

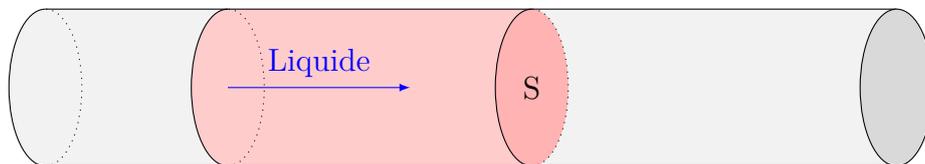
# CHAPITRE 9

## THÈME 2 : ANALYSER ET DIAGNOSTIQUER Écoulement, débit et pression d'un liquide

### 1 Débit et vitesse d'écoulement

#### 1.1 Débit volumique

Le débit volumique  $D$  d'un liquide correspond au volume de ce liquide qui s'écoule à travers une section  $S$  par unité de temps.



Le débit volumique est donné par la relation :

#### Expression du débit volumique

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

- $D$  : débit volumique ( $m^3.s^{-1}$ )
- $V$  : volume ( $m^3$ )
- $t$  : temps ( $s$ )

| **Remarque** : On peut utiliser d'autres unités pour le débit volumique :  $L.min^{-1}$  ou  $L.s^{-1}$

#### 1.2 Vitesse d'écoulement

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

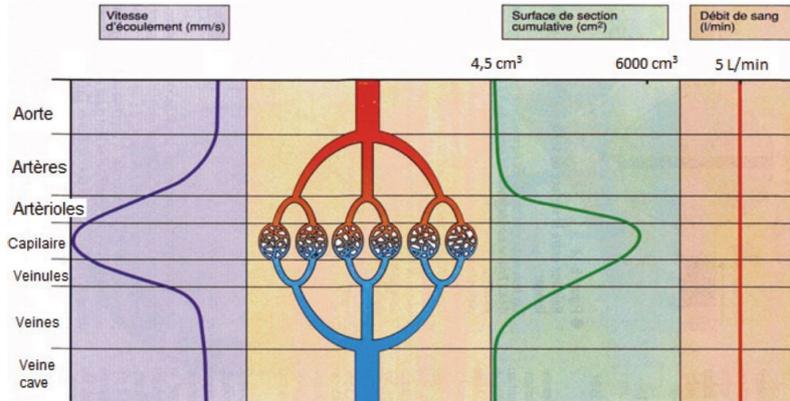
#### Relation entre débit et vitesse d'écoulement

$$D = v \times S$$

- $D$  : débit volumique ( $m^3.s^{-1}$ )
- $v$  : vitesse d'écoulement ( $m.s^{-1}$ )
- $S$  : surface de la section de la canalisation ( $m^2$ )

**Exemple :** La circulation systémique

Elle est aussi appelée grande circulation et elle correspond à la circulation du sang oxygéné qui part du cœur et qui se rend à tous les organes du corps.



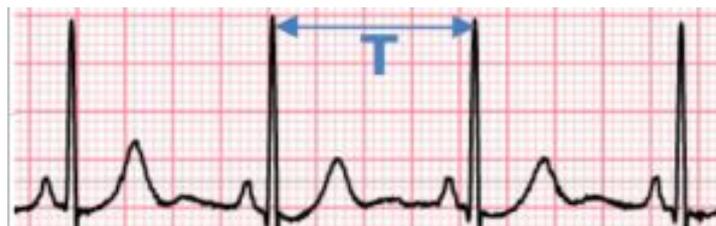
Sachant que le débit volumique du sang est constant, lorsque la surface de section cumulative augmente, la vitesse d'écoulement diminue.

## 2 Débit cardiaque, fréquence cardiaque et volume d'éjection systolique

### 2.1 Fréquence cardiaque

La fréquence cardiaque  $f_C$  correspond au nombre de battements en une minute. Elle se détermine par la mesure du pouls ou à l'aide d'un électrocardiogramme.

**Exemple :** Électrocardiogramme (ECG)



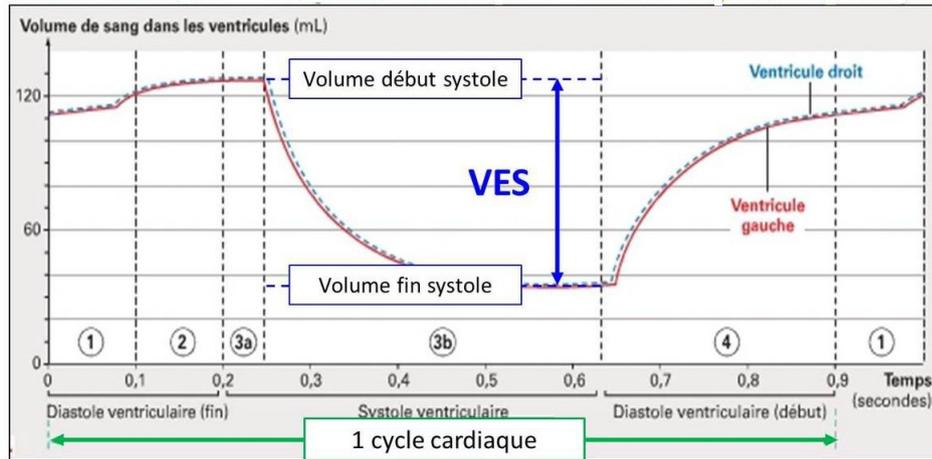
Le motif élémentaire de l'électrocardiogramme indique la valeur de la période  $T$ . Si on exprime la période  $T$  en minutes, on peut déterminer la fréquence cardiaque  $f_C$  :

$$f_C = \frac{1}{T}$$

### 2.2 Volume d'éjection systolique

A chaque battement, le cœur envoie dans le corps un volume de sang appelé volume d'éjection systolique noté  $V_{ES}$ . Il s'exprime en litre par battement ( $L \cdot \text{battement}^{-1}$ )

## Exemple : Cycle cardiaque



## 2.3 Débit cardiaque

Le débit cardiaque  $D_C$  est le volume total de sang envoyé dans le corps par minute.

### Expression du débit cardiaque

$$D_C = f_C \times V_{ES}$$

- $D_C$  : débit cardiaque ( $L.min^{-1}$ )
- $f_C$  : fréquence cardiaque ( $battement.min^{-1}$ )
- $V_{ES}$  : volume d'éjection systolique ( $L.battement^{-1}$ )

## 3 Pression dans un fluide

### 3.1 Notion de pression

La pression est égale à la valeur de la force pressante sur la surface où s'exerce cette force. On a la relation :

### Expression de la pression

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

- $P$  : pression en pascals ( $Pa$ )
- $F$  : force pressante en newtons ( $N$ )
- $S$  : surface où s'exerce la force ( $m^2$ )

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

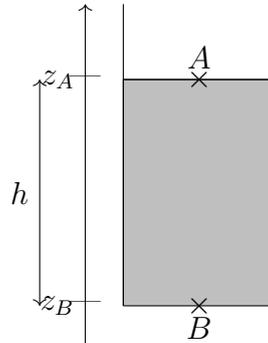
## 3.2 Variation de la pression avec la profondeur

Dans un liquide au repos, la pression dans le liquide augmente avec la profondeur. La pression dans le liquide dépend aussi de sa masse volumique  $\rho$ .

A la surface libre du liquide, la pression est égale à la pression atmosphérique :  $P = P_{atm}$

## 3.3 Loi fondamentale de la statique des fluides

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.



Les pressions  $P_A$  et  $P_B$  sont données par la relation :

### Loi fondamentale de la statique des fluides

$$\Delta P = P_B - P_A = \rho g(z_A - z_B)$$

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

### Loi fondamentale de la statique des fluides

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

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

## 4 La tension artérielle

### 4.1 Définitions

- La pression artérielle est la pression du sang dans l'artère. Elle est notée  $P_{artérielle}$  et est supérieure à la pression atmosphérique.
- La tension artérielle  $T$  est la différence entre la pression artérielle et la pression atmosphérique. Elle est exprimée en centimètres de mercure (cmHg).

## Tension artérielle

$$T = P_{\text{artérielle}} - P_{\text{atm}}$$

- $T$  : tension artérielle (cmHg)
- $P_{\text{artérielle}}$  : pression artérielle (cmHg)
- $P_{\text{atm}}$  : pression atmosphérique (cmHg)

La tension artérielle oscille entre deux valeurs :

- la tension diastolique : elle correspond au relâchement du cœur (valeur la plus faible)
- la tension systolique : elle correspond à la contraction du cœur (valeur la plus élevée)

**Exemple :** La tension d'un patient est de 12/8, cela signifie que la tension systolique est de 12 cmHg et que la tension diastolique est de 8 cmHg.

## 4.2 Principe de la mesure d'une tension

Pour mesurer une tension on utilise un tensiomètre, constitué d'un brassard gonflable et d'un manomètre. Le brassard est passé autour du bras (au niveau du cœur), puis gonflé. La pression exercée par le brassard comprime l'artère dans laquelle le sang ne peut plus passer.

Le brassard est ensuite lentement dégonflé. Le sang commence à circuler entraînant l'apparition d'un bruit. Au premier bruit détecté, on mesure la tension artérielle sur le manomètre (tension systolique). Lorsque les bruits cessent, l'artère est ouverte complètement : on mesure alors, sur le manomètre, la deuxième tension artérielle (tension diastolique).