

Laboratoire de Physique

Proposition de thèse: études des petites échelles dans la convection thermique turbulente.

Julien Salort, Francesca Chilla

e-mail : francesca.chilla@ens-lyon.fr, tel. 0472728687

e-mail : e-mail : julien.salort@ens-lyon.fr tel. 047272

Un enjeu important dans l'étude de la convection thermique est de prédire le transfert thermique dans la limite des grands forçages (situation proche des systèmes naturels, comme la convection dans l'atmosphère ou dans les étoiles). Les résultats expérimentaux, basés sur des mesures globales de l'efficacité du transfert thermique, conduisent à des résultats apparemment contradictoires : une multitude de régimes d'écoulement apparaît, ce qui est actuellement mal compris (Chilla et Schumacher 2012).

L'énergie est injectée à toutes les échelles par des structures, appelés panaches thermiques. Ils se forment par instabilité de la couche limite qui existe au voisinage des plaques chaude et froide. Il est donc fondamental d'étudier ces phénomènes physiques à petite échelle : germination de panaches au voisinage des parois, interaction des structures dans le coeur de l'écoulement, intensité et dynamique du forçage thermique local.

Plusieurs questions se posent : sont-ils les éléments fondamentaux du transport de chaleur, ou est-ce leur interaction avec l'écoulement à grande échelle qui permet le transfert d'énergie ? La dynamique de cette assemblée est-elle essentiellement la somme de comportements individuels, ou bien s'agit-il d'une dynamique collective ? On affrontera le problème de 2 points de vue différents : l'étude de panaches fruit d'une couche limite, leur action et interaction, l'effet de leur confinement d'un côté, l'interaction entre panaches dans le coeur de l'écoulement de l'autre.

- Pour la première partie on utilisera une cellule de Rayleigh Bénard avec des plaques rugueuses. Les rugosités affectent la couche limite de façon importante : il a été montré que le flux de chaleur adimensionné augmente quand les plaques sont rugueuses (Tisserand et al. 2011), mais le mécanisme d'augmentation n'est pas compris, plusieurs hypothèses sont envisagées (Salort et al. 2014): augmentation du nombre de panaches relié à la présence de rugosités, augmentation de l'échange à cause de la recirculation entre les rugosités, transition à la turbulence de la couche limite, etc.

Le travail dans ce cas est de développer des mesures locales qui pourront éclaircir la question et amener à une modélisation: mesure par thermistance miniaturisée, par PIV, par Schlieren, par cristaux liquides thermochromiques, capteur microfabriqué de vitesse et température. Avec ces techniques il sera possible de caractériser le flux de chaleur local et sa statistique, l'influence des structures locales sur l'écoulement global. Le type de rugosités peut changer la recirculation et l'ensemble des structures qui transportent la chaleur. Une partie de ces mesures sera effectuée en collaboration avec l'Université Technique de Ilmenau (Allemagne) dans le cadre du contrat Européen Euhit.

- Pour la deuxième partie on utilisera un écoulement dans un canal qui connecte deux chambres : une froide en haut et une chaude en bas. Dans cet écoulement modèle qui a été récemment introduit la partie centrale ne ressent pas l'influence des couches limites confinées dans les chambres. Il permet donc d'étudier le bulk turbulent convectif. L'écoulement moyen a été récemment étudié dans le cadre de la thèse de E. Rusaouen (Salort et al, Rusaouen et al. 2014) ainsi que de premières mesures très prometteuse de fluctuations de température. Une fois caractérisés les échanges convectifs à petite échelle en eau pure (en utilisant les memes techniques développée pour le cas de Rayleigh Bénard), nous modifierons la physique des petites échelles en introduisant des polymères en suspension. Des prédictions théoriques d'augmentation du transport de chaleur ont été proposées (Benzi, et al. 2010) pour un écoulement sans couches limites, mais ils n'existent pas des mesures expérimentales pour le moment.



Schéma du montage du canal

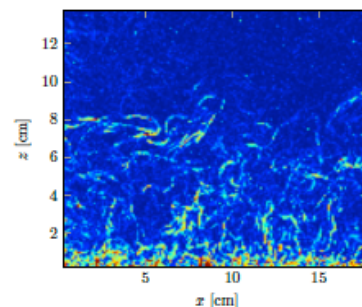


Image par Schlieren des panaches thermiques

Chillà, F. et J. Schumacher, 2012, « New perspectives in turbulent Rayleigh-Bénard convection », *Eur. Phys. J. E* 35 p. 58, doi : 10.1140/epje/i2012-12058-1.

Benzi, R., E. S. C. Ching et E. D. Angelis, 2010, « Effect of polymer additives on Heat Transport in Turbulent Thermal Convection », *Phys. Rev. Lett.* 104 p. 024502, doi : 10.1103/PhysRevLett.104.024502

J.-C. Tisserand, M. Creyssels, Y. Gasteuil, H. Pabiou, M. Gibert, B. Castaing, and F. Chillà, "Comparison between a rough and a smooth plates within the same Rayleigh-Bénard cell. *Phys. of Fluids*, 23 , 015105 (2011) " .

J. Salort , O. Liot , E. Rusaouen , F. Seychelles , J.-C. Tisserand , M. Creyssels , B. Castaing , and F. Chillà, « Thermal boundary layer near roughnesses in turbulent Rayleigh-Bénard convection: Flow structure and multistability », *Physics of Fluids (1994-present)* 26 , 015112 (2014);

E. Rusaouen, X. Riedinger J.-C. Tisserand, F. Seychelles, J. Salort, B. Castaing, and F. Chillà, « Laminar and Intermittent flow in a tilted heat pipe », *Eur. Phys. J. E* (2014) 37: 4