

Ça tourne au ralenti

Le trou noir central de la Voie lactée est-il en rotation ? S'il l'est, c'est à faible vitesse.

Ces derniers temps, les trous noirs ont occupé le devant de la scène avec de nombreux résultats, et le *Hors-Série* n° 106 : « Enquête sur l'Univers noir » s'en était fait l'écho. Tout récemment, le prix Nobel de physique 2020 a été décerné au Britannique Roger Penrose pour ses travaux théoriques sur les trous noirs ainsi qu'à l'Allemand Reinhard Genzel et l'Américaine Andrea Ghez pour leur découverte du trou noir supermassif au centre de la Voie lactée. Ce dernier, nommé Sagittarius A* (Sgr A*) n'a pas encore livré tous ses mystères. Et notamment, on en sait peu sur sa rotation.

Abraham Loeb, de l'université Harvard, et Giacomo Fragione, de l'université Northwestern, à Evanston, aux États-Unis, se sont penchés sur la question. Pour ce faire, ils ont observé quelque quarante étoiles de type S (des étoiles géantes anciennes) en orbite à proximité de Sgr A*. Disposées selon deux plans inclinés par rapport à celui de la galaxie, elles atteignent parfois des vitesses vertigineuses proches de celle de la lumière. Les deux astrophysiciens ont recherché des traces de l'effet Lense-Thirring. De quoi s'agit-il ?

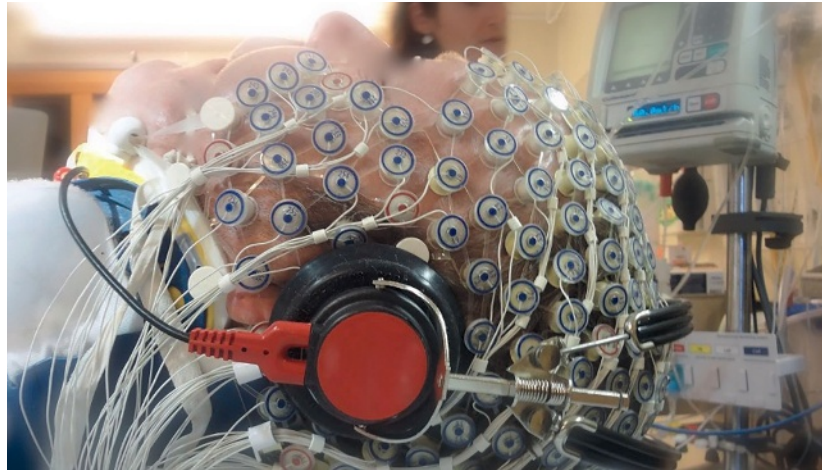
Prédit par la théorie de la relativité générale, il stipule qu'un astre en rotation déforme l'espace-temps environnant, et ce d'autant plus que la vitesse et la masse de l'astre sont grandes. Cette déformation se répercute sur le mouvement d'astres en orbite autour du premier et s'ils sont eux-mêmes en rotation, l'axe de cette rotation se décale et dessine un cône, un peu comme le fait une toupie en fin de course. On parle de précession.

Abraham Loeb et Giacomo Fragione ont donc traqué ce phénomène très ténu en guettant une éventuelle précession des étoiles de type S. En vain ! Ils en déduisent que si le trou noir supermassif Sgr A* (de quelque 4 millions de masses solaires) est en rotation, la vitesse de ce mouvement n'est pas suffisante pour déclencher un effet Lense-Thirring. Elle serait estimée à environ 10% de la vitesse de la lumière au niveau de l'horizon de l'astre. ■

G. FRAGIONE ET A. LOEB, *THE ASTROPHYSICAL JOURNAL LETTERS*, VOL. 901(2), L32, 2020

Une conscience mieux mesurée

Des mesures électrophysiologiques sont plus appropriées que les tests comportementaux classiques pour évaluer l'état de conscience de malades plongés en sédation profonde.



Un électroencéphalogramme rend mieux compte de l'état de conscience de malades plongés en sédation profonde que les tests comportementaux classiques.

Le *Hors-Série* n° 108 : « À la recherche de l'inconscient » expliquait comment une meilleure compréhension des mécanismes de la conscience pourraient aider les médecins à mieux prendre en charge les patients inconscients en état végétatif. De fait, par exemple, dans le cas d'une pathologie incurable accompagnée d'une souffrance réfractaire aux traitements, certains malades sont plongés dans une sédation palliative plus ou moins profonde jusqu'à leur mort. Comment s'assurer de l'état de conscience et de douleur de ces individus devenus incapables de communiquer ? Stefaan Six, de l'université libre de Bruxelles et de l'université de Liège, en Belgique, remet en cause les méthodes jusqu'alors employées. En quoi consistent-elles ?

Le plus souvent, elles sont fondées sur l'observation de réactions comportementales. En ce qui concerne le degré de conscience, les médecins guettent par exemple des réactions à la voix ou au contact, évaluées notamment selon l'échelle de vigilance-agitation de Richmond. Cependant, plusieurs travaux ont montré que ces méthodes traditionnelles ont leurs limites, certains états de conscience leur échappant.

Dans une étude comparative de 108 évaluations portant sur un groupe de 12 patients, les neuroscientifiques ont mis en évidence la pertinence de mesures neurophysiologiques objectives pour évaluer conscience et douleur : on parle de « monitoring ». Il s'agit entre autres d'un électroencéphalogramme particulier dont on tire un index rendant compte de l'état de conscience. La douleur est quant à elle estimée à partir de la variabilité du rythme cardiaque.

Résultats ? Lorsqu'une possibilité de conscience a été remarquée par les instruments, dans trois quarts des cas, elle est passée inaperçue aux yeux des soignants. Stefaan Six précise également, et c'est important, que toutes les parties prenantes (médecins, infirmières, famille du malade...) ont jugé acceptable l'utilisation de ces instruments de monitoring.

Cette approche ne remplacera sans doute pas les méthodes usuelles, mais elle peut assurément les compléter dans une nouvelle façon d'envisager la sédation palliative. ■

S. SIX ET AL., *PAIN AND THERAPY*, PRÉPUBLICATION EN LIGNE, 2020

HORS-SÉRIE N° 107 : RÉVOLUTION QUANTIQUE

L'horloge de Schrödinger

Des travaux théoriques révèlent comment explorer la nature du temps à l'aide d'horloges atomiques qui manifesteraient des états de superposition quantique.

La physique quantique, au cœur du *Hors-Série* n° 107: «La nouvelle révolution quantique» est à la base de beaucoup d'objets qui nous entourent. Mais aussi efficace soit-elle, elle a néanmoins un inconvénient: elle est incompatible avec l'autre grand édifice intellectuel de la physique du xx^e siècle, la théorie de la relativité générale d'Albert Einstein. Une des difficultés pour les concilier est de comprendre quelle est la nature exacte du temps, un problème qui se pose aussi en relativité restreinte. Alexander Smith, du Collège Saint Anselm, à Manchester, aux États-Unis, et Mehdi Ahmadi, de l'université de Santa Clara, aussi aux États-Unis, ont ouvert une brèche dans le mur qui sépare les deux domaines.

À ma gauche, la relativité restreinte stipule que le temps n'est pas une grandeur absolue. Un observateur regardant l'horloge d'une personne qui s'éloigne à grande vitesse constatera que cette horloge évolue plus lentement que la sienne, en vertu d'un effet dit «de dilatation» du temps. À ma droite, un objet quantique, comme un atome, peut se trouver dans plusieurs états différents superposés. Cette propriété est illustrée par le chat de Schrödinger. Les deux physiciens proposent de superposer des états de vitesse distincts et de voir si pour chacun le temps s'écoule différemment. En un sens, il s'agirait de fabriquer une horloge de Schrödinger qui indiquerait simultanément plusieurs heures. Comment s'y prendre?

Alexander Smith et Mehdi Ahmadi proposent de choisir comme horloge du rubidium 87, un atome radioactif dont une propriété (la transition de structures hyperfines) sert à battre la mesure du temps. Les calculs des physiciens montrent que l'on peut mettre de tels atomes dans des états de vitesse superposés puis mesurer la façon dont le temps s'écoule pour chacun d'eux. Leur réflexion pose la question de la définition du temps malléable et relatif en relativité restreinte, mais absolu et universel en physique quantique. Ils s'appuient donc sur une formulation proposée par Don Page et William Wootters qui, très schématiquement, introduit la notion de temps observable dans les équations de Schrödinger.

Les deux physiciens montrent que leurs résultats sont accessibles à l'expérience avec un exemple: des atomes de rubidium 87 peuvent être préparés avec deux états de vitesse superposés respectivement à 5 et 15 mètres par seconde. Il suffirait de maintenir la superposition pendant 10 secondes pour rendre observable la dilatation du temps quantique prévue par les équations lorsque les atomes parcourent l'espace-temps. Selon les auteurs, leurs résultats auront des implications dans la conception des horloges atomiques. Et peut-être dans le rabibochage de la physique quantique et de la relativité générale.

A. SMITH ET M. AHMADI, *NATURE COMMUNICATIONS*, VOL. 11, ART. 5360, 2020



Le temps s'écoule différemment pour les états quantiques superposés dans un même atome.

Tryptophane et gluten

Les liens entre microbiote et immunité sont nombreux, le *Hors-Série* n° 109: «Les vrais pouvoirs des microbiotes sur la santé» en faisait la démonstration. Ainsi en est-il de la maladie coeliaque, une intolérance au gluten entraînant une inflammation de l'intestin. Une équipe internationale emmenée par Harry Sokol, de l'institut Micalis, à Jouy-en-Josas, a élucidé les mécanismes sous-jacents. La pathologie résulterait d'une incapacité du microbiote à métaboliser un acide aminé, le tryptophane, en produits (des dérivés indoles) reconnus par les récepteurs AhR des cellules de l'intestin. Or l'activation de ces récepteurs contribue au renforcement de la barrière intestinale et de l'immunité. Une alimentation enrichie en tryptophane ou en probiotiques suppléant les bactéries manquantes améliore l'état des malades.

B. LAMAS ET AL., *SCIENCE TRANSLATIONAL MEDICINE*, VOL. 2(566), ART. EABA0624, 2020

Cache-cache dans la toile

La matière noire et l'énergie sombre, au centre du *Hors-Série* n° 106: «Enquête sur l'Univers noir» ne sont pas les seules énigmes concernant le contenu de l'Univers. En effet, 40 % de la matière ordinaire échappe aux observateurs. Nabila Aghanim, de l'Institut d'astrophysique spatiale, et ses collègues, les ont peut-être dénichés. En analysant les relevés de rayons X du télescope Rosat, ils ont montré que cette matière manquante se cache sous la forme de gaz chauds dans les filaments de la toile cosmique reliant dans l'Univers les galaxies réunies en amas.

H. TANIMURA ET AL., *ASTRONOMY & ASTROPHYSICS*, VOL. 643, ART. L2, 2020

L'ORDINATEUR QUANTIQUE

Promesses et réalité

- Une sélection d'articles rédigés par des chercheurs et des experts
- Une lecture adaptée aux écrans

3,99 €



Les *Thema* sont une collection de hors-séries numériques. Chaque numéro contient une sélection des meilleurs articles publiés dans *Pour la Science* sur une thématique.

Dans la collection *Thema* découvrez aussi



Commandez et téléchargez les numéros en pdf



www.boutique.groupepourlascience.fr