

UNIVERSITE A. MIRA – BEJAIA
FACULTE DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT GENIE CIVIL

La remise de TP est programmée pour le

Prise N°1 et N°

MECANIQUES DES FLUIDES

TP MESURE DE DEBIT VENTURI

I. OBJECTIFS : Dans ce TP, nous allons étudier la mesure des débits par le système Venturi.

- Etudier les caractéristiques d'un venturi
 - Appliquer les notions fondamentales sur les écoulements -
- Développer la loi sur l'énergie : équation de Bernoulli
- Déterminer et évaluer une perte de charge singulière

N°	NOMS	PRENOMS	GROUPE
01			
02			
03			
04			
05			

**2ème Année Licence
2022-2023**

I. THEORIE :

Le venturi est composé d'un convergent, d'une partie droite et d'un divergent. Nous mesurons les pressions statiques en A et B (figure 3.4).

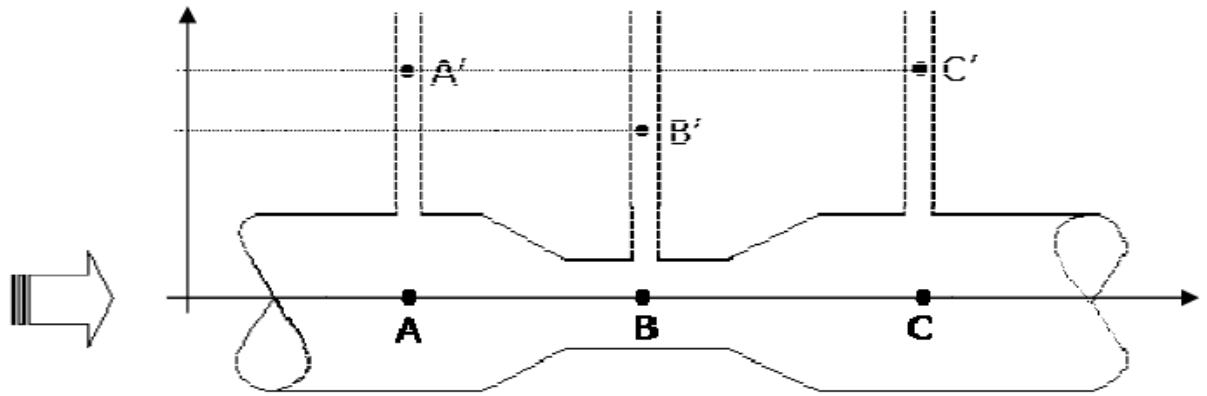


Figure 3.4 : Phénomène de venturi

Nous avons les pressions suivantes :

$$\begin{cases} P_A = P_{A'} + \rho g z_{A'} \\ P_B = P_{B'} + \rho g z_{B'} \\ P_C = P_{C'} + \rho g z_{C'} \end{cases} \quad \text{ou } P_{A'} = P_{B'} = P_{C'} = P_{atm}$$

Appliquons Bernoulli sur la ligne de courant passant par A, B et C :

$$\begin{aligned} P_A + \rho g z_A + \frac{1}{2} \rho V_A^2 &= P_B + \rho g z_B + \frac{1}{2} \rho V_B^2 = P_C + \rho g z_C + \frac{1}{2} \rho V_C^2 \\ P_{atm} + \rho g z_{A'} + \frac{1}{2} \rho V_A^2 &= P_{atm} + \rho g z_{B'} + \frac{1}{2} \rho V_B^2 = P_{atm} + \rho g z_{C'} + \frac{1}{2} \rho V_C^2 \\ z_A &= z_B = z_C = 0 \\ z_{A'} + \frac{1}{2} \frac{V_A^2}{g} &= z_{B'} + \frac{1}{2} \frac{V_B^2}{g} = z_{C'} + \frac{1}{2} \frac{V_C^2}{g} \end{aligned}$$

On sait que par ailleurs que le débit volumique est conservé :

$q_V = S_A V_A = S_B V_B = S_C V_C$ (on suppose que la vitesse est uniforme sur une même section).

Remarquons que : $S_A > S_B \Rightarrow V_B < V_A \Rightarrow z_{A'} > z_{B'}$

Et que si : $S_A = S_C$ alors $V_B = V_C$ et $z_{A'} = z_{C'}$

La 3^{ème} sonde ne servira que pour une étude des pertes de charge.

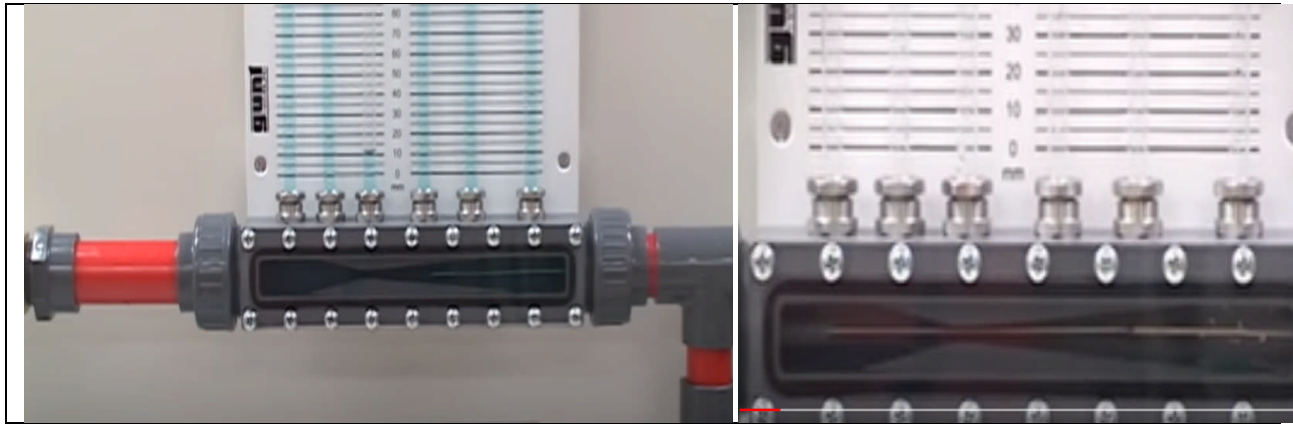
$$z_{A'} + \frac{1}{2} \frac{V_A^2}{g} = z_{B'} + \frac{1}{2} \frac{V_B^2}{g} \Rightarrow \Delta Z = z_{A'} - z_{B'} = \frac{1}{2g} (V_B^2 - V_A^2)$$

$$S_A V_A = S_B V_B \Rightarrow V_B = V_A \frac{S_A}{S_B}$$

$$\Delta Z = \frac{1}{2g} V_A^2 \left(\frac{S_A^2}{S_B^2} - 1 \right) \quad \text{soit} \quad V_A = \sqrt{\frac{2g\Delta Z}{(S_A^2/S_B^2 - 1)}}$$

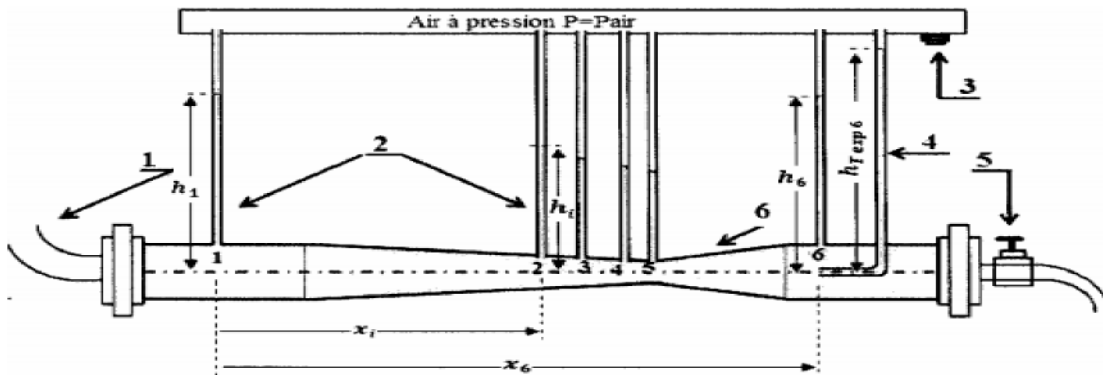
Le débit dans la conduite s'obtient par : $q_v = S_A \sqrt{\frac{2g\Delta Z}{(S_A^2/S_B^2 - 1)}}$

II. MANIPULATION :



II.1 Matériel utilisé :

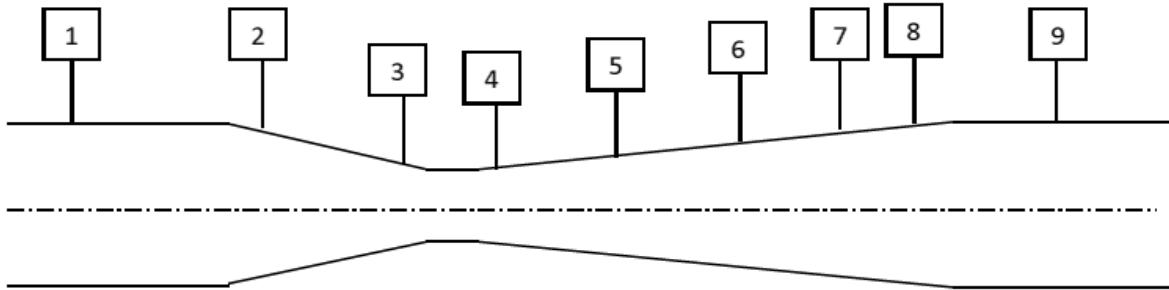
1. Six tubes piézométriques installés verticalement à la conduite, ils permettent de mesurer les pressions statiques.
2. Deux réservoirs (amont et aval).
3. Conduite cylindrique relie entre les réservoirs et le venturi.
4. Venturi pour mesurer le débit.
5. Pompe à eau qui fait monter l'eau au réservoir amont et recueille l'eau qui arrive du réservoir aval.
6. Une vanne pour le réglage du débit (sous forme d'un entonnoir). Tableau gradué en millimètre qui sert à donner les hauteurs piézométriques pour chaque tube et réservoir



- | | | |
|------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| 1. Alimentation | 2. Prises des pressions statiques | 3. Purgeur |
| 4. Prise de pression d'arrêt | 5. Robinet de réglage | 6. Convergent-divergent |

II.2. CALCULS :

- Le débit volumique Q_v est mesuré en recueillant l'eau sortant de l'appareil dans le réservoir de mesure du débit du banc hydraulique.
- On relève les hauteurs h_i correspondantes sur les tubes manométriques.
- Pour étudier la répartition des pressions dans le venturi, il est commode de relever les pressions données par tous les tubes manométriques pour une ou deux valeurs du débit.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Diamètre (mm)	26	23,2	18,4	18,47	20,16	21,84	23,53	25,21	26

Les mesures des pressions aux différentes prises de pression est résumé sur le tableau suivant :

Δt (s)	M(kg)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
27	2	188	178	70	16	42	74	80	110	124
18,5	2,5	194	182	74	15	44	78	98	120	130
18,63	3	192	182	74	14	48	62	88	120	131
21,79	3,5	190	180	70	8	46	80	100	120	133
24,84	4	184	174	68	9	44	74	96	115	127
29,21	4,5	201	190	76	12	54	84	108	126	138
30,73	5	192	187	74	14	52	82	115	120	131
33,49	5,5	200	190	78	14	56	86	108	126	138

- Tracer l'évolution de la hauteur piézométrique le long de la conduite

On va s'intéresser à la prise N°1 et N°4

M(kg)	Δt (s)	h_1 (mm)	h_4 (mm)	(ΔH)	Q_{mexp} (Kg/s)	Q_{vesp} (l/mn)	Q_{vth} (l/mn)	C
2	27	188	16					
2,5	18,5	194	15					
3	18,63	192	14					
3,5	21,79	190	8					
4	24,84	184	9					
4,5	29,21	201	12					
5	30,73	192	14					
5,5	33,49	200	14					

- Compléter le tableau :

Le débit massique est calculé par :

$$Q_{m\text{exp}} = \frac{\text{Masse}}{\text{temps}} \quad \left[\frac{\text{kg}}{\text{s}} \right]$$

$$Q_{v\text{exp}} = \frac{Q_{m\text{exp}}}{\rho} \quad \left[\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right]$$

$$Q_{v\text{th}} = S_1 \sqrt{\frac{2g\Delta h}{\frac{S_1^2}{S_4^2} - 1}} \quad \left[\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right]$$

Dans la pratique la valeur expérimentale du débit est inférieure à celle calculée par la théorie, et cela est dû aux pertes de charge entre deux points qui n'ont pas nécessairement la même vitesse, par la suite l'expression du débit devient :

$$Q_{v\text{exp}} = C Q_{v\text{th}} \quad \rightarrow C = \frac{Q_{v\text{exp}}}{Q_{v\text{th}}}$$

- Tracer sur le même graphe Q_v et $Q_{v\text{th}}$

Pour un débit donné:

$\Delta t(\text{s})$	$M(\text{kg})$
18.63	3

$$Q_m = \frac{3}{18.63} = 0.161 \quad \left[\frac{\text{kg}}{\text{s}} \right]$$

$$Q_v = \frac{0.161}{1000} = 0.161 \cdot 10^{-3} \quad \left[\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right] \quad \rightarrow \quad Q_v = 0.161 \cdot 10^{-3} \cdot 10^3 \cdot 60 = 9.66 \quad \text{l/min}$$

-Compléter le tableau :

$$V_i = \frac{Q_{vi}}{S_i} \quad \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

$$H_i = h_i + \frac{V_i^2}{2g} \quad [m]$$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Diamètre (mm)	26	23,2	18,4	18,47	20,16	21,84	23,53	25,21	26
Section (mm ²)									
hi (mm)	192	182	74	14	48	62	88	120	131
Vi (m/s ²)									
Hi (mm)									

- Tracer sur le même graphe h_i , v_i , commenter