

Thème 2: Processus dynamique de cascade d'énergie et construction du spectre animé par Alain Noullez

Alain Noullez (Observatoire de la Côte d'Azur) pose la question de savoir comment se construit le spectre en $k^{-5/3}$ de la turbulence lorsque celle-ci est forcée à grande échelle. Comment pousse le spectre ? Plutôt des bas nombres d'ondes vers les grands nombres d'ondes ou alors de bas en haut simultanément sur toute la gamme de nombres d'ondes ? Il a étudié le problème dans le cas de l'équation de Burgers (Navier-Stokes 1D) résolu dans l'espace de Fourier. Il montre comment le terme non-linéaire produit d'autres fréquences que celles qui sont présentes dans le forçage. Il présente un scénario de construction du spectre, évident à basse fréquence mais plus difficile à interpréter à haute fréquence.

Dispose-t-on de données expérimentales sur la construction du spectre ? Sur ce point, Yannis Cuypers (ESPCI) présente ses travaux de thèse sur la construction du spectre pendant l'explosion d'un vortex étiré. Pendant la construction du spectre, il montre l'évolution de la pente qui converge vers $-5/3$ pendant l'explosion. Les mesures au fil chaud sont confirmées par des mesures PIV. Les données sont comparées au modèle de spirale de Lundgren: il montre comment l'explosion turbulente d'un vortex étiré évolue statistiquement comme la spirale de Lundgren.

Marc-Etienne Brachet (ENS Paris) présente deux travaux sur la simulation numérique des équations d'Euler. Le premier travail concerne la recherche de singularité à temps fini. Il fait suite à une recherche de singularité déjà réalisée sur le vortex de Taylor-Green mais qui n'avait pas fourni de résultat tranché. Son travail récent sur l'écoulement de Kida-Pelz, autre candidat à la singularité à temps fini, montre des oscillations. A part ces oscillations encore mal comprises l'étude montre qu'on ne peut toujours pas conclure sur l'existence de singularité à temps fini dans Euler. Le second travail concerne des lois d'échelles à la Kolmogorov qui sont observées dans les équations d'Euler tronquées à un certain nombre d'ondes. Lors de la construction du spectre de l'énergie cinétique on observe un rebond de l'énergie sur le nombre d'ondes de troncature, ce qui forme une loi de puissance en k^2 (ces modes sont thermalisés et l'énergie qu'ils contiennent correspond à de l'énergie dissipée). Aux faibles nombres d'ondes, on assiste à une relaxation du spectre vers une loi de puissance en $k^{-5/3}$. La loi de puissance de Kolmogorov ne nécessite donc pas de viscosité proprement dite se construire. Enfin Marc-Etienne Brachet souligne que cet effet de rebond sur l'échelle de troncature pourrait bien être observé dans le cas de la turbulence viscoélastique : ce sujet mériterait donc d'être étudié expérimentalement.

Uriel Frish (Observatoire de la Côte d'Azur) est le dernier à prendre la parole sur ce thème pour exposer un fait intéressant dont la théorie est en cours d'élaboration. Il s'agit de réalisations de mesures dans l'espace de Fourier à deux dimensions comme par exemple l'anisotropie. Les mesures, suivant les directions dans lesquelles elles sont réalisées dans l'espace de Fourier ne sont pas équivalentes. Les bonnes directions à prendre, sont celles dont le rapport des nombres d'ondes est rationnel.