

TP2 : Mesure de débit

Introduction

La connaissance des débits de fluides circulant dans des canalisations est non de moindre importance pour un ingénieur, surtout en génie civil où l'hydraulique est une branche qu'il doit maîtriser. Cependant, les méthodes de mesure de débit ne sont pas moindres, et leur précision varie elle aussi. Dans ce TP on procédera à l'étude de trois différentes méthodes de mesure de débit :

- La méthode du diaphragme ;
- La méthode du venturi ;
- Le chronométrage direct pour un volume déterminé.

Et on va déterminer la plus précise méthode et aussi l'équation d'étalonnage du rotamètre

➤ But de TP :

Le but de cette manipulation est l'étude de différentes techniques de mesure de débit. On se focalisera sur trois moyens de mesure de Q :

- La méthode du diaphragme ;
- La méthode du venturi ;
- Le chronométrage direct pour un volume déterminé.

A l'obtention des résultats, on procédera à une comparaison de ceux-ci pour en déduire l'équation d'étalonnage du rotamètre.

1°/ Théorie :

1. Venturi :

C'est un orifice comportant deux parties l'une convergente et l'autre divergente, avec un col au milieu.

Les deux équations de conservation de la masse et de Bernoulli permettent de déterminer V_B en fonction de la différence de pression entre A et B, sans tenir compte des pertes de charge :

$$V_B = \sqrt{\frac{2g}{1 - \left(\frac{S_B}{S_A}\right)^2} \times \frac{(P_A - P_B)}{\rho g}}$$

Et l'on sait bien que

$$\frac{(P_A - P_B)}{(\rho \times g)} = h_A - h_B$$

2. Diaphragme :

Un diaphragme est un disque sur lequel a été pratiqué un orifice.

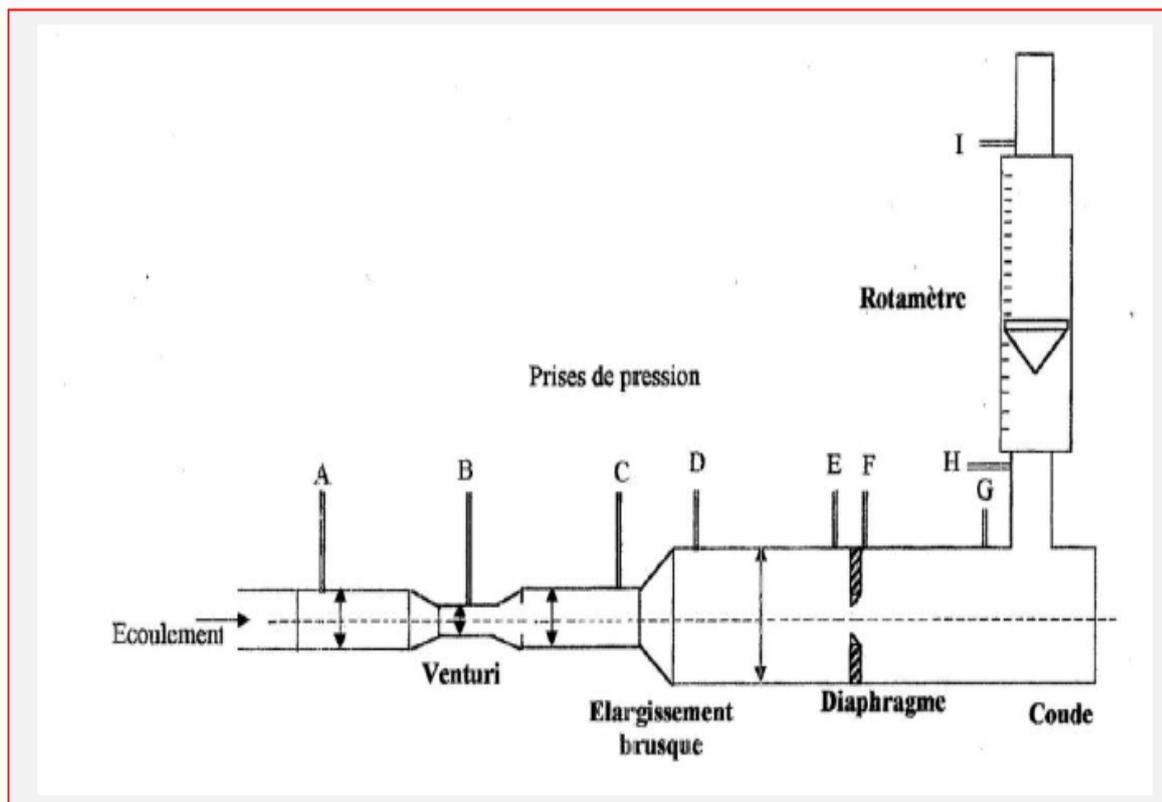
Cet appareil, contrairement aux autres étudiés, ne permet pas une mesure grandement précise des vitesses à partir des prises de pression E et F.

La formule donnant la vitesse à la sortie F et permettant la mesure du débit est comme suit :

$$V_F = \sqrt{\frac{2g}{1 - \left(\frac{S_F}{S_E}\right)^2} \times \frac{(P_E - P_F)}{\rho g}}$$

4. Description De L'appareil Utilisé :

L'appareil servant dans cette étude (dont l'image figure dans l'annexe pour meilleure identification), a son schéma représenté dans la figure suivante :



II. Partie pratique :

1°/ Tableau des mesures :

En jouant sur la vanne aval, on fait varier le débit et on note les valeurs indiquées par les manomètres aux points A, B, E et F, ainsi que la position du flotteur dans le tube, et le débit en chronométrant la durée relative à un volume de 15 litres.

Toutes les mesures sont portées sur le tableau suivant :

Essai N°	H _A (mm)	ΔH _A (mm)	H _B (mm)	ΔH _B (mm)	H _E (mm)	ΔH _E (mm)	H _F (mm)	ΔH _F (mm)	R (mm)	ΔR (mm)	T (s)	ΔT (s)
1	363	2	163	1	337	1	85	3	180	1	34,5	0,4
2	353	1	175	1	326	1	110	2	170	1	38,4	0,3
3	338	2	188	1	316	3	140	2	156	1	42,3	0,3
4	325	2	198	1	310	1	160	2	145	1	46,5	0,2
5	308	2	220	1	296	3	199	2	119	1	60,8	0,2
6	296	2	234	1	288	1	220	1	101	1	69,4	0,2
7	286	1	253	1	282	1	256	2	72	1	98,6	0,1
8	284	1	261	1	281	1	258	1	60	1	136,4	0,1

2°/ Calcul du débit pour le venturi et le diaphragme ainsi que la valeur réelle par chronométrage :

A partir de ces valeurs, on peut calculer le débit d'écoulement par trois méthodes différentes, ainsi que l'erreur relative à chaque méthode de calcul.

Les relations permettant le calcul direct du débit volumique sont données par les expressions suivantes :

$$Q_t = \frac{0,015}{T} \text{ (en m}^3\text{/s)}$$

$$Q_d = 1,408439413 \times 10^{-3} \times \left[\frac{(H_A - H_B)}{1000} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$Q_v = 9,622622372 \times 10^{-4} \times \left[\frac{(H_E - H_F)}{1000} \right]^{\frac{1}{2}}$$

La marge d'erreur est retrouvée en différenciant les expressions du débit, et sont données ci après (tous calculs faits) :

$$\Delta Q_t = (m^3/s) = (\Delta T/T) \times Q_t$$

$$\Delta Q_d (m^3/s) = Q_d \times (\Delta h_A + \Delta h_B) / [2 \times (h_A - h_B)]$$

$$\Delta Q_v (m^3/s) = Q_v \times (\Delta h_E + \Delta h_F) / [2 \times (h_E - h_F)]$$

Essai N°	Q_d (m ³ /s)	ΔQ_d (m ³ /s)	Q_v (m ³ /s)	ΔQ_v (m ³ /s)	Q_t (m ³ /s)	ΔQ_t (m ³ /s)
1					0,00043478	
2					0,00039063	
3					0,00035461	
4					0,00032258	
5					0,00024671	
6					0,00021614	
7					0,00015213	
8					0,00010997	

3°/ Détermination des coefficients du venturi et du diaphragme :

D'après ce qui a été introduit dans la partie théorique, les coefficients K_v et K_D sont obtenus en calculant le rapport du débit obtenu par les mesures respectives sur le venturi et le diaphragme, et le débit réellement calculé par le chronométrage du remplissage du réservoir.

On aura donc : $K_v = Q_v / Q_t$ et $K_D = Q_D / Q_t$.

Les formules d'erreurs sont comme suit :

$$\Delta K_v = ((\Delta Q_t / Q_t) + (\Delta Q_v / Q_v)) * K_v$$

$$\Delta K_d = ((\Delta Q_t / Q_t) + (\Delta Q_d / Q_d)) * K_d$$

Le tableau suivant regroupe l'ensemble des calculs spécifiques à cette étape du travail :

Essai N°	K_V	ΔK_V	K_D	ΔK_D
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

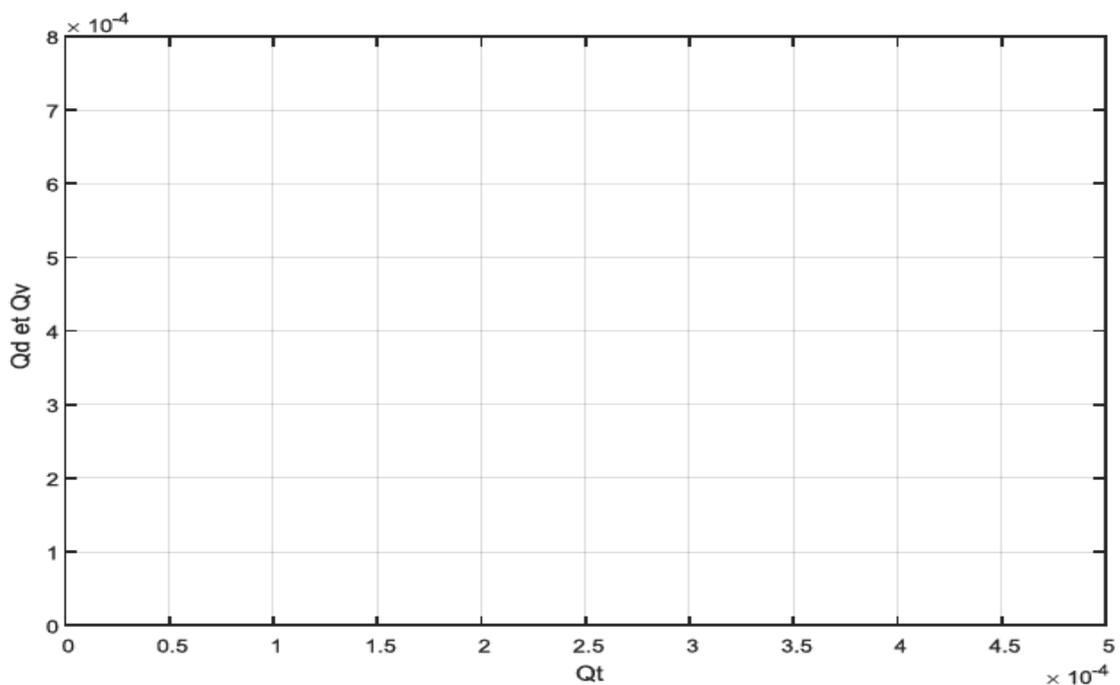
Les valeurs moyennes de K_V et de K_D sont :

$$K_V =$$

$$K_D =$$

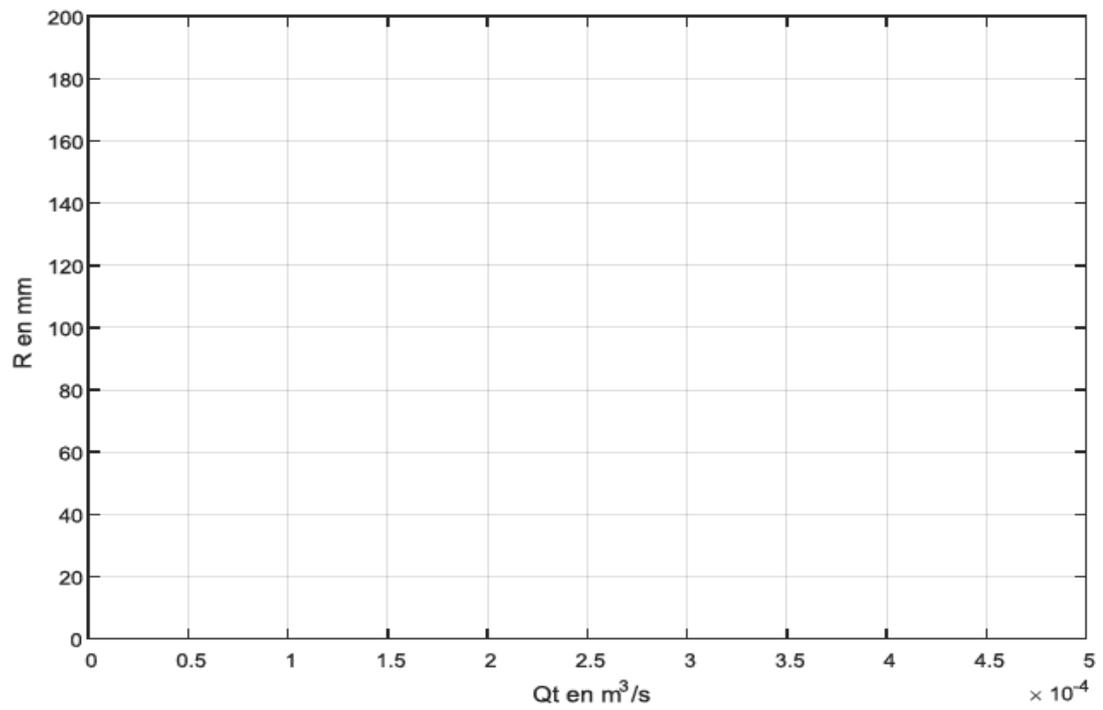
4°/ Graphe de Q_D et de Q_V en fonction de Q_T :

Dans le graphique, les croix bleues représentent Q_D en fonction de Q_T , les cer orange représentent quant à eux Q_V en fonction de Q_T :



**5°/ Courbe d'indication du rotamètre en fonction de Q_T Equatio
d'étalonnage du rotamètre :**

La courbe est la suivante :



Conclusion :