

---

# Corrections général-relativistes à l'émission radio et haute énergie 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](mailto:JEROME.PETRI@ASTRO.UNISTRA.FR)

Produit final de l'évolution stellaire, les étoiles à neutrons restent de nos jours des objets énigmatiques tant du point de vue de leur structure interne que de leur environnement électrodynamique. Ces objets compacts se manifestent majoritairement comme des pulsars, émettant un rayonnement pulsé balayant toutes les fréquences du spectre électromagnétique et dont l'origine reste mal comprise [1]. La modélisation des processus radiatifs et l'interprétation des signatures observationnelles provenant des pulsars nécessitent une compréhension profonde des mécanismes se déroulant dans la magnétosphère et le vent d'une étoile à neutrons [3].

L'objectif de cette thèse est d'élucider quelques unes des problématiques associées à l'électrodynamique de la magnétosphère des pulsars en relativité générale. L'influence de la gravitation sur le champ électromagnétique engendré par l'étoile à neutrons sera étudiée [2]. D'une part, la courbure de l'espace et l'effet d'entraînement des référentiels inertiels impactent la structure des lignes de champ magnétique. D'autre part les trajectoires des photons issus de la magnétosphère du pulsar sont déviées et leur énergie dégradée par les effets de la relativité générale. Tenant compte de ces modifications par rapport aux modèles purement newtoniens, l'étudiant(e) en déduira les propriétés géométriques des calottes polaires (c'est-à-dire des régions desquelles provient l'émission radio et à la base de l'émission haute énergie) ainsi que les profils des courbes de lumière associées en radio et au MeV/GeV. Les propriétés de la polarisation résolue en phase seront aussi abordées et confrontées aux observations présentes en radio et à venir en rayons X [4].

Le travail se décompose essentiellement en trois entités complémentaires. Une 1ère partie théorique de modélisation analytique dégagera une compréhension de l'électromagnétisme en champ gravitationnel fort, une connaissance des processus d'émission en radio et en haute énergie (rayonnement de courbure, synchrotron, inverse Compton) et de la polarisation des ondes électromagnétiques. Une 2ème partie exploitera les résultats de simulations numériques impliquant l'utilisation d'expressions exactes ou approchées du champ électromagnétique d'un dipôle en relativité générale. Une 3ème partie requerra de la programmation numérique: implémentation des modules de calcul des lignes de champ, extraction de la forme des calottes polaires, intégration de l'équation du mouvement des photons en espace-temps courbe, prédiction des courbes de lumière et de la polarisation aboutissant à une confrontation immédiate avec les données radio et gamma issues de campagnes d'observations récentes.

1. Lyne, A. G. & Graham-Smith, F. *Pulsar Astronomy*. (Cambridge University Press, 2006).
2. Pétri, J. General-relativistic force-free pulsar magnetospheres. *MNRAS* **455**, 3779–3805 (2016).
3. Pétri, J. Theory of pulsar magnetosphere and wind. *Journal of Plasma Physics* **82**, (2016).
4. Pétri, J. Polarized emission from an off-centred dipole. *MNRAS* **466**, L73–L77 (2017).