

<https://www.observatoiredeparis.psl.eu/in-extremis-des-mesures.html>



# In extremis, des mesures réalisées sur un pulsar

Date de mise en ligne : vendredi 9 janvier 2015

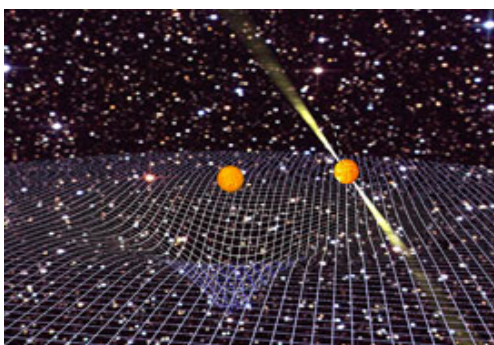
---

Observatoire de Paris - PSL Centre de recherche en astronomie et  
astrophysique

---

**Dans le cadre d'une campagne d'observations menée sur 5 ans, avec les 5 plus grands radiotélescopes de la planète, incluant notamment celui de la station de radioastronomie de l'Observatoire de Paris à Nançay, une équipe scientifique internationale parvient à mesurer les deux masses d'un système binaire de pulsars relativistes... juste avant que celui-ci ne disparaisse.**

Une équipe internationale d'astronomes vient de mesurer les deux masses d'un système binaire de pulsars relativiste connu sous le nom de PSR J1906+0746, ou J1906 en abrégé.



Ces résultats sont publiés dans *The Astrophysical Journal*, et présentés au 225th meeting de l'American Astronomical Society à Seattle, le 8 janvier 2015.

Le système binaire en question se présente comme suit :

- un pulsar, étoile à neutrons dotée d'un fort champ magnétique, tourne sur lui-même, et à la manière d'un phare marin, émet des impulsions radio. Celles-ci sont réceptionnées sur Terre à raison d'une toutes les 144 millisecondes.
- Il orbite autour d'une autre étoile à neutrons (ou peut-être une grosse naine blanche) en un tout petit peu moins de 4 heures.

Découvert en 2004 à l'Observatoire d'Arecibo, avec le plus grand radiotélescope du monde, il fait depuis 5 ans l'objet d'une surveillance quasi journalière et d'une étude rapprochée à l'aide des 5 plus grands radiotélescopes sur Terre : ceux d'Arecibo (USA), Green Bank (USA), Nançay (France), Lovell (UK) et le Westerbork Synthesis Radio Telescope (Pays-Bas).



Panoramique du grand radiotélescope de Nançay © *Ismaël Cognard*

En 5 ans, cette campagne a réussi à maintenir un décompte exact des rotations du pulsar... plus d'un milliard au total !

L'équipe scientifique internationale menée par Joeri van Leeuwen, astrophysicien à ASTRON, The Netherlands Institute for Radio Astronomy, et à l'Université d'Amsterdam, est ainsi parvenue à déterminer la masse de l'étoile à neutrons et à mesurer les déformations de l'espace-temps dans le champ de gravité de l'étoile binaire.

À ce jour, seule une poignée de masses a été mesurée, et J1906 est de loin l'étoile la plus jeune.

Les deux étoiles sont toutes deux plus massives que le Soleil et pourtant 100 fois plus proches l'une de l'autre que la Terre ne l'est du Soleil. Il en résulte une gravité extrême produisant des effets incroyables. L'un d'eux est la précession géodétique.

## L'effet de précession géodétique

D'après la théorie de la relativité générale, les étoiles à neutrons voient leur axe de rotation osciller lorsqu'elles se déplacent dans le champ de gravité d'une étoile compagnon proche et massive, un peu à la manière d'une toupie lancée sur un coin de table.

Orbite après orbite, le pulsar traverse un espace-temps déformé, ce qui laisse une empreinte sur l'axe de rotation.

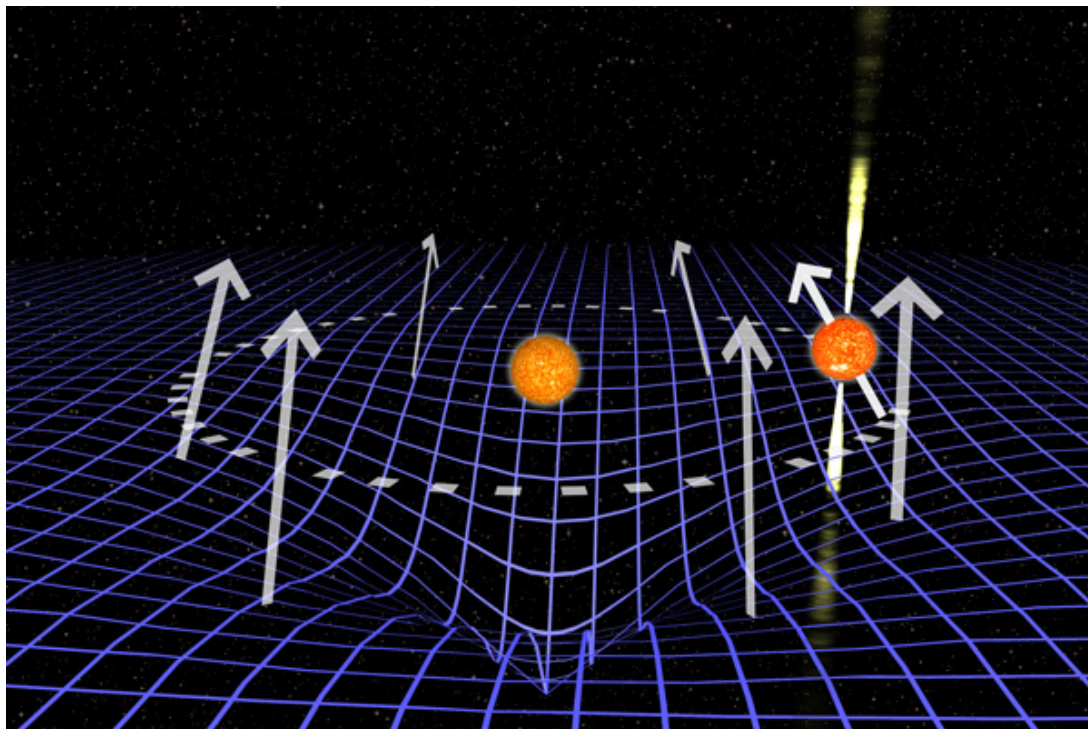


Illustration d'une orbite du pulsar J1906 (à droite avec les faisceaux radio) autour de son compagnon (au centre). Dans l'espace-temps courbé par le compagnon (en bleu), l'axe de rotation du pulsar s'incline le long de l'orbite. Pour illustration, l'effet a été exagéré un million de fois. Crédit : Joeri van Leeuwen/ASTRON

L'équipe a mesuré la précession géodétique pour J1906. Du fait de l'espace-temps déformé, environ un millionième de l'orbite du pulsar est "manquant" par comparaison avec ce qu'il aurait été dans un espace-temps plat.

En une année d'observations aux radiotélescopes, cela correspond à un changement de 2,2 degrés dans l'orientation de l'axe de rotation du pulsar.

*"Par les effets de cette énorme attraction gravitationnelle, l'axe de rotation du pulsar a tellement oscillé que ses étroits faisceaux radio n'éclairent plus la Terre à chaque rotation," souligne Joeri van Leeuwen. "Le pulsar est maintenant complètement invisible même pour les plus grands radiotélescopes sur Terre. C'est la première fois qu'un pulsar jeune disparaît par précession. Heureusement, la toupie cosmique continue à osciller et devrait faire revenir les faisceaux radio sur Terre... mais cela devrait prendre quelques 160 ans !"*

## Animation

Animation de l'effet de la précession géodétique sur le pulsar observé.

### Légende de l'animation

Deux étoiles à neutrons orbitent l'une autour de l'autre. L'étoile à neutrons visible comme un pulsar est représentée avec un faisceau tournant. L'étoile compagnon est immobile au centre de l'image.

Dans un espace-temps plat, lorsque l'étoile compagnon a une masse nulle, mais autour de laquelle le pulsar continue à tourner pour illustration, l'axe de rotation (représenté par une flèche) ne bouge pas après une orbite.

Avec un compagnon d'une masse de 1,2 masses solaires (environ un demi million de fois la masse de la Terre, mais dans une sphère de seulement 10 km), l'espace-temps se déforme. Après une orbite, l'axe de rotation du pulsar

est maintenant incliné (l'effet est ici exagéré un million de fois).

A cause de cet effet, le pulsar n'est maintenant plus du tout visible depuis la Terre (Crédit : Joeri van Leeuwen/ASTRON).

## Article

"The Binary Companion of Young, Relativistic Pulsar J1906+0746," by

Joeri van Leeuwen, Laura Kasian, Ingrid H. Stairs, D. R. Lorimer, F. Camilo, S. Chatterjee, I. Cognard, G.

Desvignes, P. C. C. Freire, G. H. Janssen, M. Kramer, A. G. Lyne, D. J. Nice, S. M. Ransom, B. W. Stappers, and J.

M. Weisberg,

Astrophysical Journal, Jan 08, 2015.