

La turbulence des fluides: quelques apports de la simulation numérique

P. COMTE

LEA, Laboratoire d'Etudes Aérodynamique Univ. Poitiers, ENSMA,

<http://labo.univ-poitiers.fr/lea>

pierre.comte@lea.univ-poitiers.fr

mardi 28 août 2007 - 8:30 à 9:20 – Amphi Esclangon

La turbulence, quasi omniprésente dans les écoulements de fluide peu visqueux, présente un double aspect statistique et déterministe qui continue à fasciner et défier les tentatives de résolution formelle. Les spectres d'énergie continus (sans séparation d'échelle) qu'elle développe sont en particulier problématiques pour les approches multi-échelles qui se sont imposées dans d'autres disciplines de la mécanique. Les Simulations Numériques Directes, où toutes les échelles de la turbulence sont explicitement simulées en évolution déterministe, ont maintenant un nombre de degrés de liberté suffisant pour atteindre le régime inertiel et la loi logarithmique, respectivement en turbulence isotrope et en couche limite, en s'affranchissant de la contamination par les effets de la viscosité moléculaire. Tout en montrant une organisation à grande échelle non révélée par les calculs antérieurs, ces simulations géantes confortent par ailleurs très largement les résultats de ces derniers, y compris les Simulations des Grandes Echelles, où seules les échelles plus petites qu'une taille de maille ou de filtre préalablement choisie sont explicitement simulées, les échelles plus petites, et moins énergétiques, étant paramétrisées. Au prix d'un certain niveau d'empirisme dans le choix des modèles, les SGE permettent d'aborder des configurations plus complexes et plus proches des applications, industrielles, géo- ou astrophysiques. Plusieurs exemples seront présentés, dans les configurations suivantes:

- des jets turbulents compressibles, où l'on s'efforce de discerner la composante acoustique propagative dans les fluctuations de pressions en champ proche.
- des écoulements de paroi pulsés [2], où la pulsation peut correspondre à la propagation d'une onde acoustique.

Se pose en particulier la question de la rétroaction de la composante pulsée sur le champ turbulent.

- des écoulements compressibles au dessus de cavités ouvertes [5, 4, 3], où se développent de fortes fluctuations de pression tonales, que l'on sait pouvoir réduire à l'aide de dispositifs passifs simples sans toutefois que la raison de cette efficacité soit élucidée
- des couches de mélange compressibles soumises à un champ magnétique longitudinal, visant à expliquer la collimation des jets issus d'objets stellaires jeunes ou de noyaux galactiques actifs. [1]

Références

- [1] BATY, H., KEPPENS, R. & COMTE, P. 2003, Phys. Plasmas, 10, 4661-4674.
- [2] COMTE, P., HABERKORN, M., BOUCHET, G., PAGNEUX, V. & AURÉGAN, Y., 2006, in Direct and Large-Eddy Simulation VI, E. Lamballais, R. Friedrich, B. Geurts and O. Métais, eds., Springer, pp. 521-528.
- [3] COMTE, P., DAUDE, F. & MARY, Y., 2007, IUTAM Symposium on unsteady separated flows and their control, June 18-22, 2007, Kerkyra, Greece, accepted.
- [4] LARCHEVÈQUE, L., SAGAUT, P. L'É, T.H. & COMTE, P., 2004, J. Fluid Mech., 516, 265-301.
- [5] LESIEUR, M., O. MÉTAIS & COMTE, P., 2005, Large Eddy Simulation of Turbulence, Cambridge University Press, p. 320.