

## Soutenance de thèse du Service d'Astrophysique



# VENTS ET MAGNÉTISME DES ÉTOILES DE TYPE SOLAIRE : Influence sur la rotation stellaire, la couronne et les (exo)planètes

**Victor REVILLE**

SAP

**Vendredi 23 septembre – 10h00 – Salle Galilée**

Les étoiles de type solaire génèrent un champ magnétique dans leur enveloppe convective grâce à l'effet dynamo. De l'énergie magnétique est injectée dans leur atmosphère étendue, la couronne, qui est chauffée à quelques millions de Kelvin et le gradient de pression entre la base de la couronne et le milieu interstellaire produit un vent de particules chargées.

Cette thèse se consacre tout d'abord à l'influence de ce vent magnétisé sur la rotation stellaire et la couronne. À l'aide d'un ensemble de 60 simulations MHD axisymétriques, nous démontrons l'efficacité d'une nouvelle formulation de freinage qui permet de prendre en compte des topologies arbitrairement complexes. Puis, à l'aide de simulations entièrement tridimensionnelles contraintes par des champs magnétiques observés, nous étudions l'évolution des propriétés du vent avec l'âge des étoiles. Les simulations 3D permettent d'accéder à la structure complexe de la couronne. Nous démontrons l'importance de l'effet magnéto-centrifuge et de l'expansion superradiale des lignes de champ magnétique dans la distribution de vitesse du vent.

La dernière partie de cette thèse aborde les interactions magnétiques étoile-planète. Tout d'abord, lorsque la planète est proche, un couplage magnétique permet un échange de moment cinétique entre les deux corps. Nos travaux montrent que ce couple est un facteur non négligeable de la migration de Jupiter chauds vers leur étoile hôte. Puis, dans le cas d'une planète plus lointaine, nous nous intéressons aux émissions radios créées dans les magnétosphères planétaires à travers l'exemple de Mercure, ouvrant la voie à la caractérisation de magnétosphères exoplanétaires.

### **WINDS AND MAGNETISM OF SOLAR-LIKE STARS: Influence on stellar rotation, coronal properties and (exo)planets.**

Solar-like stars are believed to generate magnetic fields in their convective envelope through dynamo processes. Magnetic energy is injected in their extended atmosphere, the corona, which is heated up to a few million Kelvin. The outward pressure gradient drives a magnetized stellar wind.

We first focus on the consequences of this magnetized outflow on stellar rotation. Thanks to a set of 60 2.5D MHD wind simulations, we derive a general formulation that accounts for arbitrary complex magnetic topologies. We then use 3D simulations constrained by spectropolarimetric maps to study the evolution of stellar winds with age. Our simulations, thanks to prescriptions on the evolution of the coronal base density and temperature, are in good agreement with empirical rotational models. Moreover, we demonstrate that young and fast rotating stars have a trimodal wind speed distribution due to the magneto-centrifugal effect and superradial flux tube expansion.

The last part of this thesis concerns the interaction of stellar winds with planets. We demonstrate that close-in planets, such as hot Jupiters, experience star-planet magnetic interactions that have a significant influence on their migration time scale toward the star. We then quantify the radio emission due to energy transfer between the stellar (or solar) wind and electrons of the planetary magnetospheres through the example of Mercury. This study is a first step toward the characterization of exoplanetary magnetospheres.