

4. Transport et mélange

Entraînement de la couche limite convective atmosphérique. La convection thermique qui se développe durant la journée à partir du sol chauffé par le soleil entraîne l'air de l'atmosphère libre, qui est stablement stratifié. Au-dessus de la couche limite convective existe donc une zone de transition turbulente qui s'élève au cours de la journée. La vitesse d'élévation de cette zone de transition est depuis plusieurs décennies un enjeu majeur de la paramétrisation de la couche convective dans les modèles à grande échelle. C. Chemel (post-doctorant) et C. Staquet ont montré que la loi d'entraînement usuellement utilisée dépend de l'efficacité de mélange du processus d'entraînement, qu'il est possible de calculer explicitement.

Mélange de la couche supérieure de l'océan. La couche supérieure des océans et des lacs est en contact d'une part avec l'atmosphère et d'autre part avec l'eau profonde. L'approfondissement de cette couche dépend de sa stratification en densité et de la turbulence engendrée par le vent à la surface. Le mélange induit par le vent a été considéré dans cette étude et plus précisément la contribution des tourbillons de Langmuir à ce processus. Des expériences ont été effectuées sur le mélange d'une stratification bicouche dans une configuration de Taylor–Couette (Projet EPSHOM 2002-2006) par JB Flor et E. Guyez (doctorante), en collaboration avec E. Hopfinger. L'évolution spatio-temporelle de la densité a été mesurée en utilisant la méthode de fluorescence induite par laser. En s'appuyant sur l'analogie entre tourbillon de Langmuir et tourbillon de Taylor–Couette, le mélange par les tourbillons de Langmuir a pu être estimé et comparé au mélange par effet de cisaillement. De plus, un bon accord a été obtenu avec la théorie de Balmforth et al (J. Fluid Mech, 1998) qui prédit une remontée de l'efficacité de mélange pour les fortes stratifications en densité.

Modélisation théorique du mélange. Une étude théorique sur la mécanique statistique et le mélange turbulent est poursuivie par A. Venaille (doctorant) et J. Sommeria, en collaboration avec F. Bouchet, à l'INLN (Nice). Une première étape a consisté à décrire l'évolution de la fonction de distribution de probabilité d'un scalaire passif par un processus d'auto-convolution. Nous avons pu vérifier, dans une expérience d'advection passive de colorant fluorescent en canal, que ce nouveau modèle donne de bonnes prédictions, sous-estimant cependant les effets d'intermittence pour une injection très localisée de scalaire. Nous développons actuellement une généralisation de ces travaux, théoriques et expérimentaux, à un milieu stratifié en densité (scalaire actif). Une expérience de mélange en fluide stratifié est réalisée en lien avec ces études théoriques.