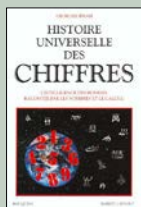




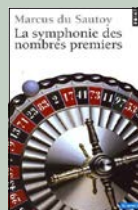
Le Fascinant Nombre π
JEAN-PAUL DELAHAYE
 BELIN, 2018
 (384 PAGES, 22 EUROS)

Le nombre π est une star incontournable, omniprésente en mathématiques et en physique comme dans la culture populaire. Et c'est à juste titre! On a très tôt cherché à l'approprier. La quadrature du cercle a suscité bien des efforts, même après que l'on a prouvé son impossibilité. Et sur l'océan des décimales de π se défient aujourd'hui d'étranges navigateurs, faisant appel tant à l'informatique qu'aux mathématiques. Ce livre retrace l'histoire de son exploration, en insistant sur les épisodes les plus récents qui nous font percevoir tout le mystère de ce nombre: plus on connaît π , plus il se dérobe.



Histoire universelle des chiffres (T. 1 & 2)
GEORGES IFRAH
 ROBERT LAFFONT, 1994
 (1056 ET 1024 PAGES, 28 EUROS PAR TOME)

Des années durant, l'auteur s'est plongé dans une quête aussi folle que celle du Graal pour comprendre d'où venaient les chiffres. De ses recherches, il a tiré un ouvrage exceptionnel, une encyclopédie qui raconte en termes accessibles toute l'histoire des chiffres et apporte de nouvelles lumières, non seulement à l'épopée du calcul (des cailloux à l'ordinateur), mais encore à des domaines aussi éloignés que l'histoire des religions et des mystiques. Outre les Égyptiens, les Babyloniens, les Juifs, les Mayas, on découvre aussi la civilisation indienne à qui l'on doit l'invention capitale de notre zéro.



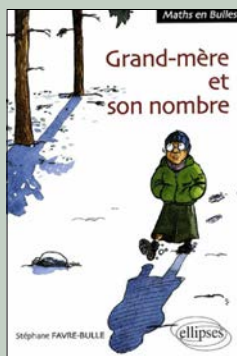
La Symphonie des nombres premiers
MARCUS DU SAUTOY
 SEUIL, POINTS SCIENCE, 2007
 (496 PAGES, 11,20 EUROS)

Depuis Pythagore et Euclide, une petite musique insistante empêche les mathématiciens de dormir: celle des nombres premiers et de leur étrange distribution dans la suite des nombres «normaux». Pour raconter les péripéties d'une recherche séculaire et expliquer ses enjeux, l'auteur campe les grands héros de l'histoire – Riemann, le «Wagner» des mathématiques, Hilbert, virtuose incomparable, ou Ramanujan, jeune prodige indien –, et explicite également les mille applications potentielles d'une recherche on ne peut plus fondamentale.



Le Dernier Théorème de Fermat
SIMON SINGH
 PLURIEL, 2011
 (312 PAGES, 8,10 EUROS)

Pierre Fermat, au XVII^e siècle, s'était contenté d'indiquer dans une marge: « $x^n + y^n = z^n$ impossible si $n > 2$. J'ai trouvé une solution merveilleuse, mais la place me manque pour la développer.» Ce théorème allait devenir la quête ultime du monde mathématique. Les plus puissants esprits de tous les siècles et de toutes les nations tentèrent de venir à bout de cette équation jusqu'à ce que, en 1993, un jeune Anglais, Andrew Wiles, parvienne enfin à la résoudre, devant le regard ébahi de la communauté scientifique. Une épopée qui met en scène les intelligences les plus brillantes.



BANDE DESSINÉE

Grand-mère et son nombre
STÉPHANE FAVRE-BULLE
 ELLIPSES, 2008
 (96 PAGES, 14,20 EUROS)

Faire défiler dans sa tête les nombres entiers naturels (1, 2, 3, 4...) est un jeu d'enfant! Pourtant, il a fallu des millénaires pour que l'on puisse utiliser et écrire ces nombres d'une manière aussi simple! Et $2/3$ ou -45 ou $3,18$? Et π ? Et $\sqrt{2}$? Sont-ils apparus beaucoup plus tard? Sont-ils si différents? Sont-ils si difficiles à approcher? Lionel ne s'était jamais posé toutes ces questions en arrivant chez sa grand-mère pour le week-end. Mais une mamie mathématicienne aime raconter des histoires parsemées de chiffres... Et elle devient vite passionnante lorsqu'elle parle de son monde fabuleux!

RENDEZ-VOUS

P. 114

DONNÉES À VOIR

DES INFORMATIONS
SE COMPRENNENT MIEUX
LORSQU'ELLES SONT MISES EN IMAGES



P. 118

SPÉCIMEN

UN ANIMAL ÉTONNANT CHOISI
PARMI CEUX PRÉSENTÉS SUR
LE BLOG «BEST OF BESTIOLES»



P. 110

REBONDISSEMENTS

DES ACTUALITÉS SUR
DES SUJETS ABORDÉS
DANS LES HORS-SÉRIES PRÉCÉDENTS



P. 116

LES INCONTOURNABLES

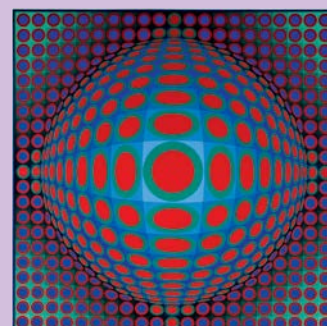
DES LIVRES, DES EXPOSITIONS,
DES SITES INTERNET, DES VIDÉOS,
DES PODCASTS... À NE PAS MANQUER



P. 120

ART & SCIENCE

COMMENT UN ŒIL SCIENTIFIQUE
OFFRE UN ÉCLAIRAGE INÉDIT
SUR UNE ŒUVRE D'ART



HORS-SÉRIE N° 101: VÉGÉTAL

Une restauration rapide, mais dans le désordre

La nature reprend ses droits quand des terres déboisées ne sont plus exploitées. Une forêt, dite secondaire, se réinstalle. Mais à quel rythme ? Et dans quelle mesure ressemble-t-elle à une forêt primaire ?

Les arbres nous procurent, à nous humains, quantité de bienfaits détaillés dans le *Hors-Série* n° 101: «La révolution végétale», et pourtant, on ne cesse de les décimer. Essentiellement sous les coups de la conquête de terres agricoles, la déforestation va bon train. Mais que se passe-t-il après, une fois que l'exploitation cesse et que les terres prises sur la forêt sont «relâchées», rendues à la nature ? C'est ce qu'ont voulu savoir Danaë Rozendaal, de l'université de Wageningen, aux Pays-Bas.

Pour ce faire, ils ont inventorié les espèces d'arbres dans quelque 1800 zones de forêt secondaire tropicale d'âges variés à travers 10 pays d'Amérique centrale et du Sud et les ont comparées avec celles présentes en forêt primaire. Rappelons que ces dernières hébergent l'essentiel (96%) de la biodiversité planétaire en termes d'arbres, avec quelque 53 000 espèces. Or elles disparaissent peu à peu : aujourd'hui, les forêts secondaires représentent 28% des terres en Amérique latine.

Qu'ont observé les chercheurs ? La biodiversité en termes de nombre d'espèces revient vite et retrouve les niveaux de la forêt primaire en cinq décennies (le taux de

récupération est de 80% en 20 ans). Cependant, la composition initiale en espèces (déduite de l'étude des forêts primaires voisines) et leurs proportions relatives ne reviennent qu'après plusieurs siècles. C'est notamment le cas lorsque certaines espèces ont disparu localement. Après 20 ans, seuls 34% de la composition originelle sont retrouvés. En d'autres termes, après un épisode de déforestation, une forêt diversifiée revient vite, mais ce n'est plus la même qu'auparavant.

Selon l'un des auteurs de l'étude, la récupération rapide de la biodiversité est plutôt une bonne nouvelle. Toutefois, des actions ciblées de réintroduction d'espèces particulières seront nécessaires pour garantir leur préservation sur le long terme. De même, la protection de forêts primaires est indispensable au reboisement. Un message important pour respecter le Défi de Bonn (Bonn Challenge) visant, à l'initiative de l'UICN, le reboisement de 150 millions d'hectares de terres dégradées d'ici à 2020 et 350 millions d'hectares d'ici à 2030. ■

D. ROZENDAAL ET AL., *SCIENCE ADVANCES*, VOL. 5, N° 3, ART. EAAU3114, 2019

Après un épisode de déforestation, une forêt primaire récupère assez vite, mais un peu dans le désordre.



Réparer la mémoire

La mémoire est fragile, le *Hors-Série* n° 102: «Les mutations de notre mémoire» le montrait. Elle est notamment perturbée lors d'une dépression, du vieillissement... Comment y remédier ? Étienne Sibille, de l'université de Toronto, au Canada, et ses collègues proposent de cibler les anomalies des récepteurs GABA qu'ils ont reliées aux dysfonctionnements de la mémoire. Pour ce faire, ils ont conçu de nouvelles molécules, dérivées de benzodiazépines (une classe d'antidépresseurs), qui contrecarreraient ces dommages des récepteurs GABA. Les premiers essais précliniques sont encourageants. Si l'efficacité est confirmée, ces molécules pourraient également être utiles dans les premiers stades de la maladie d'Alzheimer où l'on détecte les mêmes anomalies.

T. PREVOT ET AL., *MOLECULAR NEUROPSYCHIATRY*, PRÉPUBLICATION, 2019

Vitamines contre cancer

Parmi les nouvelles pistes de traitement contre le cancer évoquées dans le *Hors-Série* n° 99: «Cancer. L'arsenal des nouvelles thérapies», les thérapies à base de cellules souches sont de plus en plus courantes, notamment contre les cancers du sang (lymphomes, leucémies...). Cependant, on doit veiller à stimuler la production de cellules sanguines pour pallier les effets négatifs du traitement. L'équipe d'Olaia Naveiras, de l'EPFL, a montré qu'un dérivé de la vitamine B3 serait particulièrement indiqué pour cette tâche. Pourquoi ? Parce que le composé favoriserait l'élimination des mitochondries «stressées» et leur remplacement.

N. VANNINI ET AL., *CELL STEM CELL*, VOL. 24, PP. 405-418, 2019

La musique nuit gravement à la créativité

Les vertus de la musique sur le cerveau sont nombreuses, plusieurs articles du *Hors-Série* n° 100: «Good vibrations» en ont apporté la preuve. Stress atténué, émotions contrôlées, dépression écartée... Une opinion bien partagée veut qu'en écoutant de la musique nous soyons également plus créatifs. Emma Threadgold, de l'université du Lancashire central, à Preston, en Grande-Bretagne, et ses collègues ont voulu en avoir le cœur net.

Ils ont étudié l'effet d'un fond musical sur les performances d'individus dans plusieurs tâches sollicitant la créativité. Par exemple, il s'agissait de trouver un mot qui, ajouté à trois autres, en forme autant de nouveaux. Ainsi, quel mot peut-on accoler à «feuille», «manteau» et «monnaie»? Trois ambiances ont été testées: musique instrumentale, musique et paroles dans une langue étrangère, ainsi que musique et paroles dans une langue connue. Dans tous les cas, les résultats ont montré un effet négatif du fond sonore sur les exercices à accomplir par rapport à un environnement silencieux. Même des chansons améliorant l'humeur (dans la troisième ambiance) nuisent aux performances.

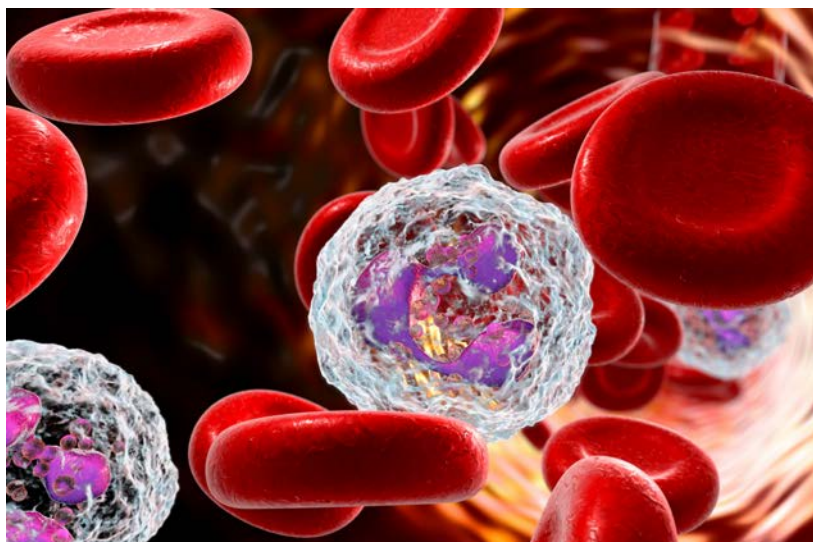
Étonnamment, un fond sonore reproduisant celui d'une bibliothèque (feutré, mais réel) n'avait en revanche pas d'influence. Si vous voulez profiter au maximum de votre créativité, vous savez désormais ce qu'il vous reste à faire...

P.S. Dans le silence, vous auriez trouvé «porte», qui donne «portefeuille», «porte-manteau» et «porte-monnaie».

E. THREADGOLD ET AL., *APPLIED COGNITIVE PSYCHOLOGY*, PRÉPUBLICATION, 2019

Se coller pour mieux décoller

Les neutrophiles, des globules blancs, joueraient un rôle important dans le développement de métastases. Une découverte importante pour d'éventuels médicaments.



© Shutterstock/Kateryna Kon

Les neutrophiles, une catégorie de globules blancs, participent au processus métastatique.

L'une des conséquences dramatiques du développement d'un cancer est la dissémination de cellules tumorales, prologue au développement de métastases, un phénomène décrit dans le *Hors-Série* n° 99: «Cancer. L'arsenal des nouvelles thérapies». Les mécanismes en jeu sont mal connus. Aussi les résultats de Barbara Maria Szczerba, de l'université de Bâle, en Suisse, et de ses collègues sont-ils importants.

Pour qu'un cancer devienne invasif, des cellules tumorales doivent se détacher de la tumeur initiale, circuler dans le corps et notamment le sang, un environnement hostile. En étudiant des patients atteints d'un cancer du poumon à un stade avancé et des souris modèles, les biologistes ont découvert des cellules tumorales circulantes associées à des neutrophiles (via une protéine VCAM1), une catégorie de globules blancs spécialisés dans l'élimination de bactéries ou de cellules infectées.

Les neutrophiles sont plus qu'un moyen de transport. En effet, des cellules tumorales prélevées dans ces complexes et réinjectées, seules, dans des souris saines, déclenchent plus de tumeurs que des cellules tumorales qui n'ont pas été appariées à des neutrophiles. Cette observation, et d'autres, montre le rôle actif des neutrophiles. Pour quelles raisons?

Les neutrophiles associés à des cellules tumorales produisent des molécules inflammatoires (les interleukines IL-1 β et IL-6) qui favorisent le pouvoir métastatique des cellules cancéreuses (elles sont dotées des récepteurs adéquats). Elles sont «dopées» et prêtes à proliférer. Une mutation particulière, celle du gène *TLE1* favoriserait l'adhésion des cellules tumorales aux neutrophiles.

L'ensemble de ces résultats offrent des pistes pour mieux repérer les cancers sujets à métastases, voire des cibles pour empêcher cette évolution. ■

B. SZCZERBA ET AL., *NATURE*, VOL. 566, PP. 553-557, 2019

HORS-SÉRIE N° 102: MÉMOIRE

Un modèle pour la dynamique d'Alzheimer

Comment évoluent les structures cérébrales dans le cas de la maladie d'Alzheimer? Un modèle, élaboré grâce à plus de 4 000 IRM, répond.

La maladie d'Alzheimer, qui touchera toujours plus de monde, est de mieux en mieux comprise, le *Hors-Série* n° 102: «Les mutations de notre mémoire» s'en faisait l'écho. Par exemple, on sait précisément comment différentes zones du cerveau s'atrophient chez les malades. Cependant, les connaissances sur l'évolution de ces anomalies, et la dynamique de leur divergence par rapport à des sujets sains, manquaient. Pour combler ce manque, Pierrick Coupé, du Laboratoire bordelais de recherche en informatique, Gwenaëlle Catheline de l'École pratique des hautes études et leurs collègues espagnols ont analysé 4329 IRM de sujets sains et malades grâce à la plateforme volBrain. Cette plateforme gratuite analyse automatiquement des IRM (plus de 120 000 aujourd'hui) du monde entier.

Grâce au très grand nombre d'échantillons, les chercheurs ont créé un modèle qui reproduit à l'échelle de toute une vie l'évolution et la dynamique du cerveau. Le modèle de cerveau normal, de référence, est fondé sur 2944 sujets témoins sains âgés de quelques mois à 94 ans. Le modèle pathologique moyen a été établi à

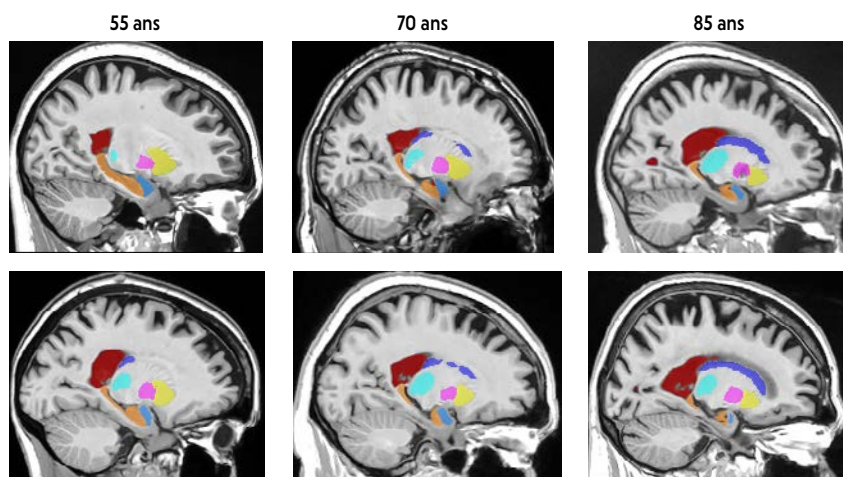
partir des IRM de 1385 sujets malades âgés de plus de 55 ans et de 1877 jeunes sujets sains. Que constate-t-on?

Dans le cas de la maladie d'Alzheimer, l'hippocampe s'atrophie de façon plus marquée que chez les sujets sains avant l'âge de 40 ans. C'est ensuite au tour de l'amygdale: sa taille diminue plus vite chez les malades que chez les sujets sains. Ces deux structures du système limbique impliquées dans la mémoire sont les deux plus touchées par la maladie d'Alzheimer. La matière blanche, la matière grise, le thalamus, les noyaux caudé et accumbens... suivent des évolutions similaires dans les deux catégories d'individus étudiés.

Qu'en est-il des ventricules latéraux (des cavités à l'intérieur du cerveau) dont la dilatation est souvent considérée comme un marqueur de la maladie d'Alzheimer? Selon les modèles obtenus, ils s'élargissent précocement chez les malades, mais de façon similaire chez les deux groupes au-delà de 60 ans. L'examen de ces structures serait donc d'un intérêt limité à des âges avancés. ■

P. COUPÉ ET AL., *SCIENTIFIC REPORTS*, 9, ART. 3 998, 2019

Chez les patients atteints d'Alzheimer (en bas) les atrophies de l'hippocampe (en orange) et de l'amygdale (en bleu) sont plus précoces et plus prononcées que chez des sujets sains (en haut). De même, l'élargissement des ventricules latéraux (en rouge) apparaît plus tôt.



Communier en musique

La musique nous envahit de notre être et nous submerge, les articles du *Hors-Série* n° 100: «Good vibrations» le démontraient bien. C'est particulièrement vrai lors d'un concert où le public semble vibrer à l'unisson. Mais de quelle façon cela se traduit-il dans notre cerveau? Jens Madsen, du City College, à New York, aux États-Unis, et ses collègues ont montré que, chez 20 individus écoutant de la musique classique en même temps, les ondes cérébrales se synchronisent et montrent de fortes similarités. Une simple distraction suffisait à écarter l'un des volontaires de l'harmonie générale.

J. MADSEN ET AL., *SCIENTIFIC REPORTS*, PRÉPUBLICATION, 2019

Des mixotrophes partout

Dans le *Hors-Série* n° 101: «La révolution végétale», on découvrirait les mixotrophes, ces étonnants et méconnus organismes planctoniques mi-animal, mi-végétal. Avec cette double casquette, ils bouleversent ce que l'on pensait savoir du cycle du carbone dans les océans. Il importe donc d'en savoir un peu plus sur ces mixotrophes. Les travaux d'une équipe (Sorbonne Université, CNRS, MNHN et CEA) emmenée par Émile Faure vont dans ce sens. À partir des données recueillies par l'expédition *Tara Oceans* entre 2009 et 2013, ils ont identifié 133 lignées taxonomiques appartenant aux quatre groupes fonctionnels distincts de ces organismes. La mixotrophie est vraiment ubiquitaire et tous les groupes ont approximativement la même distribution. Cependant, certaines lignées sont des aires géographiques plus délimitées: c'est particulièrement le cas pour celles de l'un des groupes.

E. FAURE ET AL., *THE ISME JOURNAL*, PRÉPUBLICATION, 2019