

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

Encadrants: [Anne Sergent](#) - PR Sorbonne Université

Contact: anne.sergent@lisn.fr

Localisation: Institut d'Alembert, UMR CNRS Sorbonne Université, Campus Jussieu, Paris.

Lab. Interdisciplinaire des Sciences du Numérique, UMR CNRS Univ. Paris-Saclay, Campus Orsay.

Possibilité de continuer en thèse, en collaboration avec Julien Salort - CR CNRS, LP-ENS Lyon

Financement ANR demandé

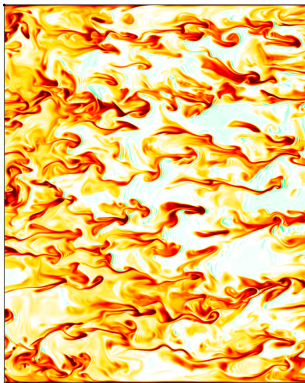
Modélisation numérique de la convection turbulente Caractérisation des panaches à petite échelle

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 ou des canopées urbaines (et le problème des îlots de chaleur) ou encore la fatigue thermique de la cuve réceptacle du corium fondu en cas d'accident nucléaire grave.

Nous avons récemment montré [1] une réorganisation majeure des panaches inclus dans la couche limite, lors d'une transition qui pourrait être un premier pas vers le régime de transfert de chaleur optimal (dit 'ultime'). Cette réorganisation induit un comportement de la couche limite que l'on peut rapprocher des couches limites atmosphériques [2].

Objectifs : Ce stage a pour but de décrire l'organisation des panaches, pour des données associées à deux régimes différents de transfert turbulent. Nous disposons d'une base de données 3D haute fidélité (DNS), obtenue lors de la thèse précédente (N. Carbonneau). A partir d'analyses statistiques sur des champs instantanés, l'objectif est d'identifier les mécanismes physiques conduisant au changement global de l'écoulement et de caractériser le réseau de panaches. L'idée est de confronter les résultats DNS aux récents développements théoriques proposés [3] et à la description hiérarchique proposée en [4].

Le travail consistera à construire des outils de post-traitement en python, visualiser les structures thermiques, décrire leurs dynamiques en vue de les interpréter physiquement. Des simulations DNS 3D de situations modèles pourront être réalisées en thèse pour tester les idées ayant émergé durant le stage.



Distribution instantanée de panaches de température.
D'après [1].

References

- [1] N. Carbonneau, J. Salort, Y. Fraigneau, D. Lucor, F. Chillà & A. Sergent, 'Transitioning to the ultimate regime of convection in three-dimensional direct numerical simulations (in revision J Fluid Mech. 2026) [hal-05598098](#)
- [2] Salesky, Scott T, Chamecki, Marcelo & Bou-Zeid, Elie, On the nature of the transition between roll and cellular organization in the convective boundary layer. Boundary-layer meteorology 163 (1), 41–68 (2017)
- [3] B. Castaing, F. Chillà, J. Salort, Y. Fraigneau & A. Sergent, The inertial regimes in Rayleigh–Bénard convection, vol. 26, p. 587-617 (2025) [doi:10.5802/crphys.257](#)
- [4] 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. Proceedings of the National Academy of Sciences, 122(32), e2502972122. [PNAS link](#)