

BIOLOGIE CELLULAIRE

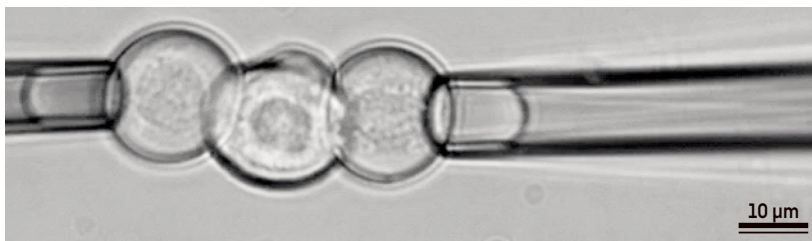
COMMENT LES CELLULES S'ORGANISENT EN ORGANES

Au cours du développement embryonnaire, un code d'adhésion associe les cellules similaires entre elles, ce qui permet la formation de tissus et d'organes.

A l'aube de leur existence, tous les organismes animaux partent d'une cellule œuf qui se divise. Durant le développement embryonnaire, plusieurs types cellulaires se différencient et s'organisent spatialement en tissus distincts, puis en organes. Mais comment les cellules se maintiennent-elles en structures organisées en dépit des réarrangements à plus grande échelle qui se produisent dans l'embryon et des perturbations qu'ils occasionnent ? Pour répondre à cette question, Sean Megason, à l'institut Blavatnik de la faculté de médecine de Harvard, et ses collègues ont étudié le processus de formation de la colonne vertébrale chez le poisson-zèbre. Ils ont découvert que chaque type cellulaire exprime une combinaison unique de molécules d'adhésion, qui détermine la nature et la force de la connexion entre les cellules et permet l'apparition de motifs tissulaires.

Pour parvenir à cette conclusion, les biologistes se sont d'abord intéressés aux morphogènes, des molécules de signalisation émises dans l'embryon en des points précis. Le taux de morphogènes auquel une cellule est exposée détermine quels programmes cellulaires sont activés et, par extension, quel sera le destin de la cellule (cellule de tissu musculaire, cellule de peau...). Mais alors que les cellules se déplacent *a priori* sans cesse dans l'embryon au fil des divisions et réarrangements globaux, comment celles qui ont subi la même influence des morphogènes et, à terme, devraient participer à la formation du même organe parviennent-elles à rester groupées ? L'hypothèse de l'adhésion différentielle, formulée en 1964 par le biologiste américain Malcolm Steinberg, pourrait bien être la clé. Selon elle, les cellules adhèrent à certains types cellulaires spécifiquement et restent ainsi ensemble.

Il fallait tester cette idée. Pour ce faire, Sean Megason et ses collègues ont associé deux cellules parmi les trois types impliqués dans la formation de la colonne vertébrale du poisson-zèbre. En appliquant une force de succion contrôlée à l'aide de micropipettes hautement précises, ils ont tiré sur les cellules dans des sens opposés. Cette expérience leur a permis



Les chercheurs ont testé la force d'adhérence entre différentes cellules parmi les trois types qui constituent la colonne vertébrale du poisson-zèbre (en haut). Ils ont utilisé des micropipettes dont ils contrôlaient parfaitement la succion (ci-dessous).

de mesurer la force nécessaire pour séparer les deux cellules. Ils ont remarqué que celles de types similaires adhèrent préférentiellement entre elles, avec une force plus importante que les cellules de types différents.

L'analyse du profil d'expression génétique de ces types cellulaires a révélé l'implication de trois gènes (*N-cadhérine*, *cadhérine 11* et *proto-cadhérine 19*) dans ce processus. Les différentes combinaisons d'expression de ces gènes engendrent des préférences d'adhésion, propres à chaque type cellulaire et grâce auxquelles sont établies les connexions entre les cellules similaires pendant le développement embryonnaire. Enfin, les biologistes se sont attelés à vérifier le rôle des morphogènes. En modifiant l'activité de ces derniers, ils ont remarqué une perturbation de l'expression des trois gènes et, par conséquent, de la différenciation cellulaire. L'action des morphogènes et de l'adhésion différentielle est donc complémentaire, de telle façon que les cellules similaires restent liées et forment ainsi les tissus des organes. ■

WILLIAM ROWE-PIRRA

T. Y. C. Tsai et al., *Science*, vol. 379, pp. 113-116, 2020

EN BREF

POISON ROUTIER POUR SAUMONS

L'eau de pluie qui ruisselle sur les routes transporte des molécules jusque dans les cours d'eau. Zhenyu Tian et ses collègues, du centre pour les eaux urbaines de Tacoma, aux États-Unis, ont montré que la molécule 6PPD-quinone, qui vient des pneus de véhicules, est toxique pour le saumon coho. Ils estiment que dans les bassins-versants les plus proches de zones urbanisées, 40 à 90 % des saumons qui remontent les cours d'eau meurent des suites de cette exposition.

Science, 3 décembre 2020

CROISSANCE RAPIDE POUR LE T-REX

En étudiant les marques de croissance dans les os de différentes espèces de grands théropodes, Thomas Cullen et ses collègues, de l'université de Caroline du Nord, ont trouvé que, contrairement à d'autres prédateurs tels que l'allosaure, *Tyrannosaurus rex* connaissait une croissance fulgurante pendant son adolescence. Cette spécificité lui aurait permis de s'imposer plus jeune en tant que prédateur, au prix d'une consommation énergétique énorme lors de la phase de croissance.

Proc. R. Soc. B, 25 novembre 2020

UNE CONSTANTE ENCORE PLUS PRÉCISE

La « constante de structure fine », qui caractérise l'intensité de l'interaction électromagnétique, est un paramètre libre du modèle standard de la physique des particules, c'est-à-dire que sa valeur ne peut être déterminée qu'expérimentalement. Saïda Guellati-Khélifa et ses collègues, du laboratoire Kastler-Brossel, à Paris, en ont effectué la mesure la plus précise à ce jour, avec onze chiffres significatifs, en faisant interagir des photons avec des atomes de rubidium à une température proche du zéro absolu.

Nature, 3 décembre 2020

GÉOLOGIE

GRANOLA, L'ÎLE DISPARUE

Comment expliquer les similarités remarquables entre la faune terrestre de Porto Rico et celle des Petites Antilles (le chapelet d'îles situées à l'est et au sud-est de la mer des Caraïbes), il y a entre 35 et 33 millions d'années? Des indices paléontologiques suggèrent en effet que la faune sud-américaine, notamment des paresseux et certaines espèces de grenouilles et de rongeurs, s'est disséminée dans les îles au nord du continent. Les scientifiques ont fait l'hypothèse qu'à cette époque, les deux archipels, distants aujourd'hui d'une cinquantaine de kilomètres, étaient connectés par une île nommée GrAnOLA (pour Greater Antilles, Northern Lesser Antilles). La zone concernée étant aujourd'hui submergée sous un kilomètre d'eau, les données géologiques qui serviraient à vérifier cette hypothèse manquaient. Mélody Philippon et ses collègues de l'université de Montpellier ont donc mené une série de travaux afin d'expliquer l'émergence et la submersion de l'île aujourd'hui disparue.

Cette apparition puis disparition seraient la conséquence d'une réorganisation des plaques tectoniques Nord-Américaine et Caraïbe et d'une augmentation de l'activité de subduction de la première sous la seconde. La partie nord-est de la plaque Caraïbe aurait alors



Une côte rocheuse de Porto Rico, île des Grandes Antilles.

subi une compression temporaire qui a raccourci et épaissi sa croûte. Il se serait ensuivi une élévation d'une partie de cette région qui aurait conduit à l'émergence de l'île GrAnOLA. Puis la croûte terrestre serait revenue à son état initial, et aurait subi un étirement et un amincissement, à l'origine de la resubmersion des parties émergées, d'où la disparition de GrAnOLA. ■

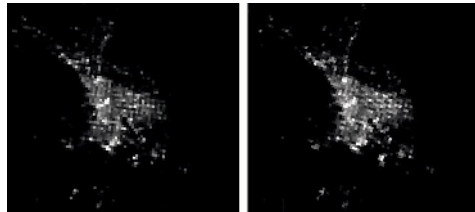
THÉO TORCQ

M. Philippon et al., *Plos One*, vol. 15(10), article e0241000, 2020

ENVIRONNEMENT

DES LAMPADAIRES PAS SI COUPABLES

La pollution lumineuse nocturne est néfaste pour les animaux: elle perturbe leurs cycles circadiens et altère leur santé. Il est donc urgent de la maîtriser. Christopher Kyba et ses collègues, du Centre allemand pour les géosciences, à Potsdam, se sont appuyés sur des observations satellitaires de la ville de Tucson, en Arizona, pour quantifier la contribution de l'éclairage public à la pollution lumineuse nocturne. Cette ville est équipée d'une infrastructure *smart city*, qui permet de faire varier la luminosité des lampadaires à l'échelle de la ville. En s'appuyant sur des variations effectuées délibérément, les chercheurs ont estimé sa part dans la luminosité totale. Elle s'élève ainsi à moins de 20 % de la pollution lumineuse totale observable depuis l'espace, et est encore inférieure dans les zones les plus brillantes comme les



Deux vues de l'espace de la ville de Tucson pour des lampadaires fonctionnant à 30 % (à gauche) et 100 % (à droite).

centres-villes. Cela suggère que d'autres sources de lumière, tels les panneaux publicitaires, sont à réguler en priorité pour lutter contre ce type de nuisance. ■

T. T.

C. C. M. Kyba et al., *Lighting Research & Technology*, en ligne le 28 octobre 2020

GÉOSCIENCES

DU MAGMA POUR FAIRE GLISSER LES PLAQUES TECTONIQUES

Une petite quantité de roche fondue dans la partie supérieure du manteau réduit la viscosité qui freine le mouvement des plaques tectoniques.

Lors de la dérive des continents, comment la partie supérieure du manteau et la croûte terrestre, qui forment la lithosphère, se déplacent-elles avec une relative facilité sur la couche du manteau juste en dessous, l'asthénosphère? L'hypothèse la plus vraisemblable est que cette frontière présente une faible viscosité. Éric Debayle, géophysicien du CNRS à l'université de Lyon et à l'ENS de Lyon, et ses collègues confirment cette solution: ils ont mis en évidence qu'une petite fraction de la couche supérieure du manteau se trouve sous forme de magma (de la roche fondue), dans une proportion suffisante pour réduire la viscosité à l'interface lithosphère-asthénosphère.

Pour sonder la structure interne de la planète, les géophysiciens s'appuient principalement sur les ondes sismiques. Ils étudient les propriétés, notamment la vitesse, de ces ondes qui parcourent de grandes distances à travers le globe. C'est ainsi qu'en 1959, le sismologue allemand Beno Gutenberg a identifié la zone de moindre vitesse (*low velocity zone* ou LVZ, en anglais) qui marque la séparation entre la lithosphère et l'asthénosphère. Son interprétation a longtemps fait débat. La vitesse plus faible dans cette région pourrait s'expliquer par sa richesse en eau ou en magma, qui réduirait la viscosité. Or en 2018, l'équipe de Christopher Cline, de l'université australienne de Canberra, a montré grâce à des expériences en laboratoire que la présence d'eau influait peu sur la propagation des ondes sismiques. La piste du magma restait à confirmer et à quantifier.

La vitesse de propagation des ondes sismiques varie selon la température du milieu qu'elles traversent (plus la roche est froide, plus leur vitesse est élevée), mais aussi en fonction de la composition du milieu et s'il contient du magma. Mais il n'était pas possible de séparer ces différents facteurs avec la seule information de la vitesse. Pour résoudre ce problème, Éric Debayle et ses collègues ont développé une nouvelle technique qui consiste à prendre aussi en compte l'atténuation des ondes, qui dépend surtout de la température. En prenant en compte simultanément la vitesse et l'atténuation, les chercheurs ont



Le rift islandais témoigne de l'activité tectonique de la Terre. Sous les plaques océaniques, la présence d'une petite fraction de magma facilite les mouvements de la lithosphère sur le manteau plus profond.

4 cm par an

TELLE EST LA VITESSE DE DÉPLACEMENT DES PLAQUES OCÉANIQUES LES PLUS RAPIDES. OR C'EST SOUS CES DERNIÈRES QUE LA PROPORTION DE MAGMA EST LA PLUS IMPORTANTE.

distingué les différents facteurs et démontré la présence de magma dans l'asthénosphère.

L'équipe a ainsi estimé que la part de roche fondue dans l'asthénosphère sous les plaques océaniques est inférieure à 0,7% en volume. La fraction la plus importante est observée sous les dorsales et sous les points chauds (Tahiti, Hawaï, La Réunion, etc.). Une partie de ce magma remonte dans la croûte océanique, mais une partie resterait dans la LVZ, entre 100 et 200 kilomètres de profondeur. Cette fraction est suffisante pour découpler la lithosphère de l'asthénosphère.

Sous les plaques continentales, la fraction de magma serait très faible, voire nulle, probablement parce que la fusion de la lithosphère continentale, froide et plus épaisse, est plus difficile. Néanmoins, des régions assez actives, comme les rifts africains ou le Tibet, pourraient cacher une fraction de magma non négligeable. ■

S. B.

E. Debayle et al., *Nature*, vol. 586, pp. 555-559, 2020

PRÉHISTOIRE

CHASSEURS-CUEILLEURS DU MÉSOLITHIQUE

Sur le site des Gravilliers à Pontarlier, dans le Jura, l'équipe de Jean-Baptiste Lajoux, de l'Inrap, a mis au jour des traces de campements de chasseurs-cueilleurs. Le site témoigne de leur évolution pendant tout le Mésolithique, la période allant de 10000 à 5500 avant notre ère, quand certains Européens ont continué à vivre de chasse et de cueillette tandis que d'autres, des paysans venus du Proche-Orient, introduisaient la culture et l'élevage. Ainsi, les archéologues ont pu clairement distinguer entre le premier Mésolithique (jusqu'à 7000 avant notre ère), avec ses pointes de Sauveterre et triangles scalènes débités par percussion directe, et le second Mésolithique, avec ses fines lames trapézoïdales obtenues par percussion indirecte. ■

F. S.

Inrap : <https://bit.ly/2VtSWia>

VIROLOGIE

ZIKA: LE RÔLE DU MOUSTIQUE

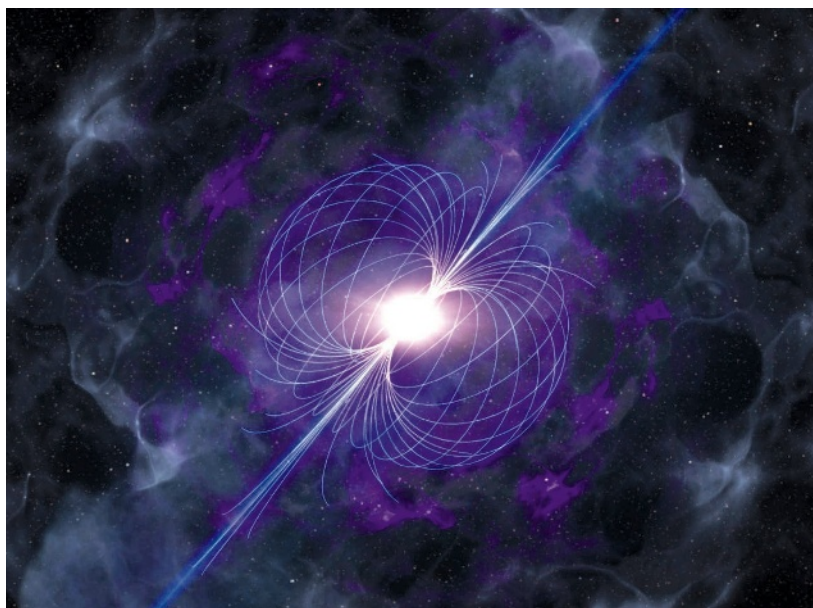
L'infection par le virus Zika a parfois des conséquences graves, comme la microcéphalie ou le syndrome de Guillain-Barré. La plus grosse épidémie a touché l'Amérique latine et les Caraïbes en 2015-2016. En revanche, l'absence de contagion d'ampleur sur le continent africain, où la présence du virus est pourtant avérée et les conditions favorables à sa propagation, interroge les scientifiques. Louis Lambrechts, virologue à l'institut Pasteur, et ses collègues du CNRS, de l'institut Pasteur et de l'IRD, se sont penchés sur le vecteur de Zika: le moustique *Aedes aegypti*. Ils ont ainsi découvert qu'une sous-espèce de ce dernier, *A. aegypti aegypti*, vivant dans les milieux urbains d'Amérique et d'Asie, où elle se nourrit du sang des humains, était plus sensible au virus, c'est-à-dire que ce moustique se faisait infecter plus facilement par le virus et était donc plus propice à sa transmission. ■

W. R.-P.

F. Aubry *et al.*, *Science*, vol. 370, pp. 991-996, 2020

ASTROPHYSIQUE

A-T-ON OBSERVÉ LA NAISSANCE D'UN MAGNÉTAR?



La fusion de deux étoiles à neutrons aurait formé une étoile à neutrons plus massive, un « magnétar », doté d'un champ magnétique très intense.

Le 22 mai 2020, le satellite *Neil Gehrels Swift Observatory* de la Nasa a détecté un sursaut gamma, c'est-à-dire une bouffée de rayons gamma brève et intense (avec une quantité d'énergie émise en 0,6 seconde équivalente à celle qu'émettra le Soleil durant toute sa vie). Différents instruments ont alors suivi cet événement. Les données suggèrent qu'il s'agit de la coalescence de deux étoiles à neutrons, un phénomène qui donne en général naissance à un trou noir. Cependant, le rayonnement mesuré par le télescope spatial *Hubble* dans l'infrarouge était environ dix fois plus intense que la prédiction théorique!

Wen-fai Fong, de l'université Northwestern, aux États-Unis, et ses collègues ont alors proposé deux scénarios. Le premier fait intervenir des ondes de choc dans la matière expulsée lors de la fusion des deux étoiles à neutrons. Le second prévoit que l'astre formé par la coalescence serait un magnétar, dont l'intense champ magnétique en rotation proviendrait de la transformation d'une partie de l'énergie mécanique des deux étoiles à neutrons en énergie de champ magnétique. Ce champ magnétique extrême transférerait alors une partie de son énergie aux particules chargées de la matière expulsée, augmentant la puissance de son rayonnement. D'après Wen-fai Fong et ses collègues, ce mécanisme est en mesure d'expliquer l'anomalie dans le domaine infrarouge. Les chercheurs estiment qu'entre quatre mois et trois ans après ce sursaut, les télescopes devraient observer un phénomène équivalent dans la gamme des fréquences radio. Une prédiction qui permettra de mettre à l'épreuve les deux scénarios et de savoir si l'on vient effectivement d'assister, en direct, à la naissance d'un nouveau magnétar. ■

LUCAS GIERCZAK

W. Fong *et al.*, *The Astrophysical Journal*, à paraître

ASTROPHYSIQUE

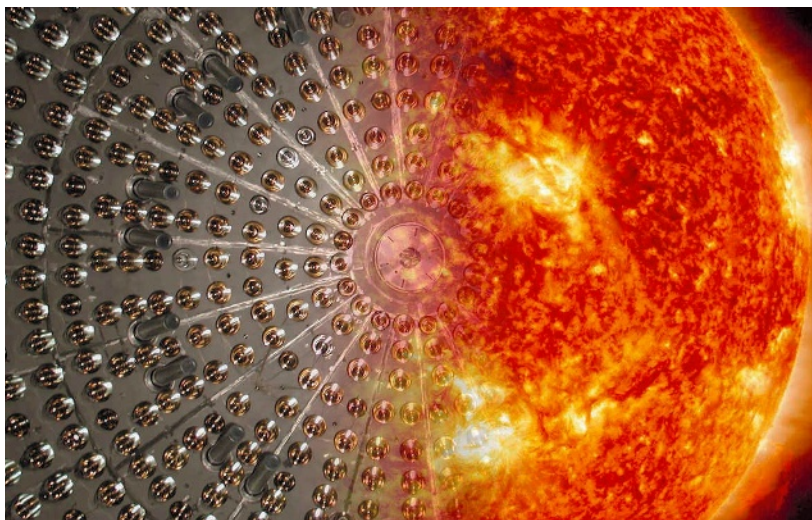
LE CYCLE CNO DU SOLEIL MIS EN ÉVIDENCE

Pour la première fois, on a identifié les neutrinos produits par le Soleil lors d'un processus de réactions nucléaires impliquant le carbone, l'azote et l'oxygène.

Depuis près de 4,5 milliards d'années, le Soleil tire son énergie de la transformation, par des réactions nucléaires, des noyaux d'hydrogène en hélium. Les différents mécanismes de cette fusion ont été esquissés dès les années 1920 et 1930. Si certains indices montraient de façon indirecte que ces processus se déroulent bien au cœur de l'étoile, la confirmation directe manquait. Une piste consistait à traquer les neutrinos, particules élémentaires produites par certaines des réactions. Grâce à l'expérience *Borexino*, installée au laboratoire souterrain de Gran Sasso, en Italie, une équipe internationale a enfin identifié les neutrinos solaires liés à un cycle de fusion impliquant les noyaux de carbone, d'azote et d'oxygène, le « cycle CNO ».

En effet, la fusion de l'hydrogène se fait de deux façons dans le Soleil : la chaîne proton-proton et le cycle CNO. La chaîne proton-proton, esquissée d'abord par le physicien français Jean Perrin, représente 99 % de l'énergie produite. Le cycle CNO, plus complexe, a été proposé par les Allemands Carl Friedrich von Weizsäcker et Hans Bethe de façon indépendante en 1937 et 1939 : l'hydrogène se transforme en hélium par l'intermédiaire d'un cycle de fusions et d'émissions radioactives impliquant des éléments plus lourds (carbone, azote et oxygène). Ce mécanisme est limité au sein du Soleil, où ces éléments sont rares ; il est en revanche prépondérant dans des étoiles au moins 1,3 fois plus massives que le Soleil.

Les deux processus de fusion produisent des neutrinos dont le flux présente une distribution (ou spectre) en énergie caractéristique. Dès lors, en analysant l'énergie des neutrinos solaires détectés lors de leur passage sur Terre, il est possible de déterminer si la chaîne proton-proton et le cycle CNO sont bien à l'œuvre dans l'étoile. En 2018, l'expérience *Borexino* a ainsi mis en évidence la chaîne proton-proton. Cette expérience est installée à 1 400 mètres sous la surface, ce qui la protège des rayons cosmiques. Elle est constituée d'une enceinte de 4,25 mètres de rayon remplie d'un liquide scintillateur qui



L'expérience *Borexino* (à gauche, une vue de l'intérieur du dispositif) détecte des neutrinos émis par le Soleil (à droite).

65 milliards

C'EST, PAR CENTIMÈTRE CARRÉ ET PAR SECONDE, LE FLUX DE NEUTRINOS ÉMIS PAR LE SOLEIL QUI TRAVERSENT LA TERRE. CES PARTICULES INTERAGISSENT TRÈS PEU AVEC LA MATIÈRE ET SONT DONC TRÈS DIFFICILES À DÉTECTER.

émet de la lumière quand un neutrino interagit avec son contenu. Cette enceinte est entourée de différents blindages pour limiter le bruit de fond – des rayons cosmiques résiduels et la radioactivité naturelle ambiante.

La difficulté pour mettre en évidence les neutrinos du cycle CNO solaire est qu'ils sont peu nombreux et que le flux exact dépend de l'abondance des éléments lourds dans le cœur de l'étoile, une donnée mal connue. En outre, le spectre en énergie de ces neutrinos est assez proche de celui des neutrinos émis par la radioactivité naturelle du bismuth 210.

Grâce à des données recueillies pendant plus de 1 000 jours entre 2016 et 2020, les membres de l'équipe *Borexino* ont réussi à isoler les neutrinos du cycle CNO, processus qui contribue à 1 % de l'énergie du Soleil. Ils ont précisé par la même occasion l'abondance en éléments lourds de l'astre. Une abondance importante pour comprendre la dynamique solaire, car elle joue sur l'opacité du plasma, la température du cœur et la façon dont la chaleur se propage au sein de l'étoile. ■

S. B.

Collaboration *Borexino*, *Nature*, vol. 587, pp. 577-582, 2020

EN BREF

FRAUDE AUX PSEUDOFLEURS

Le champignon *Fusarium xyrophilum* infecte des plantes à fleurs (du genre *Xyris*) qui poussent en Amérique du Sud. Il prend alors une forme de fleurs jaunes et émet un composé volatil qui attire des insectes pollinisateurs, lesquels disséminent ensuite les spores du parasite. Imane Laraba, de l'université Purdue, aux États-Unis, et ses collègues ont aussi montré que *F. xyrophilum* bloque la formation des vraies fleurs de la plante !

Fungal Genet. Biol., novembre 2020

LA TRISTE FIN D'ARECIBO

Suite à la rupture en août 2020 d'un premier câble de soutien de la plateforme de 900 tonnes qui porte les récepteurs du radiotélescope d'Arecibo, et d'un second en novembre, la Fondation américaine des sciences avait décidé de fermer pour de bon l'observatoire, sis à Porto Rico. Le 1^{er} décembre, d'autres câbles ont cédé et la plateforme s'est écrasée en contrebas sur la parabole de 305 mètres de diamètre. Triste fin pour cet instrument qui était toujours actif et un site si reconnaissable dans les films *GoldenEye* (1995) et *Contact* (1997).

COMBIEN DE POISSONS EN MER ?

Cette question est cruciale pour préserver les écosystèmes marins. Jusqu'à présent, l'ADN que dispersaient les poissons dans l'eau permettait d'évaluer la diversité des espèces présentes. En comparant des analyses d'ADN contenu dans l'eau de mer avec la quantité de poissons capturés lors de chalutages, Mark Stoeckle, de l'université Rockefeller, à New York, et ses collègues viennent de montrer que cet ADN permet aussi d'estimer la biomasse et donc la taille des populations.

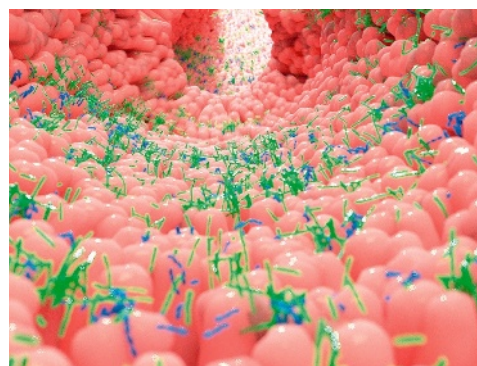
ICES J. Mar. Sci., 3 décembre 2020

BIOMÉDECINE

SCLÉROSE EN PLAQUES: UNE DÉFENSE VENUE DE L'INTESTIN

La sclérose en plaques, la plus commune des maladies auto-immunes chroniques du système nerveux central, touche plus de deux millions de personnes dans le monde. Au cours de cette maladie, le système immunitaire se retourne contre l'organisme et attaque la myéline, la gaine protectrice des neurones du cerveau et de la moelle épinière. Les lésions qui en découlent occasionnent des troubles moteurs, sensoriels et cognitifs. Depuis quelques années, des liens sont suspectés entre des anomalies du microbiote intestinal et ce dérèglement de l'immunité. Or Anne-Katrin Pröbstel, de l'université de Californie à San Francisco, et ses collègues viennent de montrer que ce même milieu intestinal serait aussi à l'origine de mécanismes de défense de l'organisme contre ce processus.

Si diverses études ont montré que la composition bactérienne du microbiote est altérée chez les personnes souffrant de sclérose en plaques, son rôle dans la maladie reste mal connu. En revanche, il semble de plus en plus clair que le microbiote intestinal influe sur les cellules immunitaires alentour dans d'autres pathologies: des lymphocytes B – une sous-population de ces cellules – apprennent à



Chez des personnes atteintes de sclérose en plaques, des cellules immunitaires ayant été au contact de bactéries dans les muqueuses intestinales (telles celles représentées sur cette illustration) migrent jusqu'aux sites nerveux touchés par la maladie.

reconnaître les bactéries qu'ils rencontrent, puis sont capables d'atteindre d'autres régions de l'organisme via la circulation sanguine. L'équipe a montré que de tels lymphocytes B « éduqués » pour identifier des bactéries particulièrement abondantes chez des personnes atteintes de sclérose en plaques se retrouvent ensuite dans les régions nerveuses attaquées par la maladie. Elles y produisent une protéine, l'interleukine-10, qui y réduirait l'inflammation. ■

NOËLLE GUILLON

A.-K. Pröbstel et al., *Science Immunology*, vol. 5, article eabc7191, 2020

CLIMATOLOGIE

L'EFFET DE LA FONTE DES GLACES

La disparition de la cryosphère – l'ensemble des glaces de la planète –, entraînée par le réchauffement climatique, contribue en retour à ce dernier. Plusieurs mécanismes entrent en jeu: le changement d'albédo des surfaces dégélées qui réfléchissent moins la lumière du soleil, l'augmentation de la concentration en vapeur d'eau dans l'atmosphère (qui agit comme un gaz à effet de serre) et la modification de la couverture nuageuse. Il était difficile de quantifier l'impact de la fonte des glaces dans la hausse des températures. Grâce à de nouvelles simulations, Nico Wunderling et ses collègues de l'université de Potsdam ont estimé que, à long terme, la contribution de ce phénomène serait de 0,43 °C pour un réchauffement total de 1,5 °C par rapport à l'ère préindustrielle. Localement, l'élévation de la



Les surfaces dépourvues de glace sont plus sombres et réfléchissent moins le rayonnement solaire.

température serait parfois très importante: elle pourrait atteindre les 5 °C au Groenland et en Antarctique, avec comme conséquence des perturbations importantes sur les écosystèmes de ces régions. ■

T. T.

N. Wunderling et al., *Nature Communications*, vol. 11, article 5177, 2020



ÉCOLOGIE

IL FAUT SAUVER NOS INSECTES !

Denis Richard
et Pierre-Olivier Maquart

OPIE-Delachaux & Niestlé, 2020
192 pages, 29,90 euros

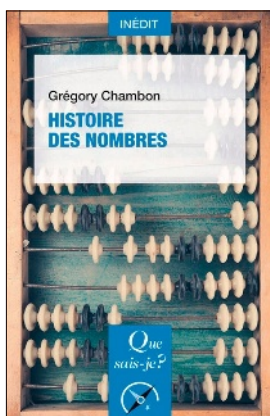
Pourquoi faut-il «sauver le soldat insecte»? Parce que les disparitions d'insectes indiquent l'importance de la sixième extinction que nous causons et dont nous serons l'une des victimes. La préservation réussie de ces arthropodes montrerait que nos actions pour infléchir cette extinction de masse peuvent être efficaces. Mais nous sommes encore loin du compte. Les cas emblématiques choisis par ce livre remarquable montrent la complexité des causes de raréfactions. Ce ne sont ni les seuls ni les plus graves. Les solutions préconisées visent à protéger les écosystèmes. Cependant, protéger un site n'est pas forcément efficace.

Parnassius corybas gazeli, sous-espèce endémique du parc national du Mercantour, est en danger d'extinction. Or les stations les plus remarquables de ce papillon rarissime sont détruites par le pâturage. Dans les parcs nationaux français, les activités agricoles «traditionnelles» ont pour effet des dévastations monstrueuses causées par des troupeaux géants (quelque 600 000 moutons se jettent sur les Alpes chaque été), qui font disparaître des dizaines d'espèces d'insectes endémiques. Autre cas d'école, le papillon *Graellsia isabellae*: la toute première station où il a été observé en France, à L'Argentière-la-Bessée, a brûlé récemment. A-t-elle été replantée en pins sylvestres, plante hôte de cette espèce emblématique? Que nenni: elle a été replantée en mélèzes, sur lesquels le papillon ne peut vivre.

Seuls les entomologistes de terrain ont le savoir nécessaire à des protections efficaces des insectes et de leurs milieux de vie. Au lieu de s'appuyer sur eux, les autorités cherchent à contrôler les entomologistes qui pourraient détenir des insectes protégés. Pénaliser ceux qui pourraient être les acteurs essentiels de la conservation revient à faire le contraire de ce qui serait utile.

Ce livre, de belle facture et au texte très clair, devrait être lu par tous.

ANDRÉ NEL
MNHN, PARIS



HISTOIRE DES SCIENCES

HISTOIRE DES NOMBRES

Grégory Chambon

PUF, 2020
128 pages, 9 euros

Rejetant toute hiérarchisation entre «primitifs» et «civilisés», l'auteur essaie de comprendre le rapport qu'ont entretenu les hommes avec les nombres, tant dans le domaine intellectuel que matériel. Les nombres sont partout: dans les journaux, les publicités, les jeux vidéo, sur les fiches de paie, chez les commerçants. Habitué à eux, nous y voyons des outils naturels et efficaces pour appréhender le monde. Nous leur faisons confiance et reportons sur ceux qui les manipulent nos éventuels soupçons. Du coup, nous oublions que l'usage des nombres est difficile et que celui qu'en fait notre société, loin d'aller de soi, repose sur le rapport spécifique qu'elle entretient avec eux.

L'auteur expose ces spécificités grâce à des excursions en Mésopotamie ancienne, en Égypte pharaonique, dans l'Antiquité grecque, en Chine des Shang (xiv^e-xi^e siècles avant notre ère), chez les Mayas de l'époque classique, etc. Elles montrent à la fois la richesse des conceptions des nombres que ces civilisations se sont faites et la difficulté pour les historiens de déduire celles-ci à partir des vestiges qu'elles ont laissées. On estime par exemple qu'un écrit mathématique qui nous est parvenu depuis l'Antiquité grecque, de traductions arabes en traductions latines, en copies, en rééditions, etc., a une quarantaine d'auteurs!

Les mathématiques aujourd'hui tendent vers l'abstraction, ce qui les éloigne de la conception du nombre comme «quantité de...». En tout cas, difficile à cerner, la notion de nombre reste sans définition satisfaisante. De cela, l'usager quotidien n'a cure. Il utilise les nombres pour standardiser la société par des normes numériques et pour donner des représentations simples, sinon simplistes, de réalités sociales complexes.

DIDIER NORDON
ESSAYISTE ET MATHÉMATICIEN ÉMÉRITE

