

Dynamique d'une bulle cylindrique dans un tourbillon.

Hélène Scolan (LMFA UCBL1)

Titre du projet: Dynamique d'une bulle cylindrique dans un tourbillon.

Porteur : Hélène Scolan - Coauteurs: Jean-Philippe Matas, Laurent Martin Witkowski.

Laboratoire : Laboratoire de Mécanique des Fluides et Acoustique, Lyon

Partenaires : N/R

Nature du financement demandé : Stage de M1

Montant de la demande de financement : 1800 euros

Résumé : (200 mots) L'effet d'une inclusion d'air située à l'intérieur d'un noyau tourbillonnaire sera étudié expérimentalement avec une cuve écoulement en rotation solide rapide d'axe de rotation horizontal. Lorsque le cylindre tourne autour de son axe, le fluide plus léger (air) forme une bulle cylindrique au centre qui peut se déstabiliser. Les différents régimes seront explorés en fonction du taux de rotation et du volume de l'inclusion. Complété par une étude d'instabilité linéaire, ce dispositif idéalisé vise à étudier comment la gravité peut favoriser les résonances des ondes interfaciales, et vraisemblablement l'éclatement de la bulle.

Sujet développé :

Contexte : Les bulles sont présentes dans de nombreux processus environnementaux et industriels (traitement des eaux usées, réacteurs chimiques, thermohydraulique) dont la modélisation nécessite une bonne compréhension de la physique des bulles. Pour augmenter leur efficacité, il est par exemple fondamental de connaître comment les bulles montent et se distribuent dans l'écoulement, comment elles interagissent entre elles, se déforment ou évoluent en taille via de la fragmentation et de la coalescence. Nous proposons l'étude de bulles dans le cas d'un système-modèle avec une bulle insérée dans un écoulement en rotation solide rapide d'axe de rotation horizontal.



Figure 1: Cavitité cylindrique d'air dans un écoulement en rotation solide

En particulier on s'intéresse au cas d'une inclusion d'air importante à l'intérieur de la cellule (avec une taille typique du même ordre de grandeur que le rayon de la cellule, comme illustré figure 1.. Les tests expérimentaux préliminaires ont mis en évidence un comportement multi-échelle complexe avec la production de grosses bulles en forme de virgule accompagnées de bulles plus petites. Selon les régimes, une instabilité de nappe de liquide associée a aussi été remarquée. De façon générale, l'interaction de l'inclusion avec le noyau tourbillonnaire et le problème connexe de stabilité de la cavité cylindrique et des caractéristiques non linéaires qui lui sont associées seront donc examinés expérimentalement.

Enfin l'effet de composants actifs (surfactant) venant recouvrir l'interface liquide-gaz de ces bulles pourra être exploré pour voir comment cela vient modifier la dynamique de la bulle et les phénomènes de fragmentation et de fusion (coalescence) de bulles.

Outils: En plus d'une visualisation en lumière blanche à l'aide de panneaux de LEDS permettant l'exploration des différents régimes de la bulle cylindrique en fonction du taux de rotation de la cuve et du volume de la bulle, le stagiaire pourra effectuer des mesures de champs de vitesse avec l'équipement PIV disponible au LMFA. Les variations de la viscosité du fluide et du rapport d'aspect de la cavité permettront de couvrir une grande variété de régimes d'écoulement. Les mesures pour les différents régimes pourront être comparées également à des simulations numériques à l'aide d'une analyse de stabilité linéaire.

Retombées attendues: Des résultats scientifiques sont attendus sur le plan fondamental, mais aussi pour les processus environnementaux et industriels où a lieu la fragmentation de bulles dans des zones de forte vorticité et possiblement en présence de surfactants (traitement des eaux usées, réacteurs chimiques) mais aussi plus généralement sur des questions d'ingénierie et d'environnement. De nombreuses situations techniques et environnementales impliquent en effet des tourbillons et des interfaces entre deux fluides. Parmi ces situations, on peut citer le sillage de corps flottants ou immergés à faible profondeur, où des tourbillons se forment sous la surface de l'eau, ou le sillage d'hélices et de foils où les tourbillons de pointe peuvent caviter ou piéger l'air atmosphérique en leur cœur. Le projet s'inscrit donc aussi dans la perspective de la signature de surface des corps immergés ou flottants (hydropt res, sous-marins opérant à la profondeur du périscope), l'identification des sources de bruit dans les tourbillons (derrière les hélices, les foils) ou l'aérodynamique des surfaces portantes   proximité de la surface (foils, turbines).