

Dynamique d'une hélice acoustofluidique

S. Miralles¹, B. Vincent^{1,2}, A. Pothérat², D. Henry¹ & V. Botton¹

¹ Laboratoire de Mécanique des Fluides et d'Acoustique, INSA Lyon, CNRS, Ecole Centrale de Lyon, Université Claude Bernard Lyon 1, UMR5509, 69621, Villeurbanne France

² Fluid and Complex Systems Research Centre, Coventry University, Coventry CV15FB, United Kingdom
sophie.miralles@insa-lyon.fr

Historiquement décrit par Faraday puis formalisé notamment par Lighthill et Eckart, l'*acoustic streaming* désigne les écoulements générés par la dissipation d'ondes acoustiques se propageant au sein d'un fluide. Un terme de force volumique, s'exprimant comme un tenseur de Reynolds basé sur le champ de vitesse acoustique, permet de rendre compte du mécanisme de conversion d'une partie de l'énergie acoustique en énergie mécanique. Suivant la configuration on peut d'ailleurs évoquer certaines analogies avec d'autres forces volumiques telles que les forces de flottabilité, les forces électromagnétiques ou encore le streaming accompagnant les ondes internes en milieu stratifié.

Lorsque l'onde acoustique est générée par une source plane de diamètre fini, l'écoulement prend la forme d'un jet qui peut se déstabiliser avec l'amplitude du forçage. Des instationnarités sont observées par plusieurs auteurs, notamment des oscillations basses fréquences, mais sont rarement détaillées.

En cavité fermée, l'orientation judicieuse du faisceau acoustique complexifie la géométrie du forçage et de l'écoulement en tirant parti des réflexions sur les parois. On peut ainsi observer un écoulement "carré" [1] (figure 1 gauche) ou encore en hélice [2] (figure 1 droite) avec une source ultrasonore unique. Les champs de vitesse, caractérisés expérimentalement par des mesures PIV et PTV3D résolues en temps, prennent au premier ordre la forme du champ de force lorsqu'ils sont moyennés en temps et montrent également une riche dynamique (figure 1 milieu), ouvrant la perspective au mélange chaotique [3,4].

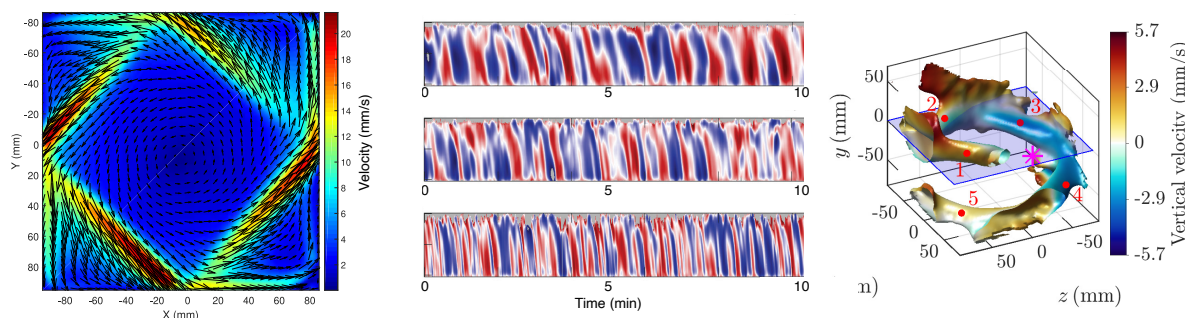


Figure 1. Gauche : Champ de vitesse moyenné en temps, résultant de la réflexion du faisceau d'ultrasons ($f = 2$ MHz) sur les 4 parois de la cavité carrée [1]. Milieu : Diagramme spatiotemporel de l'écart au champ moyen sur un jet [1]. Droite : Isocontour de vitesse moyenne obtenu par PTV 3D, sur un écoulement en géométrie hélicoïdale [2].

Références

1. T. CAMBONIE ET AL., From flying wheel to square flow : Dynamics of a flow driven by acoustic forcing, *Physical Review Fluids*, **2**, 123901 (2017).
2. B. VINCENT ET AL., Experimental study of a helical acoustic streaming flow, *submitted to Physical Review Fluids*, (2023).
3. G. LAUNAY ET AL., Transition to chaos in an acoustically driven cavity flow, *Physical Review Fluids*, **4**, 044401 (2019).
4. J. QU ET AL., Chaotic mixing in an acoustically driven cavity flow, *Physical Review Fluids*, **7**, 064501 (2022).