

Stéréo PIV de l'écoulement de Taylor Couette à bulles en mode hélicoïdal.

B. Lebon^a, B. Van Ruymbeke^a, C. Gabillet^a, N. Latrache^b, C. Colin^c

a. IRENav, Ecole Navale. benoit.lebon@ecole-navale.fr

b. IRDL, UBO. noureddine.latrache@univ-brest.fr

c. IMFT, INPT. catherine.colin@imft.fr

Résumé :

Cette étude a pour objectif de caractériser expérimentalement par Stéréo-PIV les 3 composantes du champ de vitesse de la phase liquide, dans un écoulement de Taylor Couette, avec injection de bulles millimétriques en bas du dispositif. Pour le nombre de Reynolds étudié, les bulles sont capturées par les cellules de Taylor, connectent entre elles les cellules et s'organisent en collier hélicoïdal. On observe des modifications de l'écoulement induites par les bulles.

Abstract :

The 3D Velocity components of the liquid phase within a Taylor-Couette flow with millimetric air bubbles injected at the bottom of the device are measured by stereo-PIV. At the studied Reynolds number, bubbles are trapped by the Taylor vortices and organized as connected helicoidal strings. Bubbles induced modifications of the flow are evidenced.

Mots clefs : Taylor-Couette, Stéréo-PIV, Diphasique, mode hélicoïdal

1 Introduction

Dans le contexte de l'hydrodynamique navale, l'injection de bulles sous la carène des navires est utilisée afin de réduire le frottement local. Cependant, les mécanismes associés à l'interaction des bulles avec le frottement de paroi ne sont pas très bien identifiés.

Dans un écoulement de Taylor Couette, dans la transition vers la turbulence, les cellules contra-rotatives de Taylor, responsables des jets entrants et sortants, jouent le même rôle que les cellules longitudinales associées aux streaks de frottement le long de la paroi plane. De ce fait, l'injection de bulles dans un écoulement de Taylor Couette permet d'étudier les interactions entre les bulles, les cellules et le frottement de paroi. Pour un cylindre intérieur en rotation, Muraï et al. [1] ont montré qu'il est possible d'obtenir une organisation des bulles sous forme de tores ou sous forme d'hélice. L'hélice caractérise un état d'écoulement particulier, pour lequel les bulles ne sont pas bien capturées par les cellules de Taylor et sont évacuées sous la forme d'un flux transverse axial, près du cylindre intérieur. Ce flux transverse peut modifier le frottement de paroi.

2 Travaux expérimentaux

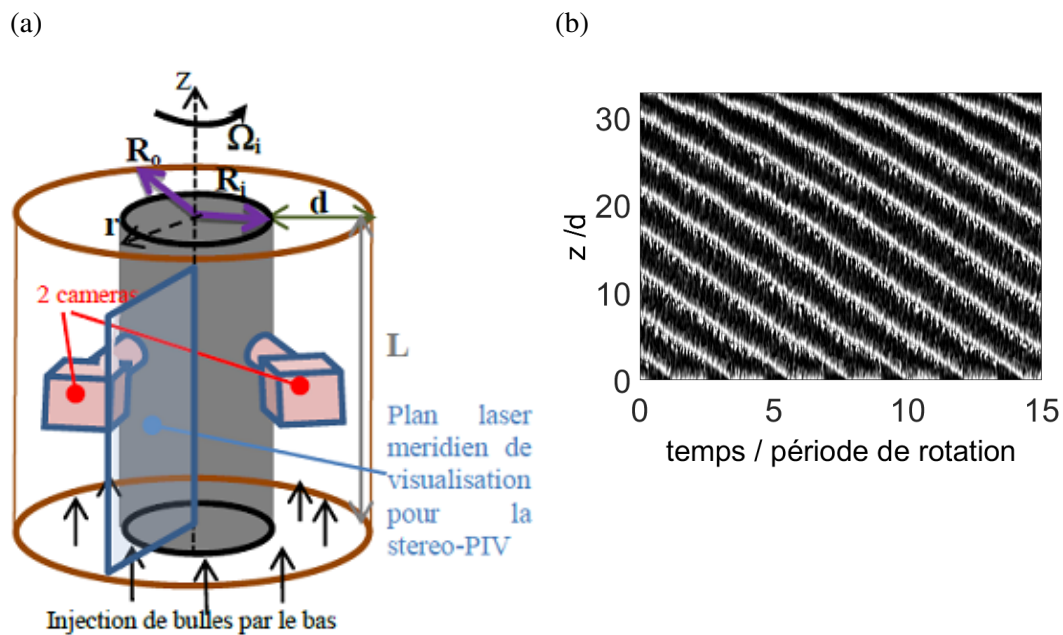


FIGURE 1 – a) Schéma du dispositif expérimental, b) diagramme spatio-temporel de l'intensité lumineuse rétro-diffusée par les bulles

Nous proposons dans cette étude de caractériser le champ de vitesse et le couple visqueux pour une organisation des bulles hélicoïdale, dans un dispositif de Taylor Couette, schématisé sur la figure 1a), avec une géométrie d'entrefer mince (rapport des rayons égal à 0.909). La largeur d'entrefer d est de 20 mm, pour un rapport d'aspect (hauteur utile/ d) de 44. Le fluide utilisé est un mélange eau-glycérine à 40%. Les bulles sphériques injectées en bas du dispositif ont une taille de l'ordre de 6% de d . Le nombre de Reynolds, basé sur la vitesse orthoradiale du cylindre intérieur, vaut 15000 et le débit d'injection d'air est de 70 ml/min. Des mesures par stéréo PIV basse fréquence sont réalisées dans le plan vertical méridien, en simultanément avec des mesures du couple visqueux exercé sur le cylindre intérieur. L'organisation hélicoïdale de la phase gazeuse est mise en évidence par visualisations des bulles en vue de face.

3 Résultats

Un exemple de diagramme spatio-temporel de l'intensité des bulles qui traduit l'organisation en hélice des bulles est montré sur la figure 1b). Les tensions de Reynolds dans les trois directions, caractéristiques de la turbulence du mouvement cohérent et caractéristiques de la turbulence du mouvement aléatoire, ont été discriminées et quantifiées. L'anisotropie de la turbulence est modifiée par la présence des bulles. Le profil radial du flux radial de vitesse angulaire montre l'apparition d'une dissymétrie de la répartition du couple total entre le cylindre intérieur et le cylindre extérieur, par les transferts de quantité de mouvements aux interfaces des bulles.

Références

- [1] Murai, Yuichi, Oiwa, Hiroshi and Takeda, Yasushi, Frictional drag reduction in bubbly Couette–Taylor flow, *Physics of fluids*, 2008.