

# Cours 6: Mesures des débits, des vitesses et des pressions

---

Le transport des fluides industriels dans les conduites et les mesures de leurs débits sont nécessaires pour la plus part des opérations de la production et de la commercialisation. Le débit est la quantité de matière ou de fluide, liquide ou gazeux, qui s'écoule par unité de temps.

En pratique on distingue deux débits :

- Débit massique  $Q_m$  qui s'exprime en kg/s
- Débit volumique  $Q_v$  qui s'exprime en  $m^3/s$

Si  $\rho$  est la masse volumique du fluide ( $kg/m^3$ ) on a la relation liant le débit-masse au débit volume :

$$Q_m = \rho \cdot Q_v$$

Les appareils mesurant le débit s'appellent débitmètres. Les appareils mesurant le volume de fluide (quelle que soit la durée) ou la masse écoulée s'appellent des compteurs.

Les débitmètres sont classés suivant des principes très divers, certains sont des appareils de laboratoire (à fil chaud, à laser, à effet Doppler) assurent les mesures de petit débit.

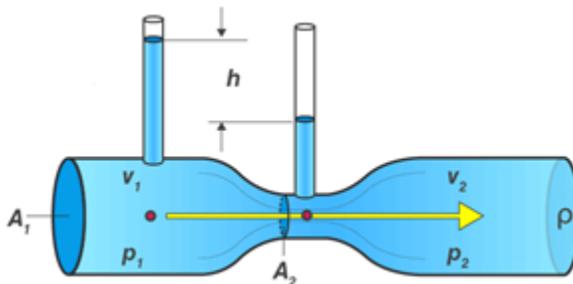
## 1. Les principaux débitmètres :

Déterminer le débit c'est mesurer le volume ou la quantité de matière qui traverse une surface donnée par unité de temps (la section de la conduite par exemple). C'est une notion très importante dont dépendent beaucoup de paramètres hydraulique.

Parmi les méthodes de mesures de débit :

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

### 1.1 Le Venturi :



Le tube de venturi est constitué d'un convergent suivi d'un divergent, il est caractérisé par une faible perte de charge et ne nécessite pas de longueur droite. Il est tout particulièrement adapté aux fluides chargés. Le venturi peut être réalisé en acier ou en alliages divers. Or l'expression du débit massique est donnée par la formule :

$$Q_m = \rho \cdot S_B \cdot v_B$$

Par cette méthode on déterminera le débit indirectement en calculant la vitesse du fluide au point B, sachant la différence de pression qu'il y a entre les points A et B sans tenir compte des pertes de charge :

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

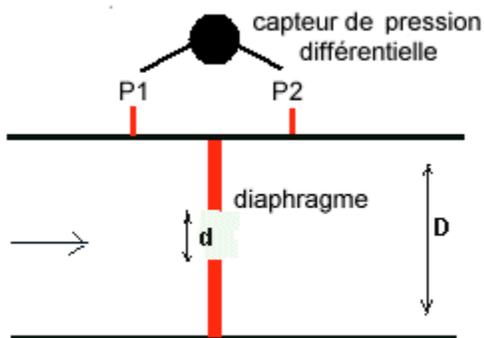
sachant que :

$$\frac{P_A - P_B}{\rho g} = x = h_A - h_b$$

A vrai dire les pertes de charge font en sorte que la valeur réelle  $v_{B'}$  est plus faible que la valeur  $v_B$  calculé théoriquement mais cela n'empêche que les 2 vitesses restent proportionnelles par un Coefficient  $K_v$  Tel que :

$$v_{B'} = K_v \cdot v_B$$

## 1.2. Diaphragme ou débit à pression différentielle :



Un resserrement de la conduite crée entre amont et aval une différence de pression  $Dp$  liée au débit par une relation de la forme :

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

La prise en compte des pertes de charge est là aussi matérialisée par la multiplication par un coefficient  $K_D$  ( $Q_D$ ,  $Q_T$  respectivement débits réelle et théorique).

$$K_D = Q_D / Q_T$$

### 1.3. Mesure de débit par un flotteur :

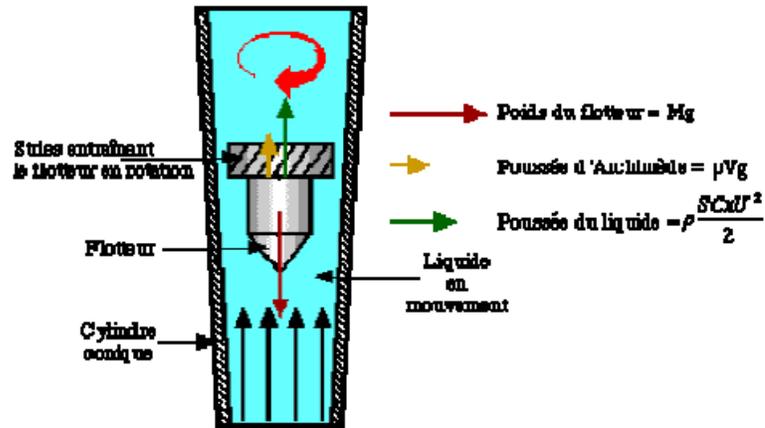


Figure IV.3 : Débitmètre à flotteur

Le flotteur est équilibré sous l'action :

- De la force de poussée d'Archimède
- De la traînée;
- De son poids.

$$\rho g V + C_x \frac{\rho S U^2}{2} = \rho_0 g V$$

$V$  : volume du flotteur de masse volumique  $\rho$

$U$  : vitesse du fluide de masse volumique  $\rho$

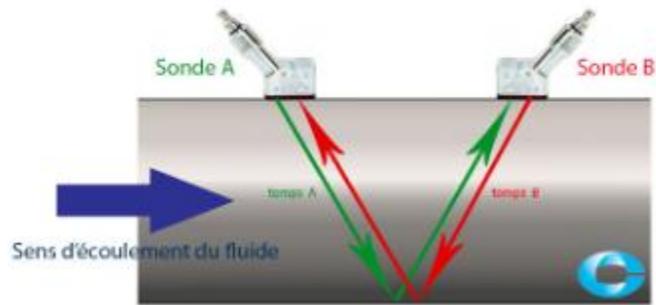
$C_x$  : coefficient de traînée et  $S$  la surface projetée sur un plan perpendiculaire à la vitesse ( $\propto r^2$ )

On déduit la vitesse du fluide à la position d'équilibre à partir de l'équation précédente, le diamètre du conduit varie linéairement avec la hauteur  $z$  :  $D = D_0 + az$

D'où le débit est :

$$Q = \sqrt{\pi} a z \sqrt{\frac{2gV}{C_x} \left( \frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)}$$

## 1.4 Le débitmètre à ultrasons



La mesure de vitesse se fait par une mesure de la différence des temps de transit de l'onde dans un fluide.

Cette différence est calculée entre le temps de parcours d'une onde ultrasonore d'une sonde A montée en amont par rapport à une sonde B montée en aval (sens d'écoulement du fluide) et entre le temps de parcours d'une onde ultrasonore d'une sonde B montée en aval par rapport à une sonde A montée en amont (sens opposé). Les sondes A et B sont alternativement émettrice et réceptrice de l'onde ultrason.