

ASTROPHYSIQUE

UN COUPLE D'ÉTOILES APPUIE LA THÉORIE D'EINSTEIN

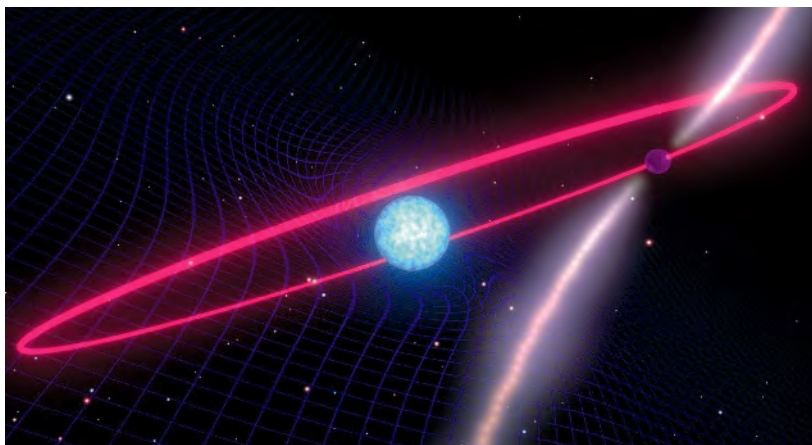
En observant la trajectoire d'une étoile à neutrons formant un couple avec une naine blanche, une équipe vient de mesurer un phénomène relativiste extrêmement faible.

Nombreuses sont les confirmations expérimentales de la théorie de la relativité générale d'Albert Einstein : déviation des rayons lumineux par des objets massifs, ondes gravitationnelles, etc. Selon cette théorie, toute masse déforme l'espace-temps autour d'elle. Elle prédit notamment que la rotation rapide d'un corps massif sur lui-même déforme également l'espace-temps, l'« entraînant » avec lui.

Nommé « effet Lense-Thirring », ce phénomène relativiste est d'amplitude très faible. Il vient toutefois d'être mesuré expérimentalement par Vivek Krishnan, de l'université technologique Swinburne, à Melbourne, en Australie, et ses collègues, grâce à l'observation d'un couple formé d'une étoile à neutrons et d'une naine blanche.

L'effet Lense-Thirring est d'autant plus important que l'objet en rotation est massif et que sa rotation est rapide. Il se manifeste notamment lorsqu'un corps tourne autour d'un autre corps massif en rotation sur lui-même – par exemple un satellite autour de la Terre. Les équations d'Einstein prédisent dans ce cas que le satellite subit une « précession » : au cours de sa révolution autour de la Terre, l'axe perpendiculaire à son plan de révolution tourne en décrivant un cône autour d'une direction moyenne. Bien que l'effet Lense-Thirring soit extrêmement faible, donc difficile à détecter, la Nasa a annoncé en 2011 l'avoir mis en évidence à l'aide du satellite *Gravity Probe B*, en orbite autour de la Terre.

Les astrophysiciens ont aussi eu l'idée de tester l'effet Lense-Thirring dans des configurations où il est plus intense : lorsque la masse de l'objet en rotation est énorme, et cette rotation rapide. Ils se sont donc tournés vers PSR J1141-6545, un couple d'étoiles formé d'une naine blanche massive et d'un pulsar (une étoile à neutrons qui émet des ondes radio de façon périodique). La régularité des émissions des pulsars autorise des mesures extrêmement précises. En outre, la naine



Vue d'artiste de PSR J1141-6545, composé d'une naine blanche (en bleu clair) et d'un pulsar (en violet), dont les signaux radio réguliers (en blanc) permettent de suivre la trajectoire.

10⁻⁵ DEGRÉ
LE SATELLITE
GRAVITY PROBE B
DE LA NASA, LANCÉ
EN 2004, A MESURÉ
UNE PRÉCESSION
AUTOUR DE LA TERRE
CONFORME À LA
THÉORIE D'EINSTEIN,
EXTRÊMEMENT
FAIBLE : SON AXE
DE RÉVOLUTION SE
DÉPLACE DE MOINS
DE 10⁻⁵ DEGRÉ PAR AN.
À CE RYTHME,
UN TOUR COMPLET
PREND ENVIRON
40 MILLIONS
D'ANNÉES.

blanche, très dense (environ une masse solaire pour un diamètre inférieur à celui de la Terre) tourne très vite sur elle-même – en quelques minutes. L'effet Lense-Thirring qu'elle produit est donc beaucoup plus fort que celui de la Terre. Le couple PSR J1141-6545 offre une configuration idéale, et c'est ainsi le déplacement de l'axe de l'orbite de l'étoile à neutrons que Vivek Krishnan et ses collègues ont mesuré.

Pour ce faire, les chercheurs ont exploité les données collectées durant vingt ans, depuis 2000, par les radiotélescopes des observatoires de Parkes et de Molonglo, en Australie. Ils ont reconstitué la trajectoire de l'étoile à neutrons et ont mesuré les variations de son orbite au fil du temps.

Ils ont ainsi montré, comme prédit par la théorie, que l'orbite (presque circulaire) de l'étoile à neutrons s'était décalée d'environ 150 kilomètres en vingt ans. Une mesure qui confirme la théorie d'Einstein et qui a aussi permis d'en savoir plus sur la formation du couple d'étoiles. ■

L. G.

V. V. Krishnan et al., *Science*, vol. 367, pp. 577-580, 2020

ARCHÉOLOGIE

LE TOMBEAU DE ROMULUS?

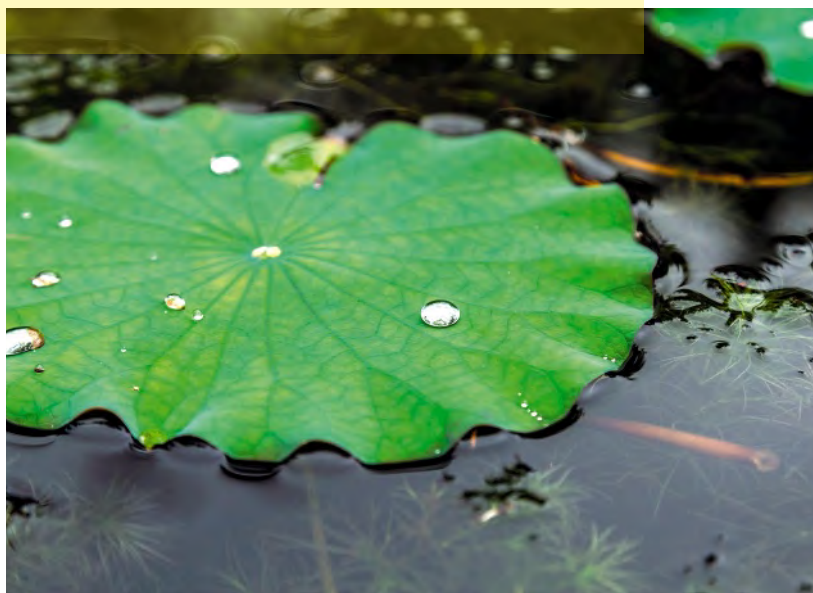
L'équipe d'Alfonsina Russo, directrice du parc archéologique du Colisée, à Rome, vient de retrouver dans le forum romain un sanctuaire dédié à Romulus. Les chercheurs le datent de la fin du VI^e siècle avant notre ère (d'après la profondeur de son sol, qui correspond à celle d'autres fragments de la surface du forum de la même époque). Ayant la forme d'une fausse tombe contenant un sarcophage symbolique (vide) de 1,4 mètre de long et un autel rond en tuf volcanique du Capitole, il se trouve à quelques mètres de l'emplacement d'une stèle taillée dans la même pierre et mise au jour en 1899 – le *Lapis niger*. Or d'après Festus, un auteur du IV^e siècle avant notre ère, cette stèle «marque un lieu de culte: la tombe de Romulus»... ■

F. S.

Communiqué du parc archéologique du Colisée, 21 février 2020, <https://bit.ly/32GyLn>

BIOPHYSIQUE

L'EAU PLISSE LES FEUILLES DES NÉNUPHARS



La taille des ondulations des feuilles flottantes est régie par une compétition entre plusieurs forces. Cet équilibre est différent pour les feuilles aériennes, qui ondulent alors moins.

ÉCOLOGIE

ALBATROS MOUCHARDS

Henri Weimerskirch, du Centre d'études biologiques de Chizé, et ses collègues se sont inspirés des performances des albatros pour monter l'opération *Ocean Sentinel*. Les chercheurs ont équipé ces oiseaux de petits capteurs sensibles aux radars des bateaux afin d'obtenir en temps réel les localisations de bateaux se trouvant dans les eaux internationales et dans les zones économiques exclusives – des zones difficiles à surveiller et contrôler. Or ce contrôle s'impose pour mettre en application les mesures de conservation et de protection de la faune marine, en particulier contre la surpêche. Dans le sud de l'océan Indien, autour des îles Crozet, Kerguelen et Amsterdam, les albatros ont ainsi permis de repérer des navires militaires, des navires légaux dont la balise était temporairement éteinte, mais aussi des bateaux de pêche présents illégalement. ■

CAPUCINE MÉJANÈS

H. Weimerskirch *et al.*, *PNAS*, vol. 117 (6), pp. 3006-3014, 2020

Grâce à une hormone qui a pour effet d'augmenter la taille des cellules et qui se concentre dans la partie ombragée de la tige, les tournesols maximisent l'exposition de leurs feuilles à la lumière du soleil en tournant au cours de la journée: le gonflement des cellules engendre une torsion qui est à l'origine de la rotation de la tige. Un autre exemple végétal où des contraintes mécaniques agissent est la forme des nénuphars, dont les feuilles se courbent ou présentent des ondulations «en rayons» sur leur bord. Fan Xu, de l'université Fudan, en Chine, et ses collègues viennent d'expliquer par un nouveau modèle comment le contact de l'eau influe sur ces motifs.

Tout part d'une observation: les feuilles de nénuphars flottant à la surface de l'eau ont la forme d'un disque comportant de petites ondulations sur ses bords, tandis que celles portées par une tige, à l'air libre, présentent seulement quelques grands «lobes». Cette différenciation n'est pas d'origine génétique: elle s'opère même entre les feuilles d'une même plante. Postulant que ce sont les contraintes mécaniques spécifiques au contact avec l'eau qui modifient la croissance des tissus, Fan Xu et ses collègues ont modifié des modèles datant des années 1990 et décrivant les déformations subies par un tissu souple et élastique qui s'étend par division cellulaire. Grâce au nouveau système d'équations obtenu, ces physiciens ont simulé la forme que prend une feuille de nénuphar en l'air ou sur l'eau, et ont retrouvé les différences observées dans la nature. D'après eux, ce phénomène s'explique par un compromis entre le poids de l'eau collée à la face inférieure des feuilles – qui a tendance à resserrer les ondulations – et l'élasticité limitée des feuilles. ■

L. G.

F. Xu *et al.*, *Physical Review Letters*, vol. 124, article 038003, 2020