

Sujet de Stage de Master 2 ou Projet Long de Recherche (PLR)

Encadrants: Anne Sergent - PR Sorbonne Université ; Julien Salort - CR CNRS, LP-ENSL

Contact: anne.sergent@sorbonne-universite.fr ; julien.salort@ens-lyon.fr

Localisation: Lab. Interdisciplinaire des Sciences du Numérique, CNRS, Univ. Paris-Saclay, INRIA, CentraleSupélec, Map: <https://maps.app.goo.gl/j6nGZB59hprBC9et5>

Possibilité de continuer en thèse: influence du vent et de l'état de surface sur les transferts de chaleur

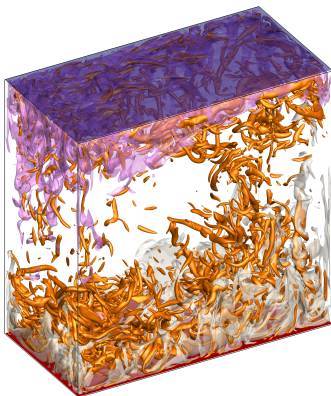
Réseau de panaches en convection thermique turbulente

Contexte : Les écoulements turbulents de convection thermique sont constitués d'un ensemble de structures cohérentes, les panaches, erratiques et plus ou moins intenses, dont la structure et les propriétés statistiques ne sont pas bien connues. Or, les plus énergétiques d'entre eux sont associés à des phénomènes pouvant se révéler nocifs voire destructeurs. On peut citer les points chauds de la convection mantellaire [1], des canopées urbaines [2] (et la problématique des îlots de chaleur) ou encore la fatigue thermique de la cuve réceptacle du corium fondu en cas d'accident nucléaire grave.

Il a été récemment montré [3] que la convection turbulente est organisée hiérarchiquement de la paroi vers le cœur du domaine d'étude par les panaches qui se regroupent pour former des motifs à grande échelle par un processus continu de formation et d'aggrégation. Cela relance la problématique du transport thermique global, lié à la dynamique locale de panaches thermiques en présence d'un vent fluctuant.

Objectifs : Ce stage a pour but de reprendre la démarche de description hiérarchique des panaches [3], pour des données associées à deux régimes différents de transfert turbulent [4]. Nous disposons d'une base de données numériques 3D de simulations de convection de Rayleigh Bénard, pour une gamme de nombres de Rayleigh. A partir d'analyses statistiques sur des champs instantanés de température, l'objectif est d'identifier comment le changement de comportement global de l'écoulement affecte les caractéristiques du réseau de panaches. Dans un second temps, la méthodologie pourra être appliquée à des données avec paroi rugueuse modélisant la canopée (numériques ou expérimentales).

Encadrement : Le stage sera encadré par [Anne Sergent](#) et [Julien Salort](#), en collaboration avec Nathan Carbonneau (LISN - Orsay) et Francesca Chillà (Lab. Physique, ENS-Lyon).



Structures instantanées de vitesse et température en convection de Rayleigh-Bénard.

References

- [1] H. C. Nataf, J. VonDeCar, Seismological detection of a mantle plume? *Nature* 364, 115–120 (1993).
- [2] Jing, Y., Zhong, H. Y., Wang, W. W., He, Y., Zhao, F. Y., & Li, Y. (2021). Quantitative city ventilation evaluation for urban canopy under heat island circulation without geostrophic winds. *Building and environment*, 196, 107793.
- [3] Shevkar, P. P., Samuel, R. J., Zinchenko, G., Bode, M., Schumacher, J., & Sreenivasan, K. R. (2025). Hierarchical network of thermal plumes and their dynamics in turbulent Rayleigh-Bénard convection. *Proc. National Academy of Sciences*, 122(32), e2502972122. [PNAS link](#)
- [4] L. Brichet, N. Carbonneau, E. Bernard, R. Braun, L. Méthivier, Y. Fraigneau, D. Lucor, F. Chillà, A. Sergent & J. Salort, Universal scaling laws in turbulent Rayleigh-Bénard convection with and without roughness (accepted) [HAL link](#)