

Titre : Modélisation unidimensionnelle de la convection stellaire par formalisme cinétique

Auteur : Pierre Houdayer, Michel Rieutord

Abstract :

La convection stellaire demeure mal décrite dans les modèles 1D classiques, qui s'appuient largement sur la théorie de la longueur de mélange (MLT) – un formalisme utile mais empiriquement calibré et dépourvu de fondement physique rigoureux. La question est donc la suivante : comment traduire la dynamique d'un fluide turbulent et multidimensionnel dans un cadre 1D cohérent ?

Pour y répondre, nous proposons une approche inspirée de la théorie cinétique des gaz. En considérant une distribution de « particules fluides » dans l'espace des phases, nous dérivons de nouvelles équations pour la convection stellaire. Ce formalisme introduit naturellement des moyennes de Reynolds et de Favre mieux justifiées physiquement, et retrouve les équations de type *Reynolds-averaged Navier-Stokes* (RANS) avec des termes nouveaux.

Cette approche est fertile en compréhension et en résultats : elle donne un sens nouveau aux moyennes utilisées dans les formalismes de Reynolds et Favre, permet la récupération des équations RANS avec des termes nouveaux ainsi que la forme théorique asymptotique de la distribution des vitesses à une profondeur donnée (en accord avec des simulations de boîte solaire). Elle permet de manière générale une nouvelle compréhension de la convection stellaire.

Cette approche aboutit à de nouvelles équations pour la structure thermique des enveloppes convectives d'étoiles, sans paramètre libre et ouvre ainsi de nouvelles voies pour l'élaboration future de modèles d'évolution stellaire plus physiques et prédictifs.