

Recherche et étude de pulsars ultra-stables à Nançay

Thèse 2014-2017 au LPC2E / CNRS – Université d'Orléans
financé par la Région Centre dans le cadre de
l'Ecole Doctorale Energie Matériaux Sciences de la Terre et de l'Univers n°552
<http://www.univ-orleans.fr/ed/emstu> (suivre 'Tableaux des sujets de thèse 2014' à gauche)
inscription avant le 13 mai 2014, auditions les 20 et 21 mai 2014
Directeur de thèse : I.Cognard (icognard@cnrs-orleans.fr)

Produits finaux de l'évolution des étoiles les plus massives, les étoiles à neutrons font seulement 10 à 20 km de diamètre, 1,4 masse solaire et ont parfois un champ magnétique gigantesque de 10^{12} Gauss voire plus. La rotation ultra-stable de ces étoiles magnétisées observées en radio (et appelées pulsars) permet de nombreuses études. Les pulsars appartenant à des systèmes binaires sont utilisés pour conduire les meilleurs tests des théories de la gravitation en champ fort (Kramer et al, Science 314, 97, 2006). Des ensembles de pulsars bien répartis sur le ciel sont utilisés pour tenter de détecter les ondes gravitationnelles de manière directe pour la toute première fois (van Haasteren et al, MNRAS 414, 3117, 2011).

Pour améliorer les tests, en trouvant par exemple un pulsar en orbite autour d'un trou noir, ainsi que pour étendre le réseau utilisé pour chercher des ondes gravitationnelles, des recherches de nouveaux pulsars sont menées avec les plus grands radiotélescopes mondiaux. En cours avec le grand radiotélescope de Nançay depuis un an environ, une telle recherche s'effectue à une fréquence radio élevée (1,4 GHz), sondant ainsi en profondeur le disque galactique. Doté d'un échantillonnage rapide, elle est sensible aux pulsars les plus rapides (période de rotation de quelques millisecondes), les plus adaptés aux études mentionnées au-dessus grâce à leur rotation extrêmement stable. À ce jour, une petite fraction des données a été traitée (à l'aide des ordinateurs de Nançay et d'un grand ordinateur à Lyon) et deux pulsars brillants ont déjà été découverts. Toutes les observations liées à cette recherche devraient être terminées mi-2015, et on s'attend à découvrir une dizaine de pulsars, tous types confondus.

Le travail de thèse proposé consiste à prendre en charge la conduite des observations et le traitement des données ainsi que l'analyse des milliers de candidats et la ré-observation des meilleurs d'entre eux, pour tenter de les confirmer. Après la fin des observations et du traitement associé, idéalement à la moitié de la thèse, une seconde partie du travail consistera à analyser et pleinement caractériser les nouveaux pulsars découverts. Avec près de 200 pulsars très régulièrement observés avec le radiotélescope de Nançay, l'étude astrophysique détaillée de quelques objets particuliers déjà connus sera bien sûr conduite de façon complémentaire lors de cette seconde partie de thèse, que ce soit pour améliorer les tests des théories de la gravitation ou la compréhension de l'évolution stellaire à l'origine de ces objets extrêmes.

A new search for highly stable pulsars with the Nançay radio telescope

**PhD fellowship 2014-2017 at the LPC2E / CNRS – Université d'Orléans
funded by the 'Region Centre'**

Ecole Doctorale Energie Matériaux Sciences de la Terre et de l'Univers n°552

<http://www.univ-orleans.fr/ed/emstu> (link 'Tableaux des sujets de thèse 2014')

registration deadline : May 13th 2014, auditions on May 20th and 21st 2014

PhD supervisor : I.Cognard (icognard@cnrs-orleans.fr)

End products of massive star evolution, neutron stars are characterized by a radius of 10 – 20 km, a mass of 1.4 solar masses and a huge magnetic field in the order of 10^{12} Gauss or more. The ultra-stable rotation of those magnetized neutron stars observed in radio (and then called 'pulsars') enables a wide range of studies. Pulsars in tight binary systems provide the best tests of gravitational theories in the strong field regime (Kramer et al, Science 314, 97, 2006). Observations of ensembles of pulsars spread all over the sky might soon lead to the first direct detection of the elusive gravitational waves predicted by the General Relativity (van Haasteren et al, MNRAS 414, 3117, 2011).

Several large scale searches for new pulsars are currently being undertaken by the largest radio telescopes around the world, aiming to find pulsars enabling more stringent tests (for example, a pulsar orbiting a black hole would be a prime laboratory for gravitational studies) and to expand the arrays of pulsars being used for searching gravitational waves. A search of this kind has been conducted for more than a year now, at high radio frequency (1.4 GHz) to be able to probe deeply into the Galactic plane. With its short time resolution, the search is sensitive to the fastest pulsars (rotational periods of a few milliseconds), the best pulsars for the studies mentioned above owing to their extreme rotational stability. To date, a small fraction of the data has been processed (using Nançay computers and a large computer cluster in Lyon), leading to the discovery of two bright pulsars. Observations should be completed around mid-2015, and we expect to discover about a dozen new pulsars in total, slow and fast ones.

During his/her PhD work, the successful applicant will be in charge of leading the observations and processing the raw data. The student will also analyze the thousands of candidates resulting from the pulsar searches and re-observe the best ones for confirmation. When the observations and the analyses are completed, ideally half way through the thesis, the student will study the properties of the newly-discovered pulsars, in order to fully characterize them. With about 200 pulsars monitored on a regular basis at the Nançay radio telescope, the detailed study of a selection of pulsars with peculiar properties will be conducted in parallel, with an aim to improving tests of theories of gravity as well as our understanding of stellar evolution, leading to those extreme objects.