

ÉVOLUTION DYNAMIQUE DES ÉTOILES: MODELISATION MHD DES MECANISMES INTERNES DE TRANSPORT DU MOMENT CINÉTIQUE

DESCRIPTION ET PROBLEMATIQUE

Les étoiles sont des objets dynamiques en rotation, magnétiques et turbulents. Grâce aux contraintes observationnelles de plus en plus précises obtenues grâce à l'hélio- et à l'astéro-sismologie, respectivement pour le Soleil et les autres étoiles, notre connaissance de la dynamique interne de ces astres connaît une révolution. Ainsi, les profils de rotation obtenus démontrent que les étoiles sont le siège de mécanismes d'extraction du moment cinétique très efficaces tout le long de leur évolution depuis leur formation jusqu'à leur fin. Dans ce cadre, deux mécanismes agissant dans les régions radiatives des étoiles sur des échelles de temps séculaires sont proposés pour expliquer une extraction si intense qui diminue le moment cinétique interne de plusieurs ordres de grandeur: les ondes internes de gravité, le champ magnétique et leurs interactions avec la rotation (différentielle) et la turbulence. De tels mécanismes impactent ainsi drastiquement l'évolution des étoiles et celle de leur environnement planétaire et galactique.

DESCRIPTION

GROUPE/LABO/ENCADREMENT

Cette thèse s'effectuera dans le Laboratoire Dynamique des Etoiles et de leur Environnement (LDEE) du Service d'Astrophysique du CEA-IRFU et bénéficiera de l'expérience de tout le groupe dont les membres sont des experts reconnus pour l'étude théorique, la simulation numérique et l'obtention de contraintes observationnelles sur la dynamique interne des étoiles (rotation, magnétisme, ondes).

Elle permettra à l'étudiant de développer une connaissance au meilleur niveau international en dynamique des fluides et plasmas solaires et stellaires, champ de recherche en plein essor en astrophysique avec les satellites SOHO, Hinode, SDO, *Kepler* et bientôt Solar Orbiter et PLATO.

Cette thèse s'effectuera dans le cadre du projet ERC SPIRE « Stars: dynamical Processes driving tidal Interactions, Rotation, and Evolution » (PI S. Mathis) qui a été accepté en Janvier 2015.

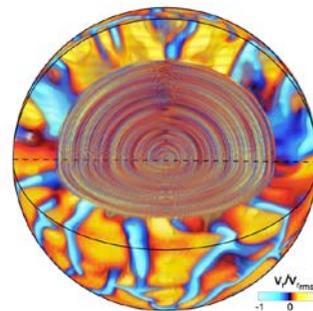


Figure 1 : Ondes internes de gravité se propageant dans l'intérieur d'une étoile de type solaire.

TRAVAIL PROPOSE

L'objectif principal de ce travail de thèse est d'établir des modélisations réalistes des mécanismes de transport du moment cinétique dans les étoiles en utilisant la synergie de méthodes semi-analytiques de pointe dédiées à l'obtention d'équations séculaires, de lois d'échelles et de prescriptions ab-initio dédiées à l'établissement d'un traitement réaliste de l'évolution dynamique des étoiles et de simulations numériques 3-D ASH sur calculateurs massivement parallèles (CCRT) permettant d'étudier l'aspect tridimensionnel et non-linéaires des processus magnéto-hydrodynamiques dans les étoiles.

FORMATION ET COMPETENCES REQUISES

Le candidat devra avoir une solide formation en astro/physique théorique, en mécanique des fluides ou/et en physique des plasmas. Il devra avoir un goût prononcé pour la théorie, les mathématiques appliquées et les simulations numériques.

COMPETENCES ACQUISES

Cette thèse apportera à l'étudiant un ensemble complet de compétences en modélisation théorique et simulation numérique de pointe nécessaires pour obtenir une thèse et continuer dans le milieu de la recherche publique ou privée.

COLLABORATIONS/PARTENARIATS

Collaborations avec la Suisse et les USA consortium internationaux des missions spatiales ESA/NASA

CONTACTS

stephane.mathis@cea.fr; allan-sacha.brun@cea.fr