
Modélisation de l'émission pulsée et de la polarisation des pulsars

DIRECTEUR DE THÈSE : JÉRÔME PÉTRI, ENSEIGNANT-CHERCHEUR
OBSERVATOIRE ASTRONOMIQUE, 11 RUE DE L'UNIVERSITÉ, 67000 STRASBOURG
TEL : +33 3 68 85 23 97 ; E-MAIL : JEROME.PETRI@ASTRO.UNISTRA.FR

Les pulsars sont des étoiles à neutrons fortement magnétisées et en rotation sur elles-mêmes. On en dénombre près de 2000 à ce jour. Ils ont été détectés dans toute la gamme des fréquences du spectre électromagnétique, des ondes radio jusqu'aux rayons gamma [1]. L'origine de cette émission à très large bande, ces mécanismes de formation, sa propagation dans la magnétosphère et sa localisation précise, restent une énigme. Néanmoins, les données recueillies dans le domaine radio, comprenant la forme des pulses ainsi que la polarisation résolue en phase, offrent un outil de diagnostic important sur les conditions régnant dans la magnétosphère d'un pulsar. La polarisation est un outil fortement discriminatoire. Elle est un indicateur précieux de la topologie du champ magnétique. Étendre la fenêtre d'observation à des longueurs d'onde plus courtes fournira un outil de diagnostic prometteur afin d'identifier les processus radio mais aussi de haute énergie dans la magnétosphère [2].

Dans cette thèse, il est proposé d'étudier l'influence de la magnétosphère (champ magnétique, plasma, relativité générale) sur les caractéristiques de l'émission pulsée et de sa polarisation. Des comparaisons avec les observations permettront de contraindre la géométrie du système, notamment les composantes multipolaires, l'inclinaison de l'axe magnétique et de la ligne de visée par rapport à l'axe de rotation et de localiser les sites de production des photons.

L'étudiant(e) aura à sa disposition un modèle détaillé de la magnétosphère d'un pulsar obtenu par simulations numériques [3]. Il/elle implémentera des modules existants de calcul des spectres synchrotron, inverse Compton et du rayonnement de courbure émanant de la magnétosphère. Il/elle veillera à en extraire la luminosité des pulsars, les spectres résolus en phase ainsi que la polarisation associée. Une comparaison avec les futures données HESS-II, MAGIC et VERITAS sera envisagée, ainsi que le lien avec les pulses radio. Les résultats seront synthétisés dans des catalogues de courbes de lumière et de spectres avec polarisation résolue en phase, le tout en fonction de la géométrie du système: obliquité du pulsar, inclinaison de la ligne de visée, période de rotation.

Le travail se décompose essentiellement en trois entités complémentaires. Une 1ère partie théorique comprenant une compréhension de la physique des plasmas en champ magnétique fort, connaissance des processus d'émission haute énergie (rayonnement de courbure, synchrotron et inverse Compton), polarisation des ondes électromagnétiques. Une 2ème partie modélisation impliquant un choix pertinent des phénomènes à prendre en compte pour ajuster au mieux les données dans toute la gamme des fréquences observées. Une 3ème partie incluant des simulations numériques: implémentation des modules de calcul des spectres dans un code numérique, extraction des courbes de lumière et de la polarisation aboutissant à une confrontation avec les données radio et haute énergie.

[1] Lyne, A. G. & Graham-Smith, F. *Pulsar Astronomy*, Cambridge University Press, 2006.

[2] Pétri, J. MNRAS, **434**, 2636 (2013).

[3] Pétri, J. MNRAS, **424**, 605 (2012).