

**RÉUNION DES GDR TURBULENCE ET GDR DYNAMO
NICE, 6 – 9 NOVEMBRE 2006**

RAPPORT SUR LA SESSION NO. 3 :
VORTEX EN ÉCOULEMENT TURBULENT, INTERACTION VORTEX INTENSE-TURBULENCE
ET MÉLANGE DANS CE TYPE D'ÉCOULEMENT

*Animateur : Philippe Petitjeans
Rapport par Pablo Cobelli*

TABLE DES MATIÈRES

1. Réaction chimique rapide et champs de concentration multi-échelles par Denis Martinand	1
2. Structures cohérentes, analyses en ondelettes et simulations DNS et CVS par Marie Farge	1
3. Effet des anneaux géants de vorticité sur la turbulence à petite échelle dans un réacteur partiellement mélangé par Luminita Danaila	2
4. Asymétrie cyclone–anticyclone en turbulence en rotation par Frédéric Moisy	2

1. RÉACTION CHIMIQUE RAPIDE ET CHAMPS DE CONCENTRATION MULTI-ÉCHELLES
PAR DENIS MARTINAND

Deux espèces chimiques participant à une réaction simple rapide tendent à se ségréguer en taches dans lesquelles ne subsiste qu'un seul des réactifs. Ces taches sont séparées par une frontière dans laquelle les conditions stoechiométriques sont satisfaites et dans laquelle la réaction se fait, alimentée par diffusion. Mélangés par l'advection, cette frontière et les champs de concentration des réactifs peuvent présenter des caractéristiques multi-échelles. A partir de l'état ségrégué, on détermine analytiquement l'évolution avec le temps et les nombres de Peclet et de Damkohler de la longueur de la frontière réactive et du flux diffusif de réactifs à travers cette frontière dans la situation d'un vortex singulier advectant des champs de concentration initialement auto-similaires. Les résultats analytiques sont en bon accord avec ceux obtenus numériquement à partir des équations complètes d'advection-diffusion-réaction.

D. Martinand et C. Vassilicos, ENS-Lyon.

2. STRUCTURES COHÉRENTES, ANALYSES EN ONDELETTES ET SIMULATIONS DNS ET CVS PAR MARIE FARGE

Un algorithme d'analyse en ondelettes est présenté qui permet d'extraire les structures cohérents des écoulements turbulents. Les résultats obtenus par cet algorithme sur la plus grande simulation numérique directe 3D de turbulence homogène et isotrope disponible dans la littérature sont présentés.

Puisqu'il n'y a pas encore une définition clairement admise des structures cohérents pour les écoulements 3D, on suppose qu'elles sont ce qui reste après denoising. L'intérêt de cette étude n'est pas seulement sur les structures elles-mêmes mais aussi sur le bruit, que l'on suppose additif, gaussien et blanc.

Après une brève description de ses principes, l'algorithme est appliqué à un écoulement turbulent 3D homogène et isotrope, forcé à grande échelle et obtenu par simulation numérique directe (DNS) avec une résolution 2048^3 pour un nombre de Reynolds de micro-échelle d'environ $R_\lambda \approx 700$.

Il est montré que les structures cohérentes extraites ainsi contribuent à environ 99% de l'énergie totale et à environ 80% de l'enstrophie totale. Le spectre d'énergie cohérent suit la même loi de puissance que l'énergie totale ($k^{-5/3}$). En revanche, la contribution due à la partie incohérente suit une loi en k^2 , ce qui correspond à une équipartition d'énergie entre tous les modes (en raison de l'hypothèse de bruit blanc). D'ailleurs, il est mis en évidence que les interactions non linéaires constituent un mécanisme de production de bruit.

Finalement, on conclue que la partie cohérent est suffisante pour modéliser la dissipation turbulente, comme en CVS (Coherent Vortex Simulation ; <http://wavelets.ens.fr>).

Marie Farge, ENS Paris.

3. EFFET DES ANNEAUX GÉANTS DE VORTICITÉ SUR LA TURBULENCE À PETITE ÉCHELLE DANS UN RÉACTEUR PARTIELLEMENT MÉLANGÉ PAR LUMINITA DANAILA

Dans un réacteur partiellement mélangé, le fluide est injecté par 16 paires de jets opposés et évacué à travers des parois poreuses. Ce forçage particulier conduit à la création de 16 paires d'anneaux cohérents de vorticité, tournant dans des sens alternativement opposés. Les propriétés du champ moyen de vorticité et d'étirement conduisent à une turbulence en rotation locale, quasi-2D aux grandes échelles. La taille de ces anneaux, L , est 128 fois plus grande que l'échelle de Kolmogorov. L'existence de cascades d'énergie et d'enstrophie directes est mise en évidence pour des échelles plus petites que L , et de cascades inverses pour des échelles plus grandes que L . Dans les anneaux, le champ turbulent est localement homogène et le champ de vorticité reste spatialement corrélé sur des longueurs comparables à L . Les fonctions de structure de la vorticité présentent un comportement analogue à celui reporté pour la turbulence 2D. Une justification de ce comportement a été discutée, en tenant compte des anneaux géants de vorticité.

Luminita Danaila, CORIA, Université de Rouen.

4. ASYMÉTRIE CYCLONE–ANTICYCLONE EN TURBULENCE EN ROTATION PAR FRÉDÉRIC MOISY

Les résultats d’une campagne de mesure de turbulence en rotation, réalisée sur la plateforme Coriolis, à Grenoble (LEGI), sont présentés. Dans cette expérience, une grille de 4 m de large est translatée à vitesse constante dans un canal d’eau de 10 m de long et de 1 m de profondeur, le tout étant embarqué sur la plateforme en rotation (jusqu’à 2 tours par minute). Des mesures de PIV embarquée ont été effectuées afin d’étudier les structures et l’anisotropie de l’écoulement durant le déclin de l’énergie sous l’effet de la rotation d’ensemble.

Une asymétrie entre vorticité cyclonique et anticyclonique est observée, caractérisée par une croissance auto-similaire en temps du coefficient d’asymétrie (skewness) de la vorticité, $S_\omega \propto (\Omega t)^{0.7}$, jusqu’à ce que le régime de dissipation d’Ekman prenne place à temps longs. D’autre part, des mesures du champ de vitesse dans le plan vertical ont permis de mettre en évidence la structuration verticale progressive de la turbulence. Cette structuration a été caractérisée par la croissance des échelles intégrales, et les résultats sont comparés à des prédictions phénoménologiques.

F. Moisy, C. Morize et M. Rabaud (FAST, Orsay) et J. Sommeria (LEGI, Grenoble).