

Soutenance de thèse du Service d'Astrophysique



TURBULENCE, TRANSPORT ET CONFINEMENT : DES TOKAMAKS AU MAGNETISME DES ETOILES

Antoine STRUGAREK

SAP

lundi 19 novembre 2012 – 14h00

Salle Galilée – bât 713

Mon travail de thèse s'est développé dans les communautés scientifiques de la physique stellaire et de la physique des tokamaks (chambre torique à confinement magnétique destinée à la maîtrise terrestre de la fusion nucléaire en tant que source d'énergie). Autour des thématiques de la turbulence, du transport et du confinement, j'ai mis en évidence différents liens qui unissent ces deux communautés, notamment autour du concept de barrière de transport.

Dans le cas des étoiles de type solaire, la tachocline, couche mince séparant la zone radiative inférieure (stable) de la zone convective supérieure (instable) de l'intérieur stellaire, agit comme une barrière de transport pour le moment cinétique. Elle est supposée jouer un rôle primordial pour le magnétisme du Soleil. En effet, le champ magnétique de notre étoile est issu du processus dynamo, capacité d'un fluide conducteur à auto-entretenir un champ magnétique de par ses mouvements. On pense aujourd'hui que la tachocline est un lieu privilégié de formation et de stockage de champ magnétique toroïdal lors du cycle dynamo. Il est ainsi indispensable d'améliorer la description de cette zone particulière, afin d'accéder à une meilleure compréhension des propriétés globales de notre étoile.

Dans le cas des tokamaks, la turbulence qui se développe naturellement dans le plasma réduit fortement son confinement et nous empêche de tirer partie de la formidable énergie libérée par les réactions de fusion de façon continue. Il s'avère que des barrières de transport pour l'énergie peuvent apparaître spontanément dans le plasma sous certaines conditions, et ainsi améliorer drastiquement les performances de la machine. Ces barrières sont à la base des scénarios d'opération avancés pour les futurs tokamaks tels que ITER, la compréhension de la physique qui les gouverne est par conséquent un défi majeur pour la fusion nucléaire.

Je présenterai dans cette soutenance des simulations numériques originales qui modélisent la tachocline et les plasmas de tokamak. Je démontrerai comment ces simulations numériques nous ont permis de tester et (in)valider les différentes théories qui tentent d'expliquer la structure de la tachocline, et de proposer un nouveau mécanisme à l'origine de la création et de la relaxation des barrières de transport dans les tokamaks.

Je présenterai également brièvement d'autres aspects de mon travail de thèse qui ont permis des rapprochements entre les deux communautés scientifiques, notamment sur l'effet dynamo dans les étoiles et les couplages non-linéaires qui sont à son origine.