

## Contribution à la modélisation de la turbulence dans un essaim de bulles

**Gabriel RAMIREZ**, CEA-ISAS - Saclay      **Alan BURLOT**, CEA-ISAS - Saclay  
**Guillaume BOIS**, CEA-ISAS - Saclay      **Frédéric RISSO**, IMFT - Toulouse  
**Rémi ZAMANSKY**, IMFT - Toulouse  
**Antoine DU CLUZEAU**, CEA-ISAS - Paris-Saclay

L'interaction entre l'agitation induite par un essaim de bulles et une turbulence *de fond* au sens classique est un phénomène toujours mal compris aujourd'hui [1]. L'agitation induite par des bulles produit de l'énergie autour des échelles caractéristiques des bulles du fait notamment de l'interaction des sillages des bulles. Ces échelles sont proches de l'échelle de dissipation de la turbulence *classique*, au sens monophasique. À la différence d'écoulements diphasiques où les inclusions sont plus petites que l'échelle de Kolmogorov, il est possible d'avoir une superposition des phénomènes de transfert d'énergie associé à la cascade avec la dissipation induite par les sillages. La figure 1 montre, à partir de trois simulations distinctes, la densité spectrale d'énergie de la turbulence homogène isotrope *de fond* et de l'agitation induite par les bulles dans deux configurations (fraction volumique de 3 % et 6 %). La compréhension de ce phénomène est cruciale pour la modélisation diphasique des écoulements dispersés à bulles en approche RANS.

Il est en effet possible de modéliser et simuler des écoulements à bulles par une approche RANS dans des configurations de plus en plus complexes grâce à des codes open-sources ou commerciaux (OpenFOAM, Neptune\_CFD, Fluent). La modélisation de la présence des bulles dans des écoulements dispersés hérite des travaux précédents en gaz-particule. Cependant, des différences sont notables entre les configurations du fait notamment de la superposition des échelles précédemment mentionnées. L'amélioration de ces modèles nécessite dès lors une recherche, entre autre numérique, sur ces interactions.

Le travail présenté rendra compte de premier résultat de l'effet d'un forçage turbulent sur un essaim de bulles. Il s'agit d'un travail en cours dans le cadre de la thèse de Gabriel RAMIREZ ainsi que d'une proposition de modélisation par Antoine DU CLUZEAU dans une thèse précédente.

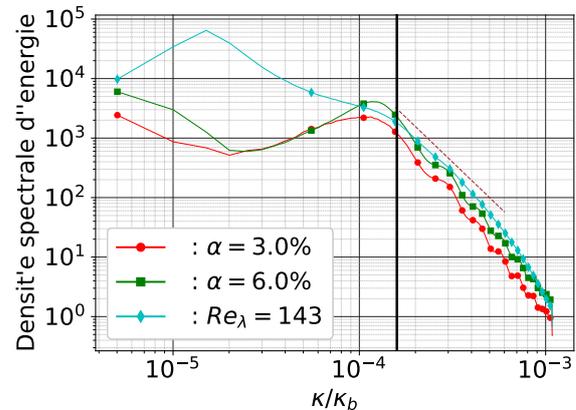


FIGURE 1 – Spectres d'énergie cinétique d'une simulation avec forçage aux grandes échelles (losange), et de l'agitation induite par des bulles (fraction volumique de 3 % (rond) et 6 % (carré)).

[1] F. Risso. *Agitation, mixing, and transfers induced by bubbles*. Annual Review of Fluid Mechanics, **50**(1), 25–48, 2018. doi :10.1146/annurev-fluid-122316-045003.