeurs de plus de 18 ans serait passée de 15,9 % en 2010 à 13,3 % en 2013. De même, le taux de fumeurs âgés de

14 à 18 ans aurait diminué de 2,3 % en trois ans (de 15,1 % à 12,8 %). Mais cette baisse serait à relativiser selon le géant américain Philip Morris cité par le *Washington Post*, qui assure qu'en 2013, les ventes de cigarettes ont augmenté de 0,3 % en Australie. De plus, il reste difficile de savoir avec cer-

sur le moment. « En réalité, les volcans même dormants ont toujours une activité de fond, explique Jean-François Lénat. Et nombre de signaux (secousses suite à la fracturation des roches, déformation du sol, signaux chimiques se manifestant par des fumerolles...) sont identifiés sans que survienne une éruption dans les jours ou les semaines qui suivent. Les volcanologues japonais ont le savoir-faire technique et les budgets nécessaires pour surveiller leurs nombreux volcans. De plus, il y a eu d'énormes progrès techniques en volcanologie depuis trente ans. Mais l'explosion du mont Ontake nous rappelle que même aujourd'hui, on ne peut pas tout prévoir. »

Pour compliquer encore la tâche des volcanologues japonais, la croûte souterraine de l'archipel a été profondément modifiée par le puissant séisme de 2011 — qui a entraîné un tsunami meurtrier et la catastrophe de la centrale nucléaire de Fukushima. En effet, une étude publiée en juillet par l'Institut des sciences de la Terre (université Joseph-Fourier, Grenoble), en partenariat avec plusieurs instituts de recherche japonais, a montré combien la mécanique sismique des volcans avait alors été modifiée (lire S. et

A. n° 810, août 2014). « Depuis, on constate que les systèmes volcaniques ont été très perturbés, le nombre de signaux s'est accru, et le sol s'est anormalement déformé par endroits », rappelle Jean-François Lénat.

La poussée de vapeur a fait exploser la cime du volcan

D'après les analyses effectuées par l'Institut de recherche sur les tremblements de terre de Tokyo, l'éruption du mont Ontake serait du type phréatomagmatique. En d'autres termes, ce n'est pas une poussée du magma en fusion qui a fait exploser le sommet du volcan mais plutôt une poussée de vapeur. En effet, de l'eau provenant partiellement de l'infiltration des eaux pluviales, mais aussi de la détente des gaz contenus dans le magma, se serait accumulée dans des poches souterraines. Une activité magmatique accrue aurait alors mis en ébullition cette eau qui, en se vaporisant, aurait provoqué une inexorable montée de la pression exercée sur les roches. Et ce jusqu'à ce que la partie supérieure de la montagne cède brutalement sous l'effet de cette véritable Cocotte-Minute souterraine. ■

Erwan Lecomte
@Erwan_Lecomte

titude si la baisse du nombre de fumeurs est directement liée à l'adoption du paquet neutre ou à l'augmentation du prix qui atteint 12,5 % par an (l'équivalent de 14 € en 2013 contre environ 6,50 € en France). Quant à la cigarette électronique, sa vente est interdite en Australie.

Mais que dit la science sur l'efficacité du paquet neutre ? Une étude parue en 2008 dans le *British Medical Journal* montre que moins les paquets comportent d'éléments graphiques, moins ils sont attractifs pour les consom-

mateurs de tabac. Même conclusion d'une méta-analyse portant sur 28 publications parue en 2012. Une étude publiée en 2013 va même plus loin en affirmant que l'utilisation de paquets neutres incite de nombreux fumeurs à arrêter le tabac. Cependant, toutes ne concluent pas à une réelle efficacité. Ainsi, un travail britannique paru en août révèle que si la mesure était adoptée au Royaume-Uni, la baisse de la consommation de tabac serait au mieux... « modeste ». ■

Lise Loumé @LysLoume



Les manifestants de Hong Kong utilisent FireChat pour communiquer en dehors des réseaux mobiles et Internet.

LE MOT DU MOIS

FireChat

L'application mobile FireChat a été très utilisée par les manifestants à Hong Kong, depuis la fin septembre. Téléchargeable gratuitement, elle permet aux appareils de communiquer directement entre eux sans passer par des antennes-relais ni par des réseaux de fournisseurs d'accès à Internet. Un moyen pour les manifestants de parer à une éventuelle saturation du réseau voire à des coupures ordonnées par les autorités. FireChat établit un réseau dit *ad hoc*. « Chaque appareil devient un routeur et "voit" les autres appareils du réseau, explique Jean-Marie Bonnin, enseignant-chercheur à Télécom Bretagne. Ils communiquent grâce à l'adresse MAC [identifiant sur la carte réseau fixé par le constructeur] et non IP, ce qui empêche la localisation. » Les liaisons sont établies par Wi-Fi ou Bluetooth. L'utilisateur accède à la liste des membres du réseau mais il suffit de se connecter à un seul pour y entrer. Les messages circulent en transitant d'un appareil à l'autre. Le bon fonctionnement dépend de plusieurs critères : le nombre d'appareils, leur puissance, la distance, leur mobilité, leur répartition... « La qualité de service ne peut pas être garantie, estime Nicolas Hachet, ingénieur chez GFI Informatique. Mais ce type de réseau se prête parfaitement aux usages de type "chat" qui ne provoquent qu'un faible encombrement. » La prudence reste toutefois de mise pour des manifestants : tous les messages sont publics, FireChat n'est pas chiffré et il faut malgré tout se connecter à Internet pour télécharger l'application. ■

Quand le smartphone joue la simplicité

Ergonomie adaptée, icônes et caractères grossis, écoute amplifiée... les fabricants proposent des téléphones mobiles pratiques, destinés en priorité au troisième âge.

Quels sont les téléphones concernés ?

Les téléphones dits à technologie simplifiée sont spécialement destinés aux seniors, ou aux personnes malvoyantes et malentendantes. Ce sont soit des appareils fixes, soit des mobiles, y compris des smartphones. Nous nous intéressons ici uniquement aux appareils mobiles.

En quoi diffèrent-ils des appareils classiques ?

Ils disposent des mêmes fonctionnalités que les téléphones conventionnels, à la différence près que leur ergonomie est repensée pour permettre une utilisation la plus simple et intuitive possible. Côté clavier, les touches sont plus larges et accessibles ; l'affichage sur écran se fait en gros caractères très lisibles ; le son diffusé est plus puissant que celui des appareils conventionnels ; la sonnerie, très audible, peut atteindre 104 dB, et être parfois doublée d'un signal lumineux. Sur certains modèles, le nombre de touches est réduit au profit de touches préprogrammées. De couleurs vives, ou dotées d'un pictogramme, celles-ci composent directement le numéro d'appel choisi ou permettent de prendre directement une photo.

Qu'est-ce que les touches « mémoires photo » ?

Certains modèles permettent de personnaliser les touches en leur associant la photo du correspon-



dant dont le numéro est préprogrammé. Un dispositif destiné à simplifier la mémorisation.

Sont-ils compatibles avec les prothèses auditives ?

De nombreux téléphones seniors sont compatibles avec des prothèses auditives de n'importe

quel type, ce qui n'est pas le cas des téléphones conventionnels dont le son se révèle souvent inaudible pour les personnes appareillées. Pour utiliser cette fonction, il suffit de sélectionner le mode « téléphone » puis d'activer le mode « écoute avec prothèse sur le mobile » permettant la transmission du son vers la prothèse par induction magnétique.

Existe-t-il un système d'appel de détresse ?

Tous les modèles disposent, sur la face arrière du boîtier, d'une touche très accessible destinée à lancer en cas de malaise un SOS vers des proches ou un service spécifique, plusieurs numéros pouvant être programmés simultanément. De plus, certains constructeurs prévoient que les coordonnées GPS du point d'appel soient automatiquement transmises. Certains téléphones peuvent détecter directement la chute de leur porteur grâce à de petits accéléromètres identiques à ceux qui équipent les smartphones ou les tablettes pour réorienter automatiquement l'image affichée à l'écran.

D'autres modèles sont couplés à un bracelet ou à un médaillon porté par l'utilisateur du téléphone qui peut déclencher manuellement l'appel de détresse (voir l'infographie page ci-contre). Le dispositif détecte aussi l'absence de mouvements du por-

BERNARD MARTINEZ POUR SCIENCES ET Avenir

teur et donne l'alerte si la période d'inactivité dépasse une durée préétablie.

Peut-on accéder à Internet ?

Les fonctionnalités des téléphones mobiles pour seniors sont les mêmes que celles des smartphones conventionnels. Elles permettent d'accéder aux services en ligne, de naviguer sur le Web ou recevoir et envoyer des courriels. Là encore, l'utilisation, fondée sur le système Android, est simplifiée. Les icônes sont ainsi moins nombreuses et de plus grande dimension pour être très lisibles. La jeune société française Kpsys a même eu la bonne idée de proposer des smartphones disposant à la fois d'un écran tactile et d'un clavier conventionnel aux touches largement dimensionnées.

Existe-t-il des services spécifiques ?

Le téléphone peut garder en mémoire des adresses clés comme

Faciliter les débuts avec un mobile

La mise en service d'un téléphone mobile n'est pas toujours facile : une fois l'appareil en main, encore faut-il mettre en place la batterie, la carte SIM, garnir son répertoire ou programmer les touches d'appel automatique. Autant de points qui peuvent dérouter un senior. Certains opérateurs commencent à développer des services spécifiques. Ainsi, Bazile Télécom propose des téléphones « prêts à l'emploi », batterie et carte SIM déjà en place. De même, des opérateurs, et non des serveurs

vocaux, sont toujours disponibles pour répondre aux questions des utilisateurs, ou les aider, même lorsqu'il ne s'agit pas d'une urgence. Dans le même esprit, la société Datacet propose de nombreux services associés à un combiné téléphonique fourni lors de la souscription de l'abonnement au service. Enfin, diverses banques, comme le Crédit Mutuel, se sont impliquées dans ces services aux seniors, accompagnés ou non d'une assistance téléphonique.

celles des pharmacies, médecins, banques ou postes et leurs coordonnées GPS. Parallèlement, souvent en partenariat avec les fabricants de ces mobiles spécialisés, des services de téléassistance spécifiques à la personne se développent.

Les mises à jour sont-elles simplifiées ?

Oui. Afin d'éviter aux usagers de se faire du souci pour les mises à jour logicielles, par exemple, ou d'avoir à demander régulièrement

l'aide de leur entourage, certains modèles proposent la gestion à distance des paramètres du téléphone et de ses contenus. Pour en profiter, il suffit à un proche de télécharger sur son ordinateur une application permettant de prendre la main à distance sur le smartphone. Dès lors, après validation de l'accès par un mot de passe, la télémaintenance du téléphone peut être effectuée à distance.

Banc d'essai pages suivantes ►

Comment le téléphone appelle les secours

Équipé d'accélérateurs, l'appareil détecte la perte de verticalité, l'immobilisme de son porteur. Un GPS intégré renseigne sur le lieu et l'alerte est déclenchée automatiquement auprès des services de secours.



LES TÉLÉPHONES « SENIORS »



Thomson Serea 50



Emporia Glam



Huawei Ascend Y530

Prix indicatif*	34,90 €	99 €	99 €
Écran	Couleur 1,77" (45 mm) 160 x 128 pixels	Couleur 2,4" (61 mm) 240 x 320 pixels	Tactile couleur 4,5" (114 mm) 854 x 480 pixels
Clavier	Oui	Oui	Non
Touches programmables /SOS	Oui, 2 / Touche SOS à l'arrière du combiné	Oui, 5 / Touche SOS à l'arrière du combiné	Oui (icônes) / Non
Autonomie	140 h en veille, 4h 30 en communication	350 h en veille, 8 h en communication	Non précisé
Appareil photo	Non	Oui, 2 mégapixels	Oui, 5 mégapixels + caméra visiophonie
Compatible prothèse auditive	Non	Oui	Non
Son amplifié	Oui	Oui	Non
Socle de recharge	Oui	Oui	Non, recharge par micro USB
Dimensions/Poids	101 x 51 x 20,2 mm / 110 g	106 x 51 x 18 mm / 92 g	132,5 x 67 x 9,3 mm / 145 g
Les plus	2 numéros mémorisables en accès direct, lampe torche, socle de recharge	Appel successif de 5 numéros d'urgence, lampe torche, socle de recharge	Interface utilisateur simplifiée, design, prix
L'avis de SCIENCES AVENIR	Un modèle simple et efficace à prix serré. Il se décline également en version avec appareil photo et clapet (Serea 60, 49,90 €).	Un mobile à clapet aux touches très accessibles. Envoi simplifié de SMS et de photos. Une bonne ergonomie sous un faible encombrement.	Davantage réservé aux utilisateurs « technophobes » qu'aux seniors. Son interface propose de présélectionner les fonctions les plus utilisées.



Lenovo A-Plus



Yezz Andy AZ4.5



Essentiel B Facily Phone

Prix indicatif*	149 €	179 €	199 €
Écran	Tactile couleur 5" (127 mm) 854 x 480 pixels	Tactile couleur 4,5" (114 mm) 854 x 480 pixels	Tactile couleur 5" (127 mm) 960 x 540 pixels
Clavier	Non	Non	Non
Touches programmables /SOS	Oui (icônes) / icône SOS	Oui (icônes) / Touche SOS à l'arrière du combiné	Oui (icônes)
Autonomie	320 h en veille, 7 h en communication	480 h en veille, 16 h en communication (2G)	10 h en communication
Appareil photo	Oui, 5 mégapixels + visiophonie	Oui, 5 mégapixels + visiophonie	Oui, 8 mégapixels + caméra visiophonie
Compatible prothèse auditive	Non	Non	Non
Son amplifié	Non	Non	Non
Socle de recharge	Non, recharge par micro USB	Oui	Non, recharge par micro USB
Dimensions/Poids	142 x 73 x 9,5 mm / 162 g	137 x 68,5 x 11,2 mm / 149 g	72,5 x 148 x 8,6 mm / 146 g
Les plus	Localisation par GPS, double emplacement SIM	Localisation par GPS, rappel vocal des touches frappées, double emplacement SIM	Double emplacement SIM, télé-gestion du répertoire et des applications
L'avis de SCIENCES AVENIR	Un vaste écran doté d'icônes très lisibles. Les menus simplifiés ne gardent que l'essentiel. Il est possible de les personnaliser ainsi que l'écran d'accueil.	Ses menus, spécialement étudiés, simplifient l'utilisation notamment en privilégiant l'accès direct aux fonctions les plus employées.	Design et performant, il est géré sous Android 4.2.2. Ses icônes personnalisables rendent son utilisation simple. Il est même possible de leur adjoindre une photo.



Maxcom MM715BB

119 €

Couleur 1,77" (45 mm) 168 x 128 pixels

Oui

Oui 7 / Touche SOS à l'arrière du combiné + bracelet

200 h en veille, 4 h en communication

Oui, 1,3 mégapixels

Non

Non

Oui

115 x 51,5 x 11,9 mm / 82 g

Bracelet à liaison radio spécifique, programmation des touches 3 à 9

Le bracelet étanche qui lui est associé dispose d'une portée de 20 m dans une habitation, jusqu'à 100 m en extérieur. Sa pile interne a une durée de vie de 5 ans.



Doro Secure 580

129 €

Couleur 1,77" (45 mm) 160 x 128 pixels

Touches programmables

Oui, 4 / Touche SOS à l'arrière du combiné

350 h en veille, non précisé en communication

Non

Oui

Oui

127 x 56 x 15 mm / 104 g

Localisation par GPS, télé-gestion du répertoire

Des fonctionnalités réduites au strict nécessaire pour une utilisation simplifiée au maximum. Résistant aux projections d'eau (IP54), compteur Ligne de Vie.



Doro Liberto 820

249 €

Tactile couleur 4,5" (114 mm) 940 x 560 pixels

Non (touche menu)

Oui (icônes) / Touche SOS

400 h en veille, 16 h en communication

Oui, 8 mégapixels + caméra visiophonie

Oui

Oui

Oui

137 x 71 x 10 mm / 132 g

Localisation par GPS, son puissant, télé-gestion du répertoire et des applications

Depuis l'écran d'accueil, l'accès est direct vers les contacts et les principales fonctions. Paramètres et contenus peuvent être gérés à distance.



Kapsys Smart Connect

249 €

Tactile couleur 3,5" (89 mm) 320 x 240 pixels

Oui

Oui (icônes) / touche SOS

220 h en veille, 10 h en communication

Oui, 5 mégapixels

Non

Non

Oui

130 x 60 x 13 mm / 140 g

Localisation par GPS, commande vocale, télé-gestion du répertoire et des applications

Trois modes de commande distincts et utilisables conjointement : écran tactile (icônes), clavier traditionnel et commande vocale. Très facile à utiliser.

* Hors abonnement ou offre opérateur.



Yamaha RELIT LSX-70 et LSX-170
Le grand son

Ces enceintes Yamaha présentent un design novateur et une puissance performante. Par ailleurs, la plus petite dispose d'une batterie interne pour un usage nomade tandis que la plus grande est réservée à une utilisation à poste fixe.

349 € (LSX-70), 499 € (LSX-170).

Smyth / Realiser A8

Amplificateur pour casque

Le Smyth Realiser A8 est un amplificateur pour casque innovant. Des traitements numériques sophistiqués lui permettent de restituer sur un casque conventionnel la même sensation d'écoute que celle délivrée par un jeu d'enceintes. Il peut même proposer une écoute multicanal home cinéma 7.1 pour les férus de films d'action qui vivent en appartement et souhaitent faire la paix avec leurs voisins.

2991 €



Panasonic / HX-A500

Le sport en ultra-haute définition

La sport-cam HX-A500 de Panasonic est capable de tourner des vidéos en ultra-HD 4K. De quoi revivre ses actions les plus téméraires avec une grande qualité d'image, en ultra-haute définition à condition de s'équiper d'un téléviseur compatible ultra-HD 4K.

449 €



Par Johan Kieken

Où sont les planètes ?

MERCURE

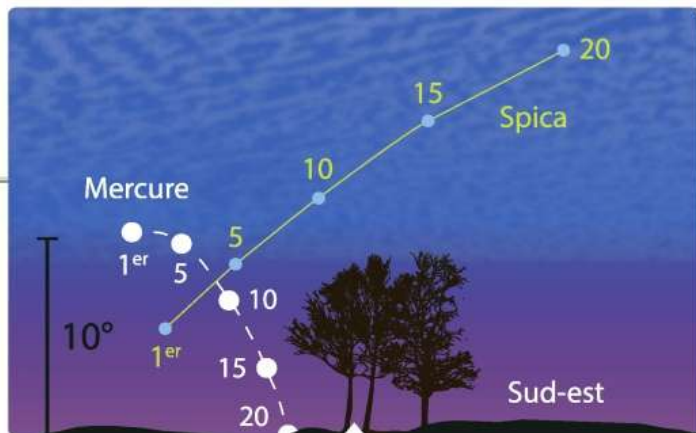
La petite planète atteint sa distance angulaire maximale à l'ouest du Soleil le 1^{er}, à près de 19° de ce dernier. Elle reste observable dans les lueurs de l'aube pendant plus de deux semaines, très basse vers l'est-sud-est. Ainsi, le 5, le lever de Mercure précède celui de l'astre du jour d'environ 1 h 40 min.



VÉNUS Après être passée en conjonction avec le Soleil le 25 octobre, l'étoile du Berger est beaucoup trop proche de lui pour être visible.



MARS La planète Rouge est observable en soirée, basse vers le sud-ouest, dans la constellation du Sagittaire. Bien que la distance angulaire entre Mars et le Soleil diminue de plus de 7° entre le 1^{er} et le 30, l'intervalle de temps entre le coucher des deux astres croît de 3 h à 3 h 30, grâce au relèvement de l'écliptique le soir au cours du mois.



Parcours de la planète Mercure et de l'étoile Spica au cours du mois, 40 minutes avant le lever du Soleil.

Mercure et Spica, un duo du matin

DU 1^{er} AU 20 NOVEMBRE, 40 MIN AVANT LE LEVER DU SOLEIL, LA DISCRÈTE PLANÈTE MERCURE ET L'ÉTOILE SPICA seront observables dans le ciel, vers le sud-est. Sur l'illustration ci-dessus, sont représentées deux trajectoires : celle de Mercure, qui, dès le 2, se rapproche de la direction du Soleil (alors sous l'horizon), et celle de Spica, étoile principale de la constellation de la Vierge, qui se fait distancer jour après jour par notre étoile, en raison du glissement quotidien apparent de 1° de celui-ci vers l'est.

Notre conseil. Avoir un horizon sud-est bien dégagé est évidemment une condition indispensable. Une paire de jumelles est la bienvenue pour localiser sans ambiguïté Spica en début de mois.



JUPITER La planète géante est solidement installée dans le ciel de seconde partie de nuit. Située dans la belle constellation du Lion, on la retrouve au petit matin vers le sud, à une soixantaine de degrés de hauteur. Elle est immanquable par son éclat.



SATURNE La planète aux anneaux, en conjonction avec le Soleil le 18, n'est pas visible ce mois. Nous la retrouverons le mois prochain, s'extrayant des lueurs de l'aube.

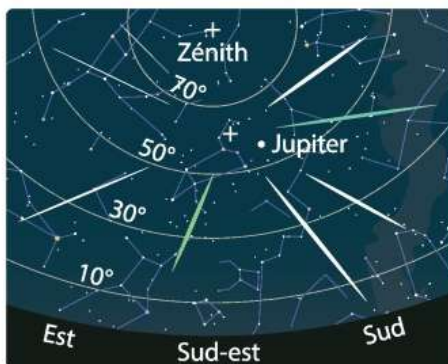
L'appli du mois



ARXIV MOBILE (ANDROID) ET ARXIV (IOS) sont deux applications gratuites nécessitant une connexion Internet et donnant un accès intégral à l'archive de prépublications électroniques d'articles scientifiques arXiv. Ces articles de haut niveau rédigés en anglais permettent de se faire une idée de l'état d'avancement de la recherche en astronomie, et dans d'autres disciplines.



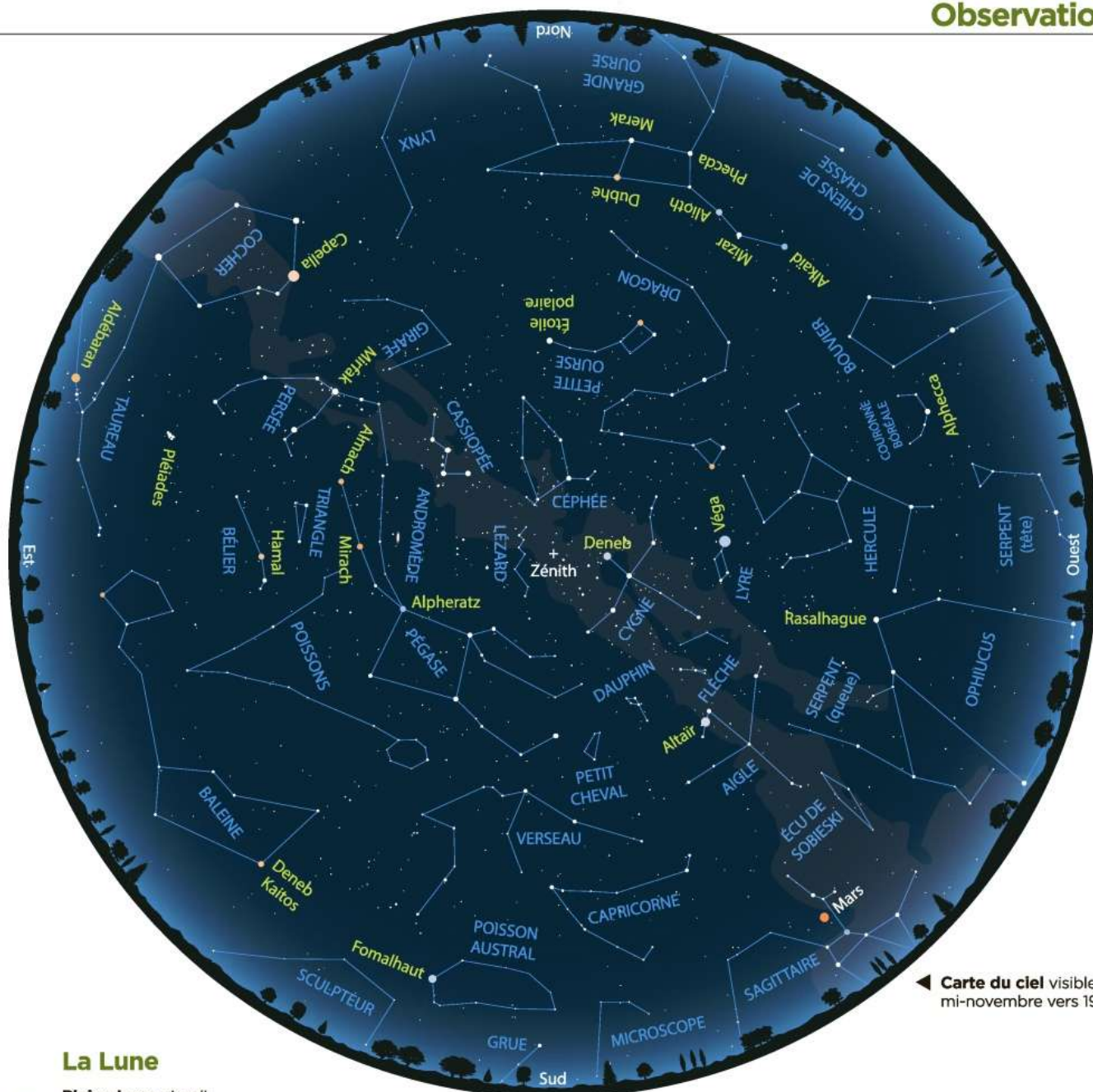
LES 14 ET 15, DANS LES DERNIÈRES HEURES DE LA NUIT, la brillante Jupiter reçoit la visite du dernier quartier de Lune. Vers 6 h du matin, comme figuré ici, la planète géante domine l'horizon sud.



APRÈS LES ORIONIDES LE MOIS DERNIER, VOICI LES LÉONIDES! Pendant quelques jours autour du 17, admirez jusqu'à une quinzaine d'étoiles filantes par heure en fin de nuit.



LE 26, UNE HEURE APRÈS LE COUCHER DU SOLEIL, Mars se trouve à une quinzaine de degrés de hauteur vers le sud-sud-ouest, sous un croissant de Lune baigné par la lumière cendrée.



◀ Carte du ciel visible à la mi-novembre vers 19 h.

La Lune



Pleine Lune : jeudi
6 novembre à 23 h (La Lune se trouve alors dans la constellation du Bélier).



Dernier quartier : vendredi
14 novembre à 16 h (Lion).



Nouvelle Lune : samedi
22 novembre à 14 h (Balance).



Premier quartier : samedi
29 novembre à 11 h (Verseau).

Le Soleil

(à Paris) **Lever** **Coucher**

1^{er} novembre 7 h 37 17 h 31

30 novembre 8 h 21 16 h 57

D'où voir le ciel

Notre carte tracée pour une latitude de 47° nord montre le ciel visible en France métropolitaine, et plus largement en Europe et dans

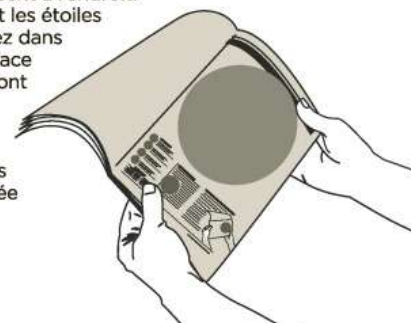


le monde, à l'intérieur d'une bande s'étendant de 40 à 54° de latitude nord. Si vous êtes au nord du 47° parallèle, l'étoile Polaire sera plus haute dans votre ciel et plus basse dans le cas contraire.

Les heures sont données en heure légale française (temps universel + 1 h)

Comment utiliser cette carte

Faites tourner votre magazine sur lui-même, de façon à ce que le nom de la direction dans laquelle vous observez soit écrit à l'endroit. Les constellations et les étoiles que vous retrouverez dans le ciel qui vous fait face sont toutes celles dont le nom est lisible sans trop pencher la tête. La position des planètes visibles à l'œil nu est indiquée pour le 15 du mois.



EXPOSITIONS

Auxerre (89)

Ces animaux mal aimés

Vingt photographies de crocodiles, serpents, grenouilles, ou insectes qui révoltent l'homme accompagnées d'explications sur leur nature accessibles depuis un support numérique. Muséum, 5, boulevard Vauban, jusqu'au 18 janvier 2015. Rens. : 03.86.72.96.40.

Le Bourget (93)

La Grande Guerre des aviateurs

Consacrée aux aviateurs de la Grande Guerre, cette exposition raconte la guerre aérienne en s'appuyant sur des témoignages écrits et visuels, pour rendre compte de la réalité des missions, ainsi que des expériences de combat. Musée de l'Air et de l'Espace, aéroport de Paris-Le Bourget, jusqu'au 25 janvier 2015. Rens. : 01.49.92.70.00.

Laval (53)

Entrez en la matière, immersion au cœur des atomes

Une « balade numérique » dans l'intimité de la matière grâce à six machines numériques destinées à donner une image dynamique des modèles scientifiques, pour l'infiniment grand comme l'infiniment petit. Musée des Sciences, place de Hercé, jusqu'au 29 mars 2015. Rens. : 02.43.49.47.81.

Paris (75)

Repères

L'exposition permanente qui retrace 200 ans d'histoire de l'immigration en France a été totalement refondue pour davantage croiser les regards historique, ethnographique et artistique, avec près de 300 documents et photographies inédits. Musée de l'Histoire de l'immigration, 293, avenue Daumesnil. Rens. : 01.53.59.58.60.

Rennes (35)

Mille milliards de fourmis

L'exposition présentée

jusqu'à cet été au palais de la Découverte à Paris a pris le chemin de la Bretagne et sa scénographie a été adaptée pour l'Espace des sciences. On peut notamment y observer des élevages de fourmis exotiques pour découvrir l'organisation d'une fourmilière.

Les Champs Libres, 10, cours des Alliés, jusqu'au 17 mai 2015. Rens. : 02.23.40.66.00.

Rueil-Malmaison (92)

Histoire en briques Lego

Napoléon et son époque représentés avec... des Lego ! L'entreprise peut paraître futile mais elle est bien pédagogique, car pour reconnaître les châteaux, églises, portraits, chapeaux bicornes et carrosses, il faut avoir le souci du détail — celui qui caractérise le lieu, l'époque ou la personne.



2014 THE LEGO GROUP

Même s'il y a une boutique consacrée aux petites briques en fin de parcours, l'entreprise n'est pas à but commercial : toutes les constructions ont été faites par une vingtaine de bénévoles passionnés.

Atelier Grogard, 6, avenue du Château-de-Malmaison, jusqu'au 1^{er} décembre. Rens. : 01.47.14.11.63.

Tongres (Belgique)

Les Vikings !

« Le produit d'exportation scandinave le plus connu après



Nice / Exposition (06)

Musée national du sport



Symboles du défi collectif, les maillots d'équipes françaises de rugby, volley-ball, football...

Fermé depuis 1997, le musée « où le sport s'expose » a rouvert ses portes cet été à Nice. Conçu au cœur du stade Allianz Riviera, l'ensemble culturel et scientifique s'étend sur 5800 m², dont 2500 m² d'archives au sous-sol. Objectif : présenter 600 ans d'histoire sportive, du XVI^e au XXI^e siècle. Le parcours s'articule autour du concept de défi. « À base de systèmes multimédias et d'écrans interactifs, la scénographie restitue les événements sportifs au rythme d'extraits sonores », explique Marie Grasse, directrice du musée. La collection d'objets et de documents compte par moins de 500 000 pièces,

110 000 photographies, 1000 films et bandes sonores, 3000 œuvres d'art. Et des objets inédits : les premières torches olympiques des JO de Berlin de 1936, ou la collection de cycles dans laquelle draisienne et grand-bi témoignent de l'évolution technologique du cyclisme. Parmi les autres temps forts du parcours : un accueil par le véhicule publicitaire du Tour de France de 1952, une collection de médailles olympiques et la robe de Suzanne Lenglen signée Jean Patou. **Mathilde Brasilier**

Musée national du sport, stade Allianz Riviera, bd des Jardiniers. Rens. : 04.89.22.44.00.

Abba et Ikea », les Vikings ne sont pas présentés ici sous des traits sanguinaires mais racontés au travers de leur vie de famille, du travail à la ferme ou du rôle de la femme. Gallo-Romeins Museum Kilenstraat, 15, jusqu'au 15 mars 2015. Rens. +32(0)12.67.03.30.

Toulouse (31)

L'Empire de la couleur. De Pompéi au sud des Gaules

Un regroupement de fresques antiques sans précédent à Toulouse. Peintures romaines et parois peintes sont confrontées à des « modèles » italiens prêtés par le Louvre et le Musée archéologique de Naples.

Musée Saint-Raymond, 1 ter, place Saint-Sernin, du 15 novembre au 22 mars 2015. Rens. : 05.61.22.31.44.

CONFÉRENCES

Bordeaux (33)

L'anthropophagie préhistorique

Par Bruno Maureille, paléanthropologue, directeur de recherche au CNRS.

Athénée Municipal, place Saint-Christoly, le 5 novembre à 20 h.
Rens : 06.07.60.76.78.

Paris (75)

Aérodynamique, tout l'art d'être dans le vent

Par Francesco Grasso, professeur titulaire de la chaire d'aérodynamique industrielle du Cnam, Philippe Perrier, directeur technique de l'ingénierie des avions chez Dassault Aviation, et Patrick Wagner, directeur des grands moyens techniques à l'Onera.

Musée des Arts et Métiers, amphithéâtre Abbé-Grégoire, 60, rue Réaumur, le 13 novembre à 18 h 30.

Rens. : 01.53.01.82.00.

Rennes (35)

Douleurs chroniques : des solutions existent

Par Philippe Rault et Denis Vesvard, médecins au Centre d'évaluation et de traitement de la douleur au centre hospitalier universitaire de Rennes.

Les Champs Libres, 10, cours des Alliés, le 18 novembre à 20 h 30.
Rens. : 02.23.40.66.00.

ET AUSSI



Auxerre (89)

Entretiens d'Auxerre 2014

Ce colloque annuel aura pour thème « L'avenir ». Parmi les intervenants : le sociologue Michel Wieviorka, le physicien Étienne Klein, le philosophe Jean-Michel Besnier et la directrice de la rédaction de S. et A., Dominique Leglu.

Théâtre d'Auxerre, du 6 au 8 novembre. Rens. : sylvain.joliton@wanadoo.fr



Paris (75)

Des animaux et des hommes — Héritages partagés, futurs à construire

Colloque de l'observatoire Cniel des habitudes alimentaires, consacré aux relations hommes/animaux.

Forum des Images, forum des Halles, le 27 novembre. Sur inscription.
Rens. : 01.49.70.71.72.

Toulouse (31)

Homme tu m'étonnes !

Journée d'étude proposée par le Muséum de Toulouse et le CNRS sur le thème « naître et grandir ».

Muséum, 35, allées Jules-Guesde, le 4 novembre de 10 h à 18 h.
Rens. : 05.67.73.84.84.

Cinéma



La Fièvre des particules



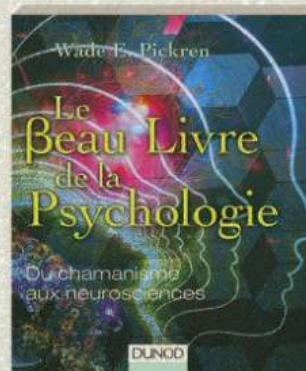
C'est un film à nul autre pareil qui raconte une aventure unique et qui vient d'obtenir le prix Grand Écran au festival Pariscience : la quête que mène l'homme pour comprendre le sens de l'Univers. Grâce à la persévérance d'une poignée de chercheurs, nous sommes témoins du paroxysme de cette expédition au plus profond de la matière. Il a lieu au Cern, à Genève, dans

le temple des particules — ces ultimes constituants du Cosmos. Ce qu'on y fait est à la portée d'un bébé, comme le rappelle la physicienne Monica Dunford : il suffit de jeter des objets les uns sur les autres ! Jusqu'à y rencontrer aussi le boson de Higgs. A. Kh.

Documentaire de Mark Levison. Durée : 1 h 39. Sortie en salles : 5 novembre.

Les Beaux Livres du Savoir

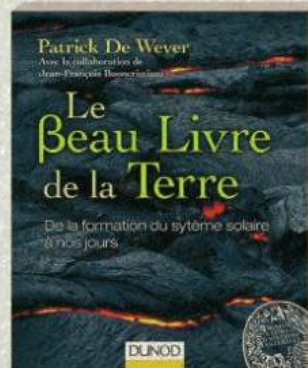
En vous plongeant dans ces livres magnifiquement illustrés, voyagez à travers les siècles à la rencontre des hommes, des idées et des découvertes qui font avancer le monde.



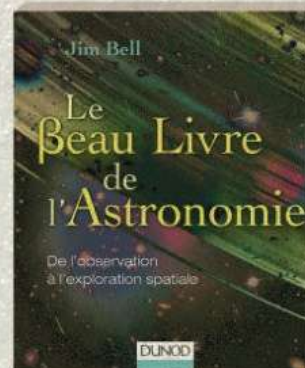
9782100716883 - 29 €



9782100706839 - 29 €

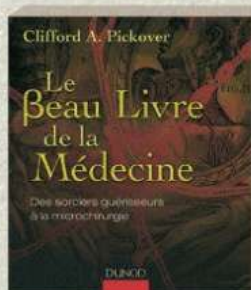


9782100701759 - 25.90 €

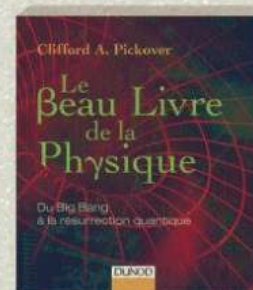


9782100599752 - 29 €

ET AUSSI



9782100589265 - 29 €



9782100572724 - 29 €

Tout le catalogue sur dunod.com





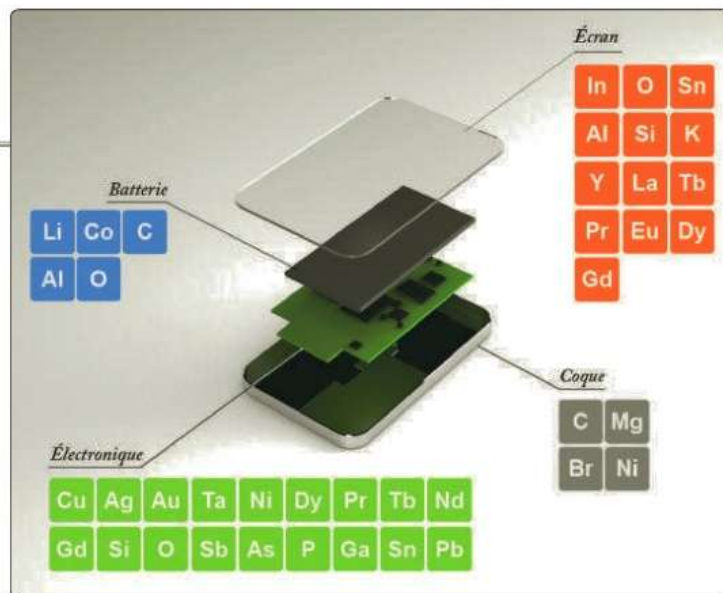
TENDANCE 2.0

Animaux. Intelligent et facétieux, le dauphin est plébiscité. Pourtant, derrière cette image angélique, se cache un véritable obsédé sexuel qui n'hésite pas, eh oui !, à s'en prendre à l'homme. Le biologiste Éric Demay rappelle que Dolphyn, dauphin esseulé



H. MINAKUCHI / MINDEN PICTURES / BIOSPHOTO / AFP

de Collioure (Pyrénées-Orientales), utilisait en guise de « sextoy » les chaînes des bouées ! L'histoire, à des lieues du *Grand Bleu*, est à retrouver dans notre nouvelle rubrique « Animaux », également consacrée à nos petits compagnons, chien, chat, oiseaux, poisson... Au fait, savez-vous quel est le préféré des Français ? Réponse, surprenante, sur le site de *Sciences et Avenir*. **O. L.** <http://sciv.fr/813animaux>



DAMIENHYPOLITE

La chimie du smartphone

INFOGRAPHIE. Le 9 septembre, Apple présentait son nouveau smartphone, l'iPhone 6, sans dire un mot sur sa composition chimique. À l'instar, d'ailleurs, de tous ses concurrents. Voici résumé en une infographie les ingrédients que vous ne trouverez pas sur la notice de votre smartphone, et qui mobilisent une bonne partie du tableau périodique. Où l'on apprend qu'un de ces mobiles contient en moyenne 300 mg d'argent et 30 mg d'or. Une broutille à l'échelle d'un seul appareil, mais une fortune si l'on considère l'ensemble des téléphones vendus sur une année— près de 2 milliards d'euros ! <http://sciv.fr/813mobile>

LES ARTICLES LES PLUS LUS

14 BOUTEILLES

Santé. Gérard Depardieu déclarant boire « 14 bouteilles par jour » : une triste boutade, permettant au moins de rappeler le fléau représenté par l'alcoolisme en France. <http://sciv.fr/813vin>

CHAMPIONNES DU MONDE

Fondamental. Les Françaises Noémie Mermet et Marie-Charlotte Morin, doctorantes en biologie, ont décroché les 1^{re} et 2^e places du concours « ma thèse en 180 secondes ». <http://sciv.fr/813these>

DANS L'ASSIETTE DES SPORTIFS

Nutrition. Les objectifs et les besoins nutritifs varient selon l'exercice accompli : les éclairages d'une nutritionniste pour adapter son alimentation au sport pratiqué. <http://sciv.fr/813nutr>



RETROUVEZ-NOUS SUR LES RÉSEAUX SOCIAUX



LISE LOUÏE

VIDÉO. 3 QUESTIONS À BORIS CYRULNIK
Dans un entretien vidéo à *S. et A.*, le célèbre psychiatre raconte comment il a vulgarisé en France le concept de résilience. <http://sciv.fr/813cyrulnik>



O. LASCAR

BLOG DESSINS <http://sciv.fr/olascar>



THE OCEAN CLEAN-UP / AFP

IMAGE. L'ADO ET LES OCÉANS
À 16 ans, le Hollandais Boyán Slat imaginait un dispositif de purification des océans. Trois ans plus tard, Ocean Clean-up est en phase de test. <http://sciv.fr/813ado>



Un WC n'importe où

avec **SANIBROYEUR® SFA** c'est facile !

Sanicompact® SFA est une gamme complète de WC suspendus ou posés, avec broyeur intégré. Une prise électrique, une alimentation en eau suffisent pour installer des toilettes, une salle de bains, où vous voulez, sans gros travaux.



- ✓ Installation rapide
- ✓ Pas de gros travaux
- ✓ Solution économique, double chasse 1,8l / 3l
- ✓ Jusqu'à 3 m de hauteur de relevage
- ✓ Silencieux

SFA

41 bis avenue Bosquet - 75007 Paris
Tél. 01 44 82 39 10 - Fax 01 44 82 39 01
www.sfa.fr

*Sous le bouchon,
l'Alsace.*



FISCHER. BRASSÉE EN ALSACE DEPUIS 1821.

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