

Rotations d'une goutte dans un ressaut circulaire hydraulique

Duchesne,A.¹, Savaro,C.¹, Limat,L.¹, & Lebon,L.¹

Laboratoire Matière et Systèmes Complexes (MSC), UMR 7057 du CNRS, Université Paris Diderot, 10 rue Alice Domont et Léonie Duquet, 75013 Paris, France
alexis.duchesne@paris7.jussieu.fr

Le ressaut hydraulique (jet impactant une plaque) est un dispositif original permettant l'étude de gouttes en situation de non-coalescences [1]. Une goutte du même liquide déposée sur la zone centrale (à forte vitesse car près du jet), ne coalesce pas du fait de la présence d'un très mince film d'air, entraîné par le liquide, sur laquelle elle lévite, et se trouve alors piégée contre le "mur" séparant les zones rapides et lentes de l'écoulement.

Nous nous sommes intéressés à des gouttes d'huile silicone dont les dimensions sont de l'ordre de la longueur capillaire. Lorsque l'on place de telles gouttes dans un ressaut de la même huile, on observe 4 régimes dynamiques distincts [2,3] :

- La goutte reste immobile
- Mouvement orbital périodique (la goutte fait des "tours" du ressaut)
- Mouvement de transition vers le "chaos" (la goutte orbite dans le ressaut puis change soudainement de direction).
- Mouvement "chaotique" (nous n'avons pas détecté de structure périodique).

Par ailleurs nous avons étudié le comportement de gouttes d'autres liquides dans notre ressaut d'huile silicone, ces liquides ayant des propriétés (densités, tensions superficielles et viscosités) différentes. Nous avons pu observer des dynamiques de gouttes extrêmement complexes, certaines avec déformations des gouttes. Ainsi une goutte d'eau dans un ressaut d'huile va être excitée selon un mode propre de la goutte, une goutte d'éthanol va adopter une forme ellipsoïdale. . .

Il est apparu que la rotation propre de la goutte était un facteur clé de ces dynamiques. Par ailleurs nous nous sommes aperçus que l'hypothèse de modélisation de la goutte par une sphère dure au dessus d'un film d'air en cisaillement simple n'était pas pertinente, en particulier en ce qui concerne les fréquences de rotations attendues par un tel modèle. Nos résultats expérimentaux ont mis en évidence une loi en fréquence en $\frac{1}{R^2}$ où R est le rayon de la goutte au lieu de la loi en $\frac{V}{R}$ qui découlait de ce modèle simple. Nous le justifions par des arguments qualitatifs : l'écrasement de la goutte, son caractère déformable... [4,5] Il semble pour autant que cette fréquence de rotation soit aussi liée à différents paramètres modifiant la couche d'air (la viscosité du liquide, sa densité, etc. . .) ce qui traduit bien la difficulté de sa prise en compte, si l'on veut aller au delà du modèle gyroscopique de la référence [2].

Références

1. SREENIVAS, K.R., DE, P.K., ARAKERI, J.H., Levitation of a drop over a film flow, *J.Fluid.Mech*, **380**, 297-307 (1999).
2. PIRAT, C., LEBON, L., FRULEUX, A., ROCHE, J.-S., LIMAT, L., Gyroscopic Instability of a Drop Trapped Inside an Inclined Circular Hydraulic Jump, *Phys.Rev.Letters*, **105**, 8 (2010).
3. SAVARO, C., Stage expérimental de M2 (2010).
4. DE GENNES, P.-G., BROCHARD-WYART, F., QUERE, D., Gouttes, Perles et Ondes, 202-205. Belin (2002).
5. DELL'AVERSANA, P., NEITZEL, G.P., Behavior of noncoalescing and nonwetting drops in stable and marginally stable states, *Experiments in Fluids*, **36**, 299-308 (2004).