

Offre de stage (M1/M2)

Thématiques: Dynamique des fluides astrophysiques et géophysiques - Simulations numériques

Titre du Projet: Dissipation d'énergie à petite échelle dans les simulations ILES appliquées aux étoiles et aux océans

Lieux du stage: Université d'Exeter (Physics and Astronomy department, Exeter, GB) et Université de Bretagne Occidentale (Laboratoire de Physique des Océans, UBO, Brest)

Encadrants: Isabelle Baraffe (Centre de Recherche Astrophysique de Lyon-ENS; Exeter), Thomas Guillet (Exeter) et Guillaume Roulet (UBO)

Résumé du projet:

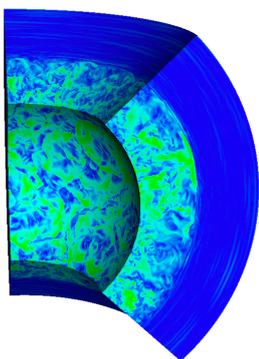
Les simulations numériques sont largement utilisées pour l'étude de processus complexes de dynamique des fluides astrophysiques et géophysiques. On peut citer en exemple la convection turbulente dans les intérieurs stellaires, le mélange turbulent dans les océans, la génération d'ondes de gravité dans divers environnements, etc... Pour des écoulements caractérisés par de grands nombres de Reynolds, les simulations ILES (Implicit Large Eddy Simulation) sont communément utilisées en Astrophysique et en Géophysique. Contrairement aux méthodes explicites LES, où les processus se produisant à petite échelle (mélange, dissipation) sont décrits par des modèles sous-maille plus ou moins sophistiqués, la méthode ILES repose sur les erreurs de troncature du schéma numérique pour traiter ces processus à petites échelles.

Le but du stage est d'appliquer une méthode originale de diagnostic de la dissipation à petites échelles, développée dans le contexte de simulations ILES d'écoulements océaniques, à des simulations ILES d'écoulements turbulents dans les intérieurs stellaires. La méthode a été développée par Guillaume Roulet (UBO) dans un contexte océanique. L'idée principale de la méthode est d'extraire la partie irréversible des flux d'énergie calculés numériquement, permettant de contrôler entièrement les échanges entre énergie interne, cinétique et potentielle. Le but du stage est d'appliquer cette méthode à un code complètement compressible et implicite en temps, MUSIC (Multi-dimensional Stellar Implicit Code), développé à Exeter et au CRAL-ENS-Lyon et appliqué aux intérieurs stellaires. Le/la stagiaire pourra ainsi contribuer à une meilleure compréhension de la dissipation numérique dans les simulations ILES d'intérieurs stellaires, qui peut jouer un rôle crucial dans certaines applications, notamment la question très actuelle du mélange chimique et du transport de moment angulaire.

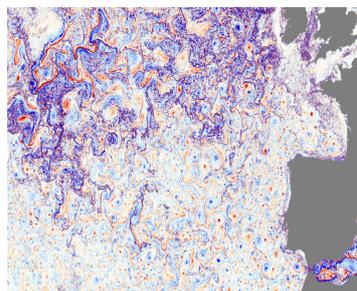
Le stage se déroulera principalement à Exeter (supervision I. Baraffe et T. Guillet) en étroite collaboration avec Guillaume Roulet (UBO) et avec des séjours à l'UBO-Brest.

Ce stage permettra à l'étudiant(e) de se familiariser avec certains problèmes actuels de dynamique des fluides dans les océans et les intérieurs stellaires, avec les simulations numériques ILES et avec le code MUSIC. Un support financier est disponible pour les voyages Exeter-Brest et le logement en Angleterre.

Contact pour information: Isabelle Baraffe (i.baraffe@exeter.ac.uk ou ibaraffe@ens-lyon.fr)



Simulation 3D de la convection dans le cœur convectif d'une étoile massive avec le code MUSIC (Baraffe et al. 2023, MNRAS 522; le Saux et al. 2023, MNRAS, 522).



Vorticité de surface obtenue avec le modèle CROCO dans une simulation à 1km de résolution de l'océan Atlantique (expérience GIGATL1).