

Analyse dimensionnelle et lois d'échelles d'un écoulement généré par ultrasons à atténuation acoustique modérée

S. Miralles¹, B. Vincent^{1,2}, E. Guillon^{1,2}, A. Pothérat² & 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

Modéliser un écoulement généré par ultrasons ou *Eckart streaming* est délicat à cause des échelles multiples du phénomène. De nombreuses propositions ont été élaborées depuis Lighthill (voir [1] pour une review) en faisant des hypothèses parfois très simplificatrices sur le champ acoustique (point source, sans diffraction, sans atténuation, etc...). Il en va de même sur le choix des nombres sans dimensions décrivant le problème.

Nous proposons ici un jeu de paramètres restreint qui permet de modéliser l'intensité acoustique moyenne d'un champ diffractant, atténué et rayonnant à partir d'une source de taille finie D_s . A partir des équations de l'acoustique linéaire et des équations de Navier-Stokes incompressibles adimensionnées selon cette proposition, des simulations numériques basées sur une méthode aux éléments spectraux, axisymétrique et stationnaire sont réalisées dans un aquarium fermé de longueur L_c (aux conditions aux limites acoustiques absorbantes). Plusieurs lois d'échelle sont alors identifiées et modélisées grâce à des raisonnements en ordre de grandeur lorsque l'atténuation acoustique est suffisamment élevée pour que la majeure part de l'énergie acoustique soit injectée sur une longueur plus courte que le domaine d'étude (figure 1).

Ce choix de paramètres permet de réaliser une analyse numérique de stabilité linéaire pour connaître les seuils de la première instabilité ainsi que la nature de la bifurcation. Elle permet également une estimation rapide de l'amplitude de vitesse dans le jet en fonction du forçage, de la longueur d'onde et de la géométrie de la source acoustique, tout en conservant une modélisation fine. Une comparaison immédiate avec les données expérimentales sera également présentée.

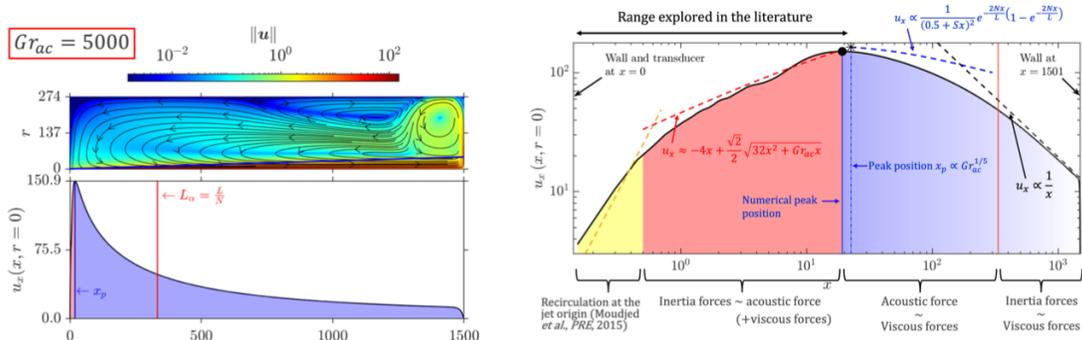


Figure 1. Gauche : Champ de vitesse adimensionné dans le plan de symétrie (en haut) et profil de vitesse sur l'axe du jet (en bas). Droite : Lois d'échelle sur les différentes zones du jet superposées au profil de vitesse sur l'axe issu des simulations numérique pour un forçage correspondant à $Gr_{ac} = 5000$. Issu de [2]

Références

1. M. BAUDOIN ET AL., Acoustic tweezers for particle and fluid micromanipulation, *Annu. Rev. Fluid Mech.* **52**,10, (2019).
2. B. VINCENT ET AL., Phenomenology of laminar acoustic streaming jet, *submitted to Physical Review Fluids*, (2024).