

Multi-technique study of magnetic cycles of cool stars

Advisors : Julien Morin (LUPM) julien.morin@umontpellier.fr

Ana Palacios (LUPM, HDR)

Pascal Petit (IRAP Toulouse, HDR)

Funding : application through I2S doctoral school, see : <https://edi2s.umontpellier.fr/>

Application deadline : 12 May 2024

Starting date : 1st October 2024

Contract duration : 3 years

Profile and skills required

- Master degree in Astrophysics required
- Python skills in scientific data analysis, especially spectroscopic data, will be appreciated

Subject : Over the past two decades, our understanding of stellar interiors and exoplanetary systems has been revolutionized by the precision photometric observations made by the CoRoT, Kepler and TESS space missions. These have enabled the development of asteroseismology to probe the interior of stars, and the large-scale application of the transit method, leading to the detection of the majority of exoplanetary systems known to date. At the same time, the development of stellar spectropolarimetry is enabling us to explore the magnetism of cool, solar-like stars, and in some cases to demonstrate the link between activity cycles and the evolution of the global magnetic field. Understanding the magnetism of exoplanet host stars, and how it evolves, is increasingly becoming a key factor in both the detection of exoplanets (filtering stellar activity) and the study of the environment in which they evolve (space weather).

A major objective of ESA's PLATO mission, scheduled for launch in 2026, is to combine seismic modeling of host stars and the transit method to discover and precisely characterize new exoplanetary systems, including Earth's 'twin' exoplanets. PLATO will provide a unique opportunity to study the magnetic cycles of cool stars, by combining the many diagnostics that can be calculated from photometric measurements - rotation period and differential rotation, presence of spots and faculae, and stellar flares - with spectropolarimetric measurement of the stellar magnetic field. To this end, we have initiated a program of long-term spectropolarimetric monitoring of a sample of cool stars in the first half of 2023. The work of this thesis is twofold: firstly, to analyze the spectropolarimetric observations to characterize the evolution of the magnetic field of the target stars over several years. Secondly, to prepare the exploitation of PLATO data using photometric observations already obtained for these stars, in particular by TESS.

Bibliographic references :

- [Petit et al. 2021, A&A 648, A55](#)
- [Bellotti et al. 2024, arXiv:2403.08590](#)

Étude multi-technique des cycles magnétiques des étoiles froides

Encadrants : Julien Morin (LUPM) julien.morin@umontpellier.fr

Ana Palacios (LUPM, HDR)

Pascal Petit (IRAP Toulouse, HDR)

Financement : concours école doctorale I2S, voir : <https://edi2s.umontpellier.fr/>

Date limite de candidature : 12 mai 2024

Date de début du contrat : 1er octobre 2024

Durée du contrat : 3 ans

Profil et compétences recherchées

- Master en Astrophysique requis
- Expérience dans l'analyse de données scientifiques, notamment spectroscopiques, avec Python valorisée

Sujet : Ces deux dernières décennies, notre compréhension des intérieurs stellaires et des systèmes exoplanétaires a été révolutionnée grâce aux observations photométriques de précision réalisées par les missions spatiales CoRoT, Kepler et TESS. Celles-ci ont en effet permis à la fois le développement de l'astérosismologie pour sonder l'intérieur des étoiles, et l'application à grande échelle de la méthode des transits conduisant à la détection de la majorité des systèmes exoplanétaires connus à ce jour. En parallèle, le développement de la spectropolarimétrie stellaire nous permet d'explorer le magnétisme des étoiles froides semblables au Soleil et dans certains cas de mettre en évidence le lien entre cycles d'activité et évolution du champ magnétique global. La compréhension du magnétisme des étoiles hôtes d'exoplanètes et de son évolution apparaît de plus en plus comme un élément clé tant pour la détection des exoplanètes (filtrage de l'activité stellaire) que pour l'étude de l'environnement dans lequel elles évoluent (météo spatiale).

Un objectif majeur de la mission PLATO de l'ESA, dont le lancement est prévu en 2026, est de combiner modélisation sismique des étoiles hôtes et méthode des transits pour découvrir et caractériser précisément de nouveaux systèmes exoplanétaires, et notamment des exoplanètes «jumelles» de la Terre. PLATO constituera une opportunité unique d'étudier les cycles magnétiques des étoiles froides en combinant les nombreux diagnostics qu'il est possible de calculer à partir des mesures photométriques : période de rotation et rotation différentielle, présence de taches et de facules, et éruptions stellaires, avec la mesure spectropolarimétrique du champ magnétique stellaire. Nous avons pour cela démarré un programme de suivi spectropolarimétrique à long terme d'un échantillon d'étoiles froides au 1^{er} semestre 2023. Le travail de cette thèse est double : premièrement, analyser les observations spectropolarimétriques pour caractériser l'évolution du champ magnétique des étoiles cibles sur plusieurs années. Deuxièmement, préparer l'exploitation des données PLATO en se basant sur les observations photométriques déjà obtenues pour ces étoiles, notamment par TESS.

Références bibliographiques :

- [Petit et al. 2021, A&A 648, A55](#)
- [Bellotti et al. 2024, arXiv:2403.08590](#)