

ASTROPHYSIQUE

UN COUPLE D'ÉTOILES APPUIE LA THÉORIE D'EINSTEIN

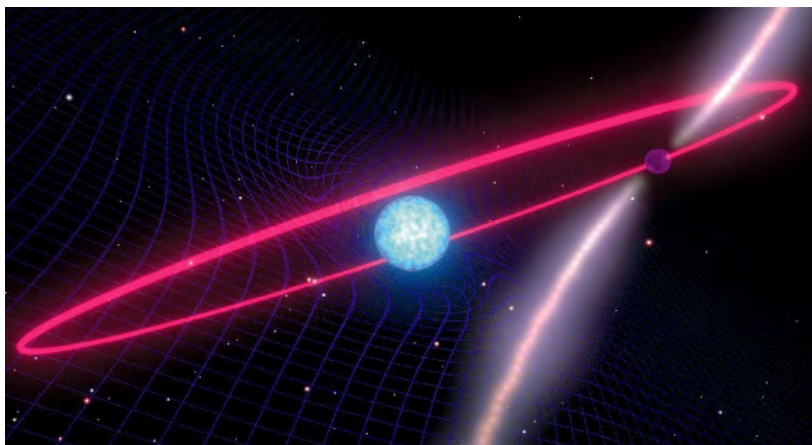
En observant la trajectoire d'une étoile à neutrons formant un couple avec une naine blanche, une équipe vient de mesurer un phénomène relativiste extrêmement faible.

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