

L'Astérosismologie et les Autres Étoiles

Beaucoup d'étoiles présentent des phénomènes dynamiques plus spectaculaires que le Soleil. Le développement de l'astérosismologie passe par des efforts théoriques importants pour tirer partie au mieux de l'information limitée venant des modes globaux (on ne mesurera alors au mieux qu'une centaine de modes à comparer avec les 3 milliers de multiplets observés dans le cas du Soleil). I. Lopes et S. Turck-Chièze ont développé un formalisme asymptotique au deuxième ordre pour sortir des observables intéressantes pour l'interprétation des fréquences mesurées dans les futures expériences spatiales : COROT, MONS, EDDINGTON. Ils ont montré en particulier que les étoiles de 1.4-1.5 Mo étaient de bonnes cibles pour extraire l'hélium de l'indice adiabatique ($c^2 = \gamma P/\text{densité}$) (Lopes, Turck-Chièze, Michel, Goupil 1997). L'hélium est en effet souvent mal connu, conditionne l'évolution de l'étoile ce qui ne permet pas une bonne représentation théorique des étoiles d'amas. Le formalisme développé va permettre de séparer les effets de surface de ceux du cœur et de tirer le meilleur parti des modes globaux, en l'absence de disque stellaire résolu.

P. Nghiem étudie une autre approche fondée sur la propagation d'ondes " localement " planes. Cette approche simplifie les concepts et les équations mathématiques. Le fait de rester dans l'espace physique réel permet de retrouver des résultats bien connus comme la loi de Duvall qui permet d'extraire la vitesse du son des modes acoustiques ou pas connus comme l'utilisation du nombre radial pour décrire la densité radiale d'énergie cinétique. Cette approche vise à progresser sur les techniques d'inversion, en particulier près de la surface où la physique est la plus mal connue à cause de la turbulence. Ceci pourrait s'avérer précieux pour l'identification des modes d'autres étoiles que le Soleil. Cette identification étant en général compliquée par des vitesses de rotation plus élevées. Pour juger de la précision de la méthode, les fréquences propres calculées sont comparées aux résultats des calculs numériques plus complets (Nghiem 2000). Le Soleil reste un démonstrateur idéal pour le développement de toutes ces techniques.

La diffusion microscopique peut changer les rapports d'abondance des éléments sur lesquels sont basés les modèles d'évolution galactique. Lors de son séjour post-doctoral, Sylvain Turcotte a entrepris l'étude de ces processus pour des étoiles très faiblement métalliques. Cette étude couplée aux processus turbulents devrait être poursuivie avec comme objectifs : l'étude cosmologique du lithium primordial et des synthèses de population.

L'ensemble de ces études encourage la prise en compte des phénomènes dynamiques tels que turbulence ou accrétion et éjection de matière qui reposent sur les phénomènes de rotation et de champ magnétique. Pour préparer la moisson de résultats de missions futures telles que EDDINGTON et GAIA, il convient de renforcer les études théoriques magnétohydrodynamiques et de commencer à introduire localement une description à deux ou trois dimensions de ces phénomènes.