



## Détermination des forces exercées par des jets sur des surfaces

### But de la manipulation

Le but de cette manipulation est de déterminer expérimentalement les forces exercées par des jets sur des surfaces de différentes formes.

### Description de l'appareil

Le dispositif est constitué d'un cylindre en plexiglas transparent, monté sur vis réglables, le jet sortant d'une buse frappe un profil monté sur une tige coulissante. A l'extrémité supérieure de la tige qui traverse le couvercle du cylindre, il ya un plateau sur lequel on peut poser des masses marquées. La masse des parties mobiles est compensée par un ressort.

Les expériences peuvent être réalisées avec trois profils différents un profil plan, un profil conique et un profil hémisphérique.

### Mode opératoire

1. Régler le niveau horizontal du dispositif à l'aide des pieds ajustables.
2. Ajuster la jauge à un niveau approprié au niveau du plateau.
3. Placer une masse marquée sur le plateau
4. Ouvrir la vanne afin d'alimenter le dispositif en eau
5. Ajuster le débit d'eau jusqu' à ce que le plateau revienne à sa position initiale (Essayer de faire osciller les masses afin de minimiser les effets des frottements)
6. Lire le volume d'eau et le temps correspondant pour déterminer le débit volumique.
7. Noter la masse emportée sur le plateau.
8. Répéter l'expérience en ajoutant chaque fois une masse.
9. Changer le profil et répéter les essais précédents.

### On donne :

Diamètre de la buse = 8mm

Accélération de la pesanteur  $g=9.81 \text{ m/s}^2$ .

## Rappels théoriques

Un des théorèmes qui sert à déterminer les forces exercées par un jet sur une surface plane ou curviligne est le théorème de quantité de mouvement. Ce théorème est caractérisé par sa simplicité et il intervient directement dans la conception des aubes des turbines et compresseurs. Dans le domaine de l'aérodynamique, ce théorème a plusieurs applications, détermination des poussées et traînés produite durant le mouvement des avions et des fusées.

Lorsque un jet frappe une surface il la quitte tangentiellement ce changement dans la direction de la vitesse entraîne une variation de quantité de mouvement d'où la présence d'une résultante des forces extérieurs exercées sur le fluide.

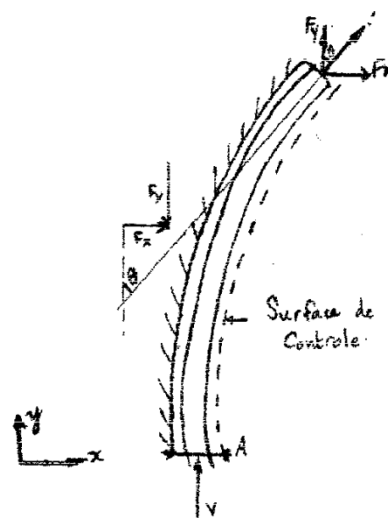


Fig. 1

Sur la figure 1 le jet entre dans la surface de contrôle avec une vitesse  $v$  et il la quitte avec la même vitesse (car  $A=CBS$ ,  $p=p_{atm}$  tout le long de l'écoulement les frottements sont négligeables et le fluide est incompressible) mais il fait un angle avec l'axe des  $y$ , les composantes de la force que la surface exerce sur le fluide sont  $F_x$  et  $F_y$ . En supposant que l'écoulement est

- Permanent
- Incompressible
- Forces de frottement et de pesanteur négligeables
- Pression uniforme et égale à  $p_{atm}$



L'équation de quantité de mouvement se réduit à :

Suivant l'axe des x

$$\int V_x \rho (\vec{V} \cdot \vec{n}) dA = \sum F_x \Leftrightarrow \rho Q V \sin \theta = F_x \tag{1}$$

Suivant l'axe des y

$$\int V_y \rho (\vec{V} \cdot \vec{n}) dA = \sum F_y \Leftrightarrow -\rho Q V + \rho Q V \cos \theta = -F_y \tag{2}$$

Où

$$Q = A \cdot V \Rightarrow V = \frac{Q}{A} \tag{3}$$

L'équation (2) devient :

$$F_y = \rho \cdot Q \cdot (V - V \cos \theta) \tag{4}$$

Cette expression se réduit à :

Pour une surface perpendiculaire au jet ( $\theta = 90^\circ$ )

$$F_y = \frac{\rho Q^2}{A} \tag{5}$$

Pour une surface conique ( $\theta = 120^\circ$ )

$$F_y = \frac{3\rho Q^2}{2A} \tag{6}$$

Pour une surface hémisphérique ( $\theta = 180^\circ$ )

$$F_y = \frac{2\rho Q^2}{A} \tag{7}$$

### Résultats et calculs

Pour chaque profil, calculer et tabuler  $Q$  et  $Q^2$ , puis tracer le graphe de la masse en fonction de  $Q^2$ . Déterminer la pente expérimentale de ce graphe.

Rendre compte de tout désaccord entre les pentes expérimentales et les pentes théoriques.

M(g)	V(l)	t(s)	$Q \left( \frac{l}{s} \right)$	$Q^2 \left( \frac{l^2}{s^2} \right)$