

Méthode de collocation en environnement parallèle pour la simulation intensive d'écoulements stratifiés

Lieu: Laboratoire Jean Alexandre Dieudonné à l'Université Côte d'Azur

Période: 4 à 6 mois sur la période de février à septembre 2024

Gratification : 577€ net par mois

Encadrants : S. Abide, F. Marcotte (Université Côte d'Azur, INRIA, CNRS, LJAD)

Mots clés: Mécanique des fluides, Analyse numérique, Calcul Scientifique.

Descriptif du sujet

Les méthodes spectrales forment une famille d'approximations globales reconnues pour leur précision numérique élevée [1,2]. Lorsque les solutions recherchées sont suffisamment régulières, ces méthodes se distinguent par une décroissance exponentielle de l'erreur numérique. Cette précision remarquable a grandement contribué à leur popularité, notamment dans le domaine de la simulation des écoulements en transition vers la turbulence ou turbulents [2,3]. Le récent projet DEDALUS témoigne d'un regain d'intérêt pour ces méthodes, en particulier dans le contexte des écoulements rencontrés en géophysique ou astrophysique [4, 5].

L'objectif de ce stage est de mettre en œuvre une méthode spectrale, également appelée méthode de collocation, pour résoudre les équations de Navier-Stokes incompressibles en trois dimensions dans un environnement de calcul massivement parallèle [6]. Une attention particulière sera accordée à la parallélisation hybride MPI/OpenMP et à l'analyse comparative des performances (scaling, temps de restitution). De plus, une part importante de ce travail portera sur la validation. Celle-ci consistera à reproduire quelques écoulements stratifiés [46-9], en relation avec des applications en géophysique.

Nous recherchons un étudiant en Master 2 ou en dernière année d'une École d'Ingénieurs avec une dominante en Mathématiques appliquées ou en Mécanique. Le candidat devra manifester un intérêt marqué pour la simulation numérique. Des connaissances en calcul parallèle seraient un atout. Une poursuite en thèse est envisageable, elle est conditionnée par la qualité du dossier académique du candidat.

Depôt candidature en adressant un email à [stephane.abide\(at\)univ-cotedazur.fr](mailto:stephane.abide@univ-cotedazur.fr)

Références

- [1] L. N. Trefethen, Spectral Methods in Matlab.
- [2] R. Peyret, Spectral Methods for Incompressible Viscous Flow.
- [3] E Tric and G Labrosse and M Betrouni, A first incursion into the 3D structure of natural convection of air in a differentially heated cubic cavity, from accurate numerical solutions, International Journal of Heat and Mass Transfer, 2000.
- [4] K J Burns, G M Vasil, J S Oishi, D Lecoanet, B P Brown, Dedalus: A Flexible Framework for Numerical Simulations with Spectral Methods, Physical Review Research, 2020.
- [5] PM Mannix, Y Ponty, F Marcotte, Systematic Route to Subcritical Dynamo Branches, Physical Review Letters, 2022.
- [6] S Abide, S Viazzo, I Raspo, A Randriamampianina, Higher-order compact scheme for high-performance computing of stratified rotating flows, Computers & Fluids Volume 174, 2018.
- [7] G Meletti, S Abide, S Viazzo, U Harlander, A parameter study of strato-rotational low-frequency modulations: impacts on momentum transfer and energy distribution, Philosophical Transactions of the Royal Society A, 2023.
- [8] M Gellert, G Rüdiger, Stratorotational instability in Taylor–Couette flow heated from above, Journal of Fluid Mechanics, 2009.
- [9] FX Trias, M Soria, A Oliva, CD Pérez-Segarra, Direct numerical simulations of two-and three-dimensional turbulent natural convection flows in a differentially heated cavity of aspect ratio 4, Journal of Fluid Mechanics, 2007.