
Étude de la population des pulsars et des magnétars

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 et les magnétars sont des étoiles à neutrons fortement magnétisées et en rotation sur elles-mêmes. On en dénombre près de 3.000 à ce jour. Ils ont été détectés dans toute la gamme des fréquences du spectre électromagnétique, des ondes radio jusqu'aux rayons γ en passant par les rayons X. Depuis l'avènement du télescope Fermi/LAT, plus de 250 pulsars ont été détectés en rayons γ (Abdo et al., 2013), représentant une large fraction des sources au GeV dans la Voie Lactée. Un tel nombre est suffisant pour étudier les propriétés statistiques de cette population d'étoiles à neutrons, largement observées en radio, en rayons γ et en rayons X.

Néanmoins, ces découvertes soulèvent des questions fondamentales associées à leurs mécanismes d'émission multi-longueurs d'onde (Pétri, 2016). Une première approche, individualisée, consiste à analyser les pulsars un par un et à ajuster les modèles aux observations au cas par cas comme pour les pulsars millisecondes (Benli et al., 2021) ou les pulsars jeunes (Pétri and Mitra, 2021). L'inconvénient de cette méthode est qu'elle ne dégage pas les propriétés globales de ces étoiles à neutrons. Une deuxième approche consiste à analyser les mécanismes de rayonnement dans leur ensemble, couplés à l'évolution temporelle de la population des étoiles à neutrons (distribution spatiale, en période, en champ magnétique, influence du potentiel gravitationnel galactique), et éventuellement biaisé par des effets instrumentaux. Dans ce contexte, il est primordial d'anticiper le taux de découverte de nouveaux pulsars par les différents instruments au sol et spatiaux. Ceci permettra de valider notre compréhension actuelle des mécanismes d'émission des pulsars et des magnétars, ainsi que leur distributions initiales dans la galaxie et en vitesse lors de leur naissance.

La synthèse de population est donc un outil de premier choix visant à prédire la détectabilité des pulsars et des magnétars. Les progrès réalisés dans le domaine de la synthèse de population proviennent des simulations Monte Carlo suivant l'évolution des pulsars depuis leur naissance jusqu'à aujourd'hui par le biais de modèles de distribution initiales en vitesse, période, champ magnétique et position. S'ils remplissent les critères de détection en fonction de facteurs géométriques reliés à la sensibilité des télescopes ils sont réputés observables.

Dans cette thèse, on envisage de poursuivre et d'optimiser le développement d'un modèle de synthèse de population des pulsars (Dirson et al., 2022) et de l'étendre aux magnétars ainsi qu'aux pulsars millisecondes afin de contraindre les paramètres de la distribution initiale des étoiles à neutrons et à terme d'effectuer des prédictions pour les futurs relevés profonds du plan galactique. La mise en service du radio-télescope SKA augmentera d'un ordre de grandeur le nombre de pulsars détectés en radio et permettra de mieux contraindre les paramètres fondamentaux de ces étoiles à neutrons. A très basse fréquence, on s'appuiera sur les observations du télescope NenuFAR afin d'améliorer notre modélisation de l'émission radio de ces astres.

- Abdo, et al, 2013. The Second Fermi Large Area Telescope Catalog of Gamma-Ray Pulsars. *ApJS* 208, 17.
Benli, O., Pétri, J., Mitra, D., 2021. Constraining millisecond pulsar geometry using time-aligned radio and gamma-ray pulse profile. *A&A* 647, A101.
Dirson, L., Pétri, J., Mitra, D., 2022. The Galactic population of canonical pulsars. *A&A* 667, A82.
Pétri, J., 2016. Theory of pulsar magnetosphere and wind. *J. Plasma Phys.* 82, 635820502.
Pétri, J., Mitra, D., 2021. Young radio-loud gamma-ray pulsar light curve fitting. *A&A*, 654, A106.