

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/2Vt5Wia>

VIROLOGIE

ZIKA: LE RÔLE DU MOUSTIQUE

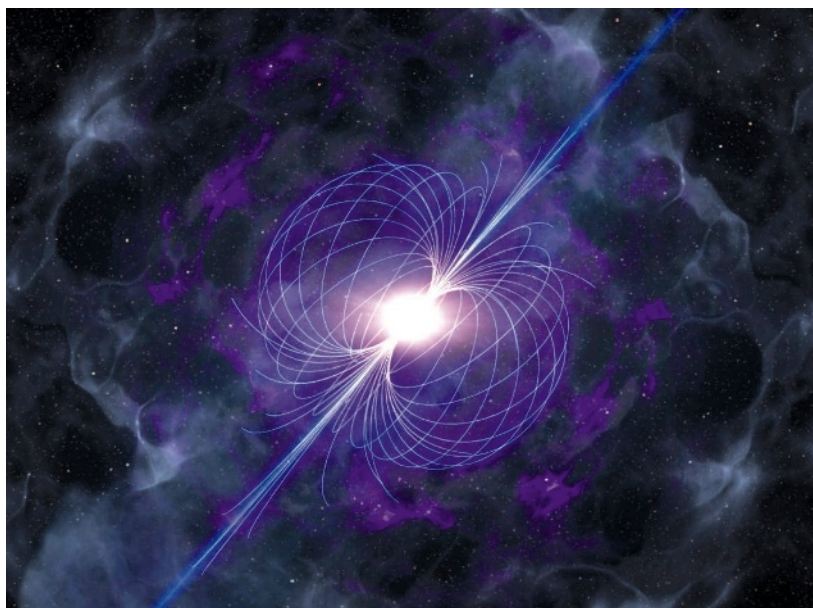
L'infection par le virus Zika a parfois des conséquences graves, comme la microcéphalie ou le syndrome de Guillain-Barré. La plus grosse épidémie a touché l'Amérique latine et les Caraïbes en 2015-2016. En revanche, l'absence de contagion d'ampleur sur le continent africain, où la présence du virus est 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

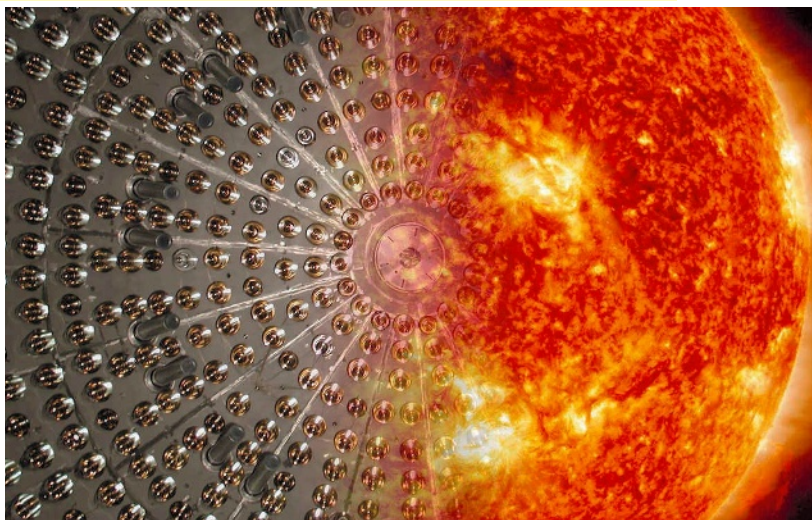
LE CYCLE CNO DU SOLEIL MIS EN ÉVIDENCE

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.

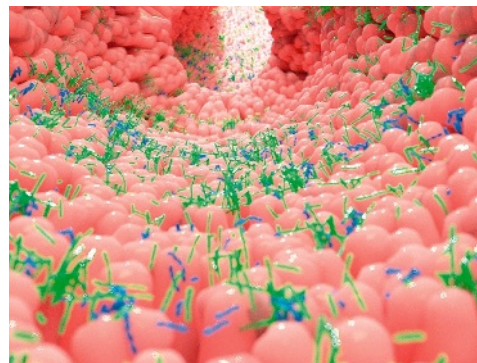
ICES J. Mar. Sci., 3 décembre 2020

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 dégelées 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