

MATHÉMATIQUES

LE NOMBRE CHROMATIQUE DU PLAN VAUT AU MOINS 5

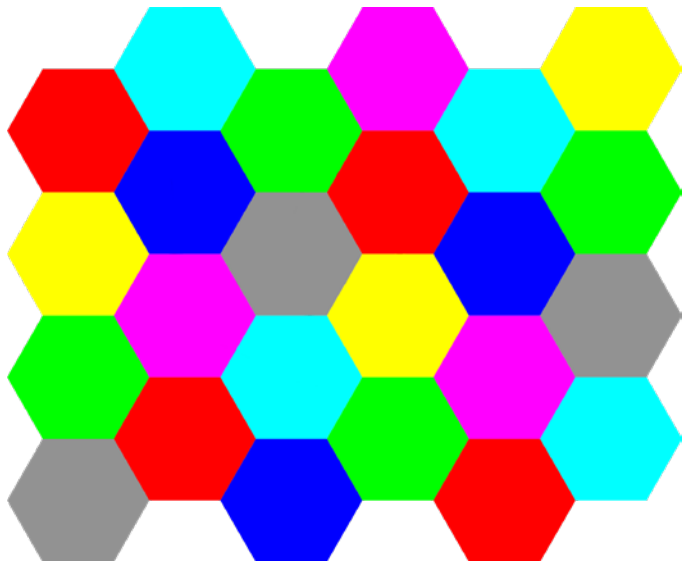
Un mathématicien amateur anglais vient de franchir une étape importante vers la résolution d'un vieux problème de la théorie des graphes.

Le plus célèbre résultat mathématique lié aux façons de colorier le plan est le théorème des quatre couleurs. Il prouve que 4 couleurs suffisent pour colorier n'importe quelle carte en s'assurant que deux régions limitrophes ne soient jamais de la même couleur. Le problème de Hadwiger-Nelson, vieux de presque 70 ans, se fixe une autre contrainte: quel est le nombre minimal de couleurs nécessaires pour colorier le plan de telle sorte que deux points quelconques distants d'une unité de longueur soient de couleurs différentes? L'Anglais Aubrey de Grey, biologiste spécialiste du vieillissement et mathématicien amateur, a franchi une étape importante vers la solution.

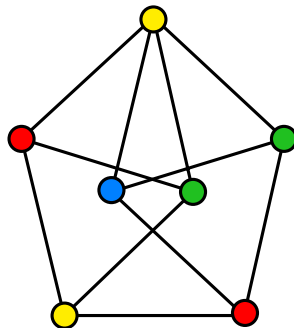
C'est en 1950 qu'Edward Nelson, alors étudiant à l'université de Chicago, a posé ce problème. Son nom est associé à celui du mathématicien suisse Hugo Hadwiger, qui s'est intéressé à des questions voisines dès 1945. La réponse, nommée nombre chromatique du plan, est nécessairement inférieure ou égale à 7. En effet, l'Américain John Isbell a remarqué dès 1950 qu'avec des hexagones de diamètre légèrement inférieur à 1, sept couleurs permettent de colorier le plan en respectant la contrainte d'Edward Nelson et de Hugo Hadwiger (voir la figure). Mais peut-on faire mieux?

Pour répondre de la façon la plus générale à la question, il faut reformuler le problème en termes de théorie des graphes. La même approche a été utilisée pour démontrer le théorème des quatre couleurs: les régions sont remplacées par des nœuds colorés reliés par des segments aux nœuds des régions voisines. Cette formulation plus simple du problème permet notamment un traitement informatique efficace.

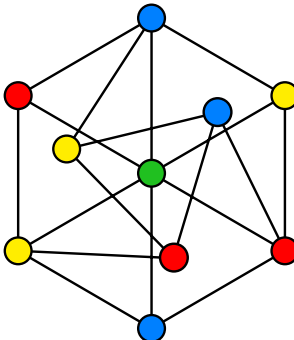
Dans le cas du problème de Hadwiger-Nelson, un nœud représente un point du plan; il est relié *a priori* à une infinité de points par des segments de longueur 1. Le graphe serait donc infini! Mais pour trouver une borne inférieure sur le nombre de couleurs nécessaires pour colorier le plan, un graphe fini suffit. Un graphe carré, par exemple, peut être colorié avec 2 couleurs. Mais 2 couleurs sont insuffisantes en toute généralité car le graphe de Moser (qui a 7 nœuds et 11 arêtes, *ci-contre*) ou celui de Solomon Golomb (qui comporte



Un pavage régulier par des hexagones de diamètre inférieur à 1 montre que 7 couleurs permettent de colorier le plan suivant la contrainte du problème de Hadwiger-Nelson.



Le graphe de Moser (*ci-dessus*), qui a 7 nœuds et 11 arêtes de longueur 1, et celui de Golomb (*ci-dessous*), qui compte 10 nœuds, ne peuvent être coloriés avec moins de 4 couleurs.



10 nœuds), par exemple, requièrent 4 couleurs. Ainsi, le nombre chromatique du plan devrait être compris entre 4 et 7.

Or Aubrey de Grey a construit des graphes composés de points du plan, dont un grand nombre de paires sont à distance 1, et qui nécessitent 5 couleurs. Pour les réaliser, il a fusionné des copies du graphe de Moser et des graphes hexagonaux. Son graphe initial comprenait 20 425 nœuds. Il l'a ensuite simplifié pour en obtenir un second, qui ne contient plus que 1 581 nœuds.

Le nombre chromatique du plan est donc compris entre 5 et 7. Maintenant, une autre énigme se pose: le graphe d'Aubrey de Grey est-il le plus petit possible nécessitant 5 couleurs? La communauté virtuelle de mathématiciens Polymath, sous l'impulsion d'Aubrey de Grey et Dustin Mixon, de l'université d'État de l'Ohio, s'est emparée de la question. Plusieurs personnes ont rapidement proposé des graphes simplifiés. Pour l'instant, le plus petit est celui de Marijn Heule, chercheur en informatique à l'université du Texas, à Austin: ce graphe n'a «que» 826 nœuds. ■

S. B.

A. de Grey, en ligne sur arXiv le 8 avril 2018, <https://arxiv.org/abs/1804.02385>

HYBRIDATION DES CIGALES PÉRIODIQUES

Les cigales vivent une grande partie de leur vie sous terre, à l'état de larve. Dans l'est américain, les différentes espèces de cigales « périodiques » présentent un cycle de vie de 13 ou 17 ans (deux nombres premiers qui font qu'elles ne se croisent que tous les 221 ans !). Ces cycles seraient apparus il y a 100 000 à 200 000 ans. Teiji Sota, de l'université de Kyoto, et ses collègues ont étudié le génome de ces cigales. Ils n'ont pas pu déterminer l'origine des cycles, mais ont montré que, malgré leurs rares rencontres, ces espèces se sont beaucoup hybridées.

LA TEMPÉRATURE DES ORGUES DE BASALTE

En se refroidissant, la lave basaltique forme parfois des ensembles de colonnes de section hexagonale, à l'image de la Chaussée des géants, en Irlande du Nord. Une question cruciale restait sans réponse : à quelle température le basalte se fend-il ainsi ? Anthony Lamur, de l'université de Liverpool, et ses collègues ont conçu un dispositif pour le déterminer sur des laves du volcan islandais Eyjafjallajökull. Résultat : le basalte cristallise à 980 °C et se fend en hexagones entre 890 °C et 840 °C.

DU PIN DANS LA GROTTÉ CHAUVET

Avec ses collègues, Isabelle Théry-Parisot, de l'université Nice-Sophia-Antipolis et du CNRS, a étudié 171 échantillons de charbon de bois laissés par les hommes qui occupaient la grotte Chauvet-Pont d'Arc, dans l'Ardèche, durant l'Aurignacien (de 37 000 à 33 500 ans avant notre ère) et au Gravettien (de 31 000 à 28 000 ans avant notre ère). À l'exception d'un échantillon, tous proviennent de bois de pin, qui produit de grandes flammes, de quoi éclairer la grotte. La présence de conifères signe un climat froid et sec.

SÉISMES EN PROFONDEUR

Les couches profondes de la croûte terrestre exercent une influence visible sur ses couches superficielles, notamment pour ce qui est des processus de formation des montagnes, d'ouverture des rifts océaniques ou d'affaissement des bassins sédimentaires. Des études récentes suggéraient que la partie inférieure de la croûte terrestre subit des dommages provoqués par des séismes, mais cela semblait surprenant : la pression, à plus de 30 kilomètres de profondeur, est si élevée que les roches ne devraient pas y produire de séismes. François Renard, de l'Institut des sciences de la Terre, à Grenoble, et ses collègues viennent de proposer que ce sont des séismes de la partie supérieure de la croûte, et leurs répliques, qui se propagent jusque dans la croûte inférieure.

En profondeur, ces répliques fracturent les roches où de l'eau s'infiltre. Des réactions de métamorphisme transforment ces roches en d'autres, mécaniquement plus fragiles. Les chercheurs ont modélisé cet effet des séismes et estimé la proportion en volume de la croûte inférieure touchée par ces trains de répliques au cours du temps. Dans les zones à forte sismicité de surface, telles que les zones de subduction ou l'Himalaya, au minimum 1 % du volume de la couche profonde de la croûte



Des affleurements de croûte profonde en Norvège témoignent des effets de séismes de surface sur ces roches.

aurait été endommagé par des ruptures sismiques peu profondes.

Ces observations montrent pour la première fois que le modèle classique dit ascendant, où la croûte profonde influencerait presque à sens unique sur le comportement de la croûte superficielle, est insuffisant, et qu'il est nécessaire de considérer les interactions « descendantes » dans les modèles géodynamiques. La fragilisation de la croûte profonde par les séismes est ainsi à prendre en compte dans la dynamique des plaques tectoniques ou la formation et l'évolution des chaînes de montagnes. ■

LAMBERT BARAUT-GUINET

B. Jamveit et al.,
Nature, vol. 556, pp. 487-491, 2018

LE TRÉSOR DE HARALD

Dans le sol d'un tumulus arasé de l'île de Rügen, en Poméranie allemande, deux archéologues amateurs suspectaient la présence résiduelle de matériel archéologique. Comme ils avaient trouvé des indices convaincants, le Service pour la culture et le patrimoine du Land de Mecklembourg-Poméranie-Occidentale a envoyé une équipe qui a mis au jour un trésor viking d'argent comprenant 600 pièces de monnaies, notamment arabes, dont une centaine datent du règne de Harald I^{er} de Danemark (de 958 à 986). Les archéologues ont aussi trouvé des perles, un très rare bijou en forme de marteau de Thor, des broches et des torques brisés. La richesse et le niveau artistique du trésor suggèrent qu'il a pu appartenir à quelqu'un de l'entourage du roi, voire au roi ; on sait que ce dernier, blessé après une bataille



Certaines des pièces d'argent à l'effigie de Harald I^{er} de Danemark trouvées parmi les 600 monnaies du trésor.

contre le parti des Vikings restés païens et rassemblés autour de son fils Sven, est venu se réfugier, puis mourir en Poméranie slave. En Allemagne, l'idée qu'un roi semi-léendaire ait caché avant de mourir un trésor sur une île aujourd'hui allemande suscite de l'enthousiasme. Ce n'est pourtant qu'une possibilité... ■

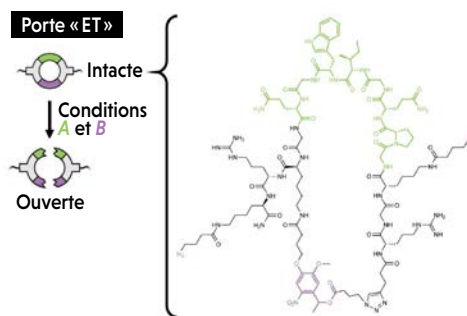
F. S.

BIOCHIMIE

BIOMATÉRIAU LOGIQUE

Améliorer les chimiothérapies passe par la mise au point de transporteurs qui délivrent des molécules bioactives directement au cœur des tissus malades. En évitant ainsi les tissus sains, le traitement peut être plus agressif sans pour autant causer d'effets secondaires. Le mécanisme de reconnaissance des zones malignes par ces transporteurs, qui doit provoquer la libération des anticancéreux, est ainsi critique: l'existence de traits communs entre les tissus sains et cancéreux rend très complexe sa conception. Aussi, renonçant à des systèmes trop simplistes, les chercheurs s'attellent à imaginer des transporteurs prenant en compte plusieurs paramètres à la fois.

Barry Badeau et ses collègues, de l'université de Washington, ont conçu un nouveau type de transporteur sous la forme d'un hydrogel biocompatible «programmable», qui emprisonne les substances à véhiculer et se dissout en réponse à des stimuli simultanés de son environnement, à la manière des portes logiques



Les «portes logiques» moléculaires provoquent une réaction en fonction de plusieurs conditions du milieu.

élémentaires «OUI», «ET» et «OU». Ce gel est constitué à 90% d'eau, retenue par un réseau polymérique dont chaque unité est constituée de trois segments, lesquels se brisent chacun en fonction d'une caractéristique spécifique du milieu. Les chercheurs ont entrepris des tests *in vitro* en utilisant un hydrogel piégeant de la doxorubicine, un anticancéreux. Ils ont constaté que seul le milieu qui avait les bonnes caractéristiques provoque la libération de la doxorubicine, qui détruit alors totalement les cellules cancéreuses. ■

MARTIN TIANO

B. A. Badeau et al., *Nature Chemistry*, vol. 10, pp. 251-258, 2018

EN BREF

MESURE PRÉCISE DE LA CONSTANTE DE STRUCTURE FINE

Cette grandeur, associée à la force électromagnétique, vaut environ 1/137. Mais son calcul, par la théorie, est très sensible au modèle choisi pour décrire la physique des particules. En effet, les physiciens savent que le modèle standard n'est qu'une approximation à basse énergie d'une théorie plus fondamentale. Pour sonder cette dernière, Richard Parker et ses collègues, de l'université de Californie, à Berkeley, ont mesuré la constante de structure fine à partir d'atomes de césium 133 avec une précision de l'ordre de 10^{-10} . Ils écartent ainsi certains scénarios au-delà du modèle standard, comme l'hypothèse de photons sombres, des particules en lien avec des modèles de matière noire.

Partagez
les savoirs
**LES
RENDEZ-
VOUS DU
MUSÉUM**

Entrée
gratuite

**Au Jardin
des Plantes**

Détails sur mnhn.fr,
rubrique :
"les rendez-vous du Muséum"

POUR LA
SCIENCE

CONFÉRENCE / DÉBATS

AUTOUR DE L'EXPOSITION UN T.REX À PARIS

Lundi 4 juin – 18h : Comment les fossiles montrent l'évolution ?

Animé par *Guillaume Lecointre*, zoologiste et systématicien, Muséum.
Avec *Alexandra Houssaye*, paléohistologue, Muséum.
Isabelle Rouget, spécialiste de l'évolution des céphalopodes, Muséum.
Philippe Taquet, paléontologue, professeur émérite, Muséum

Lundi 11 juin – 18h : Un chercheur, un livre

Une journée avec les dinosaures, *C. Argot* et *L. Vivès*,
Ed. Flammarion – Muséum

Lundi 18 juin – 18h : Paléontologie, mythes et légendes

Pascal Tassy, paléontologue, professeur émérite, Muséum

Lundi 25 juin – 18h : Biodiversité au cours des temps géologiques : acquis et idées reçues

Patrick De Wever, géologue, professeur, Muséum

Lundi 2 juillet – 18h : Les Dinosaures du Vignoble

Ronan Allain, maître de conférences, Centre de Recherche de Paléontologie de Paris (CR2P), Muséum

Auditorium de la Grande Galerie de l'Évolution
36 rue Geoffroy St-Hilaire, Paris 5^e



L'EAU, DÉJÀ SUR LA TERRE JEUNE

D'où vient l'eau terrestre? La planète s'est formée dans une région de l'espace *a priori* assez pauvre en eau. L'hypothèse est donc qu'un bombardement tardif de comètes et d'astéroïdes, après la formation de la Lune, aurait apporté cet élément. Mais, en 2015, l'équipe de Lydia Hallis, de l'université de Hawaï, a montré qu'une part de cette eau provient de matériaux qui ont formé la Terre, sans pouvoir préciser la fraction que cela représente.

Maintenant, Richard Greenwood, de l'Open University, au Royaume-Uni, et ses collègues estiment que seuls 5% à 30% de l'eau viendraient d'impacts tardifs. Les chercheurs ont analysé les isotopes de l'oxygène dans des échantillons de roches lunaires et terrestres. Les contraintes de leur modèle sur la formation de la Lune suggèrent que les bombardements tardifs ont eu une contribution mineure. ■

S. B.

R. C. Greenwood et al., *Science Advances*, vol. 4, eaao5928, 2018

BIOLOGIE ANIMALE

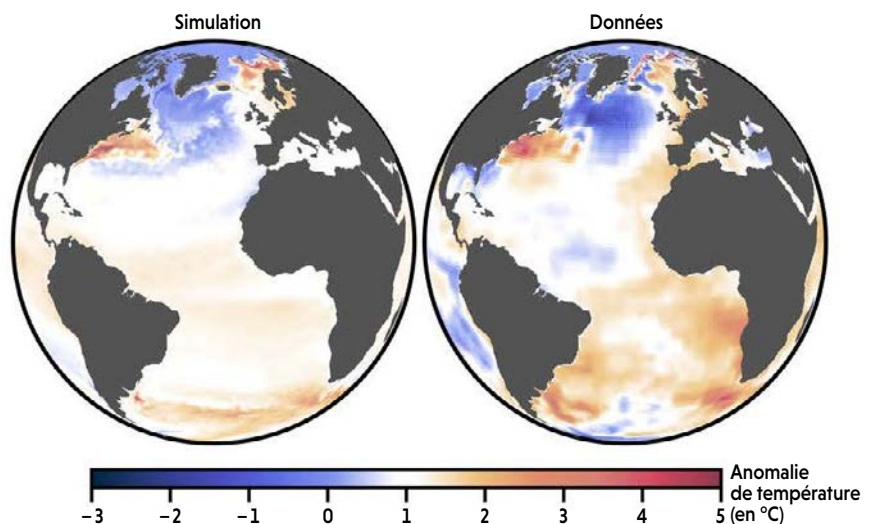
LE COLIBRI SIFFLE EN PIQUÉ

Pour séduire, certains animaux font la démonstration de leur célérité. Les colibris mâles volent en piqué droit sur les femelles et produisent un son aigu avec les plumes de leur queue. Plus le vol est rapide, plus les plumes vibrent et plus la fréquence du son est élevée. Malgré l'effet Doppler qui déforme le son perçu par la femelle, celle-ci estimerait la fréquence du son et, partant, la vitesse du mâle. Cela reste à prouver, mais les chercheurs supposent que les femelles ont une préférence pour les sons les plus aigus et donc les mâles les plus rapides. Dans ce contexte, Christopher Clark et Emily Mistick, de l'université de Californie, à Riverside, ont observé le comportement particulier du colibri de Costa (*Calypste costae*). Son vol en piqué vise à côté de la femelle. Il est par ailleurs capable de plier sa queue afin d'orienter le son directement sur la femelle. Ce faisant, il module la fréquence du son, mais amplifie aussi sa puissance de 11 décibels. Sa vitesse réelle est ainsi masquée. Un tricheur? ■

S. B.

C. J. Clark et E. A. Mistick, *Current Biology*, vol. 28, pp. 1257-1264, 2018

LE COURANT ATLANTIQUE NORD A FAIBLI DE 15%



L'équipe de Levke Caesar a étudié les anomalies de température liées aux courants marins dans l'océan au sud de l'Islande. Les simulations et les données sont en accord.

Un système complexe de courants parcourt l'océan Atlantique, dont la circulation méridienne de retournement atlantique (Amoc). Deux principaux courants la composent: un courant d'eau chaude de surface qui prend sa source dans le Gulf Stream et remonte vers le nord-est de l'océan Atlantique, et une circulation d'eau froide et salée en profondeur qui passe au large des côtes nord-américaines, des hautes latitudes vers le sud. Les importants échanges de chaleur entre l'océan Atlantique Nord et l'atmosphère suggèrent que des modifications de la dynamique du premier auraient un impact considérable sur le climat global. Pour mieux comprendre l'évolution à long terme de l'Amoc, deux équipes, menées par Levke Caesar, de l'université de Potsdam, en Allemagne, et par David Thornalley, de l'University College, à Londres, ont retracé l'intensité de son courant.

Levke Caesar et ses collègues ont étudié des anomalies de température à la surface de l'océan, signatures caractéristiques des modulations de l'Amoc, qu'ils ont ensuite reproduites *via* des simulations climatiques. Avec des données remontant jusqu'à la fin du XIX^e siècle, les chercheurs ont montré que l'Amoc avait perdu 15% de son intensité depuis environ 50 ans. Ils suggèrent que la fonte de la calotte groenlandaise, en apportant de l'eau douce, serait à l'origine de cette perturbation.

L'équipe de David Thornalley a étudié la taille des grains de terre retrouvés dans le limon au fond de l'océan Atlantique Nord subpolaire. La composition de ces sédiments est un indicateur de la force des courants. Les chercheurs ont ainsi montré que l'Amoc a été stable pendant près de 1500 ans, mais aurait commencé à faiblir il y a près de 150 ans, c'est-à-dire à la fin du petit âge glaciaire (vers 1850). Là aussi, la baisse est estimée à 15%, et la fonte des glaciers et de la glace de mer pourrait être à l'origine de cette tendance. Malgré la similarité du mécanisme suggéré, l'échelle de temps sur laquelle le phénomène est analysé diffère entre les deux articles. Il reste donc à déterminer s'il s'agit du même processus. ■

S. B.

L. Caesar et al., *Nature*, vol. 556, pp. 191-196, 2018 ;
D. J. R. Thornalley et al., *ibid.*, pp. 227-230

NEUROSCIENCES

COMMENT LE CERVEAU LIBÈRE DE L'ESPACE MÉMOIRE

Pour la première fois, lors d'un apprentissage chez les rats, des chercheurs ont visualisé l'apparition de nouvelles connexions neuronales et la disparition d'autres – pour faire de la place.

La plupart du temps, nous ne nous souvenons pas de tout ce que nous avons vu, entendu, vécu... C'est bien normal: la capacité de notre mémoire n'est pas infinie. Ce que nous retenons est en effet stocké dans le cerveau sous forme de nouvelles connexions entre neurones, c'est-à-dire de nouvelles synapses, ou par un renforcement de celles-ci. Et pour la première fois, Cailey Bromer, de l'institut Salk, en Californie, et ses collègues ont mis en évidence, chez les rats, un mécanisme cellulaire de compensation: quand de nouvelles synapses apparaissent, d'autres sont éliminées. Parce qu'il faut bien libérer de la place...

Toute nouvelle information ou tout nouvel apprentissage est d'abord stocké dans les hippocampes, des régions centrales du cerveau, plaques tournantes de la mémorisation, qui communiquent avec diverses zones du cortex où seront ensuite «envoyés» les souvenirs à très long terme. Les hippocampes sont une des rares aires cérébrales où des neurones et des synapses apparaissent encore à l'âge adulte. En outre, ils sont le siège d'une intense «plasticité»: des connexions se font jour, d'autres disparaissent, *via* deux mécanismes cellulaires, à savoir la potentialisation à long terme, ou LTP, qui renforce la synapse, et la dépression à long terme, ou LTD, qui l'affaiblit.

Pour comprendre le rôle de la synapse dans la mémorisation, il faut d'abord rappeler son fonctionnement. L'influx nerveux est apporté par l'axone d'un premier neurone jusqu'à un «bouton» présynaptique où des messagers chimiques, les neurotransmetteurs, sont libérés. Ces derniers sont alors captés par des récepteurs à la surface d'une dendrite, un prolongement d'un autre neurone, lequel transmettra l'influx nerveux. Un neurone présente un unique axone, mais plus ou moins de dendrites, parfois dotées d'épines dendritiques – comme dans les neurones de l'hippocampe –, au bout desquelles on trouve une synapse.

Les chercheurs ont étudié les capacités de stockage des neurones dans les hippocampes, notamment des cellules granulaires de la couche dite moléculaire, et les ont comparées à celles des cellules pyramidales de la couche dite CA1, également dans l'hippocampe.



Les neurones sont connectés les uns aux autres par des synapses. Lorsque nous mémorisons une information, de nouvelles synapses apparaissent, mais d'autres sont éliminées.

Pour ce faire, ils ont provoqué une LTP entre neurones dans l'hippocampe de rats éveillés, à l'aide d'électrodes de stimulation implantées chirurgicalement. Ils reproduisent ainsi les conditions d'un nouvel apprentissage. Puis ils ont visualisé par microscopie électronique en trois dimensions la taille et le nombre de synapses et des épines le long des dendrites.

Résultats: 30 minutes après la LTP, les synapses des épines dendritiques grossissent; leur bouton présynaptique augmente de volume et recèle davantage de vésicules de neurotransmetteurs, tandis que la densité des récepteurs postsynaptiques augmente. La capacité de stockage des cellules granulaires est donc meilleure, mais reste inférieure de l'ordre de 30% à celle constatée dans la région CA1.

Plus intéressant: par unité de longueur de dendrite, le nombre d'épines et l'aire totale des synapses restent constants après la LTP, ce qui suggère que certaines synapses diminuent de volume ou des épines disparaissent à d'autres endroits, probablement par un phénomène compensatoire de LTD, avec certainement une perte de données. De la place serait ainsi faite pour que de nouvelles informations soient accumulées, le volume total des couches des hippocampes ne pouvant pas augmenter à l'infini. ■

BÉNÉDICTE SALTHUN-LASSALLE

C. Bromer *et al.*, *PNAS*, en ligne le 6 mars 2018

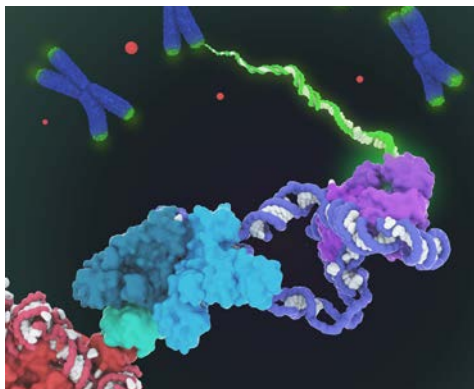
BIOLOGIE

LA TÉLOMÉRASE
CARTOGRAPHIÉE

Chez les eucaryotes, les extrémités des chromosomes, nommées télomères, sont constituées de répétitions de séquences non codantes d'ADN (chez l'homme, la séquence TTAGGG est répétée sur environ 1000 paires de bases). La télomérase, une enzyme qui joue un rôle crucial dans le maintien des télomères, vient de voir sa structure décrite avec une précision inégalée.

À chaque division cellulaire, les télomères perdent un morceau de leur séquence et raccourcissent donc au cours du temps. Lorsqu'ils sont devenus trop courts, les cellules entrent dans un processus de sénescence répllicative et ne se divisent plus. Avec l'âge, elles s'accumulent dans les organes et sont une cause majeure du vieillissement des tissus. Or la télomérase limite le phénomène de sénescence. Il s'agit d'un grand complexe moléculaire, constitué d'une enzyme (la transcriptase inverse), d'un ARN et de protéines. La télomérase se fixe sur les télomères et, à partir de son ARN, synthétise de nouvelles séquences – TTAGGG chez l'homme.

L'équipe de Kathleen Collins, de l'université de Californie à Berkeley, a déterminé la structure de la télomérase humaine à une résolution subnanométrique. Elle a utilisé la



La télomérase, une enzyme liée à l'ADN, est constituée de deux lobes (violet et bleu-vert) dont les rôles viennent d'être précisés.

cryomicroscopie électronique, une technique qui consiste à congeler très vite des échantillons biologiques pour les observer dans leur état naturel. L'équipe a ainsi montré que le complexe est composé de deux lobes dans lesquels l'ARN fait office d'échafaudage pour différentes protéines. L'un des lobes contiendrait le noyau catalytique de l'enzyme ainsi que la séquence d'ARN servant de modèle pour les répétitions d'ADN. L'autre lobe contiendrait différentes protéines nécessaires entre autres à la maturation ou au transport de l'ARN. ■

A. G.

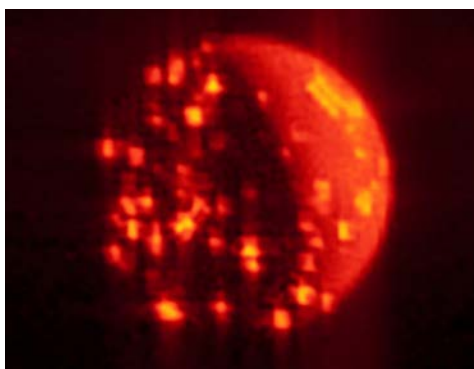
T. H. D. Nguyen et al., *Nature*, en ligne le 25 avril 2018

ASTROPHYSIQUE

IO BRILLE
DE MILLE FEUX

De la même façon que la Terre, de nuit, scintille des lumières des villes, Io, la lune de Jupiter, brille grâce à ses volcans actifs : la sonde *Juno*, actuellement en orbite autour de Jupiter, l'a confirmé en l'observant en infrarouge. C'est lors du septième passage de la sonde sur une orbite très elliptique, en juillet 2017, que la caméra JIRAM (qui a par ailleurs réalisé d'exceptionnelles images de la planète géante gazeuse) a photographié Io.

À partir de ces données brutes et publiques, l'astronome amateur russe Roman Tkachenko a composé l'image de Io. On y voit ainsi une partie de la lune de nuit, où se distinguent de nombreux points lumineux : les volcans actifs de Io. On note qu'ils sont répartis sur toute la surface du corps et que le volcanisme y est



Les volcans de ce satellite de Jupiter brillent intensément dans l'infrarouge.

particulièrement intense. De fait, ce corps est le plus actif de tout le Système solaire : pas moins de 400 volcans y rejettent du soufre et du dioxyde de soufre, donnant à sa surface des teintes blanches, jaunes et vertes. ■

S. B.

https://www.nasa.gov/mission_pages/juno/

EN BREF

UNE NOUVELLE
FOURMI EXPLOSIVE

Mentionnées pour la première fois en 1916, les fourmis explosives ont commencé à être vraiment étudiées en 2014. Alice Laciny, de l'université technique de Vienne, et ses collègues ont ainsi découvert une quinzaine de nouvelles espèces et en ont formellement décrit une, *Colobopsis explodens*. En cas de menace, les ouvrières de cette espèce se déchirent le corps, libérant un liquide collant et toxique qui tue l'assaillant ou ralentit sa progression.

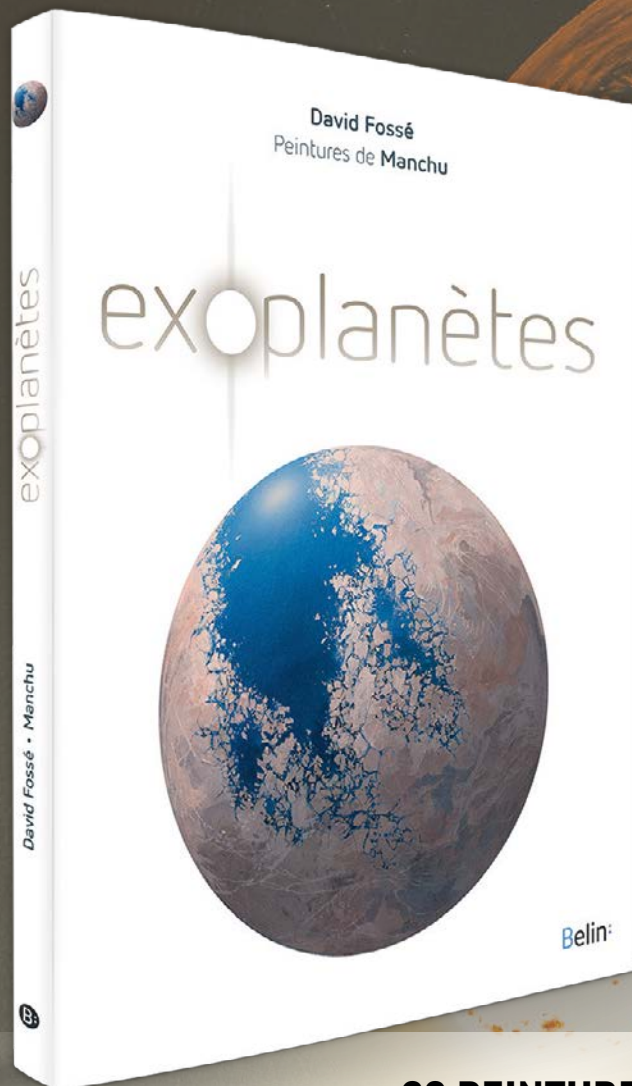
ÉTIRER LE GRAPHÈNE
ET L'EMPLER

Récemment, des chercheurs ont montré qu'en empilant deux couches de graphène (un maillage régulier 2D d'atomes de carbone) avec un angle relatif de 1,1°, nommé angle magique, on obtient des propriétés électroniques intéressantes. Cette fois, Vincent Renard, de l'université Grenoble-Alpes, et ses collègues ont montré qu'il est aussi possible de moduler les propriétés électroniques de deux couches de graphène empilées en étirant l'une par rapport à l'autre.

AMPHIBIENS ET
PERTURBATEURS

Depuis les années 1980, les populations d'amphibiens déclinent. Pourquoi ? Pour tester l'hypothèse des perturbateurs endocriniens, Stéphane Reynaud, de l'université Grenoble-Alpes, et ses collègues ont exposé des xénopes (*Xenopus tropicalis*) à des doses environnementales de deux perturbateurs endocriniens (l'antimicrobien triclosan et l'hydrocarbure polycyclique benzo[a]pyrène). Les animaux ont développé un syndrome métabolique proche du diabète de type 2. Cela s'est traduit par un développement limité et une baisse du succès reproducteur de la progéniture.

LE VOYAGE VERS D'AUTRES MONDES COMMENCE

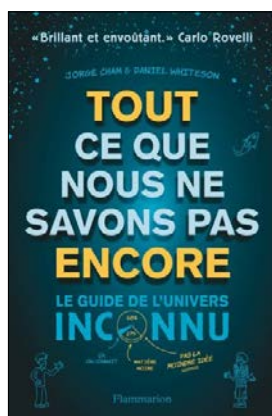


30 PEINTURES INÉDITES
du maître de l'illustration SF
MANCHU

Belin:

belin-editeur.com





PROSPECTIVE

TOUT CE QUE NOUS NE SAVONS PAS ENCORE

Jorge Cham et Daniel Whiteson
Flammarion, 2018
400 pages, 21,90 euros

«V

Une fois dans l'histoire, à la fin du XIX^e siècle, nous avons cru que nous avions tout découvert... sauf le rayonnement du corps noir, qui a engendré une révolution en physique: la mécanique quantique. Les temps ont bien changé: en ce début de XXI^e siècle, il apparaît que nous ne connaissons que 5% de la matière de l'Univers et que les lois qui gouvernent l'important reliquat de 95% sont absolument inconnues... Le livre est vivifiant d'intelligence et le ton est humoristique, avec des analogies savoureuses. Contrairement aux livres de physique, souvent rabat-joie car ils limitent nos possibilités d'action, cet ouvrage nous fait vivre dans un univers nouveau et rempli de pensées intrépides. Il est exaltant de comprendre ce que personne ne comprend.

PHILIPPE BOULANGER / ANCIEN DIRECTEUR DE POUR LA SCIENCE



PALÉONTOLOGIE HUMAINE

ORIGINES DE L'HOMME, ORIGINES D'UN HOMME

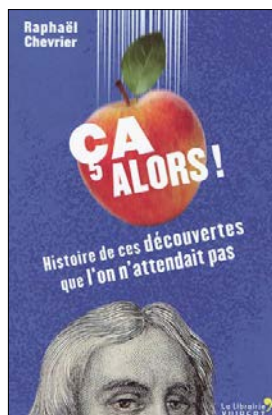
Yves Coppens
Odile Jacob, 2018
464 pages, 24,90 euros

O

L'Afrique s'introduit modestement par le biais des dents de pachydermes fossiles. Aux années de mission au Tchad succède l'étude d'une tranche de sédiments particulièrement complète dans la vallée de l'Omo. Cette tranche-là de la carrière d'Yves Coppens est sans doute la mieux connue de tous. On en a ici une narration plus humaine, à travers les aléas de la mission et de la vie «ordinaire», si l'on peut dire!

Les missions dans d'autres terres lointaines et dans la cité, moins connues, montrent que la vie d'un chercheur ne se borne pas à une découverte, si importante et si médiatisée soit-elle. Qu'il faut savoir aller de l'avant, voire remettre en question les hypothèses d'un moment, que rien n'est jamais certitude, et que les autres ont aussi leur pierre à apporter à l'édifice. Un scientifique doit toujours être ouvert sur la vie et sur les autres et a le devoir de transmettre ses connaissances sans se laisser figer sur une image. Et c'est sans doute là l'apport essentiel de cet ouvrage, ouvert sur l'avenir.

NADINE GUILHOU / UNIVERSITÉ PAUL-VALÉRY, MONTPELLIER



IMPACTS

DES MÉTÉORES
AUX CRATÈRES

Sylvain Bouley (dir.)

Belin, 2017

192 pages, 23 euros

Les médias propagent régulièrement des informations plus ou moins alarmistes au sujet d'astéroïdes qui viennent frôler notre planète et risqueraient d'entrer en collision avec elle. Et les données tant astronomiques que géologiques sont bien là pour le prouver : la Terre, comme les autres planètes du Système solaire, est soumise à un bombardement continu d'objets venus de l'espace. Ce livre a pour but d'informer le lecteur sur ces pierres tombées du ciel qui, lorsqu'elles atteignent des dimensions suffisantes, laissent à la surface du globe des cratères témoignant de leur impact. Rédigé par un groupe de spécialistes, il examine tous les aspects de la question, depuis l'origine des météorites et l'histoire de leur interprétation jusqu'aux effets de leurs collisions avec les planètes, dont la Terre (effets qui peuvent aller jusqu'à l'extinction en masse d'espèces vivantes, comme en témoignent les événements survenus à la limite entre le Crétacé et le Tertiaire, il y a 66 millions d'années). Les courts chapitres consacrés à des aspects très variés de l'étude des météorites et de leurs impacts sont superbement illustrés de photos et de diagrammes, et combinent clarté de l'exposé et précision scientifique. À noter, à la fin du livre, une série de fiches pratiques expliquant comment observer des chutes de météorites, les reconnaître lorsqu'on les retrouve au sol, et interpréter les cratères qu'elles peuvent laisser – en participant par exemple au programme de sciences participatives Vigie-Ciel.

Alors qu'elle se développait de façon considérable dans de nombreux pays durant les dernières décennies, l'étude des météorites, et surtout celle de leurs impacts, a pu sembler un peu délaissée en France, où certains géologues ont paru douter de l'importance de ces phénomènes dans l'histoire de notre planète et de ses habitants. Ce livre très documenté et attrayant montre à l'évidence que, fort heureusement, ce n'est plus le cas aujourd'hui.

ERIC BUFFETAUT / CNRS, ENS

ÇA ALORS !

HISTOIRE DE CES
DÉCOUVERTES QUE L'ON
N'ATTENDAIT PAS

Raphaël Chevrier

Vuibert, 2018

224 pages, 15,90 euros

Le titre de ce livre s'accorde avec son ton décontracté, adapté à un public jeune, curieux de sciences mais pas averti des coups de théâtre fameux qui jalonnent leur histoire. Le livre expose quatorze pour illustrer la sérendipité, définie par une jolie formule : savoir enlever ses œillères. L'auteur regrette que les chercheurs actuels travaillent selon un programme, sacrifiant ainsi la disponibilité intellectuelle essentielle à leur activité.

Sans omettre les explications scientifiques (l'auteur est physicien), le livre s'attache aux personnalités. Ténacité, audace et aptitude à saisir la chance les caractérisent. Le médecin Jenner écoute les histoires racontées par les paysans et cela lui donne l'idée de la vaccination. La nitroglycérine renversée par mégarde tombe sur un sable de composition très particulière et n'explose pas, ce qui permet à Nobel de fabriquer la dynamite. Le ciel couvert aide Becquerel à mettre en évidence la radioactivité. Penzias et Wilson chassent les pigeons qui pourraient avoir faussé les mesures obtenues par leur antenne radio, puis se rendent compte qu'elles détectent en fait le rayonnement fossile. Jocelyn Bell repère des anomalies dans des signaux issus du cosmos, découvre les pulsars... et, étant femme et jeune, voit le prix Nobel aller à son directeur de thèse. Finissons sur une curiosité. Röntgen, mis sur la piste des rayons X par son exceptionnelle acuité visuelle, est, pages 93-94, un jeune ambitieux, atypique, intransigeant, opportuniste et, page 103, un homme discret, modeste, courtois, empathique, désintéressé. Un principe de superposition quantique doit-il lui être appliqué ?

DIDIER NORDON / ESSAYISTE

CE QUE LES OISEAUX DISENT
DES HOMMES

Noah Strycker

Arthaud, 2018

292 pages, 21 euros

Un ornithologue réputé avoir vu en une année 6 042 des 10 400 espèces d'oiseaux connues cherche à sensibiliser aux oiseaux. Son discours éclectique est divisé en trois parties, dans lesquelles il passe en revue mille facettes biologiques, comportementales ou cognitives des oiseaux. Saviez-vous par exemple que, introduits en Amérique à la fin du XIX^e siècle, les étourneaux y sont devenus nombreux et détestés ? Que les mâles des oiseaux jardiniers se construisent des garçonnières, ou encore qu'un cacatoès blanc nommé Snowball est devenu célèbre aux États-Unis parce qu'il danse comme Michael Jackson sur sa musique ?

LES MATHÉMATIQUES ET LE RÉEL
Éveline Barbin, Dominique Bénard
et Guillaume Moussard (dir.)

Presses universitaires de Rennes, 2018

248 pages, 20 euros

Oui, les mathématiques ont un rapport avec le réel, avec l'expérience ! Afin d'aider les enseignants, les directeurs de cet ouvrage ont rassemblé une quinzaine d'articles à sujets historiques et pratiques rédigés par différentes équipes de chercheurs. Tous invitent à réaliser par des expériences un type de phénomène mathématique. Les éléments d'histoire des mathématiques qui accompagnent ce matériel rendent l'ouvrage encore plus intéressant.

ADN

Adam Rutherford

Larousse, 2018

400 pages, 20,95 euros

Relatant une foule de recherches paléogénétiques, l'auteur montre de quelle manière la génomique raconte l'histoire de l'humanité. Sa narration passionnée, car elle répond à des questions que nous nous sommes déjà posées sur les premiers Européens, sur nos origines, sur les blonds, sur les roux... Très facile d'accès, son livre suscite le plaisir de la curiosité satisfaite et nous aide à prendre conscience que, si nous sommes les produits d'une loterie aveugle – la loterie génétique –, elle nous a tous faits uniques.