



**CENTRALE
LYON**

Avis de Soutenance

Monsieur Smiron VARGHESE

Mécanique des fluides

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés
Linear Analysis of Rotating Double-Diffusive Convection

Travaux dirigés par Monsieur Wouter BOS

Soutenance prévue le **jeudi 09 juillet 2026** à 14h00

Lieu : Ecole Centrale Lyon 36 Av. Guy de Collongue, 69130 Écully
Salle : Bâtiment W1 - Amphi. 3

Composition du jury proposé

M. Wouter BOS	Directeur de recherche	CNRS (LMFA)	Directeur de thèse
M. Benjamin MIQUEL	Chargé de recherche	CNRS (LMFA)	Co-encadrant de thèse
M. Sébastien AUMAÎTRE	Directeur de recherche	CEA (SPEC)	Rapporteur
M. Le FANG	Professeur	(Ecole Centrale Pekin)	Rapporteur
Mme Florence RAYNAL	Directrice de recherche	CNRS (LMFA)	Examinatrice
M. Jérémie VIDAL	Chargé de recherche	CNRS (LGL-TPE)	Examinateur

Mots-clés : Double-diffusion, Rotation, Propriétés de transport, Analyse de stabilité linéaire

Résumé :

Cette thèse examine l'influence de la rotation sur la branche en 'salt-fingering' d'une instabilité doublement diffusive dans des couches fluides stablement stratifiées, d'intérêt en géophysique et en astrophysique. Dans de nombreux noyaux planétaires et intérieurs stellaires, la densité dépend simultanément de la température et de la composition. Le fort contraste entre leurs diffusivités peut déstabiliser une couche qui, autrement, resterait stable vis-à-vis de la convection de renversement classique. La manière dont la rotation rapide modifie cette instabilité demeure encore incomplètement comprise. Le présent travail aborde cette question dans une géométrie en couche plane. Une partie centrale de ce travail est consacrée à une analyse détaillée de la stabilité linéaire de la convection doublement diffusive en rotation. L'instabilité est étudiée au moyen d'une analyse en modes normaux dans une couche bornée par des parois horizontales imperméables. Dans la limite de rotation rapide, l'étude montre comment la rotation modifie à la fois le seuil et la structure spatiale de l'instabilité, conduisant à un déplacement progressif vers de plus petites échelles horizontales. Des descriptions réduites sont ensuite dérivées dans les limites de grand nombre de Lewis et de grand nombre de Schmidt, particulièrement pertinentes dans les contextes astrophysiques et des métaux liquides. L'analyse numérique de stabilité linéaire montre que ces résultats sont globalement peu sensibles à la nature exacte des conditions aux limites imposées aux parois. Des résultats préliminaires obtenus par simulations numériques directes sont également utilisés pour illustrer la dynamique du régime non linéaire saturé. Le manuscrit explore également la question de l'amplification de l'hélicité dans le système de doigts en rotation. Une analyse linéaire est menée dans la limite 2D3C afin d'évaluer les mécanismes possibles de croissance de l'hélicité en l'absence de parois solides.

Summary:

This thesis examines the influence of rotation on the salt-fingering branch of double-diffusive instability in stably stratified fluid layers of geophysical and astrophysical relevance. In many planetary cores and stellar interiors, density depends simultaneously on temperature and composition. The marked disparity between their diffusivities can destabilize a layer that would otherwise remain stable to ordinary overturning convection. The manner in which rapid rotation modifies this instability remains incompletely understood. The present work addresses this question in a plane-layer geometry. A central part of the work is devoted to a detailed linear stability analysis of rotating double-diffusive convection. The instability is studied through normal-mode analysis in a wall-bounded layer with impenetrable horizontal boundaries. In the rapidly rotating limit, the study shows how rotation alters both the threshold and the spatial structure of the instability, leading to a progressive shift toward smaller horizontal scales. Reduced descriptions are then derived in the limits of large Lewis number and large Schmidt number, which are especially pertinent to astrophysical and liquid-metal contexts. Numerical linear stability shows that these results are roughly insensitive to the exact type of boundary conditions at the wall. Preliminary results using direct numerical simulations are used to illustrate the dynamics of the nonlinear saturated regime. The manuscript also explores the question of helicity amplification in the rotating fingering system. A linear analysis is performed in a 2D3C limit to assess possible mechanisms of helicity growth in the absence of solid walls.