

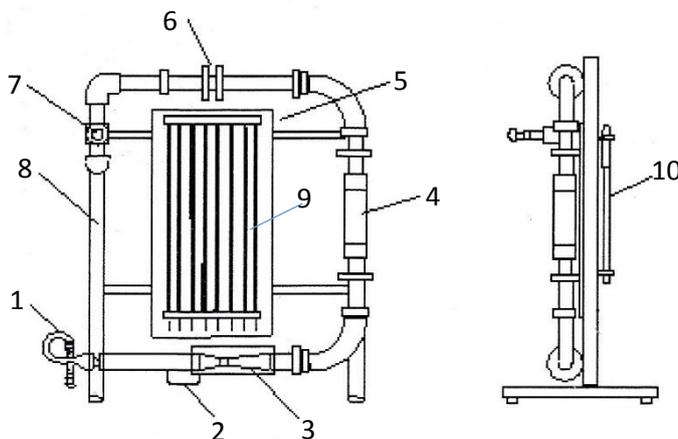
LABORATOIRE D'HYDRAULIQUE

TP N ° 2 D'MDF : DÉBITMÈTRES

I. But de la manipulation

Tester expérimentalement trois types d'appareil, de mesure de débit des écoulements en charge, à savoir, le venturi, le diaphragme et le rotamètre. Les résultats des essais permettront aussi d'étalonner chacun de ces débitmètres.

II. Description de l'appareil



1. Alimentation ; 2. Prise de pression statique ; 3. Venturi ; 4. Rotamètre ; 5. Vis de purge d'air ;
6. Diaphragme ; 7. Vanne de réglage ; 8. Retour d'eau ; 9. Manomètres ; 10. Pompe à air.

Pour les besoins des calculs appropriés, les dimensions nécessaires sont les suivantes :

Venturi :

Le diamètre interne de la conduite en amont est $d_1 = 0,03175 \text{ m}$. Ce qui correspond à une section transversale de $A_1 = 7,92 \times 10^{-4} \text{ m}^2$.

Le diamètre interne de la gorge est $d_2 = 0,015 \text{ m}$. Ce qui correspond à une section transversale de $A_2 = 1,77 \times 10^{-4} \text{ m}^2$.

L'angle de convergence du cône amont est de 21 degrés.

L'angle de divergence du cône aval est de 14 degrés.

Diaphragme :

Le diamètre interne de la conduite en amont est $d_1 = 0,03175 \text{ m}$. Ce qui correspond à une section transversale de $A_1 = 7,92 \times 10^{-4} \text{ m}^2$.

Le diamètre interne de la gorge est $d_2 = 0,020 \text{ m}$. Ce qui correspond à une section transversale de $A_2 = 3,14 \times 10^{-4} \text{ m}^2$.

III. Théorie

L'équation de l'énergie est l'élargissement de l'équation de Bernoulli à une section fini et s'écrit entre deux sections 1 (en amont) et 2 (en aval) d'un écoulement comme suit :

$$z_1 + \frac{p_1}{\varpi} + \alpha_1 \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\varpi} + \alpha_2 \frac{v_2^2}{2g} + \Delta h \quad (1)$$

Où :

z_i est l'énergie de position en m ; $\frac{p_i}{\varpi}$ est l'énergie de pression en m ; $\alpha_i \frac{v_i^2}{2g}$ est l'énergie cinétique en m ; v_i est vitesse moyenne dans la section transversale i ; α_i est le coefficient de Coriolis de correction de l'énergie cinétique dont la valeur est égale à 1 pour un écoulement en régime turbulent. Δh est la perte de charge totale (linéaire et singulière) entre les deux sections.

L'application de l'équation de l'énergie (équation 1) donne la relation suivante qui s'applique aussi bien pour le venturi que pour le diaphragme.

$$Q_v = \frac{C_d}{\sqrt{1 - \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2}} \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}} \quad (2)$$

Où :

- Q est le débit volume de l'écoulement en m^3/s .
- $\sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}} = \sqrt{2gh}$
- $\Delta h = h_{amont} - h_{aval} = h_1 - h_2$ est la différence de charge statique en m déterminée à partir des lectures sur les manomètres appropriés.
- g est l'accélération due à la pesanteur, en m/s^2 .
- C_d est le coefficient de débit.
- A_1 est l'air de la section amont du débitmètre en m^2 .
- A_2 est l'air de la section aval du débitmètre en m^2 .

L'utilisation d'un coefficient de décharge, C_d , est nécessaire en raison des hypothèses simplificatrices prises lors de l'application de l'équation de l'énergie (Bernoulli). Les valeurs de ce coefficient sont déterminées par expérience ; Les valeurs données par le constructeur de l'appareil sont :

Pour le ventimètre : $C_d = 0,98$

Pour le diaphragme $C_d = 0,63$

La perte d'énergie qui se produit dans un raccord de tuyauterie (appelée perte singulière) est généralement exprimée en perte de charge (h , mètres) et peut être déterminée à partir de la différence de lecture entre les deux manomètres appropriés.

IV. Procédure expérimentale

1. Mettre l'appareil à l'horizontal sur le banc hydraulique.
2. S'assurer de la fermeture complète de la vanne du banc et de l'ouverture complète de la vanne de réglage.
3. Mettre en marche la pompe d'alimentation.
4. Ouvrir graduellement la vanne du banc.
5. Purger l'appareil.

6. Régler le débit (aux environs de 20 l/mn) en utilisant la vanne d'alimentation et la vanne de réglage.
7. Notez sur le tableau 1 de mesures expérimentales, le volume d'eau recueilli par unité de temps, la lecture du rotamètre et les charges statiques en amont et au niveau des rétrécissements du venturi et du diaphragme.
8. Répéter le point (5) pour les débits mentionnés dans le tableau.

V. Travail demandé

1. Remplir le tableau 2 en calculant le débit réel, les débits estimés par le venturi et le diaphragme en utilisant l'équation (2) et l'erreur relative en pourcent par rapport au débit réel.
2. Tracer sur le même graphe Q_{rota} , Q_{vent} et Q_{diaph} sur l'axe des ordonnées et $Q_{réel}$ sur l'axe des abscisses. Commenter.
3. Tracer sur même graphe (avec une échelle différente si nécessaire) l'erreur (Err_{rota} , Err_{vent} et Err_{diaph}) en fonction du numéro d'essai. Commenter.

Tableau 1 : Mesures expérimentales

N°	Rotamètre	Mesure du débit		Diaphragme			
	Q_{rota}	volume	temps	h_{am}	h_{av}	h_{am}	h_{av}
	(l/mn)	(l)	(s)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	20						
2	18						
3	15						
4	10						
5	5						

Tableau 2 : Calcul des débits et des erreurs

N°	Débit réel			Rotamètre		Venturi			Diaphragme		
	volume	temps	$Q_{réel}$	Q_{rota}	Err_{rota}	Δh	Q_{vent}	Err_{vent}	Δh	Q_{diaph}	Err_{diaph}
	(l)	(s)									
1											
2											
3											
4											
5											

FIN