

Instabilité de Rayleigh–Taylor d’un film mince visqueux

Laurent Duchemin¹ & Michael Le Bars¹

IRPHE - UMR 6594 Technopôle de Château-Gombert 49, rue Joliot Curie - B.P. 146 13384 Marseille Cedex 13
duchemin@irphe.univ-mrs.fr

Lorsqu’on applique à un film liquide, en contact avec un solide, une force volumique constante dirigée du fluide vers l’extérieur, l’interface se déstabilise linéairement (instabilité de Rayleigh–Taylor) [1,2], puis on voit apparaître un jet qui peut éventuellement se rompre sous l’effet de la tension de surface (instabilité de Rayleigh–Plateau) [3]. Ce scénario, bien que classique pour les fluides peu visqueux tels que l’eau, ne fonctionne pas pour certains fluides newtoniens très visqueux comme le miel.

Cette étude numérique concerne le développement du jet aux temps longs. A l’aide d’un code de résolution des équations de Navier–Stokes axi-symétriques [4], prenant en compte la présence d’une surface libre, nous avons simulé la déstabilisation de la surface libre, du régime linéaire au régime fortement non-linéaire. Nous présenterons une étude de stabilité linéaire, permettant de valider l’approche numérique aux temps courts, et valable quels que soient l’épaisseur du film initiale, la viscosité du liquide, l’accélération et le coefficient de tension de surface. Ensuite, nous détaillerons les différents régimes observés aux temps longs, en fonction des paramètres sans dimensions du problème ; les principaux problèmes auxquels nous nous sommes intéressés étant :

- L’occurrence de l’instabilité de pincement en fonction de l’épaisseur initiale du film et de la viscosité du liquide,
- L’évolution des caractéristiques géométriques du jet (taille de goutte à l’extrémité, rayon du cylindre liquide en fonction du temps, etc...),
- L’évolution de la dynamique du jet (croissance initiale exponentielle, puis régime asymptotique en $gt^2/2$ pour la longueur du jet, etc...)

Références

1. LORD RAYLEIGH 1900 *Scientific Papers II* (Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, 1900), 200.
2. G.I. TAYLOR 1950 The Instability of Liquid Surfaces when Accelerated in a Direction Perpendicular to their Planes. I *Proc. R. Soc. A* **201**, 192.
3. J. EGGERS 1997 Nonlinear dynamics and breakup of free-surface flows, *Rev. Mod. Phys.*, **69** (3), 865–930.
4. S. POPINET & S. ZALESKI 2002 Bubble collapse near a solid boundary : a numerical study of the influence of viscosity. *J. Fluid. Mech.* **464**, 137–163.