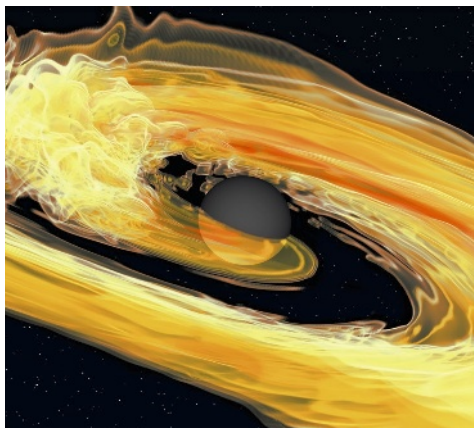


ASTROPHYSIQUE

LA FUSION QUI MANQUAIT

Le 14 septembre 2015, grâce aux deux interféromètres laser géants de *Ligo*, aux États-Unis, la collaboration *Ligo-Virgo* détectait les ondes gravitationnelles émises par la fusion de deux trous noirs. C'était la première fois que l'on mettait en évidence directement ces vibrations de l'espace-temps, prédites par Albert Einstein cent ans plus tôt. Le 17 août 2017, les chercheurs enregistraient, grâce aussi à l'interféromètre géant *Virgo*, situé en Italie, un signal provenant de la coalescence de deux étoiles à neutrons. Mais jusqu'à présent, la détection d'une autre configuration manquait à l'appel: la fusion d'un trou noir et d'une étoile à neutrons. C'est désormais chose faite, et plutôt deux fois qu'une! Après un an d'analyse, la collaboration *Ligo-Virgo* a confirmé avoir observé une telle configuration le 5 janvier 2020 (avec un trou noir de 9 masses solaires et une étoile à neutrons de 1,9 masse solaire), et une seconde dix jours plus tard (avec des masses d'environ 6 et 1,5 masses solaires respectivement).

Cette configuration est d'autant plus intéressante qu'elle a été prédite théoriquement depuis des décennies mais qu'on ne connaît pas de système binaire composé de ces deux objets compacts dans la Voie lactée. «Autre intérêt, si



Simulation de la fusion d'un trou noir et d'une étoile à neutrons avec destruction par effet de marée.

l'étoile à neutrons tourne très vite sur elle-même, typiquement de l'ordre de 1000 tours par seconde, elle émet un faisceau de rayonnement avec une très grande régularité, un peu comme un phare (on parle de pulsar). On aurait donc une horloge ultraprécise dans l'environnement proche d'un trou noir, une sonde idéale pour tester la relativité générale», note Astrid Lamberts, de l'observatoire de la Côte d'Azur, à Nice. ■

S. B.

R. Abbott et al., *The Astrophysical Journal Letters*, vol. 915, L5, 2021

CLIMATOLOGIE

TOURBIÈRES ET BILAN CARBONE

Les tourbières sont de véritables éponges à carbone. En empêchant la matière organique de se décomposer complètement, ces milieux humides et acides stockent entre un quart et un tiers du carbone organique des sols de la planète, pour seulement 3% de sa surface émergée. Mais elles peuvent aussi relâcher ce carbone quand elles sont asséchées et converties en terres cultivables. Ce phénomène, mal quantifié, n'est pas inclus dans les modèles d'émissions mondiales de carbone, mais Chunjing Qiu, de l'université Paris-Saclay, et ses collègues en proposent une première estimation en reconstituant l'expansion des surfaces cultivées, dans l'hémisphère Nord et depuis 850. Les tourbières restées intactes auraient stocké 43 milliards de tonnes de carbone depuis le IX^e siècle, mais d'après le scénario médian des chercheurs, celles



Les tourbières intactes ne compensent pas les émissions de carbone dues à celles converties en terres agricoles.

reconverties en terres agricoles en auraient relâché 72 milliards. Ce premier modèle inciterait donc à rehausser le bilan carbone des activités humaines liées à la transformation des sols. ■

V. R.

C. Qiu et al., *Science Advances*, vol. 7(23), article eabf1332, 2021

EN BREF

Plus solide que le kevlar

Le carbone est friable et cassant dans une mine de crayon, mais Carlos Portela, du MIT, aux États-Unis, et ses collègues l'ont réagencé dans une structure tridimensionnelle très déformable. Grâce à une nanostructure précise, les chercheurs ont rendu une couche de carbone de l'épaisseur d'un cheveu résistante à des impacts de microparticules projetées à vitesse supersonique. Les concepteurs de ce nanomatériau comptent encore l'améliorer, mais il est déjà plus résilient et léger que le kevlar.

Nature Materials, 24 juin 2021

Ces gènes qui protègent les arbres

Pour comprendre pourquoi certains arbres résistent mieux que d'autres à la sécheresse (outre le facteur génétique), Mamadou Dia Sow, de l'Inrae, et ses collègues ont comparé l'expression des gènes chez des peupliers soumis à différents niveaux de sécheresse. Ils ont constaté que ce stress induit des modifications épigénétiques qui influent sur l'expression de gènes liés à deux voies hormonales déjà connues pour intervenir dans la réponse des plantes à la sécheresse.

New Phytologist, 15 juin 2021

Matins lumineux, matins heureux

Vous vous sentez déprimé quand le jour tarde à se lever l'hiver ? Les souris aussi. Iwona Olejniczak, de l'université de Fribourg, en Suisse, et ses collègues ont testé les effets de la luminothérapie sur ces rongeurs et ont constaté que l'exposition à la lumière deux heures avant le lever du jour avait sur eux un effet antidépresseur. Spécifiquement à ces heures, la lumière activerait le gène *Period1* du cycle circadien dans une région du cerveau liée à l'humeur.

Plos Genetics, 8 juillet 2021

UNE QUESTION DE CONFIANCE

D'autres espèces que la nôtre enseignent à leurs enfants à ne pas faire confiance aux inconnus. Filipe Cunha et Michael Griesser, de l'université de Zurich, ont observé que le mésangeai imitateur, un oiseau des forêts de Sibérie, apprenait aussi à se méfier de ses congénères. D'ordinaire, il crie pour avertir ses proches de la présence d'un prédateur. Mais d'autres mésangeais mal intentionnés emploient ce signal pour effrayer leurs semblables, les faire fuir et voler leur nourriture. Cette espèce a alors appris à distinguer les cris de membres de son groupe, de voisins ou d'inconnus, et réagit moins promptement aux alertes des individus qu'il connaît peu. Chaque groupe développe donc son propre cri, ce qui pourrait conduire à une diversification progressive du « langage » de l'espèce. ■

V. R.

F. C. R. Cunha et M. Griesser, *Science Advances*, vol. 7(2), article eaba2862, 2021

JEAN DALIBARD, MÉDAILLE D'OR DU CNRS



Jean Dalibard, physicien lauréat de la médaille d'or du CNRS pour 2021.

UNE HISTOIRE DE LAC

Durant le Miocène supérieur, il y a entre 11,6 et 6,7 millions d'années, un mégalac, le Paratéthys, s'étendait des Alpes orientales jusqu'au Kazakhstan. À son apogée, sa surface a atteint 2,8 millions de kilomètres carrés : il s'agit du plus grand lac dont on ait trouvé trace dans le registre géologique. Dan Valentin Palcu, de l'université d'Utrecht, aux Pays-Bas, et ses collègues ont reconstitué les grandes étapes de l'histoire du Paratéthys. Celui-ci a connu une alternance de quatre baisses importantes entrecoupées d'augmentations. Grâce à un modèle 3D, les chercheurs ont montré qu'au cours de la dernière baisse, le mégalac s'est fragmenté en plusieurs bassins : des bassins périphériques alimentés en eau douce par les précipitations et un bassin central (au niveau de la mer Noire) dont la salinité a augmenté, car l'évaporation était plus intense que les apports en eau des rivières. ■

Nicolas Butor

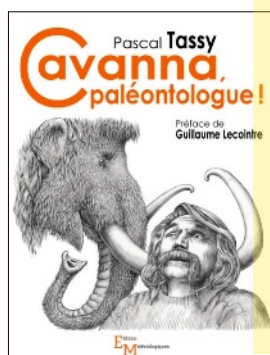
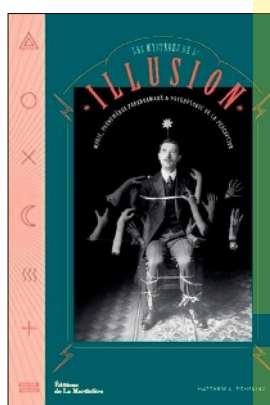
D. V. Palcu et al., *Scientific Reports*, vol. 11, article 11471, 2021

Chercheur au CNRS depuis 1982, membre du laboratoire Kastler-Brossel, à Paris, membre de l'Académie des sciences depuis 2004 et professeur au Collège de France depuis 2012, le physicien Jean Dalibard s'est affirmé au cours de sa carrière comme un théoricien remarquable et un expérimentateur hors pair. Il est récompensé cette année de la médaille d'or du CNRS pour son rôle de premier plan dans l'étude de la matière quantique ultrafroide. Il étudie notamment les condensats de Bose-Einstein : en refroidissant assez un gaz d'atomes, ceux-ci se retrouvent tous dans le même état de plus basse énergie, ce qui conduit à un comportement collectif particulier.

Jean Dalibard a activement contribué à développer les outils pour manipuler ces systèmes quantiques. Il a par exemple développé le principe du piège magnéto-optique, un dispositif permettant de confiner les atomes et de les refroidir à une fraction de degré au-dessus du zéro absolu. Il a aussi contribué à caractériser les propriétés des vortex qui se forment dans les condensats lorsque ces derniers sont mis en rotation. Dans un vortex, la vitesse de rotation est quantifiée et prend des valeurs discrètes en accord avec les règles de la mécanique quantique.

Les propriétés de contrôlabilité et de cohérence des condensats permettent aussi d'esquisser de nombreuses applications : lasers de résolution atomique, horloges de précision, instruments de mesure, etc. Une autre piste, explorée par Jean Dalibard et ses collègues, est celle du simulateur quantique. Un condensat peut être préparé de façon à servir de plateforme pour simuler des systèmes quantiques complexes, qui touchent à des disciplines aussi diverses que la physique nucléaire, l'astrophysique ou la physique des solides. ■

S. B.



COSMOLOGIE

JUSQU'À LA FIN DES TEMPS

Brian Greene

Flammarion, 2021
512 pages, 23,90 euros

On sait aujourd'hui que l'Univers est âgé d'un peu plus de 13 milliards d'années depuis ce moment particulier qu'on appelle Big Bang, et que les forces gravitationnelles, électromagnétiques et nucléaires sont à l'origine des phénomènes que nous y observons. On sait aussi que notre Soleil n'étant pas éternel, il finira en géante rouge, de sorte que dans quelques milliards d'années, la vie – si elle encore là – devra changer d'étoile. Et l'on sait que l'expansion du cosmos fera disparaître de notre vue presque toutes les galaxies, si bien que la Voie lactée sera le seul univers de nos descendants, comme c'était déjà le cas avant le xx^e siècle.

Mais si l'on regarde beaucoup plus loin comme le fait le physicien Brian Greene, et on parle là de milliards de milliards d'années et bien au-delà encore, la suite n'est qu'une succession de déconvenues qui rendront la vie impossible. Les galaxies, qui tendront à se disloquer, deviendront des cimetières d'étoiles en panne de carburant. Ces cendres seront nettoyées en tombant dans les trous noirs supermassifs. Puis tous les trous noirs finiront par s'évaporer et par remplir un espace froid de particules à la dérive.

Brian Greene nous explique que le deuxième principe de la thermodynamique, à savoir l'augmentation irrémédiable de l'entropie totale, est la loi d'airain de cette apocalypse. La vie n'étant qu'une complexe machine thermique devant évacuer son surplus d'entropie, son existence même est compromise. Profondément réductionniste, Brian Greene ne croit pas au libre arbitre, et pourtant il ne verse jamais dans le nihilisme et nous livre passionnément sa philosophie optimiste de l'existence dans laquelle la pensée et la créativité sont les noblesses de l'être humain.

CYRIL PITROU

Institut d'astrophysique de Paris/CNRS

ÉTHOLOGIE

LES ANIMAUX PARLENT

Nicolas Mathevon

Humensciences, 2021
528 pages, 23 euros

La même maison d'édition a déjà publié une série d'ouvrages de vulgarisation scientifique sur les animaux, dont le déjà best-seller de Jessica Serra *Dans la tête d'un chat*. Ce nouveau livre d'éthologie – domaine que le monde de l'édition avait plutôt négligé ces dernières années – porte sur l'étude bioacoustique des vocalisations animales, c'est-à-dire le lien entre leur forme physique et leur fonction biologique.

Ce volumineux ouvrage, qui comporte plus de 500 références, commence et finit par la traditionnelle question : les animaux parlent-ils au même titre que les humains ? À la différence de Descartes (et non de Montaigne), il répond plutôt positivement à cette question piège. Surtout, il entre dans le détail pour montrer qu'il s'agit d'un immense domaine comptant de multiples branches spécialisées. Il passe ainsi d'un animal et d'un site d'étude à l'autre, mêlant dans un style alerte et au fil de la plume beaucoup de recherches personnelles avec celles d'autres scientifiques, en particulier celles de son mentor du CNRS, le chercheur Thierry Aubin.

Enseignant et chercheur, Nicolas Mathevon s'est déplacé dans de multiples pays pour étudier expérimentalement les signaux sonores des crocodiles, des oiseaux et des mammifères. Il a donc dû déployer beaucoup d'énergie pour mener les deux activités de front et y ajouter encore ce gros livre qui vise un public non spécialisé. Il s'agit d'un ouvrage familial, ne serait-ce que parce que les illustrations sont dues au crayon du père de l'auteur. Sa lecture est passionnante, bien qu'elle suppose quelques connaissances préalables en sciences, et fait bien comprendre la démarche scientifique.

PIERRE JOUVENTIN

Directeur de recherche émérite au CNRS