

**HYDRAULIQUE – PRINCIPES GENERAUX****I – INTRODUCTION :**

Les fluides sont des corps dont les molécules sont très mobiles les unes par rapport aux autres. On peut les classer en 2 groupes : **les gaz et les liquides**.

Les gaz sont des fluides qui ont une compressibilité importante ; ce qui leur confère des propriétés particulièrement appréciées par les chimistes et les pneumaticiens.

Les liquides, quant à eux, sont des fluides très peu compressibles. C'est cette quasi-incompressibilité qui est utilisée en hydraulique pour l'obtention de pressions élevées et par là-même, une transmission de puissance mécanique.

Le transport d'un fluide est l'occasion de mettre en évidence un phénomène particulier. Les forces de cohésion intermoléculaire ont tendance à freiner l'écoulement du fluide. L'importance de ces forces est fonction de la composition chimique du fluide, ainsi que de son état physique.

Cette propriété du fluide est appelée **viscosité** et elle introduit les notions de fluide parfait et de fluide réel :

- un fluide parfait est un fluide dont les molécules se déplacent sans aucun frottement les unes par rapport aux autres (donc sans viscosité). Il s'agit en fait d'un modèle théorique ;
- un fluide réel est un fluide dont les molécules glissent les unes sur les autres en produisant des frottements. Tous les fluides utilisés sont des fluides réels.

Les effets de la viscosité ne se manifestant que lors de l'écoulement du fluide, on pourra assimiler un fluide réel au repos à un fluide parfait. En revanche, il sera nécessaire de tenir compte du phénomène de viscosité lors de l'écoulement du fluide.

**II – HYDROSTATIQUE :**

On définit **l'hydrostatique** par la branche de l'hydraulique qui étudie les propriétés des fluides au repos. Le domaine d'application se rapporte à la transmission des pressions d'après le principe de PASCAL.

**21 – la force :**

On appelle **FORCE** toute action qui tend à modifier l'état d'un corps. Elle s'exprime en **NEWTON** (symbole N).

La force est définie par son sens, son intensité, son point d'application et sa droite d'action.

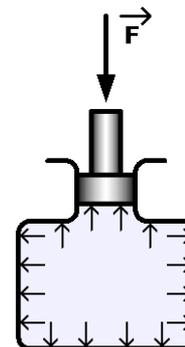
La représentation d'une force peut être concrétisée graphiquement.

**22 – La pression :**

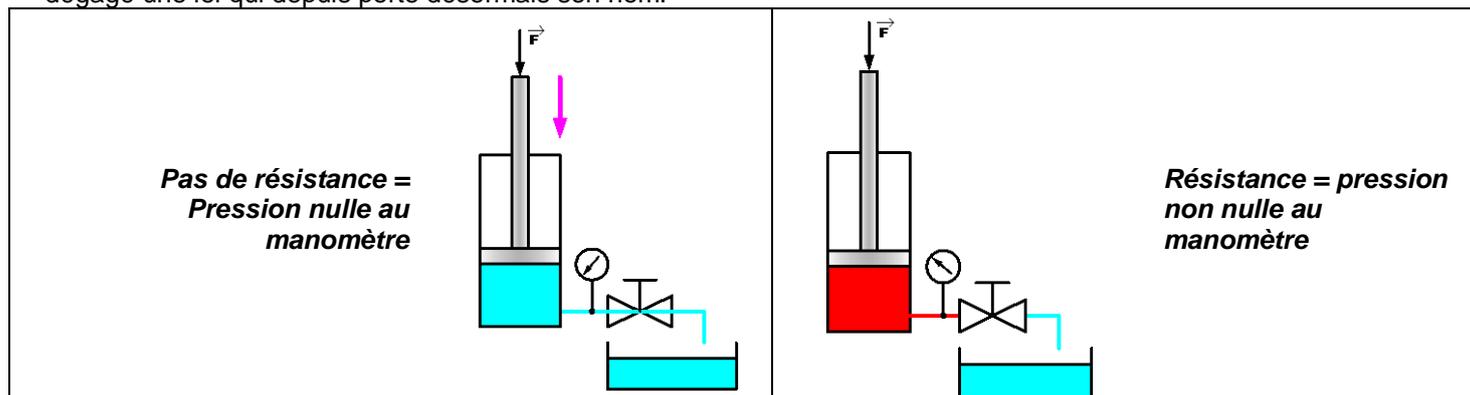
On appelle **PRESSION** une force par unité de surface. Elle s'exprime en **PASCAL** (symbole Pa) :  $1\text{Pa} = 1\text{N/m}^2$ .

En pratique, on utilise plus facilement le **BAR** :  $1\text{ bar} = 10^5\text{ PA}$ . Cette relation est juste à 2% près car  $10^5\text{ Pa}$  valent réellement 1,013 bars.

La pression est créée en poussant ou en pressant un fluide enfermé dans un récipient, ou en opposant une résistance à l'écoulement du fluide.

**Principe de PASCAL :**

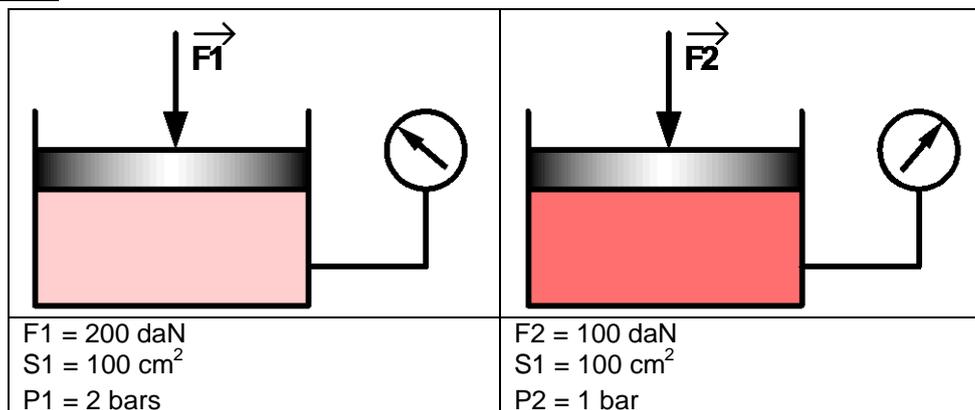
Au cours du 17<sup>ème</sup> siècle, Blaise PASCAL a étudié les propriétés des fluides et en a dégagé une loi qui depuis porte désormais son nom.



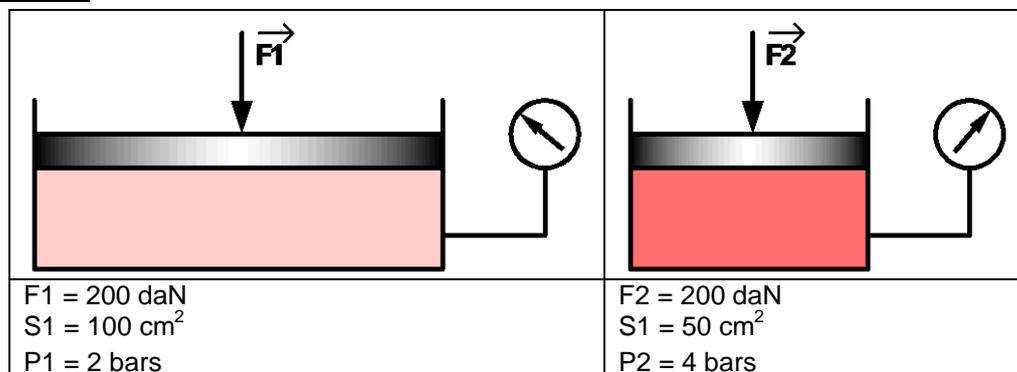
**HYDRAULIQUE – PRINCIPES GENERAUX**

**Le fluide étant au repos, la pression est identique en tout point du circuit, il s'agit du principe de PASCAL.**

**La pression exercée sur un liquide au repos est la même dans toutes les directions. La pression exercée sur un liquide enfermé se transmet intégralement dans toutes les directions et elle agit avec une force égale sur des surfaces égale.**

**Pression et charge :**

**Conclusion :** à section constante, si l'on augmente la charge, la pression augmente. **La pression dépend donc de la force.**

**Pression et surface :**

**Conclusion :** si l'on diminue la section en gardant la même force, la pression augmente. **La pression dépend aussi de la surface.**

**Synthèse :**

A pressions égales, les forces sont directement proportionnelles à la section.

- p : pression en Pa (Pascal)
- F : force en N
- S : section en m<sup>2</sup>

$$F = p \cdot S$$

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

**HYDRAULIQUE – PRINCIPES GENERAUX****III – HYDRODYNAMIQUE :**

On définit **l'hydrodynamique** par la branche de l'hydraulique qui étudie les propriétés des fluides en mouvement. Le domaine d'application se rapporte au débit et à la pression.

**31 – Pression dynamique :**

L'écoulement d'un fluide va mettre en évidence les conséquences de la viscosité, ainsi qu'une forme de pression liée à la vitesse de l'écoulement, la pression dynamique  $P_{dyn}$  :

- $P_{dyn}$  : pression en Pa (Pascal)
- $v$  : vitesse de l'écoulement en m/s
- $\rho$  : masse volumique du fluide en  $kg/m^3$

$$P_{dyn} = \frac{1}{2} \rho \cdot v^2$$

**32 – Le débit :**

Le débit exprime un volume de fluide qui s'écoule au travers d'une section droite par unité de temps. Il est désigné par la lettre «  $Q$  ». L'unité légale est le  $m^3/s$ .

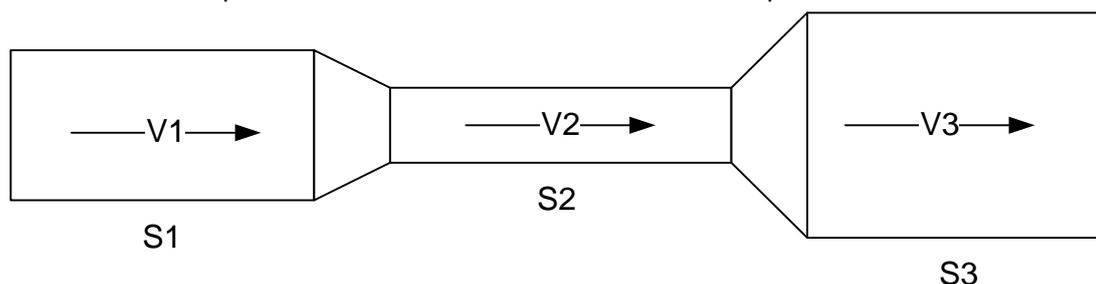
$S$  est la section de l'écoulement en  $m^2$  et  $v$  est la vitesse de l'écoulement en m/s.

$$Q = v \cdot S$$

Il est cependant plus commode d'utiliser le litre par minute (l/min) ; unité plus compréhensible que le  $m^3/s$ .

**Conservation du débit : équation de continuité :**

Le débit  $Q$  est constant en tout point d'un même circuit. Ce sont les vitesses qui vont varier en fonction des sections.



$$Q = v_1 \cdot S_1 = v_2 \cdot S_2 = v_3 \cdot S_3$$

Afin de limiter les pertes de pression causées par les turbulences dans les canalisations, au niveau industriel on admet en pratique les vitesses d'écoulement suivantes :

- Aspiration : 0,6 à 1,2 m/s ;
- Refoulement : 3 à 6 m/s ;
- Retour : 2 à 3 m/s ;
- Drain : 1 à 1,5 m/s.

**33 – Travail et puissance :****Définitions en mécanique :**

La puissance est le travail effectué par une force par unité de temps.

$$P = \frac{\text{travail}}{\text{temps}} = \frac{W}{t} \text{ mais } W = F \cdot l \rightarrow P = \frac{F \cdot l}{t} \text{ avec } l/t = \text{la vitesse } (v)$$

$$P = F \cdot v$$

**Unités :**

- P en Watt
- F en N
- V en m/sec

**Définitions en hydraulique :**

La force en hydraulique est le produit de la pression par la surface :  $F = p \cdot S$ .

La puissance est toujours le produit de la force par la vitesse.

**Unités :**

- P : puissance en Watt
- F : force en Newton
- v : vitesse en m/sec
- p : pression en Pa
- S : section en  $m^2$

$$P = p \cdot S \cdot v = p \cdot Q$$

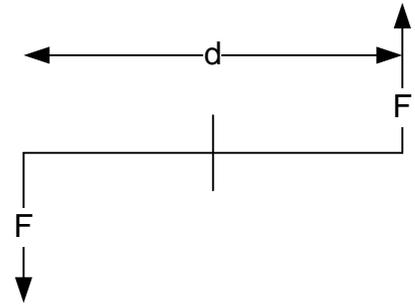
**HYDRAULIQUE – PRINCIPES GENERAUX****34 – Le couple :**

Un couple est un  **système de forces égales, parallèles et de sens contraire**, appliquées à  **un même corps solide**.

On appelle  **Moment d'un couple « Mc »** le produit de la distance « d » des droites d'action des forces de ce couple par le produit de leur intensité « F ».

$$Mc = F \cdot d$$

- Mc : Moment en Nm
- F : Force en Newton
- d : bras de levier en mètre

**Puissance d'un couple :**

La puissance est le produit de l'effort par la vitesse. Dans un mouvement rotatif, l'effort est représenté par le couple et le déplacement par la vitesse angulaire de la source de puissance.

La vitesse angulaire en rad / sec =  $\omega = \frac{\pi \cdot N}{30}$  avec N la fréquence de rotation en tr/min.

$$P = Mc \cdot \omega$$

- Mc : en Nm
- $\omega$  : en rad/s
- P : en W

**Couple hydraulique :**

En hydraulique la force F dépend de la pression.  **Il en résulte que le couple est indépendant du nombre de tours.**

$$Mc = \frac{P}{\omega} = \frac{Q \cdot p}{\omega}$$

**Cylindrée :**

La  **cylindrée**  correspond à la  **quantité d'huile refoulée**  pour  **un tour**  de l'engin hydraulique rotatif. Cette valeur est indiquée par le constructeur dans les catalogues techniques.