

## TP N°2 : Calcul coefficient de débit volumique

### I. Partie théorique

#### I.1 Calcul des débits par exploration du champ de vitesse (Tube de Pitot)

Généralement, pour les gaz, les mesures de vitesses destinées à déterminer le débit se font avec un tube de Pitot. La méthode consiste à explorer le champ des vitesses dans une section droite ( $S$ ) de l'écoulement. On mesure la vitesse ( $v_i$ ) au centre de chaque surface de mesure ( $S_i$ ) traversée par un débit  $Q_{v_i}$ . Le débit total est calculé par intégration graphique de la courbe de vitesse en fonction de la surface  $S = f(v)$  :

$$Q_v = \int_S v dS \quad (I.1)$$

Le calcul peut se faire par la méthode des trapèzes, dont  $Q_v$  s'exprimera alors par :

$$\begin{aligned} Q_v &= \sum_{i=1}^{i=n} v_i S_i \Leftrightarrow Q_v = S_1 v_1 + \dots + S_n v_n \\ &\Leftrightarrow Q_v = (S/n)(v_1 + \dots + v_n) \\ &\Leftrightarrow Q_v = S \cdot v_m \end{aligned} \quad (I.2)$$

D'où :

- $v_m$  ; est la vitesse moyenne
- $v_i$  ; est la vitesse locale en point i
- $dS$  ; est la section de la vitesse locale en point i

#### I.2 Calcul des débits par la mesure de pression (Tube de Venturi)

Ce dispositif comporte successivement un premier tube tronconique convergent, suivi d'un tube cylindrique de section réduite  $S_5$ , puis d'un deuxième tube tronconique appelé divergent figure (I.1).

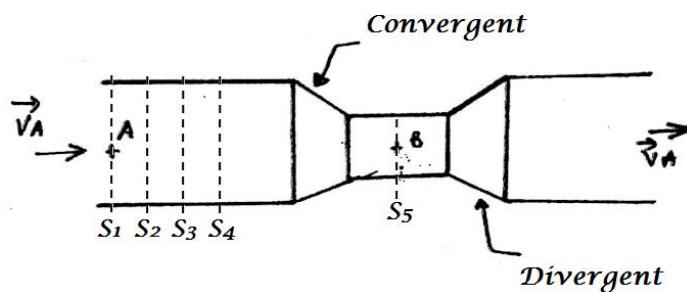


Figure (I.1) : Tube de venturi

Considérons les deux points A et B sur l'axe horizontal du tube, situés respectivement en amont du convergent et dans le tube de section réduite.

Si on néglige les pertes de charge, qui s'avère être faible, et si l'on admet dans un premier temps que les coefficients  $\alpha_A$  et  $\alpha_B$  sont voisines de 1, l'équation de Bernoulli entre les deux point A et B nous donne :

$$P_A - P_B = \Delta P = \frac{1}{2} \rho (V_B^2 - V_A^2) \quad (I.3)$$

A partir du rapport de diamètre  $\beta = \frac{D_5}{D_1}$ , il est possible de relier  $\Delta P$  au débit  $Q_v$  au moyen de la relation :

$$Q_v = S_1 V_A = S_5 V_B = cst \Rightarrow V_A = V_B \left( \frac{D_5}{D_1} \right)^2 = \beta^2 V_B = \beta^2 \frac{Q_v}{S_5}$$

La relation (I.3) devient :

$$\begin{aligned} \Delta P &= \frac{1}{2} \rho (V_B^2 - \beta^4 V_B^2) = \frac{1}{2} \rho \frac{Q_v^2}{S_5^2} (1 - \beta^4) \\ &\Leftrightarrow \\ Q_v &= S_5 \sqrt{\frac{2 \Delta P}{\rho (1 - \beta^4)}} \end{aligned} \quad (I.4)$$

Cette relation traduit la relation entre le débit et  $\Delta P$ .

En pratique la formule (I.3) ne tient pas compte de la perte de charge, ni du fait qu'à la sortie du convergent, la veine subit une contraction dans laquelle la section devient inférieure à  $S_5$ . Aussi introduit-on un coefficient correcteur  $Cq$  appelé coefficient de débit, qui prend en compte tous les effets des phénomènes négligés dans la relation (I.3), compris les coefficients d'énergie cinétique  $\alpha_A, \alpha_B$ , on obtient :

$$Q_v = Cq S_5 \sqrt{\frac{2 \Delta P}{\rho (1 - \beta^4)}} \quad (I.5)$$

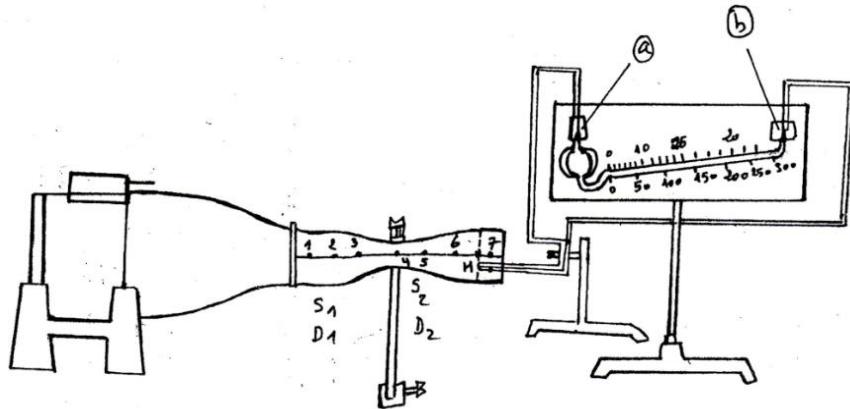
## II. Partie expérimentale

### II.1 Manipulation

Le montage de la manipulation représentée dans la figure ci-dessous, contient ;

- Un ventilateur aspirant refoulant
- Un tube de venturi
- Un tube de Pitot

- Un manomètre de précision
- Thermomètre



**Figure (II.1) : Montage de la manipulation**

## II.2 Partie II : Mesure des pressions et calcul de coefficient de débit volumique (Tube de venturi)

### II.2.1 Mode opératoire

Cette fois, on fixe l'écoulement (1), puis la prise de pression se fait en différentes stations de tube tronconique convergent ( $S_1, S_2, S_3, et S_4$ ) par rapport à la station de la section réduite ( $S_5$ ).

### II.2.2 Travail demandé

1. En utilisant les vitesses locales calculées par la mesure de pression en fonction de tube de Pitot (Partie I), Tracer la courbe  $D^2 = f(v_i)$  .
2. A partir de la courbe, déduire le débit volumique  $Q_v$  .
3. Mesurer la différence de pression entre les stations ( $S_1, S_2, S_3, et S_4$ ) et station ( $S_5$ ) .
4. Calculer le coefficient de débit (d'étalonnage)  $Cq$  pour chaque mesure.
5. Tracer la courbe  $Cq = f(S_i)$  , et discuter les résultats.