

Convection compressible

Sujet de thèse proposé par Thierry Alboussière

`thierry.alboussiere@ens-lyon.fr`

École doctorale PHAST : bourses de thèse sur concours

Le modèle de Boussinesq de la convection naturelle est à bien des égards une limite singulière des équations de la dynamique (Navier-Stokes) et de l'énergie. Les objets géophysiques et astrophysiques ont pour la plupart une masse suffisante qui produit une auto-gravitation capable de comprimer significativement la matière qui les compose. Des phénomènes de compression et de décompression accompagnent donc la convection thermique qui s'y développe pour évacuer la chaleur originelle de ces objets, ainsi que celle produite par la radioactivité. L'approximation de Boussinesq ne peut donc suffire à modéliser cette convection compressible et on adopte souvent une approximation dite 'anélastique liquide' que l'on peut voir comme la simple superposition de l'approximation de Boussinesq et du gradient adiabatique engendré par le gradient de pression. Or un travail récent (Alboussière et Ricard, à paraître dans JFM) montre qu'une approximation anélastique plus générale pourrait être nécessaire pour décrire correctement la convection stellaire et planétaire. De plus, il semblerait que l'approximation de Boussinesq ne découle pas continument de l'approximation anélastique liquide lorsque la taille des objets considérés diminue.

Le projet de thèse repose sur deux volets. Premièrement un volet expérimental permettra d'étudier la convection avec effet de compressibilité grâce à un fort niveau de gravité apparente produit dans le rotor d'une centrifugeuse. Dans ces conditions, peu étudiées expérimentalement, le projet consiste à quantifier le transfert de chaleur et la quantité d'énergie dissipée par la convection. On s'intéressera également aux caractéristiques de la turbulence. Le deuxième volet sera consacré à l'étude numérique de la convection compressible, en s'attachant à déterminer quelle modélisation de la convection peut être utilisée selon la valeur des paramètres adimensionnels considérés.

Ces études fondamentales de la convection trouveront des applications dans l'étude du manteau des planètes telluriques, de leur noyau, de l'atmosphère des géantes gazeuses et des étoiles. On pourra aussi envisager l'étude de la convection dans des disques d'accrétion ou dans le milieu interstellaire.