

Compte rendu du thème *Divers*

Intervenants :

- Cathérine Marais, (PMMH-ESPCI)
- Johan Carlier (Cemagraf Rennes)
- Jacques Borée (LEA Poitiers)
- Laurette Tuckerman (PMMH-ESPCI)
- Lionel Fabiane (PSA Peugeot Citroën - ENSTA)
- Pierre Comte, (LEA, Poitiers)

Animateur & Compte Rendu :

- Wouter Bos

Cathérine Marais, (PMMH-ESPCI) présente ses travaux menés en collaboration avec R. Godoy-Diana, D. Barkley and J. E. Wesfreid : 'Réponse impulsionnelle dans le sillage d'un cylindre en régime sous-critique'. Ils étudient expérimentalement la réponse impulsionnelle du sillage d'un cylindre en régime sous-critique ($Re < 47$), dans un tunnel hydrodynamique. Des travaux expérimentaux précédents [Croquette & Le Gall, Phys. Rev. E 62, 3 (2000)], basés sur l'évolution spatiotemporelle des lignes d'émissions obtenues par des visualisations avec du colorant, ont permis d'analyser qualitativement l'évolution d'une perturbation. Ici ils obtiennent des mesures quantitatives dans le sillage du cylindre en utilisant la méthode de Vélocimétrie par Images de Particules (PIV) à deux dimensions. Ils peuvent ainsi décrire précisément l'évolution du paquet d'ondes produit par une petite perturbation dans le sillage sous-critique. Ils perturbent l'écoulement en imposant au cylindre un mouvement de rotation très bref d'amplitude $\delta\theta$. Le temps de perturbation (adimensionné par le temps de convection) est gardé constant, tandis que l'amplitude de la perturbation est variée, ce qui permet d'utiliser le rapport $V_{rotation}/U_0$ (U_0 étant la vitesse d'entrée dans le tunnel) comme paramètre de contrôle. Pour chaque expérience ils déterminent, en utilisant les diagrammes spatiotemporels des champs de la vitesse transversale (voir Figure 1.a) la position en temps et espace de l'amplitude maximale de perturbation, ainsi que les vitesses de groupe, et de fronts du paquet d'onde. De plus, ils caractérisent le comportement de la courbe de l'énergie en fonction du temps (voir Figure 1.b), en fonction du nombre de Reynolds. Par ailleurs, le calcul numérique (2D DNS) des taux de décroissance de l'instabilité convective en fonction du nombre de Reynolds se compare très favorablement à leur mesures.

Johan Carlier (Cemagraf Rennes) intervient une première fois pour témoigner du comportement d'un écoulement d'air observé à plusieurs reprises au laboratoire, notamment dans les caissons de mise en pression des souffleries. Ce comportement peut se rapporter ainsi : un écoulement d'air dans un canal présente en aval d'une mousse de mise en pression une zone de survitesse au dessus de la couche limite. Cette survitesse dans le profil crée un point d'inflexion

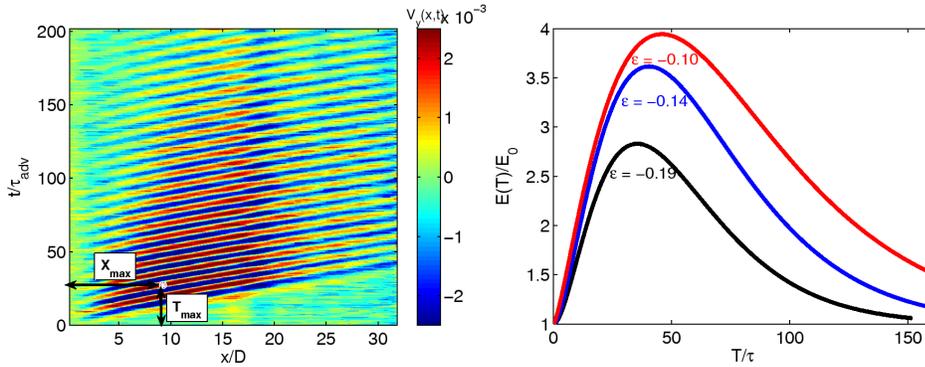


FIG. 1 – (Gauche) Diagramme spatiotemporel pour $\epsilon = (Re - Re_c)/Re_c = -0.14$. (Droite) Courbes d'énergie en fonction du temps pour différents nombres de Reynolds.

susceptible de générer une turbulence non désirée. Philippe GERVAIS suggère que cette survitesse peut provenir de la diffusion importante de l'écoulement dans la mousse. A proximité de la paroi, cette diffusion serait bloquée et une survitesse apparaîtrait.

Il intervient une seconde fois pour présenter un travail effectué en collaboration avec Nicolas Papadakis sur l'assimilation variationnelle des systèmes dynamiques réduits. Une PIV résolue en temps a été effectuée dans le sillage d'un cylindre circulaire pour un nombre de Reynolds de 3900. La POD a été appliquée sur la séquence des 3072 champs de vitesse obtenus. Les équations de Navier-Stokes ont ensuite été projetées sur cette base. Les modes temporels et leurs dérivées étant disponible, les coefficients du système dynamique réduit ont été identifiés par identification polynomiale. Toutefois, l'intégration temporelle d'un tel système ne permet pas de reproduire les modes temporels observés. Pour remédier à cela, on cherche la condition initiale et les coefficients du système dynamique qui minimisent une fonction coût notamment basée sur l'écart entre les modes observés et les modes calculés. Un nouveau système est alors obtenue nécessitant successivement et itérativement l'intégration directe du modèle et indirecte de l'adjoint jusqu'à convergence. L'efficacité de la démarche a pu être démontrée en assimilant les 16 premiers modes contenant 80% de l'énergie sur une période de 3 lâchées tourbillonnaires. Cyrille ALLERY demande pourquoi prendre en compte autant de modes. Johan CARLIER répond que la prise en compte de nombreux modes permet de mieux assimiler les premiers. Il répond également à Pierre COMTE et Christos VASSILICOS à propos de l'adjonction d'une viscosité artificielle. En fait, Cette viscosité est ajoutée en jouant sur certains coefficients du système pour permettre une première intégration directe. Elle disparaît ensuite car tous les coefficients du système dynamique s'ajustent sous la contrainte des observations.

Jacques Borée (LEA Poitiers) présente des mesures de pression de parois et des mesures LDV du champ de vitesse au-dessus d'un 'forward facing ramp' à 30 degrés. L'analyse est basée sur la POD. Il est montré que la densité spectrale de la partie corrélée montre toujours un pic dans le domaine de fréquence, lié au décollement des tourbillons tandis que la région à haute fréquence est dominée par la partie non-corrélée de la décomposition. La convergence rapide de la POD dans la région séparée de l'écoulement montre que cette méthode peut être employée pour obtenir un modèle réduit efficace pour le contrôle. Pour plus de détails : Hoarau, Borée, Laumonier, Gervais, Phys. fluids 18,055107 (2006).

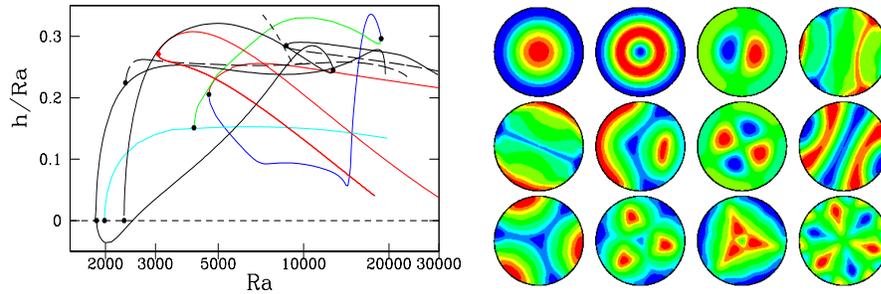


FIG. 2 – Diagramme de bifurcation (gauche) contenant 15 branches stationnaires.

1ère rangée (droite) : tore, deux tores, dipole, trois rouleaux.

2ème rangée (droite) : deux rouleaux, CO, pizza, quatre rouleaux.

3ème rangée (droite) : mercedes, trefle, mitsubishi, marguerite.

Pas montrés : tore, deux tores et deux rouleaux instables.

Laurette Tuckerman (PMMH-ESPCI) présente ses travaux communs avec Katarzyna Borońska (LIMSI-CNRS) sur la 'Multiplicité extrême de motifs convectifs'. Dans un cylindre rempli d'eau ($Pr = 6.7$) et ayant rayon deux fois la hauteur ($\Gamma \equiv R/H = 2$), Hof, Lucas et Mullin [Phys. Fluids **11**, 2815 (1999)] ont observé *cinq* motifs distincts différents au même nombre de Rayleigh, $Ra = 14\,200$: deux, trois et quatre rouleaux parallèles, un motif "mercedes" avec trois zones radiales de fluide descendant ou montant, et même un état axisymétrique. Ayant réussi à simuler ces motifs numériquement, nous avons cherché à construire un diagramme de bifurcation complet et, en particulier, de comprendre la relation entre ces motifs et les états créés à partir de l'état conductif, qui doivent obligatoirement être de nature trigonométrique.

Le diagramme, montré dans la figure 2, s'avère extrêmement riche, avec au moins 15 branches d'états stationnaires stables et instables, et au moins 2 branches d'états oscillatoires, liés entre eux par des bifurcations. Ce diagramme représente un compromis entre, d'un côté, les principes physiques régissant la convection dans l'intérieur, tels que la sélection de nombre d'onde, et de l'autre côté, les principes mathématiques de symétrie imposés par les frontières cylindriques du récipient.

Lionel Fabiane (PSA Peugeot Citroën - ENSTA) présente son sujet de thèse : Caractérisation analytique des structures tourbillonnaires contribuant aux forces aérodynamique. Il s'agit de déterminer le rôle des structures de l'écoulement au voisinage d'un obstacle et en particulier dans son sillage, puis de relier les structures cohérentes (les tourbillons) aux empreintes pariétales afin de mieux interpréter leur rôle dans la création des forces. Dans un premier temps on cherche une formulation analytique de ces forces et on étudie les résultats de simulations DNS 2D portant sur un cylindre à section carrée dans un écoulement à Reynolds modéré ($Re=100$).

Pierre Comte, (LEA, Poitiers) nous fait une séance biblio en directe. Ensemble on lit une publication sur le mystère du 'Rod-in-crossflow', Cavity resonance suppression using high frequency excitation : The mystery of the cylinder-in-crossflow revisited de Praveen Panickar et Ganesh Raman (AIAA 2008-2853).