

# CHAPITRE 2 : PRESSION ET DEBIT DANS LES CANALISATIONS

## 1 Pression dans un fluide

### 1.1 Notion de pression

La pression est égale à la valeur de la force pressante sur la surface où s'exerce cette force. La pression s'exerce perpendiculairement à la surface considérée.

La Pression est donnée par la relation suivante :

$$P = \frac{F}{S}$$

avec P la pression en pascal (Pa), F la force en newton (N) et S la surface en mètre carré ( $m^2$ )

Remarque : Dans le système international, la pression s'exprime en pascals mais il existe de nombreuses autres unités comme le bar (1 bar =  $10^5$  Pa)

### 1.2 Mesure de la pression

La pression se mesure avec un manomètre. Il existe différents types de manomètres comme le manomètre à tube de Bourdon (Figure 1.) ou le manomètre à membrane (Figure 2.).

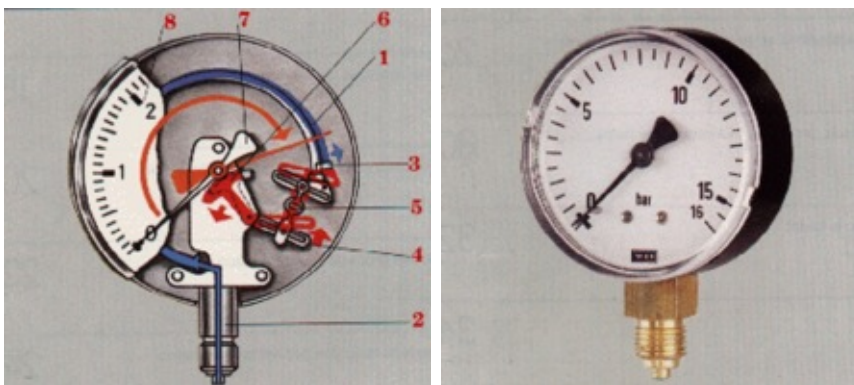


FIGURE 1 – Manomètre à tube de Bourdon

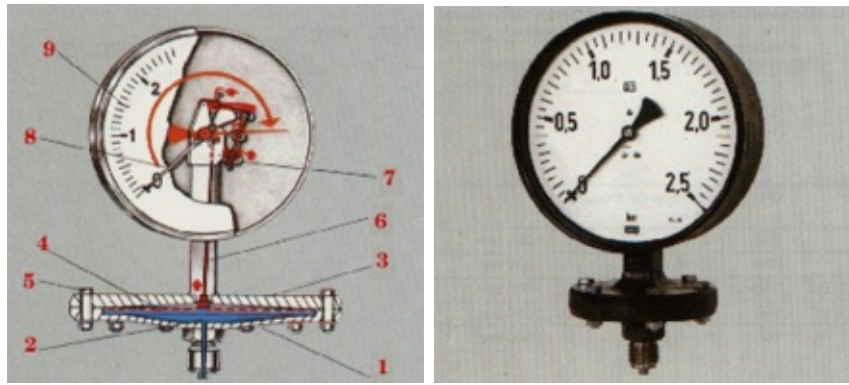


FIGURE 2 – Manomètre à membrane

### 1.3 Différentes mesures de pression

Les manomètres peuvent mesurer une pression :

- absolue
- relative
- différentielle

La pression absolue  $P_{abs}$ , c'est la valeur de la pression mesurée par rapport au vide. Elle correspond la pression réelle.

La pression relative  $P_{rel}$ , c'est la valeur de la pression mesurée par rapport à la pression atmosphérique. Elle correspond la différence de pression entre la pression absolue et la pression atmosphérique.

$$P_{rel} = P_{abs} - P_{atm}$$

La pression différentielle  $\Delta P$ , c'est la valeur de la différence entre deux pressions dont l'une sert de référence.

$$\Delta P = P_2 - P_1$$

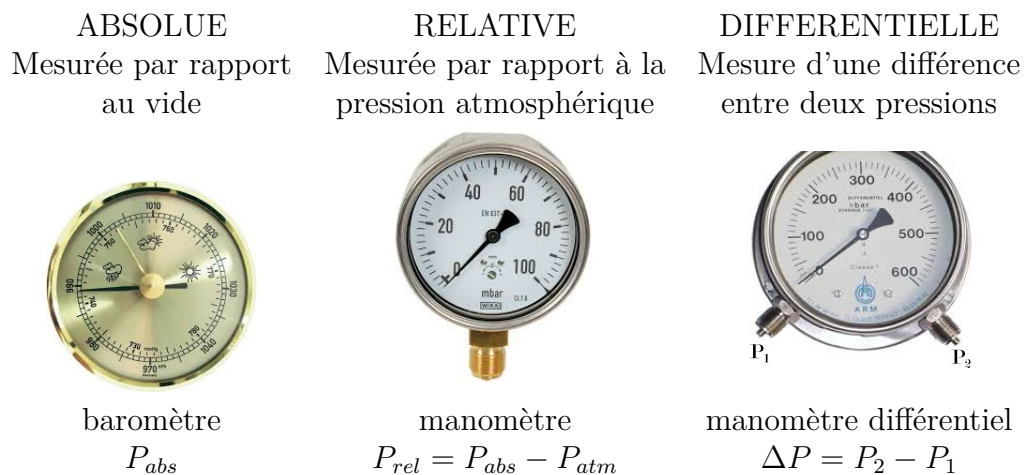


FIGURE 3 – Différentes mesures de pression

## 2 Principe fondamental de l'hydrostatique

On considère les pressions  $P_A$  et  $P_B$  en deux points A et B d'un fluide au repos. On note  $z_A$  et  $z_B$  les hauteurs respectives des points A et B. (Figure 4.)

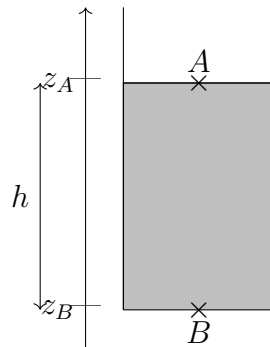


FIGURE 4 – Principe fondamental de l'hydrostatique

Les pressions  $P_A$  et  $P_B$  sont données par la relation (principe fondamental de l'hydrostatique) :

$$P_A + \rho g z_A = P_B + \rho g z_B$$

avec  $P_A$  et  $P_B$  pressions aux points A et B (Pa),  $\rho$  masse volumique du fluide ( $kg.m^{-3}$ ),  $g$  intensité de la pesanteur ( $m.s^{-2}$ ) et  $z_A$  et  $z_B$  altitudes des points A et B (m)

Si on note  $h$  la différence entre les altitudes  $z_A$  et  $z_B$  ( $h = z_A - z_B$ ), la relation précédente permet d'écrire la différence de pression entre les points A et B :

$$P_B - P_A = \rho g h$$



### 3 Écoulement stationnaire

Un écoulement est stationnaire si toutes les grandeurs physiques (pression, température, masse volumique, vitesse ...) qui le caractérisent en différents points du fluide ne dépendent pas du temps. Par exemple, pour un écoulement stationnaire la vitesse en différents points du fluide ne change pas au cours du temps. Cela signifie que les vitesses en ces différents points seront les mêmes à un autre instant  $t$ . Mais les vitesses en ces différents points peuvent être différentes. (Figure 5.)

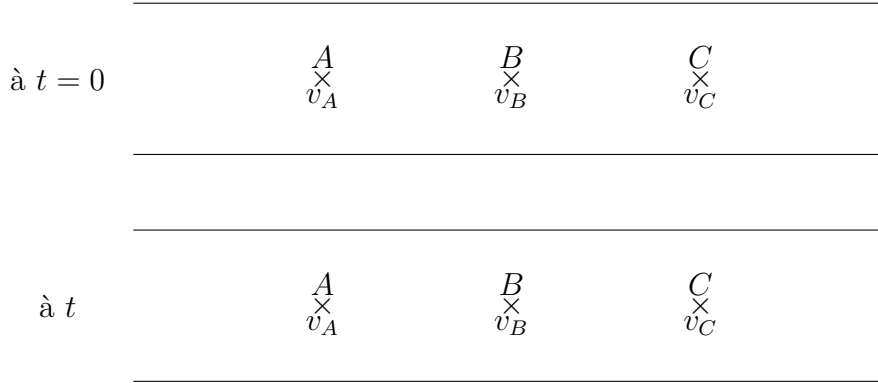


FIGURE 5 – *Écoulement stationnaire*

#### 3.1 Débits massiques et volumiques lors d'un écoulement stationnaire

##### 3.1.1 Débit volumique

Le débit volumique  $D_V$  est égal au volume écoulé par unité de temps :

$$D_V = \frac{V}{t}$$

avec  $D_V$  le débit volumique ( $m^3.s^{-1}$ ),  $V$  le volume ( $m^3$ ) et  $t$  le temps ( $s$ ).

Le débit se mesure à l'aide d'un débitmètre (débitmètre à venturi, débitmètre à ultrasons ...)

##### 3.1.2 Débit massique

Le débit massique  $D_m$  est égal à la masse écoulée par unité de temps :

$$D_m = \frac{m}{t}$$

avec  $D_m$  le débit massique ( $kg.s^{-1}$ ),  $m$  la masse ( $kg$ ) et  $t$  le temps ( $s$ ).

Remarque : Il existe une relation entre le débit volumique et le débit massique :

$$D_m = \rho \times D_V$$

avec  $D_m$  le débit massique ( $kg.s^{-1}$ ),  $\rho$  masse volumique du fluide ( $kg.m^{-3}$ ) et  $D_V$  le débit volumique ( $m^3.s^{-1}$ ).

#### 3.2 Vitesse moyenne d'écoulement

Lors d'un écoulement stationnaire, le débit volumique  $D_V$  est relié à la section  $S$  de la canalisation et à la vitesse moyenne d'écoulement par la relation :

$$D_V = v_{moy} \times S$$

avec  $D_V$  le débit volumique ( $m^3.s^{-1}$ ),  $v$  la vitesse ( $m.s^{-1}$ ) et  $S$  la surface de la section de la canalisation ( $m^2$ ).

### 3.3 Loi de conservation de la masse

En régime permanent, à chaque instant, la masse de fluide qui entre dans une canalisation est égale à la masse du fluide qui en sort. Le débit massique est donc le même à travers toutes les sections droites d'un même tube. (Figure 6.) On a la relation :

$$D_{m,1} = D_{m,2}$$

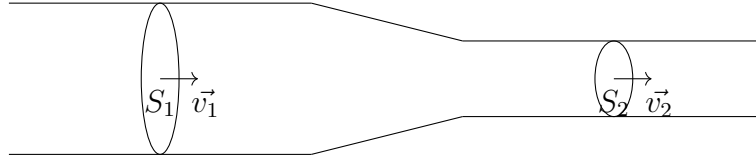


FIGURE 6 – Loi de conservation de la masse

Remarque : Si le fluide est incompressible (sa masse volumique est constante et ne dépend pas de la pression), le débit volumique est le même à travers toutes les sections droites d'un même tube et on a la relation :

$$D_{V,1} = D_{V,2}$$

### 3.4 Conservation des débits

On considère les débits  $D_{V1}$ ,  $D_{V2}$  et  $D_{V3}$  à travers les sections respectives différentes  $S_1$ ,  $S_2$  et  $S_3$  des trois canalisations. (Figure 7.) On a alors la relation :

$$D_{V1} = D_{V2} + D_{V3}$$

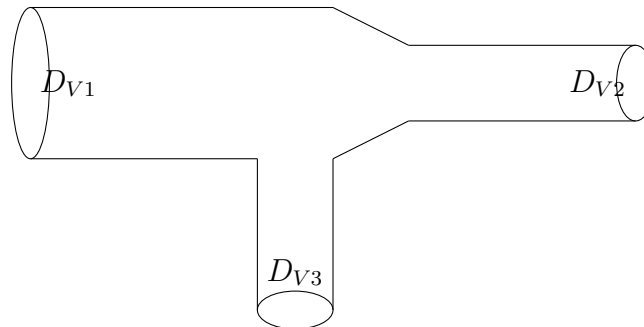


FIGURE 7 – Conservation des débits