

# Moyenne de phase spatiale appliquée à des champs PIV résolus en temps

Thierry M. Faure, Hélène Thach, Jérémy Basley, Luc R. Pastur, François Lusseyran  
LIMSI-CNRS UPR 3251 Université Pierre et Marie Curie, Paris 6 et Université Paris-Sud 11,  
bât. 508, rue J. Von Neumann, B.P. 133, 91403 Orsay Cedex

## 1 Introduction

Des mesures PIV résolues en temps sont effectuées sur un écoulement de cavité afin d'identifier le couplage entre la couche de cisaillement qui se développe au-dessus de la cavité, et le tourbillon de la recirculation dans la cavité. Des moyennes de phases sont calculées en prenant pour référence la position d'une structure tourbillonnaire de la couche de cisaillement. Un critère de stabilité de l'écoulement est déterminé pour les différentes phases.

## 2 Dispositif expérimental

La configuration d'étude est un écoulement de cavité parallélépipédique de rapport de forme (longueur sur profondeur)  $L/H = 2$ . Cette configuration géométrique permet le développement d'une onde dans la couche de cisaillement avec des structures tourbillonnaires qui s'amplifient avant d'impacter le bord aval de la cavité [1,2]. La fréquence d'oscillation fondamentale est  $f_{osc} \sim 20$  Hz et dépend de la vitesse de l'écoulement incident.

Les images PIV sont enregistrées avec une caméra Photron Fastcam-APX RS 512x400 pixels 10 bits. La fréquence d'acquisition des images est de 500 Hz ( $f_{max} = 250$  Hz pour les champs PIV), ce qui garanti l'absence de repliement de spectre ( $f_{max} / 2 = 125$  Hz  $>$   $f_{osc}$ ). Un laser YAG Nd :YLF émet dans la longueur d'onde 527 nm et comporte deux sources. Il est utilisé pour éclairer l'écoulement, chaque source peut atteindre un taux de répétition de 1 kHz.

## 3 Résultats

Un tourbillon de la couche de cisaillement est détecté à la position  $x / L = 0,9$  où il présente une cohérence maximale. Cette position sert de référence d'origine des phases. La Figure 1 présente l'histogramme des périodes de passage de ce tourbillon et montre une certaine dispersion des périodes. Les lignes de courant des champs PIV moyens en phase sont présentées Figure 2. On observe que les oscillations de la couche de cisaillement affectent peu le mouvement de la recirculation dans la cavité. La position du centre du tourbillon de la cavité présente cependant un léger mouvement quasi-circulaire au cours de ce cycle.

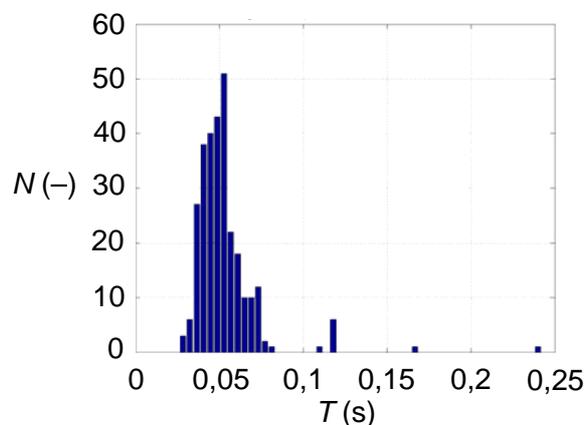


Figure 1 : Histogramme des périodes de la couche de cisaillement pour  $L/H = 2$  et  $Re_H = 5\ 316$ .

Afin d'analyser la stabilité de l'écoulement pour chaque phase, on utilise le discriminant de Rayleigh [3] :

$$\eta(x, y) = - \frac{\partial \left\| \vec{r}(x, y) \wedge \vec{U}(x, y) \right\|^2}{\partial r}$$

où  $r$  est la position par rapport au centre du tourbillon et  $U$  la vitesse dans le plan  $(x, y)$ . Ainsi, un écoulement réel visqueux est stable si  $\eta < 0$  et potentiellement instable si  $\eta > 0$ . Les régions potentiellement instables, où peuvent apparaître des instabilités centrifuges de type Taylor-Görtler, correspondent à la frontière du tourbillon de la recirculation, et ne sont pas affectées par la phase des oscillations de la couche de cisaillement (Figure 3).

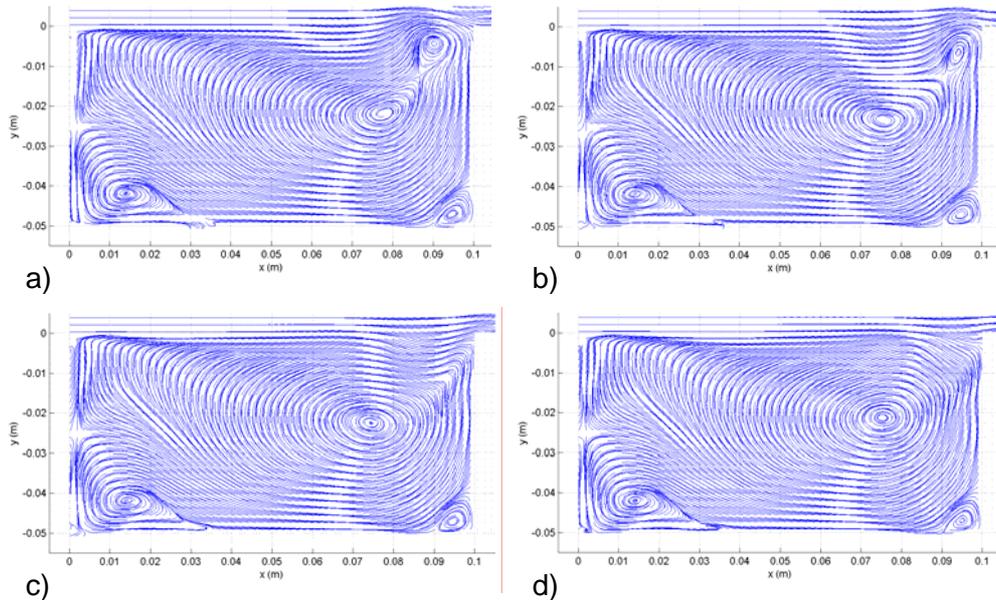


Figure 2 : Lignes de courant moyennes en phase par rapport au passage du tourbillon de la couche de cisaillement en  $x = 0,09$  m pour  $L/H = 2$  et  $Re_H = 5\,316$  lors d'un cycle d'oscillation de la couche de cisaillement (décomposé en 13 phases) : a) phase 1, b) phase 4, c) phase 7 et d) phase 10.

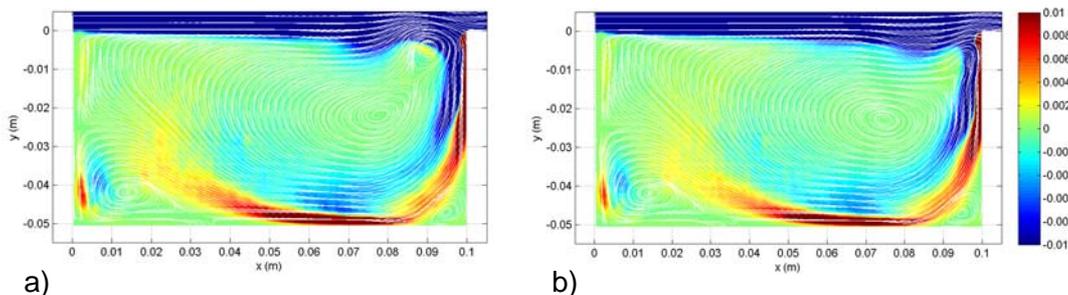


Figure 3 : Critère de stabilité de Rayleigh pour  $L/H = 2$  et  $Re_H = 5\,316$  lors d'un cycle d'oscillation de la couche de cisaillement (décomposé en 13 phases) : a) phase 1, b) phase 6.

## 4 Références

- [1] Faure, T.M., Adrianos, P., Lusseyran F., Pastur, L.R. (2007) Visualizations of the flow inside an open cavity at medium range Reynolds numbers, *Experiments in Fluids*, Vol. 42, No. 2, pp. 169–184,
- [2] Faure, T.M., Pastur, L. R., Lusseyran, F., Fraigneau, Y., Bisch, D (2009) Three-dimensional centrifugal instabilities development inside a parallelepipedic open cavity of various shape, *Experiments in Fluids*, Vol. 47, No. 3, pp. 395–410
- [3] Faure, T.M., Lefèvre, G., Pastur, L.R., Lusseyran, F. (2009) Critères d'apparition d'instabilités centrifuges dans une cavité ouverte, 19<sup>ème</sup> Congrès Français de Mécanique, Marseille (France), 24-28 Août 2009, article n°131-S09