

Description multi-échelle d'une instabilité interfaciale

Fad Aboudou, Marie-Charlotte Renoult, Jorge-César Brändle de Motta & Christophe Dumouchel

Normandie Univ, UNIROUEN, INSA Rouen, CNRS, CORIA, 76000 Rouen, France

renoulm@coria.fr

Les résultats des premiers essais d'application de l'analyse multi-échelle à l'instabilité de Rayleigh-Taylor sont rassemblés sur ce poster. Cette instabilité apparaît à l'interface entre deux fluides de densité différente lorsque le fluide le plus dense est positionné au-dessus du fluide le moins dense. L'analyse multi-échelle a été effectuée sur des images issues de simulations numériques directes réalisées avec le code ARCHER développé au CORIA. Deux cas sont examinés : le cas 1 est une association de deux liquides de même viscosité cinématique et le cas 2 une association d'air et d'eau. Les images permettent d'identifier deux régimes d'évolution de l'instabilité : un régime linéaire pour lequel l'interface se déforme avec une allure sinusoidale et une (apparente) symétrie entre les deux phases et un régime non linéaire pour lequel la déformation n'est plus sinusoidale.

La dynamique de l'interface est décrite par la mesure de sa distribution d'échelle en fonction du temps, dont l'analyse permet de révéler trois domaines temporels : 1 – Initialement, la déformation est faible et presque indétectable, 2 – ensuite, elle est sinusoidale laissant apparaître progressivement une différence entre les digitations du fluide le plus dense (pointes) et les digitations du fluide le moins dense (bulles), 3 – enfin, des structures plus complexes (dites de champignons pour le cas 1) se forment.

Considérer la valeur de la distribution d'échelle pour l'échelle nulle donne accès à la longueur d'interface dont l'évolution temporelle permet d'estimer le taux de croissance. Dans le régime linéaire, celui-ci est approximativement égal au double du taux de croissance de l'amplitude de la déformation, conformément aux résultats de travaux antérieurs.

La dérivée dans l'espace des échelles de la distribution d'échelle fait apparaître des échelles spécifiques comme, par exemple, celles représentatives des étranglements présents dans chacune des deux phases. Pour les cas étudiés, ces échelles sont majoritairement décroissantes démontrant que ces étranglements s'accroissent et concernent de moins en moins de liquide au fur et à mesure du temps. Cependant, pour le cas 2, après une période de décroissance, l'échelle de l'étranglement dans l'air augmente. Cette différence de comportement entre les deux phases et les deux cas témoigne de la sensibilité appropriée de l'outil multi-échelle pour détecter les premiers effets non linéaires et, par conséquent, pour décrire et étudier les instabilités interfaciales.