

## Soutenance de thèse du Service d'Astrophysique



# Dissipation de marée dans les étoiles de faible masse et les planètes géantes : ondes inertielles, structure interne et rotation différentielle

**Thomas GUENEL**

SAP

**Vendredi 21 octobre – 14h30 – Salle Galilée**

Cette thèse étudie les mécanismes de dissipation de marée dans les étoiles de faible masse, possédant comme notre Soleil une enveloppe convective externe (i.e. de types M à F), ainsi que dans les planètes géantes gazeuses similaires à Jupiter et Saturne. En particulier, nous cherchons à comprendre et à caractériser l'influence de la structure et de la dynamique internes de ces corps sur les différents mécanismes physiques à l'origine de cette dissipation afin d'évaluer leur importance relative. Dans le cas des planètes géantes, nous utilisons des modèles semi-analytiques préexistants et nous montrons que la dissipation induite par la présence éventuelle d'un cœur solide viscoélastique n'est pas négligeable par rapport à celle induite par les ondes inertielles (dont la force de rappel est l'accélération de Coriolis) dans l'enveloppe convective. Pour les étoiles de faible masse, nous développons de nouvelles méthodes semi-analytiques ainsi que des simulations numériques d'ondes inertielles de marée se propageant dans l'enveloppe convective externe, dont nous calculons et caractérisons la dissipation d'énergie associée. Pour la première fois, nous prenons en compte les effets d'une rotation différentielle latitudinale telle qu'observée dans le Soleil et prédite par de nombreuses simulations numériques de convection dans les étoiles de faible masse. Nous mettons en évidence l'existence de nouvelles familles de modes inertiels ainsi que l'importance des résonances de corotation pour la dissipation de marée. Enfin, nous dérivons une nouvelle prescription pour la viscosité turbulente appliquée à ces ondes de marées en prenant en compte l'influence de la rotation sur les propriétés de la convection le long de l'évolution des étoiles.

## **Tidal dissipation in low-mass stars and giant planets : inertial waves, internal structure and differential rotation**

This thesis studies the tidal dissipation mechanisms in low-mass stars that have an external convective envelope like the Sun (i.e. from M- to F-type stars), as well as in Jupiter- and Saturn-like gaseous giant planets. We particularly focus on understanding and characterizing the influence of the internal structure and dynamics of these bodies on the various physical mechanisms that cause this tidal dissipation, in order to assess their relative strength.

In the case of giant planets, we use preexisting semi-analytical models and we show that the dissipation induced by the possible presence of a viscoelastic solid core is not negligible compared to the one induced by inertial waves (whose restoring force is the Coriolis acceleration) in the convective envelope. For low-mass stars, we perform a new semi-analytic study as well as numerical simulations of tidal inertial waves propagating in the external convective envelope, and we compute the associated energy dissipation. For the first time, the effects of a background latitudinal differential rotation, as observed in the Sun and predicted by various numerical simulations of convection in low-mass stars, is taken into account. We highlight the existence of new families of inertial modes as well as the importance of corotation resonances for tidal dissipation. Finally, we derive a new prescription for the turbulent viscosity applied to these tidal waves that takes into account the influence of rotation on the properties of convective flows along the evolution of stars.