

# MAGNÉTAR ET SEUL DE SON ESPÈCE

## MAGNETAR AND THE ONLY ONE OF ITS KIND

Depuis plus d'un an, la station de radioastronomie de Nançay a placé en observation un magnétar très spécial. Il est le seul connu à émettre dans le domaine radio. Et il a réservé bien des surprises.

For more than a year, the Nançay radio astronomy station has been observing a very special magnetar. It is the only known magnetar emitting in the radio domain. And it had many surprises in store.

Ismaël Cognard connaît bien les pulsars. C'est lui le responsable de leur observation au grand radiotélescope de la station de radioastronomie de Nançay. Mais des pulsars comme celui-là, il n'en avait jamais étudié. « *Il ne reste de certaines étoiles arrivées en fin de vie qu'un petit corps très dense émettant des ondes radio en tournant sur lui-même, un peu comme un phare. C'est cela, un pulsar* » explique ce chargé de recherche CNRS (au LPCE<sup>1</sup>) associé à Nançay. « *Certains d'entre eux sont dotés d'un champ magnétique plus élevé que la moyenne et émettent dans le domaine des rayons X et non plus des ondes radio. On les appelle alors des magnétars* ».

En 2006, l'astrophysicien Fernando Camilo, de Columbia University à New York, découvre que l'un de ces magnétars, XTE J1810-197, produit des ondes radio. Exactement comme les pulsars. C'est le premier de ce type. Fernando Camilo contacte alors l'équipe "pulsar" travaillant avec la station de Nançay pour lui demander de le surveiller. Celle-ci est en effet particulièrement bien équipée pour réaliser le "monitoring" des sources radio, grâce à sa grande antenne, mais aussi grâce à BON, instrument qui doit son nom aux trois villes où il a été conçu, Berkeley, Orléans et Nançay. Associé au grand radiotélescope, cet instrument appelé "dédisperseur pulsar cohérent" est capable d'observer et de dater les émissions des pulsars les plus rapides avec une précision de 100 nanosecondes<sup>2</sup>. Sa fonction : débarrasser les ondes reçues du retard dont elles sont affectées, retard dû à leur interaction avec le milieu interstellaire et qui dépend de la fréquence à laquelle on les observe.

### Un suivi quotidien

Avec BON, Ismaël Cognard suit le magnétar quotidiennement depuis plus d'un an et parvient à des résultats surprenants<sup>3</sup>. D'abord, ce magnétar émet bien dans le domaine radio et non plus seulement X. Ensuite, l'intensité de l'émission radio a décliné de 60 % pendant la durée d'observation, et pas de manière uniforme. À cela s'ajoute que la rotation de XTE J1810-197 n'est pas stable, contrairement à la plupart des pulsars. En effet, elle ralentit très fortement d'une manière irrégulière. Enfin, plus récemment, des variations drastiques ont été observées sur le signal reçu d'une rotation de l'étoile à la suivante. Comment expliquer ces phénomènes ? « *Cela fait une quarantaine d'années que les scientifiques cherchent à comprendre comment émettent pulsars et magnétars. Aucun consensus définitif n'est encore apparu. Espérons que ces nouvelles observations vont permettre de faire avancer la théorie* », conclut Ismaël Cognard.

Ismaël Cognard knows pulsars very well. He is responsible for observing them with the large radio telescope at the Nançay radio astronomy station. But he had never come across a pulsar like that. "All that remains of certain stars at the end of their life is a small, very dense object that emits radio waves as it revolves around itself, a bit like a lighthouse. That's a pulsar", explains Cognard, a CNRS research fellow (at LPCE<sup>1</sup>) associated with Nançay. "Some pulsar magnetic fields are more powerful than average and instead of radio waves they emit in the X-ray domain. These are what we call magnetars."

In 2006, Columbia University at New York astrophysicist Fernando Camilo discovered that one of these magnetars, XTE J1810-197, emitted radio waves, just as pulsars do. It was the first one to behave in that way. Camilo then got in touch with the "pulsar" team at the Nançay station and asked them to monitor it. Thanks to its large antenna, but also to BON, an instrument named after the three cities involved in its construction—Berkeley, Orléans and Nançay—the Nançay station is particularly well equipped to monitor radio sources. BON is a "coherent pulsar dedispersor", an instrument capable of observing and timing emissions from the most rapid pulsars with a precision of 100 nanoseconds<sup>2</sup>. Interaction with the interstellar medium produces a delay in the reception of the waves that depends on the frequency used for observation. The role of the BON instrument is to remove this delay.

### Daily surveillance

Using BON, Ismaël Cognard has been monitoring the magnetar on a daily basis for over a year and has obtained some surprising results<sup>3</sup>. First of all, the magnetar emits not just in the X-ray but also in the radio domain. Also, the radio emission intensity decreased by 60 percent during the observation period, and this decrease was not uniform. In addition, unlike most pulsars, the magnetar's rotation was not stable but slowed down considerably and in an irregular fashion. Finally, some drastic variations in the signal from one rotation to the next have lately been observed. How to explain those phenomena? "For the past forty years scientists have been trying to understand pulsar and magnetar emissions without reaching any general agreement. Let's hope that these new observations will help to move the theory forward", concludes Ismaël Cognard.

[1] LPCE : Laboratoire de Physique et de Chimie de l'Environnement (Orléans). Le LPCE est membre de la Fédération de recherche Sciences de la Terre et de l'Univers en région Centre (STUC). / LPCE: Laboratoire de Physique et de Chimie de l'Environnement (Orléans). LPCE is a member of the Fédération de recherche Sciences de la Terre et de l'Univers en région Centre (STUC).

[2] Un dix millionième de seconde. / One ten-millionth of a second.

[3] "The magnetar XTE J1810-197: Variations in torque, radio flux density and pulse profile morphology", The Astrophysical Journal, 663, pp. 497-504, 1<sup>er</sup> juillet 2007. / "The magnetar XTE J1810-197: Variations in torque, radio flux, density and pulse profile morphology", The Astrophysical Journal, 663, pp. 497-504, 1<sup>st</sup> July 2007.

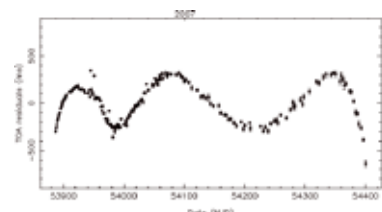


LES MAGNÉTARS sont des pulsars dotés d'un champ magnétique important et émettant habituellement dans le domaine des rayons X. / Magnetars are pulsars with an extremely powerful magnetic field and usually emitting in the X-ray domain.

© Robert S. Mallozzi, UAH/NASA MSFC

### Contact :

Ismaël COGNARD  
Chargé de recherche CNRS  
LPCE  
+33 (0)2 38 25 79 08  
icognard@cnrs-orleans.fr



Suivi quasi quotidien du MAGNÉTAR XTE J1810-197 à Nançay. La courbe des différences entre les temps d'arrivée mesurés et ceux calculés théoriquement montre de grandes instabilités dans la rotation du magnétar. / Almost daily monitoring of the magnetar XTE J1810-197 at Nançay. The graph of the differences between measured and theoretically calculated arrival time shows large instability in the magnetar's rotation.

© Ismaël Cognard



L'INSTRUMENT BON, au centre, est constitué de 64 PC biprocesseurs fonctionnant en parallèle. / The BON instrument [centre] is composed of 64 PC biprocessors operating in parallel.

© J.-P. Letourneur, CRDP Centre