

Nature et caractéristiques des fluides

On utilise parfois de l'eau (inflammable mais oxydant) mais le plus souvent des huiles minérales.



Rappel : on peut aussi utiliser de l'air (vérin pneumatique), mais le principal inconvénient est que celle-ci, étant compressible, passe rapidement à l'état liquide avec la montée en pression (ex : bouteille de plongée).

Donc dès que l'on a besoin de transmettre des efforts importants on utilise des vérins hydrauliques.

Notion de viscosité

Les huiles sont caractérisées par leur viscosité : c'est ce qui rend difficile un écoulement (contraire de la fluidité).

On définit la viscosité relative (viscosité d'Engel) par :

$$E^\circ = (\text{temps d'écoulement de } 200 \text{ cm}^3 \text{ d'huile}) / (\text{temps d'écoulement de } 200 \text{ cm}^3 \text{ d'eau})$$

à 50°C dans un trou de 2,8mm de diamètre

Pour les huiles minérales couramment utilisées : $E^\circ = 3$ à 5 . La viscosité varie en fonction de la température et de la pression.



Dans le moteur thermique d'une voiture, la viscosité de l'huile servant à la lubrification des pièces diminue avec la montée en température du bloc moteur, c'est pourquoi il est important avant de « monter dans les tours » d'attendre la montée en température

La viscosité des huiles moteurs est définie par une classification appelée SAE (Society of Automotive Engineers). Ces normes définissent :

- les huiles monogrades, elles-mêmes divisées en deux catégories :
 - les SAE 5W, SAE 10W, SAE 20W qui ont des indices de faible viscosité, donc très fluides et destinées à des utilisations hivernales (W = Winter) ;
 - les SAE 30, SAE 40, SAE 50 de forte viscosité, elles, destinées aux saisons chaudes.
- les huiles multigrades : si les huiles précédentes étaient destinées aux véhicules de première génération, on utilise aujourd'hui la même huile tout au long de l'année. La particularité de ces huiles multigrades est donc de posséder 2 indices de viscosité : les SAE 5W30, 10W40, 15W40, etc. sont des huiles dont la viscosité est stable dans une plage plus ou moins importante de température.

Autres caractéristiques

- ✓ Compressibilité.
- ✓ Point d'inflammabilité.
- ✓ Onctuosité (formation d'un film d'huile adhérent aux surfaces).

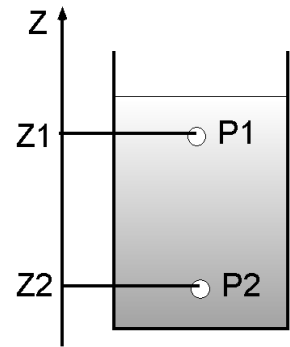
Pression exercée par un fluide

La pression exercée par un fluide au repos varie en fonction de l'altitude :

$$P_2 = P_1 + \rho \times g \times (Z_1 - Z_2)$$

avec :

- ✓ P pression en Pa
- ✓ ρ (masse volumique) en kg/m^3
- ✓ g accélération de la pesanteur : $9,81 \text{ m/s}^2$
- ✓ z altitude en m



Application n°1



Déterminer la pression supportée par un plongeur à 100m de profondeur.

Donnée :

- ✓ Fluide = eau
- ✓ Pression atmosphérique au niveau de l'eau : $P_1 = 1 \text{ bar} = 0,1 \text{ MPa}$

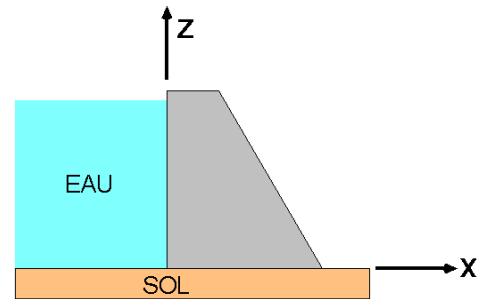
Application n°2

La figure ci-contre représente la coupe verticale d'un massif de béton constituant un barrage.

Données :

- ✓ Masse volumique de l'eau : $\rho = 10^3 \text{ kg/m}^3$
- ✓ Hauteur du barrage : $H = 10 \text{ m}$
- ✓ Largeur du barrage : $L = 80 \text{ m}$
- ✓ Pression atmosphérique : $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$

Calculer la résultante des forces de poussée de l'eau sur le barrage.



Principe de pascal

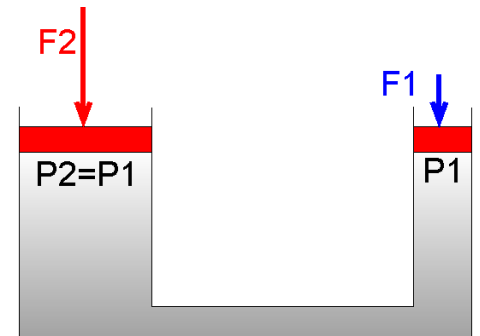
La pression exercée par un fluide au repos est transmise intégralement en tout point de ce liquide (si on néglige la variation de pression due à la hauteur de la colonne d'eau).

Application n°3 : Cric hydraulique

Le cric hydraulique utilisé en atelier utilise ce principe.



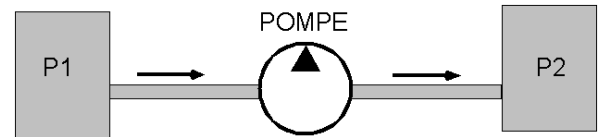
Si on exerce une force F_1 de 100N sur le piston de la pompe ($d=11\text{mm}$), déterminer l'effort développé par le piston du vérin hydraulique F_2 ($D=55\text{mm}$) pour soulever un véhicule.



Travail et Puissance d'une pompe

$$W = V \times (P_2 - P_1)$$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{V}{t} \times (P_2 - P_1) = q_V \times (P_2 - P_1)$$



Avec :

- ✓ V : volume transvasé en m³
- ✓ P1 et P2 : pression en Pa
- ✓ q_V : débit volumique en m³/s

Relation de Bernoulli

1. Si on suppose que la variation d'énergie d'un fluide est nulle entre deux points d'un fluide parfait en écoulement permanent, alors on peut écrire la relation :

$$\Delta E_{\text{cinétique}} + \Delta E_{\text{pression}} + \Delta E_{\text{potentiel de pesanteur}} = 0$$

Soit :

$$\frac{1}{2} \times m \times (V_2^2 - V_1^2) + \frac{m}{\rho} \times (p_2 - p_1) + m \times g \times (z_2 - z_1) = 0$$

2. Si il y a échange de travail (lorsque le fluide traverse une pompe, une turbine,...) cette relation s'écrit (**attention cette relation est valable pour 1kg de fluide**) :

$$\frac{1}{2} \times (V_2^2 - V_1^2) + \frac{1}{\rho} \times (p_2 - p_1) + g \times (z_2 - z_1) = W_1^2$$

Avec comme convention :

$W_1^2 > 0$ si le travail est reçu par le fluide (ex : pompe).

$W_1^2 < 0$ si le travail est fourni par le fluide (ex : turbine).

3. S'il y a échange de travail et si le fluide est réel, il faut faire intervenir en plus les pertes :

$$\frac{1}{2} \times (V_2^2 - V_1^2) + \frac{1}{\rho} \times (p_2 - p_1) + g \times (z_2 - z_1) = W_1^2 + \Sigma J_{12}$$

Ces pertes se décomposent en :

- Pertes de charges singulières (quand la conduite subit de brusques variations de section ou de direction),
- Pertes de charges linéaires (dues au déplacement du fluide dans la conduite).

Écoulement laminaire ou turbulent dans une conduite

On définit le nombre de Reynolds R par :

$$R = \frac{V \times D}{\frac{\mu}{\rho}}$$

avec : V vitesse d'écoulement du fluide (m/s)

D diamètre de la conduite (m)

μ viscosité dynamique du fluide (Pa)

ρ masse volumique du fluide (kg/m³)

Si $R < 2000$ l'écoulement est certainement laminaire.

Si $R > 2000$ l'écoulement peut être turbulent.

