

Journées SF2A 2024

L. Barrault, S. Mathis, L. Bugnet

Juin 2024

Mesure de la rotation du coeur des gamma-Dor à partir de l'étude des creux dans le motif d'espacement en période des modes de gravité

L'astérosismologie permet de sonder les processus dynamiques profonds à l'intérieur des étoiles. Elle fournit des outils uniques pour contraindre le transport du moment cinétique tout au long de l'évolution stellaire, transport qui n'est pas encore modélisé de manière complète et cohérente dans les codes d'évolution stellaire. Parmi ces sondes sismiques, l'étude des creux dans le diagramme écart en période - période des modes de gravité des étoiles γ Doradus, dont la présence est maintenant bien établie dans les récentes études astérosismiques de la mission *Kepler*, revêt un grand intérêt. En effet, ces creux sont formés par l'interaction de modes gravito-inertiels se propageant dans leur enveloppe radiative avec des modes inertiels purs se propageant dans le coeur convectif. L'analyse de ces modes couplés nous offre donc des renseignements uniques sur la rotation du coeur convectif de ces étoiles. Le processus de formation des creux a été décrit théoriquement par Tokuno & Takata 2022, qui dérivent analytiquement un profil lorentzien pour les modes de Kelvin, dans une étoile en rotation solide. Nous cherchons à étendre le formalisme développé dans ce travail fondateur au cas d'un profil de rotation à deux zones, et étudier la détectabilité d'une telle rotation différentielle dans les gamma-Dor.

Nous résolvons numériquement l'équation de couplage, en la comparant à une dérivation analytique du profil lorentzien. Nous étendons l'étude au cas général d'oscillations différant des modes de Kelvin. Nous montrons qu'avec un taux de rotation différentielle croissant de l'enveloppe vers le coeur, le creux se déplace vers les périodes courtes et devient graduellement plus profond et plus mince. L'étude de la structure et de la localisation du creux nous permettra donc de contraindre le profil de rotation des étoiles de masse intermédiaire de la séquence principale et de mieux comprendre le transport du moment cinétique.

English version: Measuring core rotation in gamma-Dor stars from dips in the gravity-mode period spacing pattern

Asteroseismology probes deep dynamical processes in the interior of stars. As such, it gives unique tools to constrain the transport of angular momentum throughout the stellar evolution, a major caveat in standard stellar modeling. The presence of dips in the gravity modes period spacing vs period diagram of γ -Doradus stars is now well established by recent asteroseismic studies from the *Kepler* mission. One key mechanism has been demonstrated to result in dip formation with a well-defined period and shape: the interaction of gravito-inertial modes in the radiative zone with pure inertial modes in the convective interior of intermediate-mass main sequence stars. The analysis of these mixed modes brings unprecedented insights into the convective interior of such stars. The clear picture of the dip formation has been described by Tokuno & Takata 2022, and the Lorentzian shape of the dip is derived analytically for Kelvin modes, in a star rotating as a solid-body. We aim to extend the formalism developed in this pioneering work to the case of a two-zone rotation profile, and investigate the detectability of such differential rotation inside γ -Dor stars.

We solve the coupling equation numerically, further compared to an analytical derivation of the Lorentzian profile. We extend as well the study to non-Kelvin modes. We show that with an increasing differential rotation rate from envelope to core, the dip gets shifted to low periods, and gets deeper and thinner. Studying the dip structure and location in asteroseismic data will thus allow us to access radial differential rotation and better understand the transport of angular momentum in main sequence stars.