

Billes et bulles

Quelles sont les questions scientifiques ou techniques ?

Vitesse de chute de particules solides ou de remontée de bulles dans l'eau.

Par quelles expériences y répondre ?

Sédimentation de billes ou de bulles isolées. Bulles confinées dans un tube. Bulles toriques.

Quelles techniques expérimentales ?

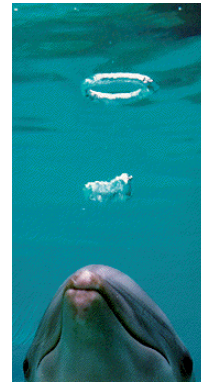
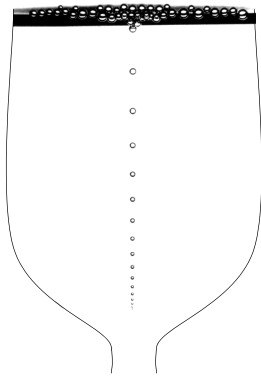
Acquisition vidéo puis analyse d'image.

Quels sont les résultats ?

À vous de les montrer à travers des graphes clairs.

Comment les interpréter ?

Ingrédients physiques, lois d'échelle, ajustement de courbes expérimentales : à vous de jouer !



Introduction

L'ascension de bulles d'air dans un réservoir de liquide est couramment utilisée dans des procédés industriels ou biochimiques pour l'agitation (dans les fours à verre par exemple), le transfert d'oxygène, la flottation des minerais. Dans cette expérience, nous nous attacherons à caractériser la dynamique d'ascension de bulles d'air dans l'eau dans des gammes de taille allant du mm à quelques cm. Vue de loin, l'ascension d'une bulle dans un liquide devrait être équivalente à la chute d'une bille. Il suffirait juste d'inverser la gravité. Le passage d'un problème à l'autre est-il cependant aussi simple ?

1 Billes

Attention : commencer par placer l'épuisette de repêchage dans la cuve !

Lâcher des billes de même densité et mesurer leur vitesse de chute avec des acquisitions vidéo. Comment la vitesse évolue-t-elle en fonction du rayon ? Essayer avec des billes de densité différente. Quel est l'ordre de grandeur du nombre de Reynolds mis en jeu ? Peut-on superposer toutes les mesures expérimentales sur une même courbe maîtresse ? En déduire une estimation du coefficient de traînée des billes (C_x).

2 Bulles libres

2.1 Dans la grande cuve

Produire des bulles à partir des injecteurs de différents diamètres. Mesurer leur vitesse de remontée et analyser leur trajectoire. Montent-elles tout droit? Observer leur forme en fonction de leur taille. Comment la vitesse de remontée varie-t-elle avec le volume V des bulles et leur rayon équivalent $R_e = (3V/4\pi)^{1/3}$? Les résultats expérimentaux sont-ils en bon accord avec la loi obtenue pour les billes? Proposer un mécanisme qui permet d'expliquer au premier ordre les résultats observés.

2.2 Dans les petites cuves

Utiliser les cuves remplies d'eau avec du glycérol permettant de modifier la viscosité de l'eau. La proportion massique en glycérol est indiquée sur les cuves et les viscosités et densités correspondantes sont reportées dans les deux tableaux de valeurs mis 'a disposition. Pour de faibles débits, la taille des bulles est proportionnelle à la dimension caractéristique H des "bulleurs" indiquée sur les cuves. Réaliser les mêmes expériences que précédemment. Comment varie la vitesse des bulles en fonction de la viscosité de la phase continue et de leur taille? Déterminer les valeurs du nombre de Reynolds et proposer une loi d'échelle régissant la vitesse de remontée des bulles.

3 Bulles toriques (bonus)

Il est également possible de produire des bulles annulaires grâce à l'électrovanne. On pourra décrire ce régime de bulle contra-intuitif : vitesse de remontée, élargissement du diamètre... Essayer de décrire qualitativement l'écoulement autour de l'anneau en suivant des poussières. Proposer un mécanisme qui permet de stabiliser la forme torique?