

Les lois d'Hydrostatique

SOMMAIRE

1. LA FORCE	Page 2
2. LA PRESSION	Page 2
3. LA PRESSION ET LA CHARGE	Page 3
4. LA PRESSION ET LA SURFACE	Page 4
5. LE DEBIT	Page 5
6. LA PUISSANCE	Page 6
7. APPLICATION	Page 8
8. LE COUPLE	Page 9
9. APPLICATION	Page 10

LES LOIS D'HYDROSTATIQUE

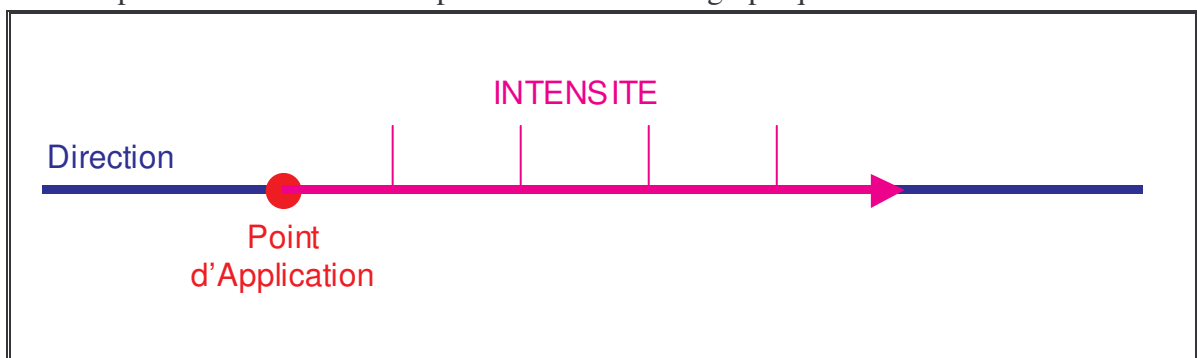
1) La force

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.*

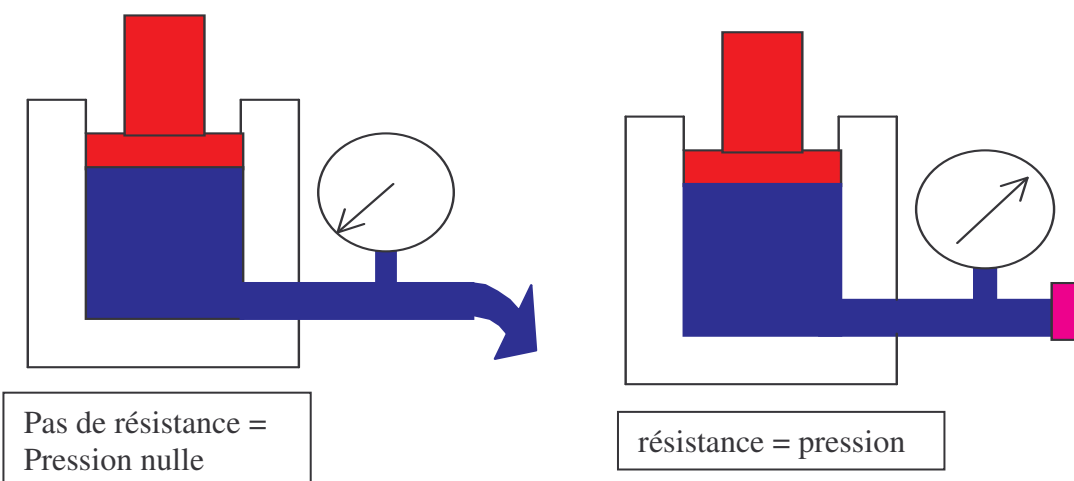
La représentation d'une force peut être concrétisée graphiquement.



2) La pression

Le Principe de PASCAL

En hydrostatique, la pression est créée par *la résistance du liquide* à la compression.



L'appareil qui permet de *mesurer la pression* est le MANOMETRE.

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

La pression en *tous les points* d'un liquide au repos *est la même dans toutes les directions*, et la pression exercée sur un liquide enfermé se transmet *intégralement dans toutes les directions* ; agissant avec une force égale sur des surfaces égales.

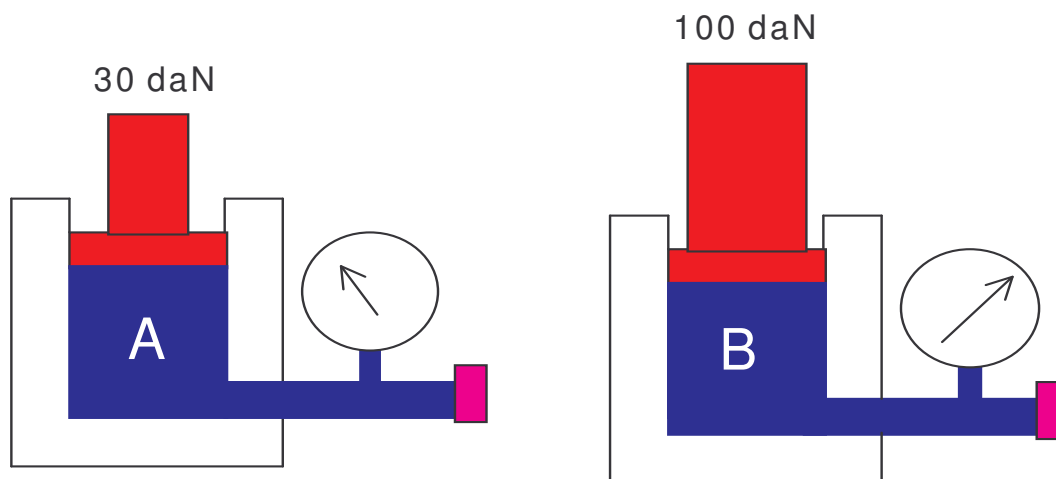
En hydraulique industrielle, *la pression s'exprime en BAR*.

Note : En Sciences Physiques, l'unité légale est le PASCAL.

3) La pression et la charge

La pression dépend de la charge exercée.

En effectuant l'expérience suivante :



Surface du Piston : $S = 100 \text{ cm}^2$

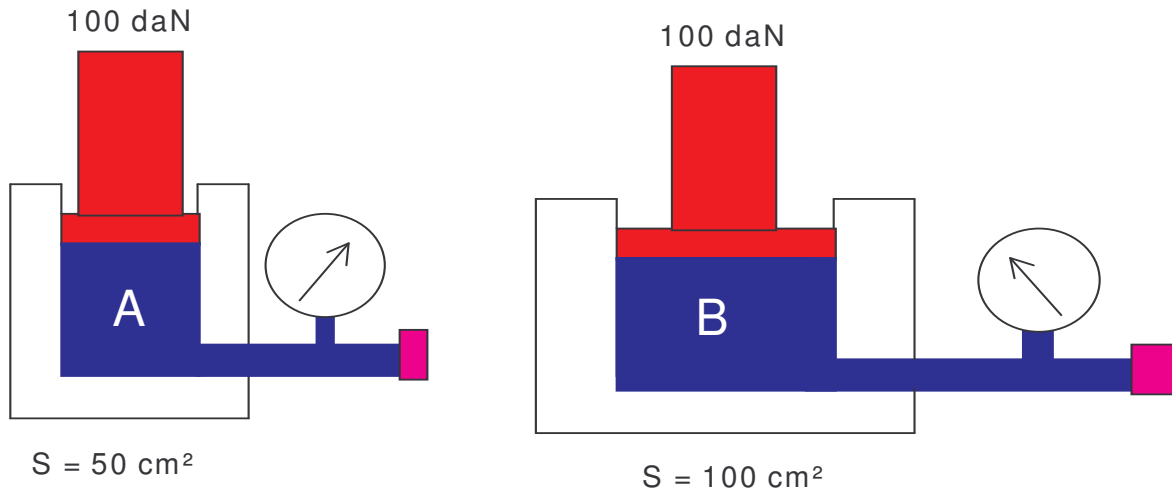
On constate que :

- Pression en A = 0,3 bar
- Pression en B = 1 bar

4) La pression et la surface

La pression dépend de la surface.

En effectuant l'expérience suivante :



on constate :

- Pression en A = Poids P1 / Section SA = 2 bar
- Pression en B = Poids P2 / Section SB = 1 bar

CONCLUSION :

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

La démonstration précédente fait apparaître l'analogie qui existe entre la force et la pression.

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

$$F = p * S$$

Avec :

- p : pression en bar
- F : force en N
- S : section en cm²

Attention : En Sciences Physique, vous utiliserez :

- p : pression en Pa (Pascal)
- F : force en N
- S : section en m²

5) Débit

Pour un vérin de section de 20 cm², dont la course « e » de 8 cm devrait s'effectuer en 1 s, le volume déplacé sera de :

$$\text{Surface de base} * \text{hauteur} = S * e$$

$$\text{Soit : } 20 \text{ cm}^2 * 8 \text{ cm} = 160 \text{ cm}^3 = 0,160 \text{ l}$$

Ce volume est absorbée en 1 s, soit pour 1 min :

$$Q = 0,160 * 60 = 9,6 \text{ l/min}$$

Imaginons maintenant que ce déplacement s'effectue en 0,5 s (deux fois plus rapide)

Le débit passe alors à : 19,2 l/min

CONCLUSION :

$$Q = \frac{\text{Volume}}{\text{Temps}} = \frac{\text{Section} * \text{Course}}{\text{Temps}}$$

Or, nous savons que : $v = \frac{e}{t}$

Donc $Q = S * V$

Avec Q en l/mn , S en cm² et V en m/mn

$$Q \text{ l/mn} = 0,1 * S * V$$

$$Q \text{ l/mn} = 6 * S * V$$

Avec Q en l/mn, S en cm² et V en m/sec

En Sciences Physique, vous utiliserez : $Q = S * V$, avec Q en m³/sec, S en m² et V en m/sec.

6) La puissance

6.1) Mécanique

Le travail effectué par une force par unité de temps s'appelle PUISSANCE, soit :

$$P = \frac{\text{travail}}{\text{temps}} = \frac{W}{t} \text{ mais } W = F * l$$

$$\text{donc } P = \frac{F * l}{t} \text{ où } l/t = \text{la vitesse (V)}$$

$$P = F * V$$

Unités :

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

6.2) Hydraulique

Par analogie, nous savons que la *force en hydraulique est le produit de la pression par la surface*, donc :

$$F = p * S$$

D'autre part, nous avons vu qu'en hydraulique *la vitesse est égale au déplacement divisé par le temps*, soit :

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

Comparons avec les formules mécaniques :

En mécanique : $P = F * V$

En hydraulique : $P = p * S * \frac{e}{t}$

Avec :

- P : puissance en Watt
- F : force en Newton
- e : espace en mètres

- t : temps en secondes
- v : vitesse en m/sec
- p : pression en bar
- S : section en cm²

Dans la formule hydraulique l'expression :

$$\frac{S * e}{t} \text{ est égale à } \frac{\text{volume}}{\text{temps}} = Q$$

Pour finir, la puissance hydraulique sera : $P = p * Q$

- P : puissance en Watt
- p : pression en bar
- Q : débit en m³/s

Les unités couramment utilisées en hydraulique industrielles son :

- Le bar = 10⁵ Pascal
- Le $l/mn = \frac{m^3 / \text{sec} * 60}{10^3}$
- le Kilowatt = 1.000 Joule/s = 1.000 Watt

La formule finale pour le calcul de la puissance en hydraulique devient en pratique :

$$P(kW) = \frac{Q(l/mn) * p(bar)}{600}$$

7) Application

Un vérin hydraulique, d'alésage 80mm, doit développer une force de 10500 daN à la vitesse de 3 m/mn.

Calculer :

- La pression
- Le débit
- La puissance

7.1) Calcul de la pression

Calcul de la section du vérin : $S = \pi.r^2 = 3,14 * 4^2 = 50 \text{ cm}^2$

$P = F/S = 10500 / 50 = 210 \text{ b}$

$$**P = 210 bar**$$

7.2) Calcul du débit

$Q = 0,1 * S * V = 0,1 * 50 * 3 = 15 \text{ l/mn}$

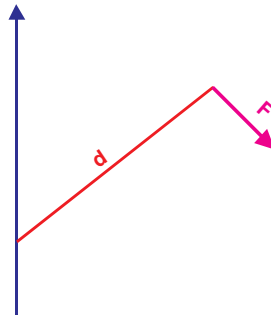
$$**Q = 15 l/mn**$$

7.3) Calcul de la puissance

$$P = \frac{Q * p}{600} = \frac{15 * 210}{600} = 5,25 \text{ kW}$$

$$**P = 5,25 kW**$$

8) 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* la distance « d » des droites d'action des forces de ce couple par le produit de leur intensité « F ».

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

Vous avez déjà du constater que l'emploi d'un bras de levier permet d'augmenter considérablement l'effort d'application.

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.

ω : vitesse angulaire en rad / sec = $\frac{\pi \cdot N}{30}$

Couple Hydraulique

Nous savons que le couple en mécanique est le produit d'une force F et d'un bras de levier d.

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

$$C = \frac{P}{\omega} = \frac{Q \cdot \Delta p}{\omega} = \frac{q \cdot \Delta p}{2\pi}$$

d'où :

$$C = 1,59 * q * \Delta p$$

C : Couple en daNm

q : cylindrée en l /tr

Δp : différence de pression en bar

La *cylindrée* en l/tr 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.

9) Application

- Un moteur hydraulique possède une cylindrée de 0,28 l/tr. Il fonctionne sous 250 b. Quel couple engendre t'il ?

$$C = 1,59 * 0,28 * 250 = 112 \text{ daNm}$$

- Un moteur hydraulique tourne à 1200 tr/mn. Il absorbe 210 l/mn. Sa pression de fonctionnement mesurée au manomètre à l'entrée indique 180 b.

Quel couple développe t'il ?

$$\text{Calcul de la cylindrée par tour : } q = \frac{Q}{N} = \frac{210}{1200} = 0,175 \text{ l / mn}$$

$$\text{Couple développé : } C = 1,59 * q * \Delta p = 1,59 * 0,175 * 180 = 50,1 \text{ daNm.}$$