

Effet de la suppression du vent sur la convection turbulente de Rayleigh-Bénard

Nathan Carbonneau¹, Julien Salort², Yann Fraigneau¹, Anne Sergent¹,

¹ Lab. Interdisciplinaire des Sciences du Numérique, Université Paris-Saclay, CNRS, Orsay, France

² Lab. Physique, Ecole Normale Supérieure de Lyon, CNRS, Lyon, France

nathan.carbonneau@lism.fr

La convection turbulente est omniprésente dans les écoulements de fluides industriels et naturels. Un modèle canonique est la convection de Rayleigh-Bénard (RBC) : une couche de fluide chauffée par le bas et refroidie par le haut. En fonction de la configuration géométrique, une ou plusieurs cellules de convection peuvent apparaître, ce que l'on appelle la circulation à grande échelle (Large-Scale Circulation, LSC). La LSC génère un vent horizontal le long des plaques haute et basse et cisaille les panaches émergeant de la couche limite thermique. Des études antérieures ont montré que l'ajout d'un cisaillement synthétique au cisaillement spontané du vent de la LSC peut avoir un effet significatif sur le transfert de chaleur [1]. Toutefois, l'effet de la suppression du cisaillement du vent n'a jamais été étudié.

Le but de ce travail est de comprendre comment le cisaillement du vent modifie l'écoulement dans les cavités en considérant soit l'écoulement dans une cavité, soit dans une couche périodique fluide avec un rapport d'aspect horizontal trop petit pour qu'une circulation à grande échelle puisse s'y établir.

Nous considérons des cavités et des couches fluides périodiques remplies d'eau à un nombre de Rayleigh variable entre 2.10^9 et 10^{11} . L'écoulement du fluide dans ces configurations est modélisé au moyen de simulations numériques directes[2]. Nous explorons l'effet de la LSC en comparant les configurations confinées et périodiques. Par exemple, il apparaît que l'échelle de transfert de chaleur ($Nu \sim Ra^\beta$) est presque inchangée en l'absence de vent dans les domaines périodiques (voir figure 1).

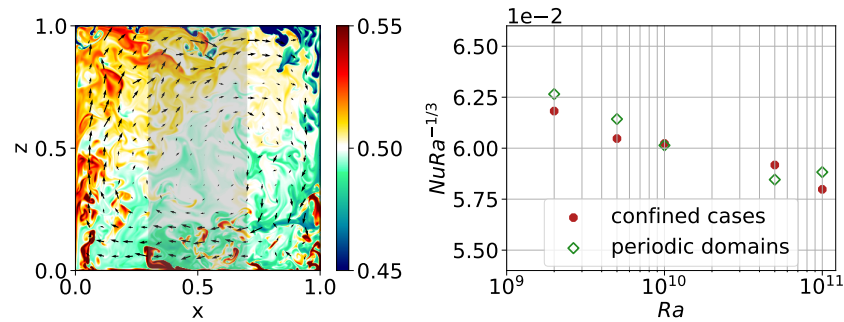


Figure 1. Gauche : champ de température instantané à mi-profondeur d'une cavité ($Ra = 10^{10}$; $Pr = 4.4$). Les flèches montrent le champ de vitesse 2D dans le même plan. La zone grisée correspond à la taille typique d'un domaine périodique. Droite : nombre de Nusselt compensé (Nu) en fonction du nombre de Rayleigh (Ra).

Ce travail bénéficie d'un financement de l'Agence Nationale de la Recherche (ANR-22-CE30-0018-02). La base de données DNS a été construite en utilisant l'accès aux ressources HPC sous l'allocation 2a0326 faite par GENCI.

Références

1. YERRAGOLAM ET AL., *J. Fluid Mech.*, **944**, A1 (2022).
2. BELKADI ET AL., *J. Fluid Mech.*, **923**, A6 (2021).