

# ■ TP19 : Mesure de frottements fluides ■

MATÉRIEL : webcam, écran, réglet, système d'étude de chute dans fluide, balle de ping-pong.

## 1 Objectif du TP

L'objectif de ce TP est de mesurer les frottements fluides en faisant l'acquisition d'un mouvement dans un fluide (liquide ou air). On portera un soin particulier à l'analyse des sources d'erreurs et à l'évaluation des incertitudes sur les grandeurs mesurées.

*Ne pas oublier qu'une mesure physique doit toujours être associée à une incertitude expérimentale. Penser à lire la notice des appareils pour connaître l'incertitude liée aux valeurs qu'ils fournissent.*

## 2 Principe de la méthode

Pour étudier le mouvement, on en réalise un enregistrement vidéo.

Pour faire des mesures quantitatives, il faut s'assurer que le mouvement se produit dans un plan perpendiculaire à la direction pointée par la caméra (pour que la distance entre la camera et l'objet varie peu).

Il faut également placer dans le plan du mouvement un objet de dimension connue afin de pouvoir convertir les distances en pixels sur la vidéo en distances réelles en mètres.

L'ensemble de l'acquisition et du traitement de la vidéo peut être fait à l'aide du logiciel *Atelier scientifique*. Celui-ci ne permettant pas de gérer les barres d'erreur, il est conseillé de ne l'utiliser que pour effectuer les mesures, les données récoltées seront ensuite exportées vers un logiciel gérant mieux les incertitudes (Excel, regressi, ...).

## 3 Aspects théoriques

La bille qui chute dans le liquide est soumise à trois forces :

- Son poids dirigé verticalement vers le bas de norme  $P = mg = \rho_b Vg$ .
- La poussée d'archimède opposée au poids de norme  $A = \pi_f Vg$ .
- La force de frottement fluide  $F$  opposée à la vitesse ( $v$ ) qui peut être modélisée de deux manières différentes :
  - $F = -kv$  (Valable généralement à faible vitesse)
  - $F = -kv^2$  (Valable généralement à plus haute vitesse)

Lorsque la force de frottement est proportionnelle à la vitesse ( $F = kv$ ), on peut montrer que la bille atteint une vitesse limite  $v_L = \frac{Vg(\rho_b - \rho_f)}{k}$ . Et lorsque la force de frottement est proportionnelle au carré de la vitesse, la vitesse limite atteinte est  $v_L = \sqrt{\frac{Vg(\rho_b - \rho_f)}{k}}$ .

## 4 Manipulations

- Filmer la chute de la bille dans le fluide et tracer l'évolution de la vitesse au cours du temps.
- Déterminer les sources d'erreur sur la détermination de la position de la bille sur chaque image. Donner une estimation de l'incertitude sur la position de la bille.
- Expliquer pourquoi on peut considérer que l'incertitude sur le temps auquel est prise une image est négligeable. Déduire l'incertitude sur la vitesse calculée.
- déterminer la vitesse limite de la bille et l'incertitude associée.
- Répéter la même expérience avec des tubes contenant des billes différentes, déterminer les vitesses limites de chute. Ces expériences permettent-elles de déterminer quelle modélisation des frottements est la plus adaptée ?