

TP DE MÉCANIQUES DES FLUIDE N°1 : DEBITMETRIE

I – But de la manipulation :

PRÉPARÉ PAR

RACHID RHIOUI

HICHAM MOUJANI

REDOUANE IBN ELHAKIM

OMAR ELHAMDAOUI

GROUPE : 4

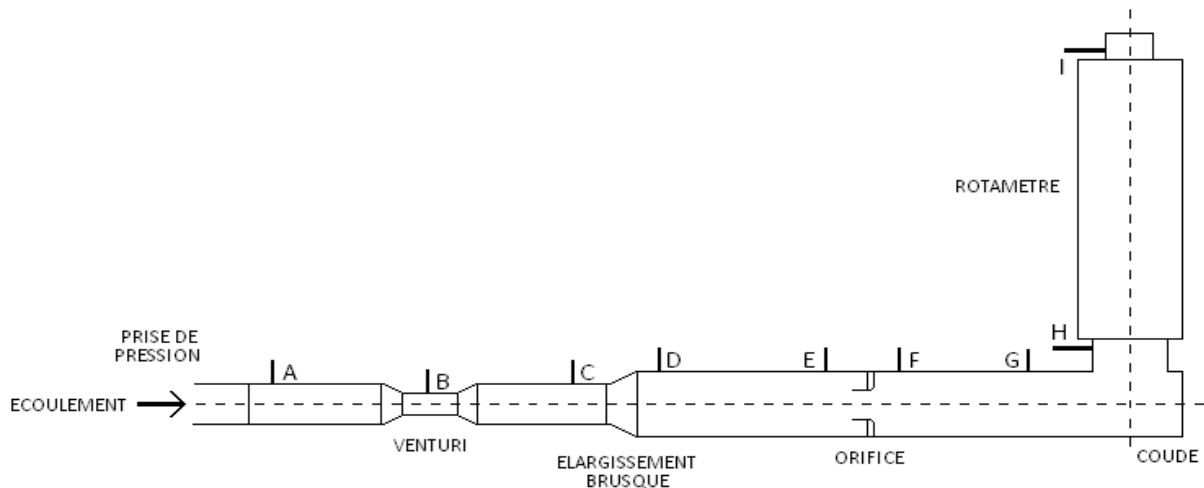
Cette manipulation permet une familiarisation avec les méthodes courantes de mesure de débit d'un fluide compressible et au même temps une démonstration de l'application du théorème de Bernoulli.

Les mesures de débit s'effectuent avec un venturi, un diaphragme, un rotamètre et un déversoir et sont ensuite comparées à celles fournies par le banc hydraulique.

Les pertes de charge introduites par chaque appareil, par un coude 90° et par un diffuseur sont mesurées directement et comparées entre elles au moyen d'un débitmètre

II-DESCRIPTION DE L'APPAREIL DE MESURE :

L'appareil d'étude des méthodes de mesure de débit est représenté schématiquement sur la figure 1 :



L'eau pénètre par un débitmètre à venturi en Plexiglas, équipé de prises de pression à son entrée, à l'étrangement et la sortie. L'eau s'écoule ensuite dans un divergent puis dans une conduite droite, avant de passer dans un diaphragme.

Après ce diaphragme, l'eau se trouve dans un rotamètre. L'écoulement de l'eau maintient le flotteur à une certaine hauteur indiquée par les graduations, correspondant à un débit. À la sortie, l'eau peut se déverser dans un bassin du banc hydraulique d'alimentation ou trouver un déversoir rectangulaire.

III- ETUDE THEORIQUE :

III-1 Equation de Bernoulli ou de conservation de l'énergie :

Pour un fluide réel, et si on considère le tube de courant de la figure, dans un écoulement permanent, l'équation de Bernoulli peut être généralisée sous la forme suivante :

$$\frac{p_1}{\rho g} + \frac{U_1^2}{2g} + z_1 = \frac{p_2}{\rho g} + \frac{U_2^2}{2g} + z_2 + \Delta H_{12}$$

$\frac{p_1}{\rho g}$: est la hauteur associée à l'énergie potentielle de pression.

$\frac{U_1^2}{2g}$: est la hauteur associée à l'énergie cinétique (U est la vitesse moyenne dans une Section).

Z : est la cote du centre de gravité d'une section de passage du fluide,

$\frac{p}{\rho g} + \frac{U^2}{2g} + z$ Est la charge totale dans une section.

ΔH_{12} : représente la perte de charge apparente entre les sections 1 et 2

$\frac{p}{\rho g} + z$: est la hauteur piézométrique, appelée aussi hauteur manométrique.

On note :

$$h = \frac{p}{\rho g} + z \quad (2)$$

III-2 Equation de continuité ou de conservation de débit

Entre la section 1 et 2 la conservation de débit se traduit par :

$$Q_v = S U = C^{ste} = S_1 U_1 = S_2 U_2 \quad (3)$$

IV- Calcul des débits :

IV-1 cas du venturi :

L'application du théorème de Bernoulli et de l'équation de conservation de débit entre A et B nous permet de calculer la valeur théorique du débit Q_{th} .

Supposons que le fluide (ici de l'eau) est parfait ($\Delta H_{12} = 0$), l'équation (1) devient :

$$h_A + \frac{UA^2}{2g} = h_B + \frac{UB^2}{2g} \quad (4)$$

L'équation (3) devient $S_A U_A = S_B U_B \quad (5)$

(4) et (5) donnent le débit qui traverse le venturi :

$$Q_{th} = S_B \sqrt{\frac{2g(h_A - h_B)}{1 - \left(\frac{S_B}{S_A}\right)^2}}$$

A.N $Q_{venturi} = \frac{\pi}{4} \times 0.016^2 \times \sqrt{\frac{2 \times 9.81 \times (h_A - h_B)}{1 - \left(\frac{0.016^2}{0.026^2}\right)^2}}$

Remarque: le diamètre de la surface de la surface S_E est 51 mm et celui de S_F est de 20 mm.

Le débit réel (expérimental) est tel que :

En réalité le débit réel Q_r qu'on obtient par pesée chronomètre dans le bac, est inférieur au débit théorique Q_{th} . on écrit : $Q_r = K Q_{th}$

Où K est le coefficient de perte de charge, K est fonction de la géométrie de l'appareil, il est déterminé par étalonnage.

IV-2 cas du diaphragme ou orifice :

Comme dans le cas venturi, l'application du théorème de Bernoulli et l'équation de conservation de débit entre E et F nous permet de calculer le débit théorique Q_{th} qui traverse l'orifice :

$$Q_{th} = S_F \sqrt{\frac{2g(h_E - h_F)}{1 - \left(\frac{S_F}{S_E}\right)^2}}$$

A.N $Q_{orifice} = \frac{\pi}{4} \times 0.02^2 \times \sqrt{\frac{2 \times 9.81 \times (h_E - h_F)}{1 - \left(\frac{0.02^2}{0.051^2}\right)^2}}$

Remarque: le diamètre de la surface de la surface S_E est 51 mm et celui de S_F est de 20 mm.

Le débit réel (expérimental) est tel que : $Q_r = K Q_{th}$

K est un coefficient de perte de charge introduite par l'orifice. K est fonction de la géométrie de l'appareil est déterminé par étalonnage.

IV-3 Cas du rotamètre :

L'application de l'équation de conservation de débit permet d'écrire :

$$Q_v = U \cdot \pi \cdot r_f \cdot \delta$$

-pour un tube de section constante :

$$\delta = r_t - r_f$$

Avec : r_t et r_f étant respectivement la hauteur ou le flotteur est en équilibre.

La courbe d'étalonnage illustré à la figure 6 (polycopié) à nous permet de calculer le débit à partir des hauteurs du flotteur dans le rotamètre de l'expérience.

V- Calcul de perte de charge :

Considérons l'équation (1):

$$\Delta H_{12} = (h_1 - h_2) + \left(\frac{U_1^2}{2g} - \frac{U_2^2}{2g} \right)$$

Où h_1 et h_2 sont les hauteurs piézométriques.

La perte de charge entre les sections A et B du venturi est :

$$\Delta H_A^B = (h_A - h_B) + \left(\frac{U_A^2}{2g} - \frac{U_B^2}{2g} \right)$$

et celle entre les sections E et F de l'orifice est :

$$\Delta H_E^F = (h_E - h_F) + \left(\frac{U_E^2}{2g} - \frac{U_F^2}{2g} \right)$$

VI- Mode opératoire :

L'appareil étant branché au banc hydraulique, on purge les conduites et le multimanomètre.

TP N°1 de mécanique des fluides

On règle ensuite la pression d'alimentation pour obtenir une hauteur manométrique de 200 mm pour un débit nul (la vanne aval étant fermée).

L'appareil est alors mis à niveau en se référant au multimanomètre. On peut ensuite procéder aux mesures suivantes pour différentes valeurs du débit.

VII- Mesure et exploitation des résultats :

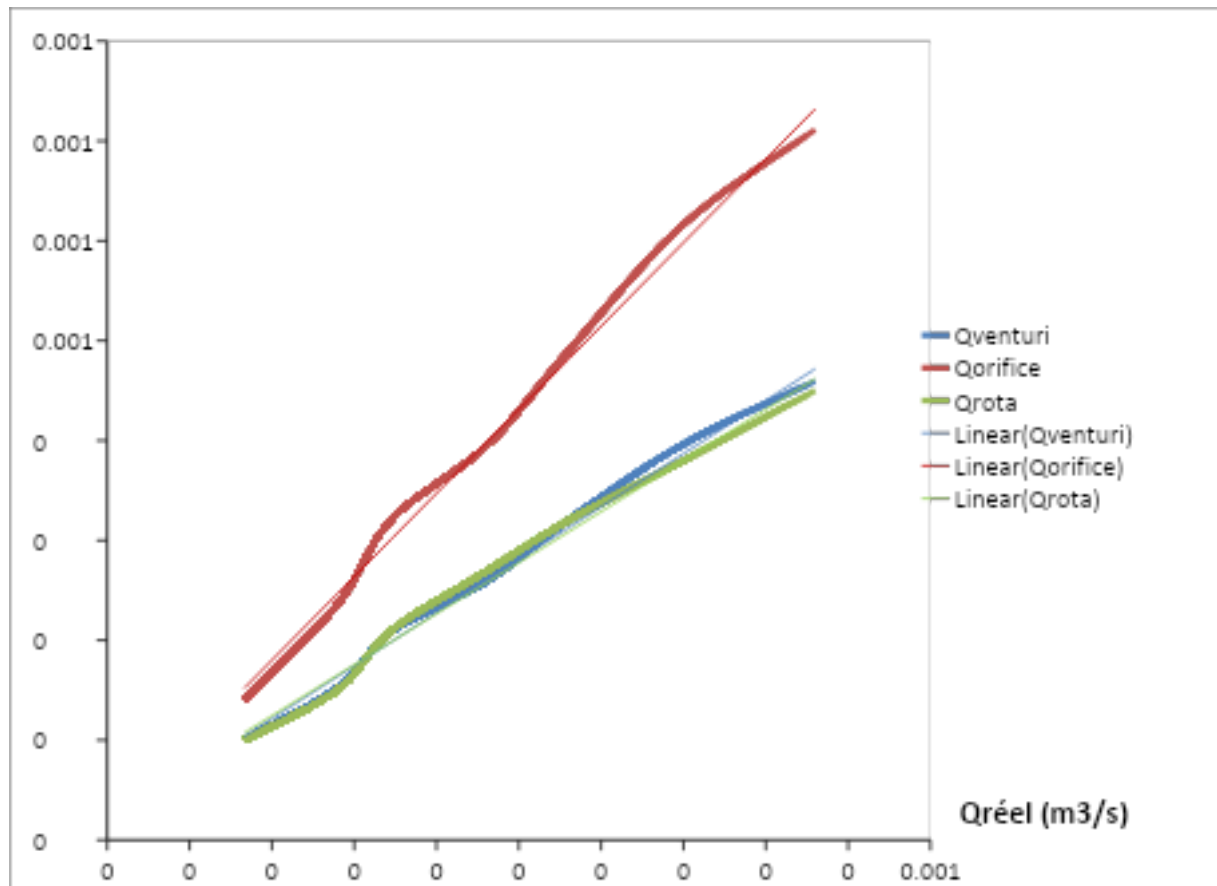
VII-1 On remplit le tableau suivant :

Essai n°	Hauteurs manométrique en mm						Rota cm	Banc I	Temp s s
	A	B	C	D	E	F			
1	191	180	190	190	190	180	3	5	60
2	195	170	191	191	193	165	6	5	35.75
3	200	153	192	195	197	145	9	5	28.94
4	209	136	197	200	204	125	12	5	21.63
5	221	110	204	209	215	94	15	5	17.84
6	238	68	215	225	234	42	18	5	14.27
7	264	36	231	243	255	0	21	5	11.63

On donne ainsi les valeurs du débit théorique de chaque appareil en fonction du débit réel (débit du bac) dans le tableau suivant :

$Q_{réel} (\frac{m^3}{s})$	$Q_{venturi} (\frac{m^3}{s})$	$Q_{orifice} (\frac{m^3}{s})$	$Q_{rotamètre} (\frac{m^3}{s})$
0,000833333	0,000100923	0,00014083	0,0001
0,00013986	0,000152147	0,00023565	0,00015
0,000172771	0,000208613	0,00032114	0,00021
0,00023116	0,000259989	0,00039583	0,00027
0,000280269	0,000320594	0,00048988	0,00032
0,000350385	0,000396751	0,00061709	0,00038
0,000429923	0,000459474	0,00071116	0,00045

Le tracé de ces valeurs donne les courbes :



On trouve pour chaque courbe le coefficient de perte de charge k .

Les courbes doivent être avoir une équation de forme $y = ax$, et non pas $y = ax + b$, les termes b de chaque équation est due à les erreurs expérimentales et de calcul :

Donc Les coefficient de perte de charge de chaque appareil sont :

	orifice	Venturi	Rotamètre
K	1.6729	1.0615	1.0224

Commentaire des résultats :

On constate que la constante de perte de charge K diffère d'un appareil à un autre, et aussi que le rotamètre est l'appareil qui nous donne la valeur la plus proche du débit réel ($K \approx 1$), le diaphragme à le coefficient le plus élevé, donc c'est le plus loin du débit réel.