

LES  
**24**  
HEURES  
DES  
**SCIENCES**

**Vous faites**  
**de la science**  
**sans le savoir!**

**Sciences  
pour tous**




**fête de  
la Science** 

Rédaction : René Cuillierier  
Iconographie : Frédéric Mazuy  
Conception graphique : Marie-Astrid Bailly-Maître  
Édition : Catherine Cornu  
Relecture : Valérie Poge

### Présentation du groupe Sciences pour tous

Depuis 2004, au sein du SNE, les éditeurs de « Sciences pour tous » se sont donné pour mission de mettre en valeur les livres qui répondent aux questions de chacun en matière de culture et de découvertes scientifiques. Notre objectif est d'aider le grand public ainsi que les professionnels du livre – bibliothécaires et libraires – à mieux connaître les ouvrages de sciences ou tout simplement à se familiariser avec le monde des sciences. Sophie Bancquart préside le groupe Sciences pour tous et Christian Counillon en est le vice-président.

Sciences pour tous organise depuis huit ans plus de trente conférences d'auteurs au Salon du livre de Paris. Le groupe s'attache aussi à développer le site [sciencespourtous.org](http://sciencespourtous.org) (3 000 titres pour la jeunesse et les adultes). Il a aussi lancé un projet de kiosques en centres et musées de sciences, puis en bibliothèques, créé deux catalogues, l'un de 900 titres pour un rayon de base en librairie, puis un autre, « Les 200 incontournables de sciences pour tous ». Il a également travaillé à la nationalisation du prix Sciences pour tous, qui sollicite des collégiens et des lycéens pour attribuer tous les ans un prix au meilleur titre sur un thème donné. Enfin, il a lancé à l'automne 2016 un label « Sciences pour tous » , qui est dorénavant accolé à chaque titre choisi pour faire partie du site [sciencespourtous.org](http://sciencespourtous.org) dans le Fichier exhaustif du livre (FEL).

### Présentation du Syndicat national de l'édition ([www.sne.fr](http://www.sne.fr))

Le Syndicat national de l'édition (SNE) est l'organe professionnel représentatif des éditeurs français. Avec plus de 660 adhérents, il défend la liberté de publier, le droit d'auteur, le prix unique du livre, la diversité culturelle et l'idée que l'action collective permet de construire l'avenir de l'édition. Il contribue à la promotion du livre et de la lecture. Il est présidé par Vincent Montagne et dirigé par Pierre Dutilleul.

## PRÉFACE

*Les 24 Heures des sciences* est un livre qui vous est offert à l'occasion de la 26<sup>e</sup> fête de la science, qui se déroule du 7 au 15 octobre 2017 dans toute la France. Petits et grands sont invités à observer, à expérimenter, à questionner, à échanger pour comprendre l'impact de la science dans notre quotidien, aujourd'hui et demain : comment se construisent nos sociétés modernes, quel est le rôle de la biodiversité dans la résilience de notre planète et les thérapies de demain, qu'est-ce que les sciences de l'Univers nous apprennent sur notre passé et notre futur, où sont les sources des nouvelles énergies, que peut-on attendre de l'intelligence artificielle ? Pour ne citer que quelques questions...

Ce livre vous invite à partager vingt-quatre heures de la vie de jeunes adultes, des heures qui illustrent les implications de la science dans notre vie quotidienne. Nos actions et nos interactions reposent sur des phénomènes culturels, sociologiques, comportementaux, biologiques, physiques explicables scientifiquement : de la compréhension du changement climatique à l'archéologie en passant par la perception du goût, la robotique ou encore la cosmologie, *Les 24 Heures des sciences* donne les clés de compréhension de phénomènes qui composent notre quotidien.

Si les objets technologiques sont ancrés dans notre vie de tous les jours au point que nous ne les remarquons même plus, tous sont pourtant issus de la recherche, et leurs usages présents et à venir questionnent des champs disciplinaires entiers. Aujourd'hui, plus encore qu'hier, la fête de la science prend tout son sens, tant le besoin de réenchanter le rapport de la société à la science est grand. Développer une culture scientifique, c'est aussi disposer de clés permettant d'exercer son rôle citoyen, c'est pouvoir faire des choix fondés sur la connaissance et non sur la croyance. Tel est l'objectif de la fête de la science, qui propose des centaines d'initiatives gratuites, ouvertes à tous, dans le but de favoriser la transmission de la connaissance scientifique. Je vous souhaite d'apprécier pleinement *Les 24 Heures des sciences* et j'espère vous retrouver nombreux, partout en France, pour la 26<sup>e</sup> édition de la fête de la science.

Frédérique Vidal  
Ministre de l'Enseignement supérieur,  
de la Recherche et de l'Innovation

## ÉDITORIAL

Les sciences m'accompagnent partout, que ce soit dans ma carrière de sportive, dans ma vie d'ingénieure informaticienne ou même de jeune maman. Elles nous épaulent quotidiennement dans nos choix, nous éclairent dans notre rapport au monde, aux objets, à la réalité et, finalement, à ce que nous sommes. Comprendre les sciences, c'est se donner de nouvelles perspectives et une ouverture d'esprit face aux défis de demain. En cela, je crois en un combat universel qui rejoint ma vision du sport : celui de l'accès à la culture scientifique pour toutes et tous.

J'aimerais que, dans le regard que l'on pose sur le monde, on intègre davantage le recul que la science nous propose, ses clés de lecture, qui ne sont utilisables que si l'on a pu les étudier. C'est pourquoi, de la même manière que le sport doit être accessible à toutes et à tous, l'éducation et, à travers elle, l'étude de la science et l'accès à sa dimension culturelle doivent être démocratisés, de manière à devenir de formidables outils de cohésion, de rassemblement et de partage. En cela, je suis ravie d'être la marraine de la 26<sup>e</sup> édition de la fête de la science. J'espère que ces vingt-quatre heures passées avec les sciences à travers ce livre permettront de nourrir la curiosité d'apprendre ensemble, qu'elles révéleront les talents parfois cachés

qui animent notre jeunesse, qu'elles donneront l'envie de mener de nouvelles expériences, de comprendre la planète et d'accéder à l'ensemble des découvertes et des technologies qui rythment notre vie et améliorent notre quotidien.

S'ouvrir à la science, c'est s'ouvrir au monde. Alors, relevons le défi ensemble, cette année et toutes les suivantes !

Estelle Mossely

Ingénieure, championne olympique de boxe,  
Fondatrice de l'Observatoire européen du sport féminin,  
Marraine de la fête de la science 2017

## SOMMAIRE

Préface	3
Éditorial	5
Introduction. Des sciences à chaque heure	8



07:00	La journée démarre : quel temps fera-t-il?	10
08:00	On s'habille en prévision de la pluie...	12
09:00	Coincés dans les bouchons!	14
10:00	Un peu de sport avant les cours	16
11:00	Le passé comme si on y était	18
12:00	Des goûts et des couleurs...	20
13:00	Quel gaspillage!	22
14:00	Comment faisait-on avant le GPS?	24
15:00	Les machines peuvent-elles penser?	26
16:00	Un peu de jardinage	28
17:00	L'Internet vous regarde	30
18:00	Un petit moment de faiblesse	32
19:00	C'est quoi, la chanson qui fait « ta-da-da-da »?	34
20:00	Qu'est-ce qu'on fait pour les vacances?	36
21:00	Mais où vont-ils chercher tout ça?	38
22:00	C'est l'heure de sortir les poubelles	40
23:00	La nuit tombe	42
00:00	Le passé sous nos pieds	44
01:00	La chimie de l'amour	46
02:00	Le sommeil consolide la mémoire...	48
03:00	... et nettoie le cerveau!	50
04:00	Des nouvelles d'une sonde spatiale	52
05:00	La nuit du fauve	54
06:00	Comment la biodiversité évolue-t-elle?	56

Et pour en savoir plus	58
Remerciements	65
Mode d'emploi du masque de réalité virtuelle	66
Masque de réalité virtuelle	67

## INTRODUCTION

# DES SCIENCES à chaque HEURE



L'inertie thermique de la terre crue – ici au Nigeria – maintient les intérieurs au frais. Et sa solidité réduit l'usage de bois ou d'acier.

Six jeunes adultes se sont installés en colocation dans la banlieue de Nantes, dans une maison... en terre! Pourquoi « en terre »? Parce que sa construction nécessite peu de matériaux qui, comme le ciment ou les parpaings, coûtent cher et, indirectement, polluent. Trouvées près du chantier, les matières premières

nécessitent en effet peu de transports et donc peu d'émissions de carbone. Et, dans l'avenir, sa destruction posera moins de problèmes de recyclage qu'une maison en béton. La construction en terre est pratiquée depuis longtemps en Afrique, où le savoir-faire accumulé en termes de circulation de l'air ou de protection contre la chaleur est considérable... Pour payer le loyer de la maison écologique



Comme pour les bétons, le fait que la terre soit un matériau composite constitué de grains de différentes tailles (de la poussière au gravier) lui confère la solidité nécessaire aux structures porteuses.



de leurs rêves, Jade, fonctionnaire de police, et son amie d'enfance Élodie, qui vient de monter une start-up dans le domaine de la réalité virtuelle, accueillent quatre jeunes gens épris comme elles de développement durable. Samira prépare une thèse en intelligence artificielle ; Samuel est cuistot dans un restaurant du centre-ville ; Kofi est prof de musique au conservatoire de Nantes ; et Hans, un étudiant allemand, est venu travailler un an à Nantes pour perfectionner son français. Tous ne sont pas scientifiques, mais, au cours des prochaines vingt-quatre heures, leur vie va croiser les résultats les plus étonnants de la recherche actuelle...

Pour en savoir +



07:00

## La journée démarre : quel temps fera-t-il ?

Hier, la télé annonçait de la pluie.  
« Bah, grommelle Kofi, ils se trompent tout le temps !  
Sûrement à cause du changement climatique... »

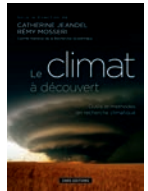
• Météorologie • Climat • Changement climatique

Les lois qui déterminent la météo sont simples, mais, pour prédire leurs effets, il faut connaître l'état de l'atmosphère très en détail. C'est pourquoi les météorologues intègrent les mesures de stations et de satellites météo toujours plus nombreux dans des simulations informatiques toujours plus fines. En quinze ans, les radars météo – capables de différencier la pluie, la neige ou la grêle à cent kilomètres de distance – ont été modernisés, et leur nombre a été doublé. Les prévisions à quatre jours sont désormais plus fiables que les prédictions à trois jours des années 2000.

Le climat, quant à lui, concerne de vastes régions et de longues durées. Il ne s'agit pas de prédire le temps qu'il fera à une date lointaine, mais de connaître les « moyennes saisonnières » du siècle prochain. La difficulté provient des multiples facteurs susceptibles d'agir sur l'atmosphère à ces grandes échelles d'espace et de temps : composition de l'air, interaction avec les océans, rôle de la banquise... Les climatologues espèrent mieux prévoir les conséquences du réchauffement mondial, qui ne fait aucun doute pour les scientifiques.

Mieux on connaît l'état de l'atmosphère à un moment donné, plus fiable est la prédiction de son état futur. Les données satellitaires – ici, des dépressions sur le nord de l'Atlantique – sont pour cela essentielles.

Pour  
en savoir +



08:00

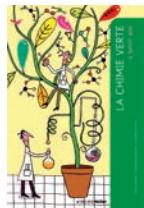
## On s'habille en prévision de la pluie...

« Je vais passer la journée dehors, alors je suis les conseils de la météo ! » s'exclame Jade en saisissant son nouvel imper nanostructuré.

- Effet lotus • Nanostructure • Matériaux

L'eau mouille parce qu'elle est très légèrement « poisseuse ». En effet, ses molécules s'attirent les unes les autres à très courte distance. Il existe des matériaux imperméables – on dit aussi « hydrophobes » –, dont les molécules attirent moins les molécules d'eau que celles-ci ne s'attirent entre elles. L'eau que l'on y dépose tend donc à se recroqueviller sur elle-même plutôt qu'à s'y étaler. Dans les années 1970, on a compris que ces matériaux hydrophobes sont rendus « super-hydrophobes » lorsque, à l'échelle microscopique, leur surface a la structure... d'une planche de fakir hérissée de clous ! C'est le cas des feuilles de lotus. L'eau est alors contrainte de rester posée sur les sommets des minuscules « pics » et roule à la surface sans y adhérer. Le matériau est parfaitement imperméable et même autonettoyant, car le ruissellement de l'eau emporte les poussières. Aujourd'hui, les techniques de fabrication à l'échelle nanométrique (au milliardième de mètre) reproduisent artificiellement cet « effet lotus ». Il existe désormais des sprays imperméabilisants et des tissus « insalissables » fondés sur ces principes.

Pour en savoir +



L'extraordinaire imperméabilité des feuilles de lotus (mais aussi de certaines plumes d'oiseaux) est due à leur structure à l'échelle du nanomètre.



09:00

## Coincés dans les bouchons!

Jade et Hans font du covoiturage pour se rendre en ville. Mais, en entrant sur le périphérique, une mauvaise surprise les attend...

- Mathématiques appliquées
- Modélisation
- Fluides

Le trafic automobile peut être étudié comme l'écoulement d'un fluide dans une canalisation. Mais les laboratoires de mathématiques appliquées qui s'intéressent à ce problème depuis vingt ans ont dû se rendre à l'évidence : les lois de la mécanique des fluides ne suffisent pas à modéliser le flux automobile. Ils les ont complétées en tenant compte de la structure du réseau routier (les différents itinéraires possibles) et des choix individuels des conducteurs, dont les effets globaux sont parfois inattendus.

Grâce à ces travaux, on comprend certains phénomènes contre-intuitifs : le fait que l'abaissement de la vitesse autorisée fluidifie la circulation (en réduisant le nombre d'automobilistes qui freinent brusquement) ou encore le fait que la construction d'une voie rapide supplémentaire puisse aggraver les embouteillages (en incitant tous les usagers à préférer le même trajet).

Les pouvoirs publics prennent progressivement en compte les méthodes suggérées par ces études pour réduire l'occurrence des bouchons... sans toutefois les empêcher totalement!

Le trafic routier est un fluide particulier : ses particules constituantes (les véhicules et leurs conducteurs) prennent des décisions... plus ou moins heureuses!

Pour en savoir +







La biomécanique – l'étude du corps humain vu par l'ingénieur – et les sciences des matériaux améliorent sans cesse les équipements sportifs. Ce cycliste en bénéficie, harnaché de la tête aux pieds, vélo inclus.

10:00

## Un peu de sport avant les cours

Sur le chemin de la fac, Samira s'arrête à la salle de sport. Tout en s'exerçant, elle admire discrètement les efforts d'un jeune homme qui réapprend à marcher à l'aide d'une prothèse.

- Biomécanique • Prothèse intelligente

Un peu d'exercice physique nous maintient en forme et l'entraînement améliore nos performances. Mais des gestes répétés ou mal effectués usent ou blessent l'organisme. Les scientifiques s'interrogent sur la façon d'obtenir le meilleur rapport bénéfice-risque selon les besoins. L'étude de notre fonctionnement biologique – la physiologie – est complétée par la biomécanique, qui étudie le corps avec l'œil de l'ingénieur pour déterminer les pratiques les mieux adaptées à des objectifs variés : amélioration des performances ou de la sécurité des sportifs, rééducation des victimes d'accidents... Depuis peu, les sciences des matériaux, voire l'électronique, sont sollicitées pour concevoir des équipements (du vélo à la chaussure de sport) et des prothèses nouvelles : pieds ou articulations dont les propriétés mécaniques sont comparables à celles des tissus vivants, jambes artificielles dont le genou piloté par un microprocesseur se verrouille ou se détend comme un vrai, mains mécaniques pilotées par le cerveau... Au point qu'aujourd'hui certaines personnes amputées renouent avec la compétition sportive aux côtés des valides !

Pour en savoir +



11:00

## Le passé comme si on y était

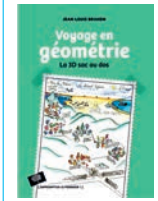
Rendez-vous au château des ducs de Bretagne. La start-up d'Élodie vient d'obtenir un contrat pour reconstituer la vie quotidienne au château pendant l'enfance d'Anne de Bretagne...

- Modélisation 3D • Réalité virtuelle • Sciences historiques

Comment analyser l'architecture de Notre-Dame de Paris depuis votre laboratoire à Madrid ? Comment visualiser les différentes étapes de la construction d'un château et de son art de vivre à travers les âges, sans être obligé de reprendre l'ensemble des travaux érudits et des hypothèses formulées par des générations de chercheurs ? Et, puisque la position des vestiges dans un site archéologique avant les fouilles contient autant d'informations que les objets eux-mêmes – un peu comme sur une scène de crime – est-il possible d'en garder la trace ?

Le développement de l'imagerie 3D et de la photogrammétrie (l'art d'effectuer des mesures de distances et de relief par la photographie) vise aujourd'hui à « scanner » précisément les sites historiques et à en produire des modèles en trois dimensions facilement manipulables et accessibles partout dans le monde. Fort utiles aux chercheurs, ils permettent en outre de rendre accessibles au public leurs travaux sur la vie quotidienne de nos ancêtres.

Pour en savoir +



Reconstitution du pont d'Avignon au XIII<sup>e</sup> siècle. Bâti sur les restes d'un pont romain, le tablier était initialement en bois. L'ouvrage fut repris en maçonnerie et achevé finalement en 1237.



12:00

## Des goûts et des couleurs...

Dans son restaurant, Samuel apporte sa dernière touche à la carte du jour. Au menu, saveurs et santé sont à l'honneur.

- Goût • Chimie • Neurosciences

La bouche humaine – et notamment la langue – est tapissée de milliers de bourgeons gustatifs (les fameuses « papilles »). Ce sont des récepteurs chimiques sur lesquels les molécules des aliments peuvent ou non s'imbriquer, comme une clé dans une serrure. Lorsqu'il est touché, le récepteur envoie au cerveau un signal nerveux spécifique identifiant, selon sa nature, le sucré, le salé, l'amer ou l'acide.

Mais chacun sait que l'expérience gustative est bien plus riche. Les neurosciences découvrent aujourd'hui de quelle manière notre cerveau « cuisine » cette expérience à partir d'une foule d'autres informations : l'odorat (dont les circuits, très proches de l'hippocampe – l'un des centres de la mémoire –, interagissent fortement avec les souvenirs, comme le savait si bien l'écrivain Marcel Proust), le toucher et la vue.

Le savoir empirique des grands cuisiniers entre ainsi dans les laboratoires, en même temps que les progrès de la nutrition nous aident à manger plus sainement. Un dialogue des plus prometteurs !

Anticiperiez-vous le goût et la texture de ces aliments de la même façon s'ils étaient présentés différemment ou s'ils étaient d'une autre couleur, rouge par exemple ?

Pour en savoir +



13:00

## Quel gaspillage!

Kofi est de retour à la maison pour manger un morceau. Mauvaise surprise: l'évier de la cuisine fuit! « Combien d'eau a-t-on bêtement perdu? » songe-t-il en appelant le plombier.

- Gestion des ressources
- Recyclage
- Environnement

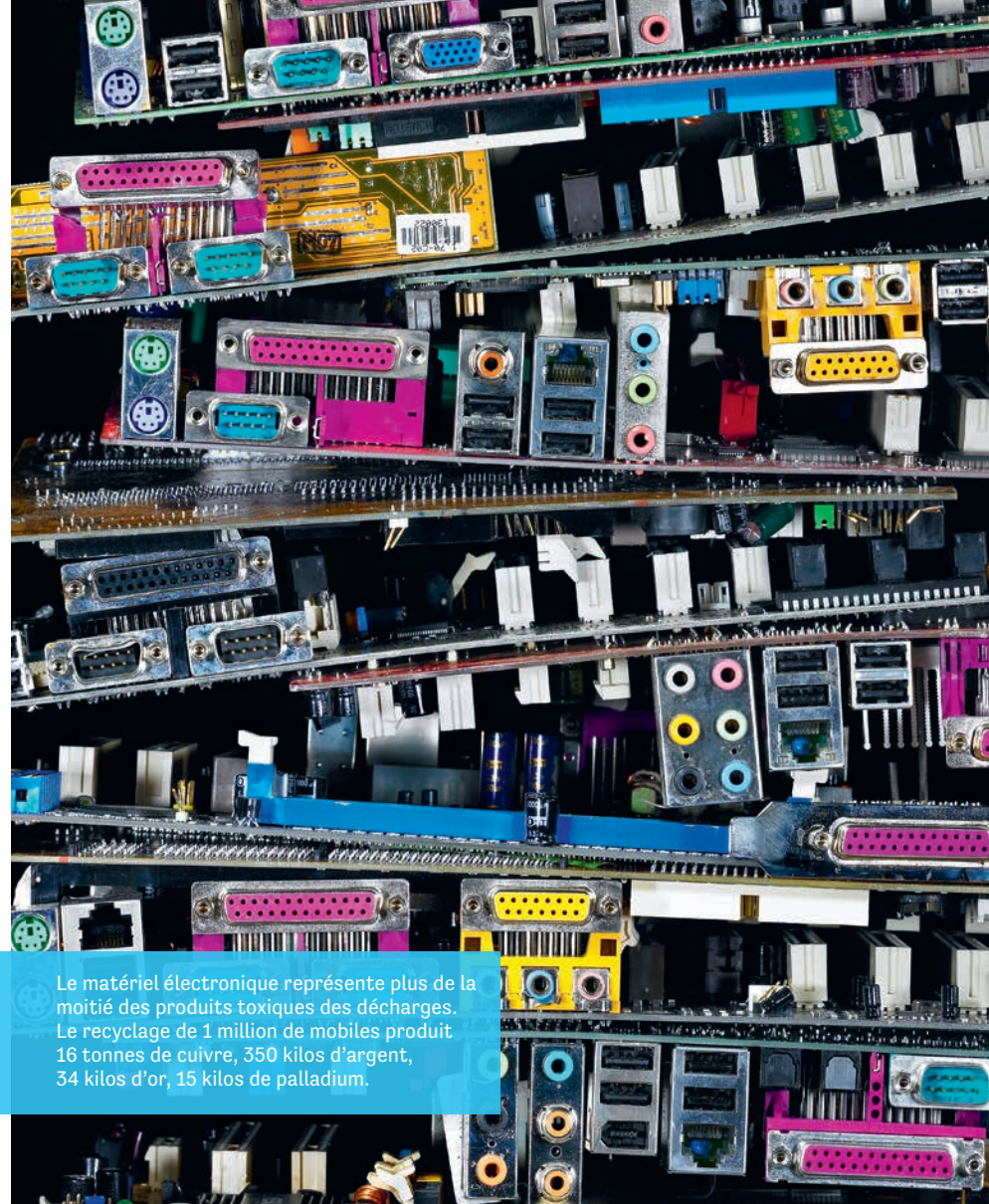
Pour  
en savoir +



Sachant qu'il faut, par exemple, 5 000 litres d'eau pour produire un kilo de riz et plus du double pour produire un kilo de viande, chaque Français consomme en moyenne l'équivalent de 160 litres d'eau par jour, dont au moins 120 litres proviennent des nappes phréatiques.

On extrait du territoire français environ 27 kilos de matières premières (bois, fourrage, sable, minerais) par personne et par jour, dont 15 kilos sont des granulats (gravier et produits minéraux utilisés dans le BTP). Or seuls 900 grammes de ces 15 kilos sont recyclés. À cela s'ajoutent le pétrole, l'uranium, les métaux précieux et les terres rares indispensables à l'électronique, que l'on extrait ailleurs dans le monde.

Au total, chacun d'entre nous consomme plus de 200 kilos de matières par jour (en comptant l'eau et les autres matières premières). Ces quantités, mesurées par les organismes scientifiques chargés de la gestion des ressources, permettent de mieux appréhender notre impact collectif sur l'environnement et la nécessité de développer les filières de recyclage.



Le matériel électronique représente plus de la moitié des produits toxiques des décharges. Le recyclage de 1 million de mobiles produit 16 tonnes de cuivre, 350 kilos d'argent, 34 kilos d'or, 15 kilos de palladium.

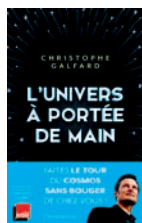
14:00

## Comment faisait-on avant le GPS ?

Jade se pose une nouvelle fois cette sempiternelle question alors qu'elle saute dans sa voiture, appelée sur une intervention. La technologie du GPS est encore plus étonnante qu'elle ne le croit.

● Horloge ● Satellite ● Physique

Pour en savoir +



Un boîtier GPS écoute en permanence une constellation de satellites qui sont autant d'horloges parlantes. Il calcule la distance qui le sépare d'eux (et donc sa position sur Terre) en comparant l'heure de chaque « top » émis par un satellite avec l'heure à laquelle il le reçoit. Sachant que les ondes radio se déplacent à la vitesse de la lumière, soit presque 300 kilomètres par millième de seconde, une erreur de chronométrage d'une milliseconde se traduit par une erreur de position de 300 kilomètres ! Le système nécessite des horloges atomiques d'une précision diabolique...

Au sol, on utilise aussi des horloges atomiques, qui produisent 36 828 millions de tic-tac par heure, tandis que les satellites sont équipés d'horloges « truquées », dont les heures ne comptent que 36 827 999 983 tic-tac et demi par heure, afin de rester synchrones avec celles du sol. Pourquoi ? Parce que, depuis la publication par Albert Einstein, en 1916, de la théorie de la relativité générale, on sait que le temps s'écoule plus lentement près d'un astre massif comme la Terre que dans le vide spatial. Le fonctionnement du GPS est donc la preuve quotidienne qu'Einstein avait raison.



La synchronisation des horloges des satellites GPS (ou, comme ici, de son concurrent européen Galileo) fait appel aux théories les plus étranges de la physique moderne.



Les micro-ordinateurs deviennent assez puissants pour faire tourner des programmes qui imitent certaines performances du cerveau humain. Ce petit robot peut ainsi interagir avec les résidents d'une maison de retraite.

15:00

## Les machines peuvent-elles penser ?

Après les cours, Samira et ses copains de fac font un saut à la Digital Week pour assister à une conférence sur leur sujet de thèse : l'intelligence artificielle.

- Intelligence artificielle • Apprentissage • Robot

Une des découvertes de l'intelligence artificielle (IA), c'est que les tâches mentales les plus difficiles à reproduire ne sont pas celles qui nous demandent le plus de concentration – comme jouer aux échecs, ce que les ordinateurs font depuis longtemps –, mais celles que notre cerveau réalise sans effort : savoir immédiatement quel est l'usage d'un objet que l'on voit pour la première fois, reconnaître une personne que l'on n'a pas vue depuis des années, conduire une voiture... Grâce au dialogue entre les neurosciences et l'informatique, grâce aussi à l'accroissement de la puissance des ordinateurs, de plus en plus de machines réalisent cependant des prouesses de ce type : traducteurs automatiques, assistants personnels du type Siri, capables de dialoguer, personnages de jeux vidéo contrôlés par l'ordinateur, logiciels de reconnaissance faciale, premiers véhicules autonomes...

Ces applications ne sont pas toujours perçues comme de l'IA. Pourtant, c'est bien de cela qu'il s'agit ! Ce sont autant de cas où les machines commencent à imiter ce que font nos esprits.

Pour en savoir +



16:00

## Un peu de jardinage

Pour Élodie, le chemin du retour est long! Elle rêve de se détendre en jardinant sur le toit végétalisé de la voisine des colocs.

• Sols • Écosystème • Agronomie

Pour en savoir +



Comme le savent ceux qui tentent de constituer un toit végétalisé ou un jardin urbain, les sols – la surface terrestre enrichie en matière organique par les champignons, les bactéries, les animaux, les algues et les plantes qui y vivent – sont des écosystèmes complexes. Ils sont à la base des « services écologiques » rendus par la nature: épuration des eaux, enfouissement du carbone (grâce aux plantes qu'ils abritent ou nourrissent), production de biomasse... L'étude des sols a démontré que la réduction de l'usage des pesticides pouvait améliorer les rendements des cultures en facilitant leur repeuplement par des animaux comme les vers de terre, essentiels à leur bon fonctionnement. La recherche tente aussi de limiter l'usage d'intrants (engrais et pesticides) et de diminuer leurs effets sur l'environnement et sur la santé, de déterminer des stratégies de décontamination dans certaines régions d'agriculture intensive, de protéger ailleurs les sols contre l'érosion ou de comprendre pourquoi, globalement, depuis vingt ans, leur capacité d'absorption du CO<sub>2</sub> semble se réduire.



Pour constituer un jardin urbain, le choix du substrat d'où émergera l'écosystème d'un sol est primordial.

17:00

## L'Internet vous regarde...

Jade rentre à la colocation et décide de skyper avec son frère installé en Argentine. Tiens ? Dix minutes plus tard, son moteur de recherche lui suggère des billets d'avion à prix cassé pour Buenos Aires.

- Algorithmes
- Moteur de recherche

En 1948, Orwell imaginait un monde d'écrans omniprésents qui captivaient les spectateurs et, en retour, les observaient. Pour les générations qui ont grandi avec la télévision, cela semblait absurde et on riait de devoir expliquer aux aînés que « le monsieur dans la télé ne t'entend pas ! » C'est pourtant aujourd'hui une réalité.

Aux débuts de l'Internet grand public, à la fin des années 1990, on y était simplement lecteur. Désormais, on y est producteur de contenu, souvent à son insu, en laissant des traces et des informations à chacun de ses passages. Celles-ci sont centralisées par quelques grandes compagnies qui s'en servent pour fournir des cibles aux publicitaires... Cela suggère que des applications plus sinistres sont possibles.

La recherche tente désormais d'utiliser les propriétés de l'Internet, conçu comme une « toile », pour décentraliser les fonctions du Web – naviguer en sautant d'un moteur de recherche à un autre, par exemple. Cela rendrait plus difficile pour une entité – État ou compagnie – d'attenter à la vie privée des usagers.

L'Internet a beau être décentralisé, des compagnies comme Google ou Facebook, qui détiennent quelques grands points de passage « obligés », en savent assez sur vous pour vous proposer, par exemple, le voyage de vos rêves.

Pour en savoir +



le temps des algorithmes  
serge abiteboul  
et gilles dowek





18:00

## Un petit moment de faiblesse

C'est la dernière heure de cours pour Kofi, mais ses élèves sont un peu distraits. Faut-il les rappeler à l'ordre ou faire preuve de compréhension ?

• Psychologie cognitive • Attention

Pour en savoir +



C'est une loi incontournable de la nature : trier des informations coûte de l'énergie. La consommation colossale des centres de données informatiques en est la preuve, de même que celle... de notre cerveau. Il requiert à lui seul près de la moitié de notre énergie jusqu'à l'adolescence et près du quart le reste de notre vie ! Les neurosciences observent que le cerveau, assailli par une foule de stimuli – images, bruits, pensées chargées d'émotions... – devient attentif en canalisant ses ressources énergétiques vers les neurones qui traitent une tâche jugée prioritaire au détriment des autres neurones. On comprend aussi mieux comment cette capacité est améliorée par l'entraînement, notamment en luttant contre la tendance du cerveau à favoriser les informations considérées comme utiles dans un futur proche (ainsi, si on oublie le nom d'une personne qui vient d'être présentée, c'est bien souvent qu'on ne pense pas la revoir prochainement). Finalement, puisque penser réclame de l'énergie, ces efforts mentaux sont – comme les efforts physiques – plus difficiles à faire lorsque le dernier repas est loin !



L'apprentissage de la concentration est une étape essentielle de la formation du cerveau d'un enfant.

19:00

## C'est quoi, la chanson qui fait « ta-da-da-da » ?

Les colocs sont réunis à la maison. Hans met de la musique. Kofi, qui ne connaît pas ce groupe, saute sur son smartphone pour utiliser le logiciel de reconnaissance musicale Shazam.

• Acoustique • Informatique • Musicologie

Si vous prêtez attention au type de tempo et à la rythmique d'un morceau, vous pouvez instantanément le classer comme étant du jazz, du rock ou du reggae, par exemple. La tonalité et la texture des sons permettront des classements plus fins, et, finalement, certaines suites d'accords saillantes et la mélodie achèveront de le différencier des autres morceaux du même type. Il existe des programmes informatiques qui constituent des catalogues de morceaux en les classant à l'aide de tels critères. À partir de dix secondes d'enregistrement, ils naviguent dans ces catalogues comme dans une bibliothèque et refont à l'envers le chemin qui mène au morceau d'où l'enregistrement est extrait... Les logiciels de reconnaissance musicale installés sur un téléphone mobile visent ainsi à trouver le titre d'une chanson à partir d'un court extrait. Ils servent aussi à dépister automatiquement l'utilisation frauduleuse d'une bande-son, notamment sur des vidéos postées sur Internet. Ce genre d'application est un autre exemple des progrès récents de l'intelligence artificielle.

Le diagramme temps-fréquence d'un enregistrement rend visibles les structures particulières que les logiciels de reconnaissance vocale savent aujourd'hui reconnaître.

Pour en savoir +





Comme toute activité, le tourisme pollue, et ce d'autant plus que nous sommes un milliard à voyager chaque année. Cette prise de conscience permet le développement d'un tourisme écologique et responsable.

20:00

## Qu'est-ce qu'on fait pour les vacances ?

« Et si on allait faire du trekking en Terre de Feu avec le frère de Jade ? » s'exclame Hans. Bonne idée ! Mais est-il possible de faire du tourisme dans les régions sauvages de la Terre tout en les préservant ?

• **Tourisme durable** • **Environnement** • **Sciences sociales**

En 2012, pour la première fois dans l'histoire, le nombre de touristes dans le monde a dépassé le milliard, soit un être humain sur sept. Par de très nombreux aspects, c'est un progrès. Mais lorsque 14 % de la population mondiale se déplace pour ses loisirs, lorsqu'elle consomme plus qu'elle ne produit et investit des régions dont les habitants ont une empreinte écologique deux, trois, voire dix fois inférieure à la leur, cela a nécessairement des conséquences environnementales importantes.

Le tourisme touche l'environnement local (pollution de la Méditerranée, par exemple) et global (émissions de CO<sub>2</sub> dues aux transports), et provoque des modifications culturelles et économiques dans les régions d'accueil. L'émergence de la notion de « tourisme durable » – un tourisme respectueux de l'environnement des régions visitées et des coutumes de leurs habitants – est issue de travaux de disciplines aussi diverses que l'anthropologie, la sociologie, l'économie, l'écologie ou l'ingénierie. Les scientifiques tentent de lui donner un sens réel, qui ne se réduise pas à un simple « logo » vendeur.

Pour en savoir +



21:00

## Mais où vont-ils chercher tout ça ?

Samira, Hans et Kofi sortent voir un spectacle au théâtre. Ils sont enchantés par l'imagination de l'artiste... « Ta science peut-elle expliquer cette créativité ? » demandent les deux garçons à Samira.

• Psychologie cognitive • Neurosciences

Pour en savoir +



On entend souvent dire que le « cerveau droit » des personnes créatives est dominant. L'imagerie cérébrale a démontré que c'est faux : les deux hémisphères cérébraux sont également actifs chez tous les individus. Les neurosciences et la psychologie cognitive sont en train de bâtir une vision commune des mécanismes à l'œuvre dans la créativité, avec le double rôle joué par l'inhibition et le relâchement. L'inhibition implique un effort comparable à celui que requiert l'attention. Elle bloque les réponses par trop immédiates et automatiques, ce qui permet d'en imaginer de nouvelles. Acquisée dans l'enfance, elle est essentielle à la résolution de problèmes inédits. Les moments de relâchement surviennent en particulier pendant le sommeil paradoxal, phase durant laquelle le cortex cérébral est partiellement actif. Certains souvenirs, détachés de leur contexte, seraient alors associés de façon nouvelle et originale. La créativité bénéficierait donc, comme on le soupçonnait, d'un subtil équilibre entre contrainte et liberté.



Tous les grands artistes savent que la création dépend à la fois d'une capacité à penser « hors du cadre » et d'une grande discipline.

22:00

## C'est l'heure de sortir les poubelles

De retour à la maison, les colocs sortent leurs déchets, qui sont scrupuleusement triés – ils y tiennent beaucoup. Cette habitude facilite grandement l'application des nouvelles technologies de recyclage.

• Biodégradation • Bactérie • Enzyme • Déchets

Aujourd'hui, nos déchets organiques sont en majeure partie enfouis, de même que plus de la moitié des matières plastiques (un tiers est incinéré). Mais la recherche sur le recyclage et la valorisation des déchets est très active.

La fermentation des déchets organiques par les bactéries produit de la chaleur et un gaz combustible, le méthane, c'est-à-dire deux types d'énergie. Désormais on expérimente des installations où cette « cogénération » fournit à la fois du chauffage et du méthane, qui alimente les moteurs de centrales électriques.

Par ailleurs, on découvre des enzymes capables de dégrader les polymères plastiques en transformant les longues chaînes moléculaires qui les constituent en des molécules plus simples : des monomères. Ces monomères peuvent être utilisés pour fabriquer des plastiques neufs qui, moyennant l'insertion d'enzymes produites biologiquement, seraient dégradables sur commande. On se rapproche ainsi du moment où il sera techniquement possible de recycler la majorité des déchets ménagers.

Certaines bactéries secrètent des enzymes qui cassent les liaisons chimiques des polymères plastiques utilisés dans les emballages.

Pour en savoir +



23:00

## La nuit tombe

Quel beau ciel étoilé! Hans, Élodie et Samira profitent un instant du spectacle.

- Cosmologie • Énergie sombre • Astrophysique

Pour en savoir +



La lumière mettant une seconde pour franchir 299 792 kilomètres, plus on regarde loin, plus on remonte dans le passé. Le fond du ciel devrait donc être tapissé d'une image de l'Univers tel qu'il était dans sa jeunesse : un maelstrom de gaz brûlants et lumineux. Or ce n'est pas le cas : l'espace se dilatant, à la manière d'un ballon gonflable, cette image s'éloigne de nous à grande vitesse, ce qui l'atténue (elle nous parvient sous forme de micro-ondes invisibles pour nos yeux). La nuit est noire parce que l'Univers est en expansion. En 1998, on a découvert que l'expansion universelle est en train d'accélérer à cause de la présence imprévue d'une forme d'énergie qui baignerait l'espace. Cette « énergie sombre » – un nom qui ne reflète que notre ignorance quant à sa nature – constituerait même plus des deux tiers du contenu de l'Univers ! Les astronomes sondent aujourd'hui les profondeurs de l'espace pour reconstituer l'histoire de son expansion. Leur but est, entre autres, de déterminer la manière dont l'énergie sombre se dilue (ou pas) à mesure que l'Univers grandit, et d'en déduire son origine.

Le fait que le ciel est noir à l'arrière-plan des étoiles a des implications vertigineuses...

00:00

## Le passé sous nos pieds

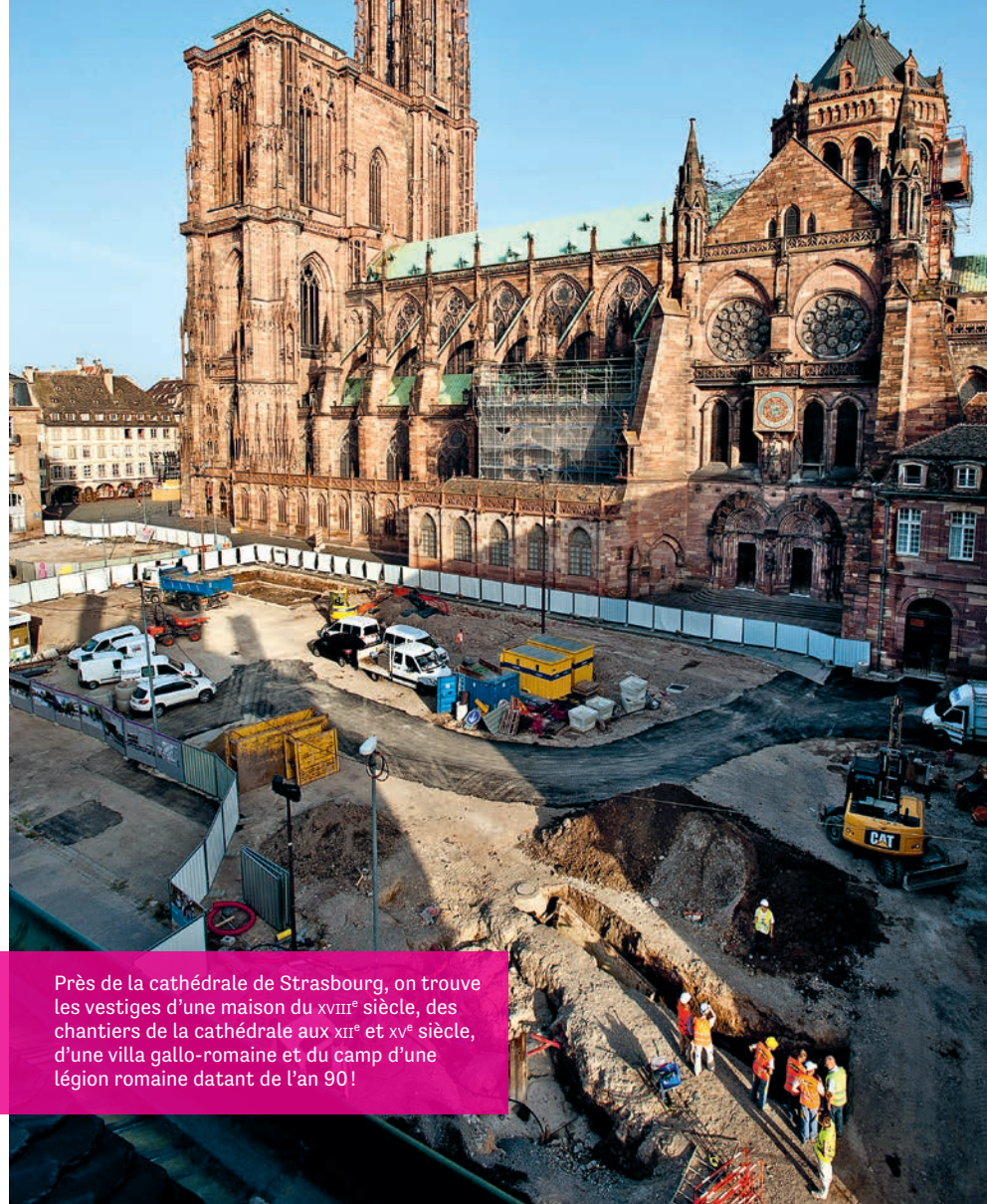
Hans s'est vite endormi. Il rêve : marchant dans les rues d'une ville qu'il ne connaît pas, il tombe dans un trou. Horreur ! Le voilà au milieu d'une sinistre catacombe pleine de crânes souriants.

- Archéologie préventive • Préhistoire • Paléontologie

Pour  
en savoir +



En Europe, la plupart des villes ont plusieurs siècles, voire plusieurs millénaires d'existence et, en France en particulier, les humains occupent et transforment le territoire depuis la préhistoire. Dès lors, le creusement d'un parking, l'ouverture d'une route ou le terrassement d'un lotissement sont susceptibles de détruire des vestiges archéologiques inestimables. Pour l'éviter, des archéologues sont désormais dépêchés avant les travaux pour réaliser des diagnostics. Ces études sont systématiques dans certaines zones sensibles ou effectuées sur ordre du préfet ailleurs. Le diagnostic ainsi établi sera dorénavant la seule trace qui subsistera de l'état du sol avant la construction. Au cours des trois dernières années seulement, la liste des découvertes réalisées dans ce cadre est remarquable : fossiles de mammoths à Montereau-sur-le-Jard, en Île-de-France ; tombe princière celte à Lavau, dans l'Aube ; villa romaine à Épinal, dans les Vosges ; vestiges gaulois en Vendée et en Bourgogne ; habitats précolombiens et cimetières d'esclaves en Martinique et en Guadeloupe ; etc.



Près de la cathédrale de Strasbourg, on trouve les vestiges d'une maison du XVIII<sup>e</sup> siècle, des chantiers de la cathédrale aux XII<sup>e</sup> et XV<sup>e</sup> siècles, d'une villa gallo-romaine et du camp d'une légion romaine datant de l'an 90 !

01:00

## La chimie de l'amour

Les rêves d'Élodie sont plus doux : elle y retrouve le jeune homme rencontré ce matin sur le site historique du château des ducs de Bretagne... Serait-elle amoureuse ?

• Imagerie • Chimie • Odorat

On sait que l'amour a une base biochimique : certaines phases « classiques » du sentiment amoureux – désir, plaisir, attachement... – s'accompagnent de l'afflux de différentes hormones connues pour réguler l'activité des neurones. Mais il y a plus.

Des tests ont montré que des indices olfactifs subtils nous renseignent inconsciemment sur les gènes déterminant le système immunitaire d'une personne et influent sur son « attractivité » ; ou encore que le cerveau dédie des ressources considérables au « scan » des visages, dont il tire en un temps prodigieusement court (un dixième de seconde) une foule d'informations agissant fortement sur le système limbique, siège des émotions. L'observation du cerveau en action révèle aussi l'activation intense de zones impliquées dans le raisonnement et la sémantique lorsqu'un sujet voit ou entend des stimuli liés à l'être aimé.

Les sciences mettent en lumière que, plus qu'une simple émotion, l'amour est un état complexe mobilisant l'ensemble de notre être biologique et social.

La recherche scientifique révèle de plus en plus la complexité du trouble amoureux – ici en étudiant les variations de la température des corps vue par thermographie.

Pour en savoir +





02:00

## Le sommeil consolide la mémoire...

La maison est silencieuse. Pourtant un travail intense vient de commencer dans le cerveau de nos six colocataires.

- Consolidation de la mémoire • Phases du sommeil

Une nuit de sommeil comprend une succession de quatre ou cinq cycles. Au cours de chacun de ces cycles, nous passons du sommeil lent (sommeil léger, puis profond) au sommeil paradoxal (celui au cours duquel se produisent les rêves dont nous sommes susceptibles de nous souvenir). Notre cerveau travaille lors de toutes ces phases.

Durant le sommeil lent, le cerveau « trie » les souvenirs et se prépare à en accueillir d'autres ; et l'hippocampe réactive dans le cortex les circuits qui se sont formés pendant la journée, consolidant les souvenirs de la mémoire dite « déclarative » (les événements, les mots et les concepts). Durant le sommeil paradoxal, une autre structure nerveuse, le striatum, située sous le cortex, communique avec lui et y grave la mémoire « procédurale » (les gestes, les savoir-faire).

Ces observations, réalisées grâce à des tests de mémorisation couplés à l'IRM cérébrale, illustrent à quel point les progrès de l'imagerie médicale appliqués à la recherche donnent un accès inédit au fonctionnement du cerveau humain.

Les connexions entre neurones qui codent nos souvenirs et nos compétences sont réactivées pendant les différentes phases du sommeil, ce qui les consolide.

Pour en savoir +

les troubles de la mémoire : prévenir, accompagner  
francis eustache



Alain Lieury



MÉMOIRE D'ÉLÉPHANT!

Walt Truitt et Kasper Schoups

ESKA

03:00

## ... et nettoie le cerveau!

Pendant qu'ils dorment, la matière grise des colocs fait sa toilette : où l'on découvre que penser génère des toxines...

- Toxine • Neurone • Sommeil

L'activité de toutes les cellules vivantes produit des déchets : les métabolites. Le système lymphatique constitue le tout-à-l'égout de l'organisme : il se charge de récupérer ces toxines et de les transporter pour qu'elles soient dégradées au niveau du foie. Mais le cerveau est exclu de ce circuit : il est isolé grâce à des filtres très stricts dont la fonction est de le protéger des infections qui affectent le reste du corps. Pourtant, les neurones produisent eux aussi des déchets. Comment sont-ils évacués ?

Des études récentes ont montré que les neurones se contractent légèrement lorsqu'ils sont inactifs. Ainsi, durant le sommeil, les cellules font de la place au liquide cébrospinal dans lequel baigne le système nerveux central. Ce liquide est alors « pompé » par un système analogue au système lymphatique, emportant vers le flux sanguin les toxines produites durant la veille. Voilà une preuve de plus que le sommeil est précieux pour la santé !

Pour en savoir +



Chacun sent que le sommeil est réparateur. Les scientifiques comprennent de mieux en mieux pourquoi.

04:00

## Des nouvelles d'une sonde spatiale

Élodie n'arrive pas à se rendormir. Elle écoute les infos : « Tout va bien pour la sonde spatiale *Hayabusa 2*, dont l'atterrisseur *Mascot* a été développé par les agences spatiales allemande et française. »

Astéroïde • Système solaire • Exploration spatiale

Il y a quatre milliards et demi d'années, dans le disque de gaz et de poussières qui entourait le Soleil, des grains solides se sont agglutinés au gré des collisions pour former progressivement les planètes. Les astéroïdes et les comètes sont des restes inutilisés de ce processus. Apprendre à naviguer auprès de ces rochers presque dépourvus de pesanteur, à s'y ancrer et à en rapporter des échantillons est d'un intérêt fondamental pour comprendre les origines de notre Système solaire. Et peut-être est-ce aussi un investissement pour l'avenir. En effet, une foule de métaux sont rares sur Terre parce qu'ils ont coulé dans le noyau fondu de la planète alors qu'ils devraient être abondants à la surface des astéroïdes. À long terme, le bénéfice de l'exploitation des astéroïdes pourrait être grand : transférer dans l'espace nos activités d'extraction polluantes et accéder à des ressources renouvelées offriraient un répit durable à notre environnement.

La sonde *Hayabusa 2* doit d'ailleurs atteindre en 2018 un des astéroïdes pour en rapporter des échantillons en 2020.

Les petits corps du Système solaire  
– ici (433) Eros, visité en février 2000  
par la sonde américaine *NEAR* –, dont  
l'exploration vient de commencer,  
constituent encore une *terra incognita*.

Pour  
en savoir +



05:00

## La nuit du fauve

Félix, le chat, s'étire et saute du lit de Samira. Il se faufile par la chatière de la porte-fenêtre...

- Écologie • Sciences participatives

Pour  
en savoir +



Les félins sont un groupe de mammifères apparus il y a environ vingt millions d'années dans les forêts d'Asie, lorsque des animaux comparables aux mangoustes ont adopté un régime alimentaire particulier, celui des hypercarnivores, contraints de ne manger pratiquement que de la viande. Différents recensements ont établi que, en raison de leur adaptation parfaite à la chasse, nos chats domestiques tuent au moins un milliard d'oiseaux et près de sept milliards de petits mammifères chaque année dans le monde !

Les scientifiques sollicitent désormais la coopération de la population pour étudier l'écologie encore méconnue des chats domestiques. Les animaux sont équipés de capteurs GPS pour que l'on puisse suivre leurs mouvements et l'évolution de leur territoire. Des sites Internet participatifs permettent à des volontaires de recenser régulièrement les prises de leur chat ou à des participants occasionnels de signaler leurs observations. Il est en effet urgent de mieux connaître l'impact de nos animaux sur la faune sauvage.



De grands yeux regardant de face, une tête large et courte permettant l'insertion de muscles de la mâchoire puissants : ces adaptations à la chasse donnent au chat le genre de minois qui nous séduit !

06:00

## Comment la biodiversité évolue-t-elle ?

Les colocs se réveillent progressivement. Kofi se penche à la fenêtre pour observer un oiseau dans le jardin : c'est un Bruant jaune. « Tiens, on en voit moins dans les environs depuis quelque temps... »

• Modélisation • Biodiversité • Mathématiques

La régression d'une espèce – un oiseau, par exemple – résulte parfois du seul changement climatique. Cela peut se faire directement, s'il tolère mal les températures élevées, ou indirectement, parce que les graines dont il se nourrit mûrissent plus tôt qu'avant ou encore parce que l'élévation des températures chasse loin de ses sites de nidification préférés les insectes qui complètent son alimentation... À moins que ces insectes ne soient tout simplement détruits par les pesticides.

Les chercheurs construisent des modèles informatiques de l'évolution des populations, qu'ils comparent ensuite à la réalité des recensements dans la nature. Ils peuvent ainsi démêler les causes enchevêtrées de la régression d'une espèce et éventuellement déterminer celle qui est prépondérante et sur laquelle on peut agir. Une fois validés, ces modèles sont également très utiles pour prédire les effets futurs des activités humaines sur la faune et sur la flore.

La modélisation de la biodiversité, nouvelle application des mathématiques, est aujourd'hui en plein essor.

Le Bruant jaune (*Emberiza citrinella*), espèce autrefois très présente du sud de la France au nord de l'Europe, régresse pour des raisons encore mal comprises.

Pour en savoir +



## ET POUR EN SAVOIR PLUS

En bleu, les titres jeunesse.

### Introduction

#### Les sciences à chaque heure

Benoît Broyart et Sylvie Muniglia,  
*Vers un monde alternatif?*, Gulf stream éditeur, 2012.

Romain Anger et Laetitia Fontaine,  
*Bâtir en terre*, Belin, 2009.

Laurence Estival et Marjorie Musy,  
*Vivons la ville autrement : des villes durables où il fait bon vivre au quotidien*, Quae, 2017.

07:00

#### La journée démarre : quel temps fera-t-il ?

Jostein Gaarder, *L'Héritage d'Anna*, Seuil jeunesse, 2015.

Julie Guillem, *Atlas des nuages*, Actes Sud junior, 2016.

Céline Herrmann, *La météo c'est rigolo*, L'école des loisirs, 2010.

Ismaël Khelifa, *Opération Groenland*, Poulpe fictions, 2017.

Anne-Claire Lévêque, *La Pluie et le Beau Temps*, Éditions du Ricochet, 2014.

Lisa Regan, *Le Labo de la météo*, Gallimard Jeunesse, 2012.

Satoe Tone, *Une si jolie Terre*, Balivernes, 2013.

Sylvestre Huet, *Les Dessous de la cacophonie climatique*, La ville brûle, 2015.

Catherine Jeandel et Rémy Mosseri (dir.),  
*Le Climat à découvrir : outils et méthodes en recherche climatique*, CNRS Éditions, 2011.

08:00

#### On s'habille en prévision de la pluie...

Émilie Ramel et Caroline Willay,  
*La Chimie verte*, Actes Sud junior, 2014.

Christine Browaeys, *Les Enjeux des nouveaux matériaux textiles*, EDP Sciences, 2014.

Jean-Jacques Perrier, *La Civilisation des nanoproduits*, Belin, 2017.

09:00

#### Coincés dans les bouchons !

Robin Jamet, *Vous avez dit maths ?*, Dunod, 2014.

Florence Pinaud et Carina Louart, *C'est mathématique !*, Actes Sud junior, 2014.

Pierre Cartier, Jean Dhombres, Gerhard Heinzmann et Cédric Villani,  
*Mathématiques en liberté*, La ville brûle, 2012.

10:00

#### Un peu de sport avant les cours

Françoise Laurent, *1, 2, 3, on bouge !*, Éditions du Ricochet, 2017.

Nunzio Lanotte et Sophie Lem, *Sportifs high tech*, Belin, 2012.

Hubert Ripoll, *La Résilience par le sport*, Odile Jacob, 2016.

11:00

#### Le passé comme si on y était

Jean-Louis Brahem, *Voyage en Géométrie*, Éditions Le Pommier, 2017.

12:00

#### Des goûts et des couleurs...

Hélène Binet, Julien Garnier et Christophe Lavelle, *Toute la chimie qu'il faut savoir pour devenir un chef!*, Flammarion, 2017.

Raphaël Haumont, *Les Papilles du chimiste*, Dunod, 2017.

Sophie Nicklaus et Jean-François Desessard, *L'Alimentation des enfants racontée aux parents : donnez à votre enfant le goût de bien manger...*, Quae, 2017.

Collectif, *La Chimie et l'Alimentation pour le bien-être de l'homme*, EDP Sciences, 2010.

13:00

#### Quel gaspillage !

Sandrine Mirza, *24 heures dans le monde*, Gulf stream éditeur, 2017.

John Wodward, *L'Eau, ressource précieuse*, Gallimard Jeunesse, 2009.

Denis Lefèvre et Vasken Andréassian, *L'Eau en péril : une ressource à préserver au quotidien*, Quae, 2016.

14:00

### Comment faisait-on avant le GPS ?

Mathias Fink, Michel Le Bellac et Michèle Leduc, *Le Temps : mesurable, réversible, insaisissable ?*, EDP Sciences, 2016.  
Christophe Galfard, *L'Univers à portée de main*, Flammarion, 2015.  
Carlo Rovelli, *Sept Brèves Leçons de physique*, Odile Jacob, 2015.

15:00

### Les machines peuvent-elles penser ?

Johan Heliot, *Ciel 1.0*, Gulf stream éditeur, 2014.  
Laurent Alexandre et Jean-Michel Besnier, *Les robots font-ils l'amour ?*, Dunod, 2016.  
Nick Bostrom, *Superintelligence*, Dunod, 2017.  
Rodolfe Gelin, *Le Robot, meilleur ami de l'homme*, Éditions Le Pommier, 2014.

16:00

### Un peu de jardinage

Stéphanie Dunand-Pallaz et Sophie Turrel, *Le Chat Peau d'paille*, Balivernes, 2011.  
Emmanuelle Houssais, *Sous mes pieds*, Éditions du Ricochet, 2016.  
Jérôme Balesdent, Étienne Dambrine et Jean-Claude Fardeau, *Les sols ont-ils de la mémoire ? 80 clés pour comprendre les sols*, Quae, 2015.  
Sylvie Brunel, *Plaidoyer pour nos agriculteurs*, Buchet Chastel, 2017.  
Frédéric Denhez, *Cessons de ruiner notre sol*, Flammarion, 2014.  
Christian Feller et al., *Le Sol, une merveille sous nos pieds*, Belin, 2016.  
Yves Leers et Jean-Luc Fessard, *Ça chauffe dans nos assiettes*, Buchet Chastel, 2017.

17:00

### L'Internet vous regarde...

Philippe Godard, *La Toile et toi*, Gulf stream éditeur, 2012.  
Serge Abiteboul et Gilles Dowek, *Le Temps des algorithmes*, Éditions Le Pommier, 2017.  
Mokrane Bouzeghoub et Rémy Mosseri (dir.), *Les Big Data à découvert*, CNRS Éditions, 2017.

18:00

### Un petit moment de faiblesse

Jean-Philippe Lachaux, *Les Petites Bulles de l'attention : se concentrer dans un monde de distractions*, Odile Jacob, 2016.  
Florence Pinaud, *Question d'intelligence*, Actes Sud junior, 2017.  
Michel Le Van Quyen, *Les Pouvoirs de l'esprit*, Flammarion, 2015.

19:00

### C'est quoi, la chanson qui fait « ta-da-da-da » ?

Jean-Noël Beuzen, *La Musique, entre génie créateur et vertu thérapeutique*, Odile Jacob, 2015.

20:00

### Qu'est-ce qu'on fait pour les vacances ?

Sylvie Baussier et Pascale Perrier, *Touristoc*, Gulf stream éditeur, 2014.  
Sandrine Dumas Roy, *L'Eldorad'eau*, Éditions du Ricochet, 2013.  
Éric Lambin, *Une écologie du bonheur*, Éditions Le Pommier, 2010.  
François Letourneux, *Le Mouvement des lieux*, Buchet Chastel, 2016.

21:00

### Mais où vont-ils chercher tout ça ?

Richard Gaughan, *Génies par hasard*, Dunod, 2012.  
Olivier Houdé, *Apprendre à résister*, Éditions Le Pommier, 2017.  
Collectif, *Chimie et cerveau*, EDP Sciences, 2016.

22:00

### C'est l'heure de sortir les poubelles

Vincent Cuvellier, *Émile descend les poubelles*, Gallimard Jeunesse, 2015.  
Fanny Gauvin et Adrien Touche, *Guide du petit écolo*, Actes Sud junior, 2017.  
Élisabeth de Lambilly et Rémi Saillard, *Voyage au pays du recyclage*, De La Martinière Jeunesse, 2012.  
Christian Duquenois, *Les Déchets : du big bang à nos jours*, Quae, 2015.

23:00

### La nuit tombe

- Francis Bernardeau, Étienne Klein, Sandrine Laplace et Michel Spiro, *La Physique des infinis*, La ville brûle, 2013.
- Gilles Cohen-Tannoudji et Michel Spiro, *Relativité et quanta*, Éditions Le Pommier, 2017.
- Neil deGrasse Tyson, *Petite Excursion dans le cosmos*, Belin, 2017.
- Hervé Dole, *Le Côté obscur de l'Univers*, Dunod, 2017.
- David Elbaz, *À la recherche de l'Univers invisible: matière noire, énergie noire, trous noirs*, Odile Jacob, 2016.
- Stephen Hawking, *Dernières Nouvelles des trous noirs*, Flammarion, 2016.

00:00

### Le passé sous nos pieds

- Marc Azéma et Laurent Brasier, *Le Beau Livre de la préhistoire*, Dunod, 2016.
- Sophie A. de Beaune et Antoine Balzeau, *Notre préhistoire*, Belin, 2016.
- Yves Coppens et Évelyne Heyer (dir.), *Une belle histoire de l'homme*, Flammarion, 2015.

01:00

### La chimie de l'amour

- Aurore Meyer et Marygribouille, *Bientôt amoureuse*, De La Martinière Jeunesse, 2017.
- Régine Dee et Hanns Hatt, *La Chimie de l'amour*, CNRS Éditions, 2013.
- Roland Salessse, *Faut-il sentir bon pour séduire? 120 questions pour comprendre les odeurs*, Quae, 2015.
- Serge Stoléro, *Un cerveau nommé désir: sexe, amour et neurosciences*, Odile Jacob, 2016.

02:00

### Le sommeil consolide la mémoire...

- Francis Eustache et al., *Les Troubles de la mémoire*, Éditions Le Pommier, 2015.
- Francis Eustache et Bérengère Guillery-Girard, *La Neuroéducation: la mémoire au cœur des apprentissages*, Odile Jacob, 2016.
- Alain Lieury, *Mémoire d'éléphant*, Dunod, 2015.

03:00

### ... et nettoie le cerveau!

- Irina Constantinescu et Sophie Schwartz, *Le Laboratoire du sommeil*, Éditions Le Pommier, 2010.
- Michel Jouvet, *Le Sommeil, la Conscience et l'Éveil*, Odile Jacob, 2016.
- Michel Le Van Quyen, *Améliorer son cerveau*, Flammarion, 2017.

04:00

### Des nouvelles d'une sonde spatiale

- Michel Francesconi, *Planètes en vue*, Éditions du Ricochet, 2016.
- Anne Jankéliowitch et Annabelle Buxton, *Système solaire*, De La Martinière Jeunesse, 2017.
- Michèle Mira Pons, *Le Ciel à très petits pas*, Actes Sud junior, 2013.
- Anne-Fleur Multon, *Viser la Lune*, Poulpe fictions, 2017.
- Ben Newman, *Mission cosmos*, Gallimard Jeunesse, 2017.

05:00

### La nuit du fauve

- Antonio Fischetti, *Chiens et chats sous la loupe des scientifiques*,

Actes Sud junior/Cité des sciences et de l'industrie, 2015.

François Moutou, *Tout sur le chat*, Éditions Le Pommier, 2008.

Pierre Jouventin, *Trois Prédateurs dans un salon: une histoire du chat, du chien et de l'homme*, Belin, 2014.

06:00

### Comment la biodiversité évolue-t-elle?

- Isaline Aubin et Marc Boutavant, *Sur la piste de la biodiversité*, Seuil jeunesse, 2010.
- Lise Barnéoud, *La Biodiversité?*, Belin, 2013.
- Raphaël Billé, Philippe Cury, Michel Loreau et Virginie Maris, *Biodiversité: vers une sixième extinction de masse*, La ville brûle, 2014.
- Cynthia Fleury et Anne-Caroline Prévot (dir.), *Le Souci de la nature*, CNRS Éditions, 2014.
- David Garon, Jean-Christophe Guéguen et Jean-Philippe Rioult, *Biodiversité et évolution du monde vivant*, EDP Sciences, 2017.
- David G. Haskell, *Écoute l'arbre et la feuille*, Flammarion, 2017.
- Virginie Maris, *Philosophie de la biodiversité*, Buchet Chastel, 2016.



## Crédits photographiques des 24 heures des sciences :

**Introduction** p. 8 et 9 droite : CRAterre ; p. 9 gauche : Françoise Jourda – Gilles Perraudin/Artemia/Leemage. **07:00** SPL/Cosmosphoto. **08:00** Dr. Keith Wheeler/SPL/Cosmosphoto. **09:00** photo Guignard/air-images.net. **10:00** Jérôme Genée/Naturimages. **11:00** UMR CNRS/MCC 3495 MAP – Modèles et simulations pour l'Architecture et le Patrimoine. **12:00** Éric Flogny/Aleph/Picturetank. **13:00** Reiner Ohms/plainpicture. **14:00** ESA-PCarril. **15:00** Amelie – Benoist/BSIP. **16:00** S. Gautier/Sagaphoto. **17:00** Mark Wagner/Aviation/plainpicture. **18:00** Cedric Faimali/Argos/Picturetank. **19:00** Diego Banuelos. **20:00** Emmanuel Berthier/hemis.fr. **21:00** Christian Ganet/ArtComPress. **22:00** Volker Brinkmann/Visuals Unlimited/BSIP. **23:00** Image Source/plainpicture. **00:00** Denis Gliksman, INRAP. **01:00** Dr. Ray Clark et Mervyn Goff/SPL/Cosmosphoto. **02:00** SPL/Cosmosphoto. **03:00** Maryanne Gobble/plainpicture. **04:00** NASA/JHU/APL/Novapix/Leemage. **05:00** Bruno Mathieu/Biosphoto. **06:00** Sven-Erik Arndt/Arterra/Gamma-Rapho.

© 2017, groupe Sciences pour tous, Syndicat national de l'édition  
ISBN : 2-909 677-84-2

Imprimé en France par l'imprimerie Chirat  
Dépôt légal : septembre 2017 – N°

## Que soient ici remerciés les chercheurs et les institutions dont les travaux ont inspiré ces pages, par ordre chronologique des heures de la journée :

**Introduction** Équipe CRAterre, ENSA (Grenoble).  
**07:00** Institut Pierre-Simon-Laplace/CEA, LMD; Michael Zamo, Météo France; François-Xavier Le Dimet, université de Grenoble; Didier Auroux, Jacques Blum, université de Nice-Sophia-Antipolis.  
**08:00** Christine Browaeys, université de Lyon.  
**09:00** Michel Rasclé, université de Nice-Sophia-Antipolis; Florent Berthelin et Paola Goatin, INRIA; Jean-Patrick Lebacscque, GRETTIA, Irstea/Iffstar; Guillaume Carlier, université de Paris-Dauphine.  
**10:00** Mathias Pessiglione, INSERM; Olivier Belloc, Fédération française d'athlétisme, ministère des Sports; Amandine Aftalion, CNRS USVQ, université de Rennes; Raja Chatia, université de Paris-VI.  
**11:00** Livio De Luca, UMR 3495, CNRS/MCC.  
**12:00** Laurent Lagrost, INSERM; Philippe Besnard, université de Bourgogne; Pier-Vincenzo Piazza, INSERM et Neurocentre Magendie; Daniela Cota, INSERM.  
**13:00** Frédéric Simien, BRGM.  
**14:00** Noël Dimarcq, Observatoire de Paris.  
**15:00** GDR, CNRS; ENS Paris; Institut Mines-Télécom; ENSC.  
**16:00** Philippe Lemanceau et René Damidaux, INRA.  
**17:00** Anne-Marie Kermarre, INRIA.  
**18:00** Olivier Houdé, CNRS, UMR 840, Sorbonne-université de Paris-Cité.  
**19:00** Hugues Genevois et Benoît Fabre, université de Paris-VI; Frédéric Bevilacqua, IRCAM.  
**20:00** Patricia Rey, IRD.  
**21:00** Antoine Conjard, CEA et UMR 5316 Litt&Arts.  
**22:00** Anne Trémier, IRSTEA; Théodore Bouchez, IRSTEA.  
**23:00** Nathalie Deruelle, Yannick Giraud-Héraud, université de Paris-VII.  
**00:00** INRAP.  
**01:00** José-Manuel Rey, université Complutense de Madrid.  
**02:00** Denis Le Bihan, INSERM/CNRS; équipe de recherche EA 7330 VIFASOM, université de Paris-Descartes.  
**03:00** MIRCEN, CNRS-CEA-INSERM.  
**04:00** MASCOT/CNES.  
**05:00** MNHN.  
**06:00** Yves Dumont, CIRAD; Camille Coron, université de Paris-Sud; Sylvie Méléard, École polytechnique.

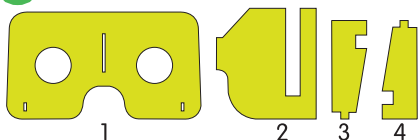
# fête de la Science <sup>fr</sup>

MODE D'EMPLOI

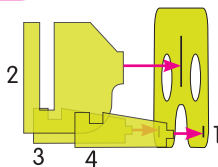


du **Masque VR** pour  
tes prochains voyages virtuels

**1** Détache les 4 éléments  
collés ci-contre



**2** Assemble-les  
selon le modèle



**3** Charge une application de réalité virtuelle  
sur ton smartphone, par exemple : **arta360 VR**  
« une expérience immersive gratuite » ou toute autre  
appli de réalité virtuelle

**4** Place ton smartphone  
dans la fente au bout  
du masque VR

**5** Et accroche-toi :  
**ÇA DÉMARRE !**

