



UNIVERSITE BADJI MOKHTAR-ANNABA
FACULTE DES SCIENCES DE LA TERRE
DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE



UET1, Matière : Physique

Crédit : 1 , Coefficient : 1

Volume horaire : 1h30 cours

Evaluation : 100 % examen

Année universitaire 2019 / 2020

Semestre 1

- Notions générales
- Unités de mesure : le système international SI ;
- Les forces (statiques) : équilibre, composition décomposition ;
- Polygone des forces et polygone funiculaire ;
- Statique analytique ;
- La statique des solides : les conditions d'équilibre des corps solides (analytiquement et graphiquement) pour différentes forces.
- Le travail et l'énergie : la quantité de mouvement, travail, énergie cinétique, énergie potentielle, énergie mécanique totale.
- Vibration et ondes : Vibration, ondes, périodes et forces d'inertie.
- Mécanique des fluides : hydrostatique, théorème de Pascal, hydrodynamique, théorème de Bernoulli et pertes de charges.
- Thermodynamique : Premier et deuxième principe.

UET2, Matière : Physique du bâtiment

Crédit : 1 , Coefficient : 1

Enseignante : Mme A. HARAT

e-mail : aharat@gmail.com

Volume horaire : 1h30 cours

Evaluation : 100 % examen

Année universitaire 2019 / 2020

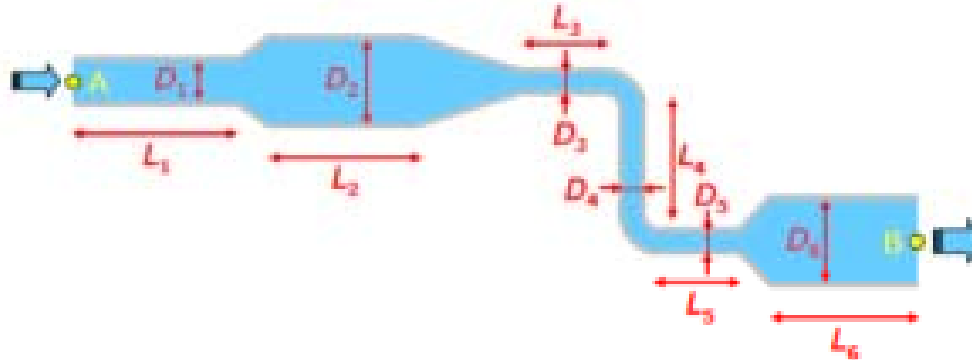
Semestre 2

- **Les fluides** : les lois de l'hydrostatique, théorèmes de Pascal et d'Archimède, les lois de l'hydrodynamique, théorème de Bernoulli, lois et différents types d'écoulement d'un liquide.
- **La thermique** : chaleur, température, lois de transfert de chaleur, calcul des déperditions (circuit équivalent).
- **L'acoustique** : ondes sonores, pression acoustique, niveau physique du son, transmission du son, réflexion et absorption des ondes sonores.
- **La photométrie** : les grandeurs photométriques.
- **Électricité** : le courant électrique, loi d'Ohm, théorème de KIRCHOFF, énergie électrique, puissance électrique.

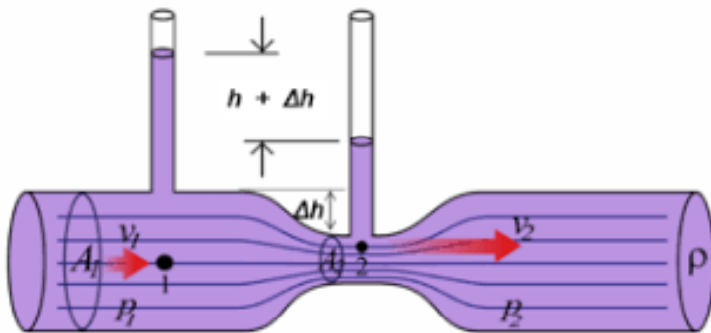
Références:

- Sébastien CANDEL, « *Mécanique des fluides : Cours* », Éditions Dunod, 2001.
- C.T. Crowe, D.F. Elger, J. A. Roberson, « *Engineering Fluid Mechanics* », Wiley Internatinal Edition 2005.
- BIANCHI, Y. FAUTRELLE, J. ETAY, « *Transferts thermiques* », Éditions Agence universitaire de la Francophonie, 2004.
- Antonio FISCHETTI, « *Initiation à l'acoustique : Cours et exercices* », Edition Berlin, 2004.

Les Fluides

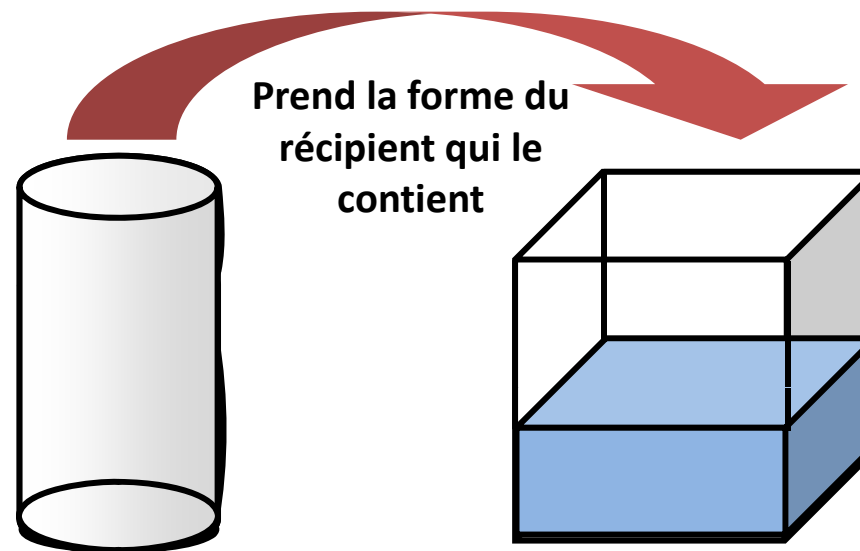


$$P_A + \rho g Z_A + \frac{1}{2} \rho V_A^2 = P_B + \rho g Z_B + \frac{1}{2} \rho V_B^2 + \sum_i \lambda_i \frac{L_i}{D_i} \frac{1}{2} \rho V_i^2 + \sum_j K_j \frac{1}{2} \rho V_j^2$$



Définition

Fluide est un milieu matériel continu, déformable, et qui peut s'écouler. Les forces de cohésion entre particules élémentaires sont très faibles de sorte que le fluide est un corps sans forme propre qui prend la forme du récipient qui le contient, par exemple: l'eau, l'huile, les gaz, ...les métaux en fusion sont des fluides qui permettent par moulage d'obtenir des pièces brutes de formes complexes.



➡ Les fluides peuvent se classer en deux familles :

Fluides incompressibles

Un fluide est dit incompressible lorsque le volume occupé par une masse donnée ne varie pas en fonction de la pression extérieure.

⇒ Les liquides peuvent être considérés comme des fluides incompressibles (eau, huile, etc.)

Fluides compressibles

Un fluide est dit compressible lorsque le volume occupé par une masse donnée varie en fonction de la pression extérieure. Les gaz sont des fluides compressibles.

Par exemple, l'air, l'hydrogène, le méthane à l'état gazeux, sont considérés comme des fluides compressibles.

➡ Les fluides peuvent se classer selon leur viscosité :

Fluides Newtoniens

Ont une viscosité constante: qui ne varie qu'en fonction de la température.

Exemple : eau, air, la plupart des gaz

Fluides non-Newtoniens

Leur viscosité varie en fonction de la vitesse et des contraintes qu'ils subissent lorsqu'ils s'écoulent.

Exemple : le sang, les gels, la boue, les suspensions, les émulsions ,etc



On parle aussi de fluides parfaits (sans frottements internes) et
fluides réels (avec frottements)

La masse volumique (ρ), est le rapport de la masse d'un corps (m) sur son volume (V).

$$\boxed{\text{kg/m}^3} \rightarrow \boxed{\rho = \frac{m}{V}}$$

$$\rho_{\text{eau}} = 10^3 \text{ kg/m}^3 \text{ ou } 1 \text{ kg/l}$$

$$\rho_{\text{air}} = 1,29 \text{ kg/m}^3$$

La densité (d)

$$d = \frac{\text{masse volumique du fluide}}{\text{masse volumique d'un fluide de référence}} = \frac{\rho}{\rho_{\text{ref}}}$$

$$\text{densité} = \frac{\text{masse volumique du corps}}{\text{masse volumique de l'eau à } 4^\circ\text{C}}$$

$$\text{densité} = \frac{\text{masse volumique du gaz}}{\text{masse volumique de l'air à } 0^\circ\text{C}}$$

Exemple : Le plomb a une masse volumique de 11,3 kg/dm³,

Le plomb a donc une densité de 11,3.

Le plomb est donc 11,3 fois plus « lourd » que l'eau.

Le poids volumique ϖ , est le rapport du poids d'un corps (P_d) sur son volume (V).

$$(N/m^3) \rightarrow \boxed{\varpi = \frac{P_d}{V}} \rightarrow \boxed{\varpi = \rho \cdot g}$$

Accélération de la pesanteur = 9,81 m/s²

Fluide	Masse volumique ρ (kg/m ³)	Type de fluide
Benzène	0,880. 10 ³	Incompressible
Chloroforme	1,489. 10 ³	
Eau	10 ³	
Huile d'olive	0,918. 10 ³	
Mercure	13,546. 10 ³	
Air	0,001205. 10 ³	compressible ¹
Hydrogène	0,000085. 10 ³	
Méthane	0,000717. 10 ³	

Viscosité

C'est une grandeur qui caractérise les frottements internes du fluide, c'est à dire sa capacité à s'écouler. Elle caractérise la résistance d'un fluide à son écoulement lorsqu'il est soumis à l'application d'une force.

C'est-à-dire :

les fluides de **grande viscosité** $\Rightarrow$ résistent à l'écoulement

les fluides de **faible viscosité** $\Rightarrow$ s'écoulent facilement

Remarque : Quand la température augmente la viscosité diminue (car sa densité diminue) et inversement

Exp: lorsqu'on chauffe de l'huile elle s'écoule plus facilement

Il y a deux types de viscosité: le mouvement du fluide peut être considéré comme résultant du glissement des couches de fluides les unes sur les autres, la vitesse de chaque couche est en fonction de la distance entre les couches :

Viscosité dynamique

$$F = \mu \cdot S \cdot \frac{\Delta V}{\Delta Z}$$

1 Pa·s = 1 PI = 1 kg/m·s

F : force de glissement entre les couches en (N),

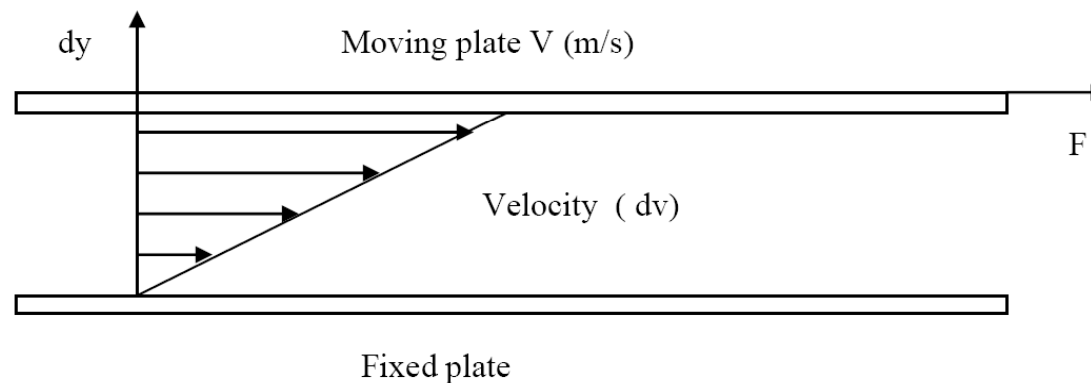
μ : Viscosité dynamique en (kg/m.s),

S : surface de contact entre deux couches en (m²),

ΔV : Écart de vitesse entre deux couches en (m/s),

ΔZ : Distance entre deux couches en (m).

PI : Poiseuille



Fluide	μ (Pa·s)
eau (0 °C)	$1,787 \cdot 10^{-3}$
eau (20 °C)	$1,002 \cdot 10^{-3}$
eau (100 °C)	$0,2818 \cdot 10^{-3}$
Huile d'olive (20 °C)	$\approx 100 \cdot 10^{-3}$
glycérol (20 °C)	$\approx 1000 \cdot 10^{-3}$
Hydrogène (20 °C)	$0,86 \cdot 10^{-5}$
Oxygène (20 °C)	$1,95 \cdot 10^{-5}$

La viscosité μ diminue avec la température, l'huile par exemple devient moins visqueuse lorsqu'on la chauffe

Viscosité cinématique

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

L'unité de la viscosité cinématique est le (m²/s).

On utilise souvent le **Stokes (St)** comme unité de mesure de la viscosité cinématique

$$1 \text{ St} = 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$$

Application :

EXP1: La densité du fer est égale à 7,20. Trouver sa masse volumique et la masse de 60 cm³ de fer ?

Solution :

$$d = \rho_{\text{Fe}} / \rho_{\text{H}_2\text{O}} \Rightarrow \rho_{\text{Fe}} = d \times \rho_{\text{H}_2\text{O}} = 7,20 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$$

$$m = \rho \times V = (60 \cdot 10^6) \text{ m}^3 \times 7,20 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3 = 0,432 \text{ kg}$$

EXP2: Calculer le poids d'un volume $V = 3$ litres d'huile d'olive ayant une densité $d = 0,918$

Solution :

$$P = m \cdot g = d \cdot \rho_{\text{H}_2\text{O}} \cdot V \cdot g = 0,918 \times 10^3 \times 3 \cdot 10^{-3} \times 9,81 = 27 \text{ N}$$

Remarque : $1\text{L} = 1\text{dm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$

Les effets de pression doivent être pris en considération lors du dimensionnement des structures tels que les barrages, les sous-marins, les réservoirs etc... les forces exercées par les fluides doivent être calculés avant de concevoir de telles structures

I-3-1 - Pression

La pression résulte de l'action exercée par une force ou un poids sur une surface.

La pression (P) est le rapport de la force (F) sur une surface pressée (S).

$$\text{(Pascal)} \rightarrow P_M = \frac{\left\| \overrightarrow{dF_N} \right\|}{dS}$$



$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$

Conversions :

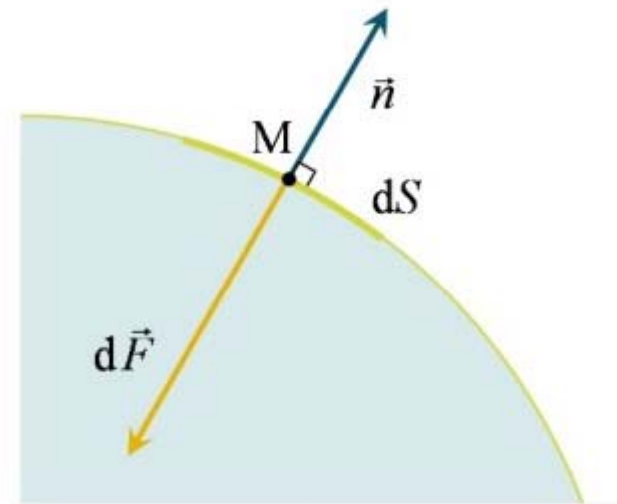
$$1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 1 \text{ kg/cm}^2$$

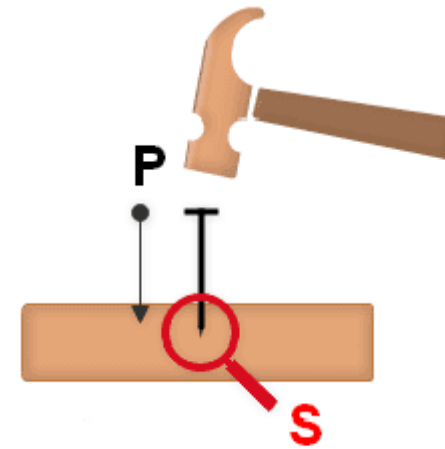
$$1 \text{ mbar} = 100 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ mmHg} = 133,32 \text{ Pa} = 1 \text{ Torr}$$

$$1 \text{ psi} = 6895 \text{ Pa}$$



Pour accentuer l'effet d'une force pressante, on réduit la surface pressée. La pression exercée est augmentée. (punaise, pointe, fil d'une lame...)



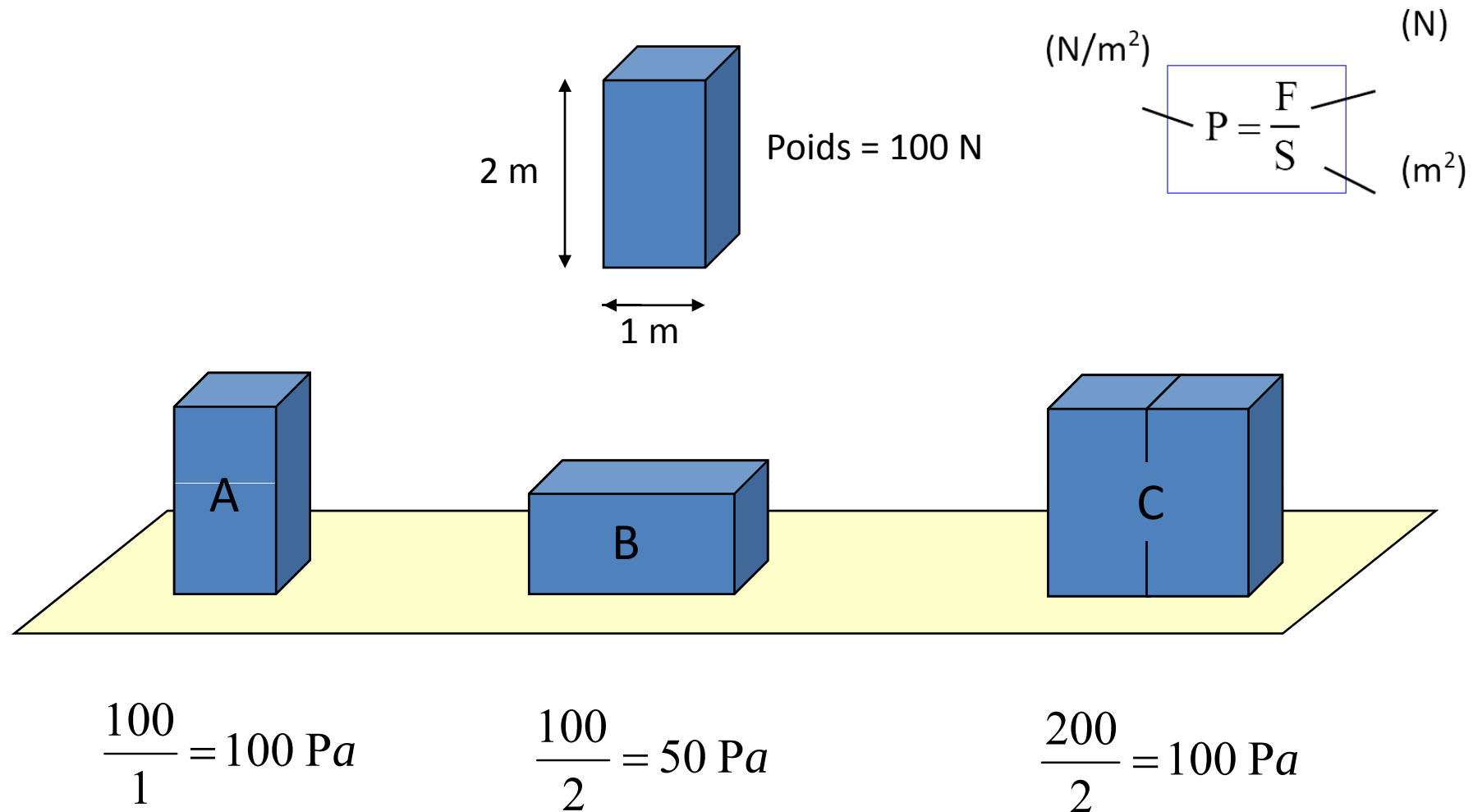
Pour diminuer l'effet d'une force pressante, on augmente la surface pressée. La pression exercée est diminuée. (raquettes, planches de roulement...)



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

(N/m²) (N) (m²)

Un solide peut transmettre intégralement à un autre corps la force pressante qui s'exerce sur lui. Mais la pression qu'il transmet est en général différente de la pression qu'il subit

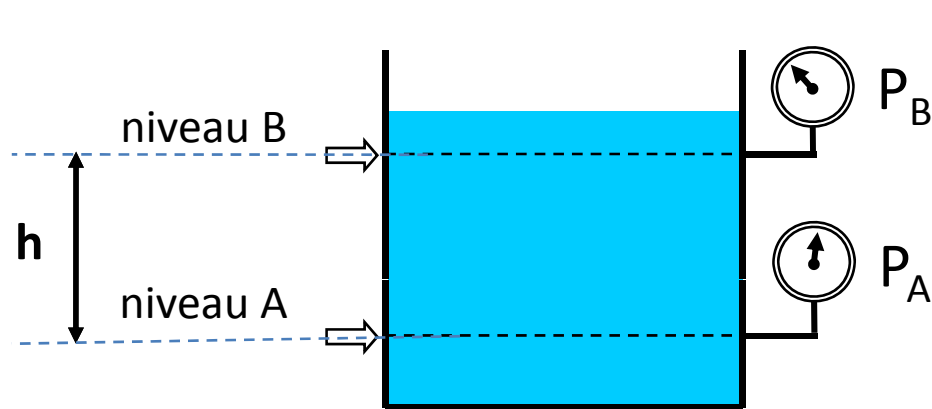


I-3-2 – Principe fondamental de l'hydrostatique (LFH)

Tous les points se trouvant sur le niveau a sont à la pression P_a

Tous les points se trouvant sur le niveau b sont à la pression P_b

L'écart entre les pressions est proportionnel à la différence de niveaux



$$\text{Ou } \Delta P = \varpi h$$

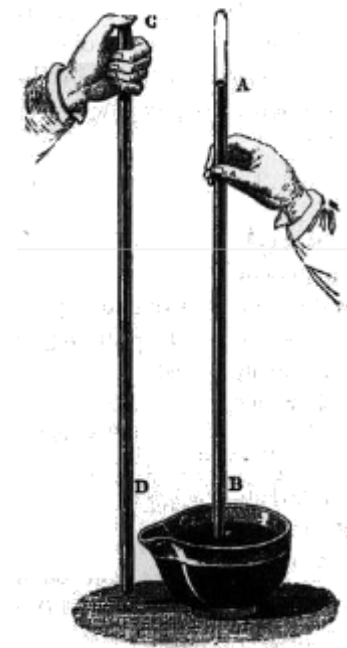
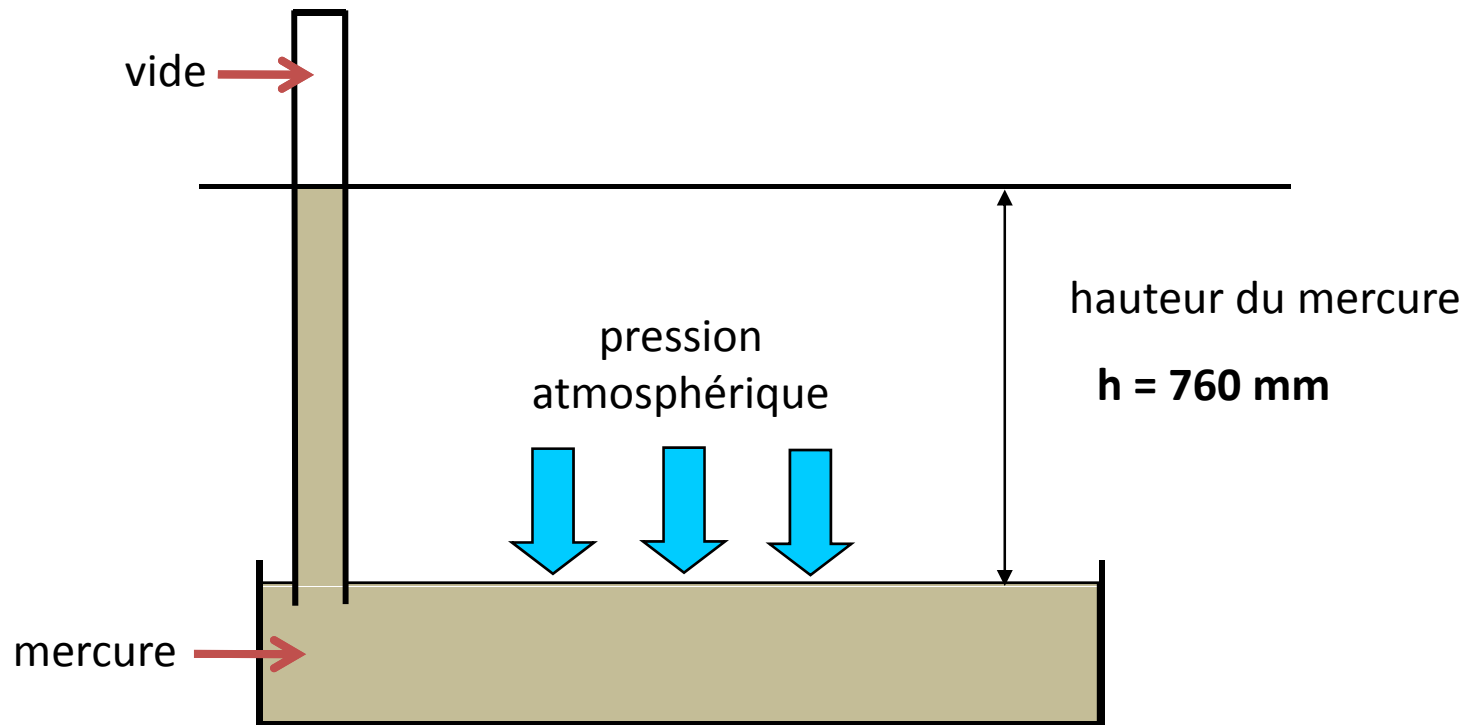
$$P_A - P_B = \rho g h$$

ρ est la masse volumique du fluide en (kg/m^3)

h est la dénivellation entre les deux points A et B en (m)

g est l'accélération de la pesanteur ($9,81 \text{ N/kg}$)

$\Delta P = P_A - P_B$ est la différence de pression en (Pa)



*Expérience de Torricelli
(1608-1647)*

la pression atmosphérique est donc égale à : $P = \rho \cdot g \cdot h$

$$\rho_{\text{mercure}} = 13\,600 \text{ kg/m}^3$$

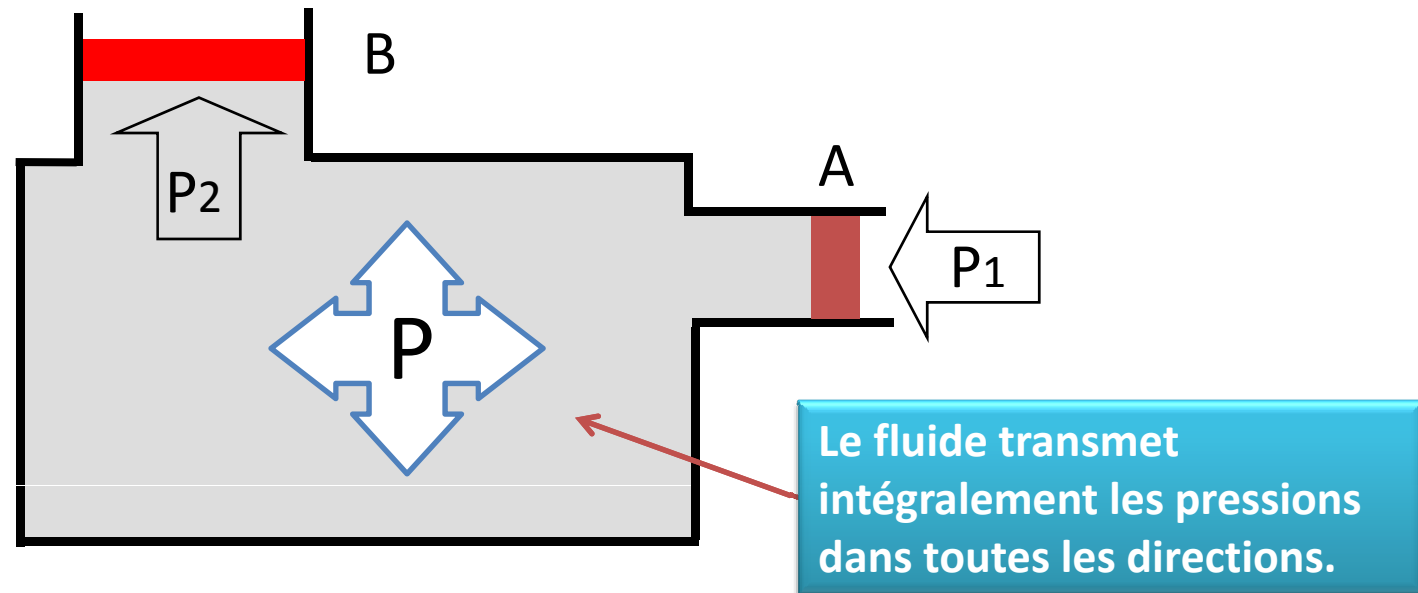
$$\text{Donc } P = 13\,600 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,81 \text{ N/kg} \cdot 0,76 \text{ m} = 101\,325 \text{ Pa} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 1 \text{ atm} \approx 1 \text{ bar}$$

En l'honneur du physicien Torricelli, on a créé le torr qui correspond au millimètre de mercure:

$$1 \text{ Atm} = 1\,013 \text{ mbar} = 760 \text{ mmHg} = 760 \text{ torr}$$

Théorème de Pascal:

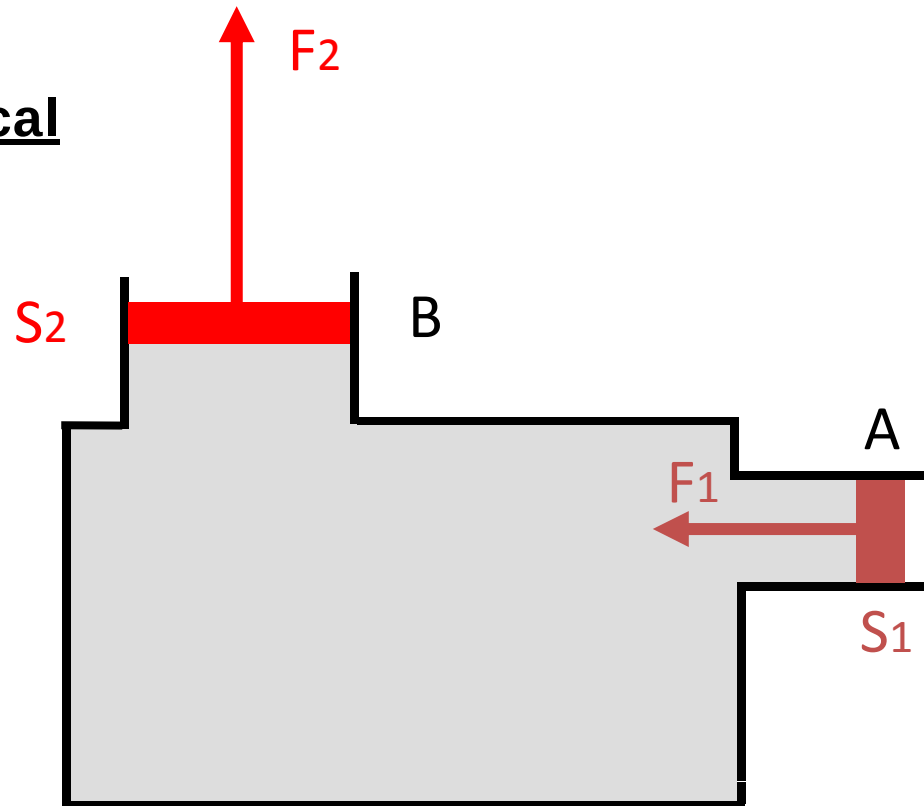
Dans un fluide incompressible toute variation de pression en un point du fluide se transmet intégralement à tous les points du fluide.



Si l'on exerce une pression P_1 sur le piston A :

cette pression sera intégralement transmise par le liquide,

et une pression P_2 , égale à P_1 s'exercera sur le piston B.

Pompe de Pascal

$$P_1 = P_2$$

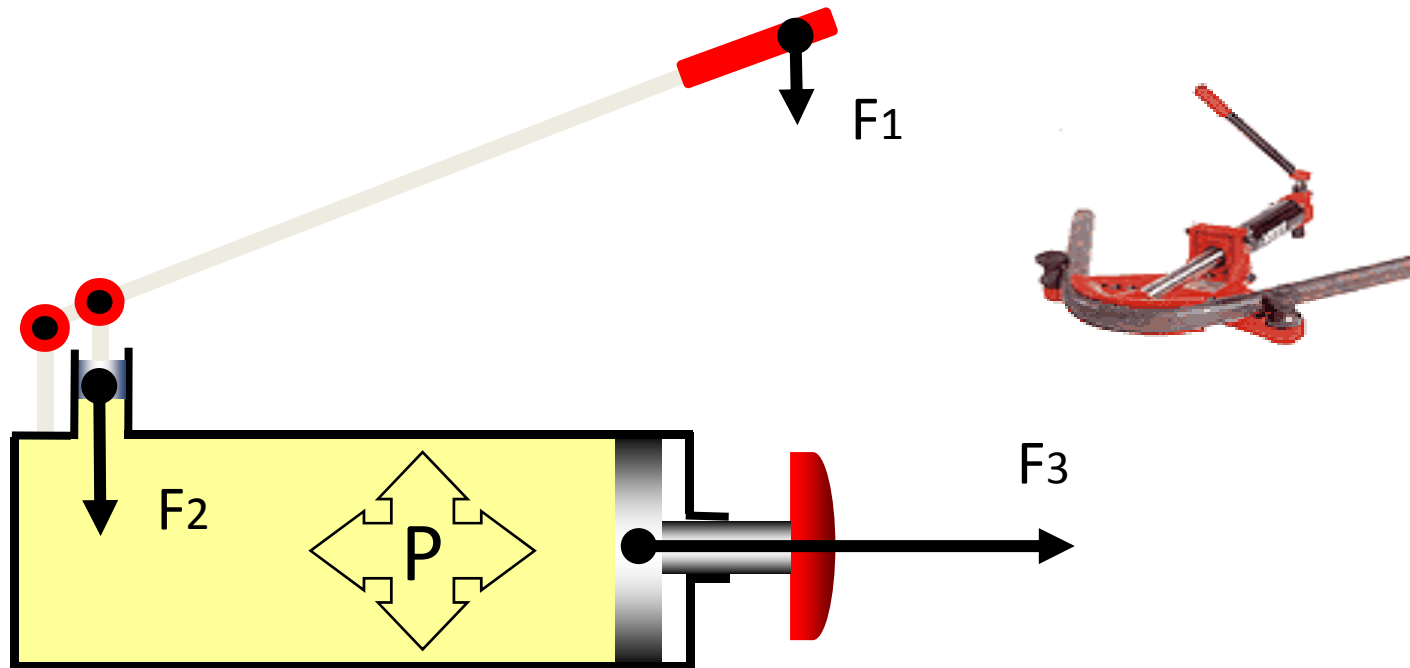
$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{S_1}{S_2}$$

Il suffit donc d'exercer une petite force F_1 sur une petite surface S_1 pour exercer une grande force F_2 sur une grande surface S_2

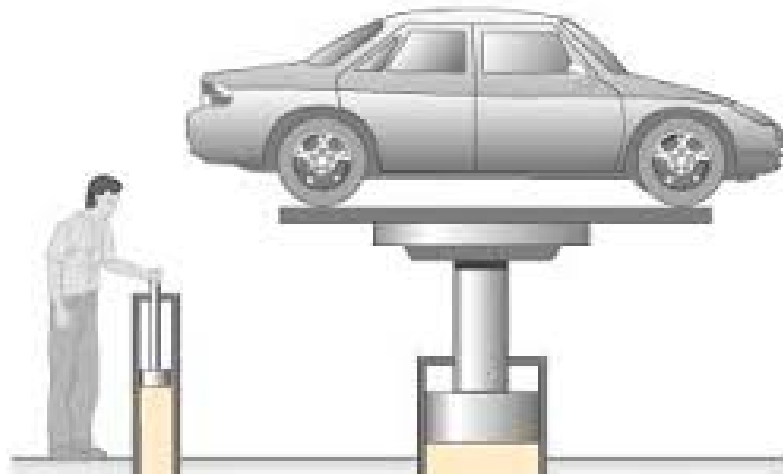
Et plus **S_1 sera petite** par rapport à S_2 , **moins il faudra exercer de force F_1** pour créer **une grande force F_2**

Une application de la pompe de Pascal : la cintrreuse hydraulique



En appliquant une force F_1 au bout du levier
on exerce une force F_2 sur le piston de petite surface
cette force F_2 engendre une pression P dans tout le liquide
cette pression exerce une force F_3 sur le piston de grande surface

Applications

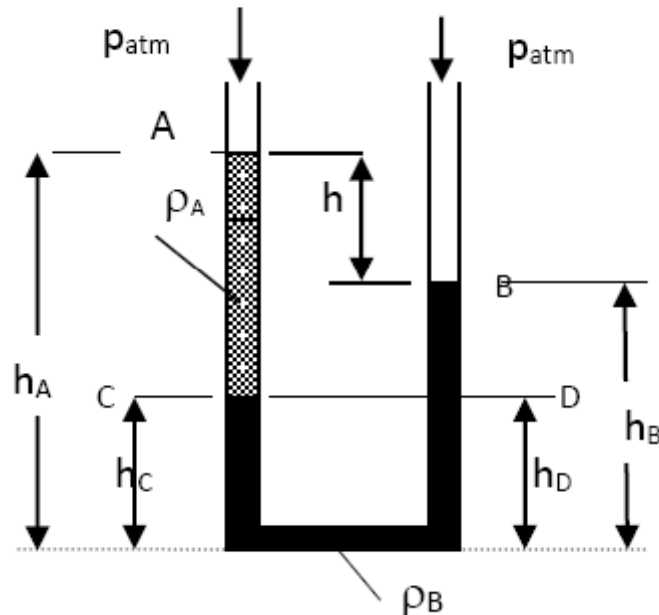


Elévateur ou ascenseur hydraulique



Applications

manomètres



$$\rho_A = \rho_B \frac{(h_B - h_C)}{(h_A - h_C)}$$

- La hauteur des fluides permet de déterminer la masse volumique inconnue d'un des fluides
- mesure des pressions avec des manomètres à colonne de liquide ou manomètre différentiel

En résumé :

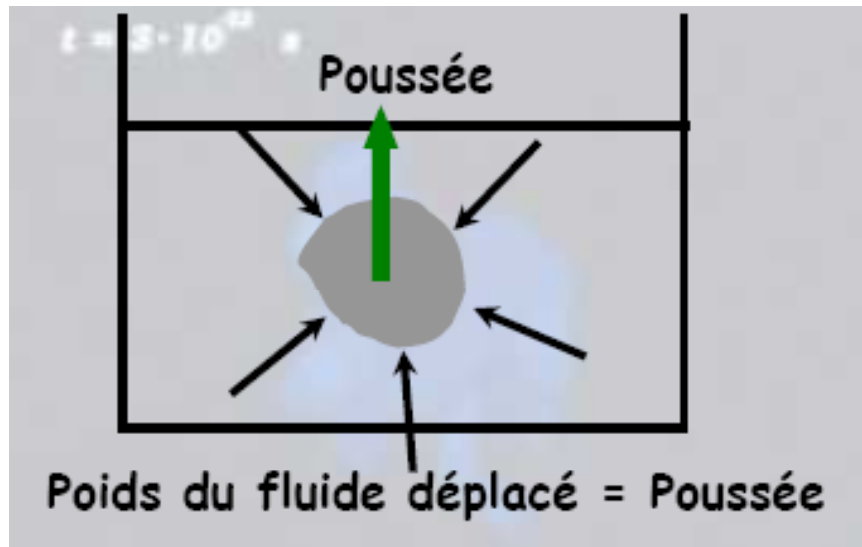
La pression au sein d'un liquide en équilibre est :

- ☐ Constante en tout point d'un même plan horizontal (même hauteur)
- ☐ Indépendante de la direction considérée
- ☐ Croit au fur et à mesure que l'on s'éloigne de sa surface libre

Remarques :

La pression atmosphérique est la pression qu'exerce l'air sur la surface de la terre → niveau de la mer → la pression est égale à $1 \text{ Atm} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

Gauge pressure : la pression mesurée est prise au dessous de la pression atmosphérique → manomètres, détendeurs ...

I-3-2 – Poussée d'Archimède

$$F_A = \rho V g$$

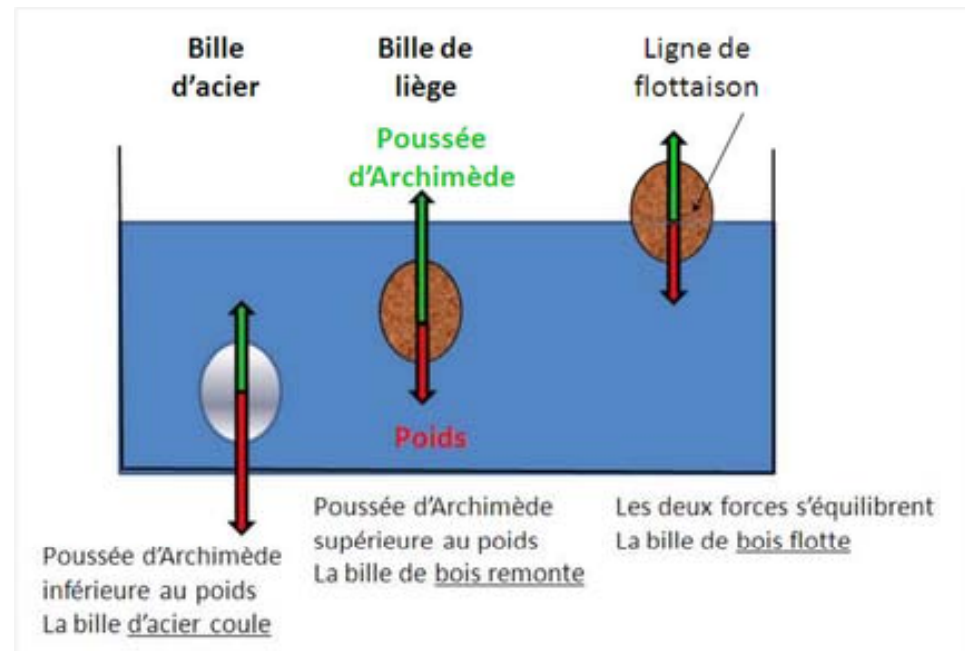
F_A : Poussée d'Archimède
 V : volume du corps
 g : accélération de la pesanteur

La poussée d'Archimède est dirigée dans le sens inverse du champ de pesanteur et s'annonce de la façon suivante : «Tout corps totalement immergé dans un liquide est soumis à une poussée dirigée du bas vers le haut et égale au poids du liquide déplacé, c'est-à-dire correspondant au volume du corps immergé»

Le comportement d'un corps immergé dans un fluide au repos ; soumis seulement aux forces de pression et de pesanteur, est donné par le sens du vecteur poids apparent, défini par la relation, en projetons sur l'axe Oh ; on obtient : $F_{app} = -m g + F_A$ dans laquelle F_{app} , mg et F_A représentent respectivement le poids apparent, le poids réel et la poussée d'Archimède. Dans la pratique, trois cas peuvent se présenter, si :

- $F_A > 0$, le corps s'élève dans le fluide et cette ascension aboutit à une flottaison du solide.
- $F_A = 0$, le corps est immobile dans le fluide, puisque la poussée d'Archimède équilibre le poids du solide.
- $F_A < 0$, le corps s'enfonce dans le fluide, c'est le type de chute qui est rencontrée dans la décantation des solides.

$$F_{app} = -m g + F_A$$



Exemple 1: La presse ou cric hydraulique : tiré du polycopié de : **Riadh BEN HAMOUDA** Tunisie

ENONCE

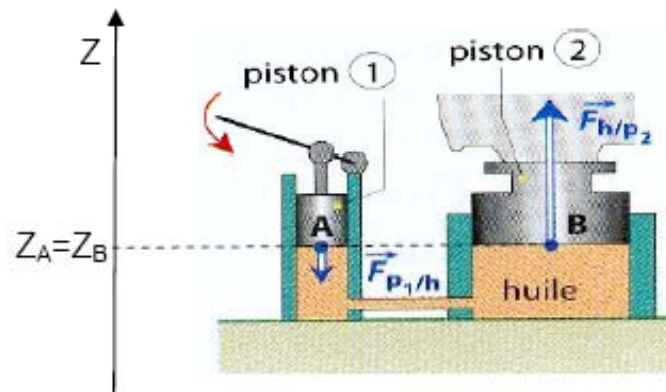
La figure ci-dessous représente un cric hydraulique formé de deux pistons (1) et (2) de section circulaire.

Sous l'effet d'une action sur le levier, le piston (1) agit, au point (A), par une force de pression $\vec{F}_{p_1/h}$ sur l'huile. L'huile agit, au point (B) sur le piston (2) par une force

$$\vec{F}_{h/p_2}$$

On donne :

- les diamètres de chacun des pistons : $D_1 = 10 \text{ mm}$; $D_2 = 100 \text{ mm}$.
- l'intensité de la force de pression en A : $F_{p_1/h} = 150 \text{ N}$.



Travail demandé :

- 1) Déterminer la pression P_A de l'huile au point A.
- 2) Quelle est la pression P_B ?
- 3) En déduire l'intensité de la force de pression F_{h/p_2} .

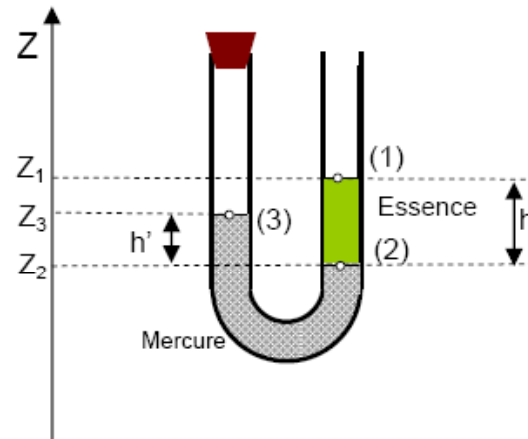
REPONSE

- 1) Pression P_A de l'huile au point A: $P_A = \frac{4.F_{p1/h}}{\pi.D_1^2}$ A.N $P_A = \frac{4.150}{\pi.0,01^2} = 19.10^5 \text{ Pa}$
- 2) RFH entre A et B: $P_A - P_B = \rho.(Z_B - Z_A)$, or $Z_A = Z_B$ donc $P_B = P_A = 19.10^5 \text{ Pascal}$.
- 3) Force de pression en B : $F_{h/P2} = P_B \cdot \frac{\pi.D_2^2}{4}$.N. $F_{h/P2} = 19.10^5 \cdot \frac{\pi.0,1^2}{4} = 14922,56 \text{ N}$

Commentaire: On constate que la force $F_{p1/h} = 150 \text{ N}$ est relativement faible par rapport à $F_{h/P2} = 14922,56 \text{ N}$. Avec ce système nous avons atteint un rapport de réduction de force de presque 100. Ce rapport correspond au rapport des diamètres des cylindres. On utilise souvent le même principe de réduction d'effort dans plusieurs applications hydrauliques (exemple: presse hydraulique).

Exemple 2: Principe du manomètre : tiré du polycopié de **Riadh BEN HAMOUDA**, Tunisie ENONCE

Soit un tube en U fermé à une extrémité qui contient deux liquides non miscibles.



Entre les surfaces :

- (1) et (2) il s'agit de l'essence de masse volumique $\rho_{\text{essence}} = 700 \text{ kg/m}^3$.
- (2) et (3), il s'agit du mercure de masse volumique $\rho_{\text{mercure}} = 13600 \text{ kg/m}^3$.

La pression au-dessus de la surface libre (1) est $P_1 = P_{\text{atm}} = 1 \text{ bar}$.

L'accélération de la pesanteur est $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

La branche fermée emprisonne un gaz à une pression P_3 qu'on cherche à calculer.

1) En appliquant la RFH (Relation Fondamentale de l'Hydrostatique) pour l'essence, calculer la pression P_2 (en mbar) au niveau de la surface de séparation (2) sachant que $h = (Z_1 - Z_2) = 728 \text{ mm}$.

2) De même, pour le mercure, calculer la pression P_3 (en mbar) au niveau de la surface (3) sachant que $h' = (Z_3 - Z_2) = 15 \text{ mm}$.

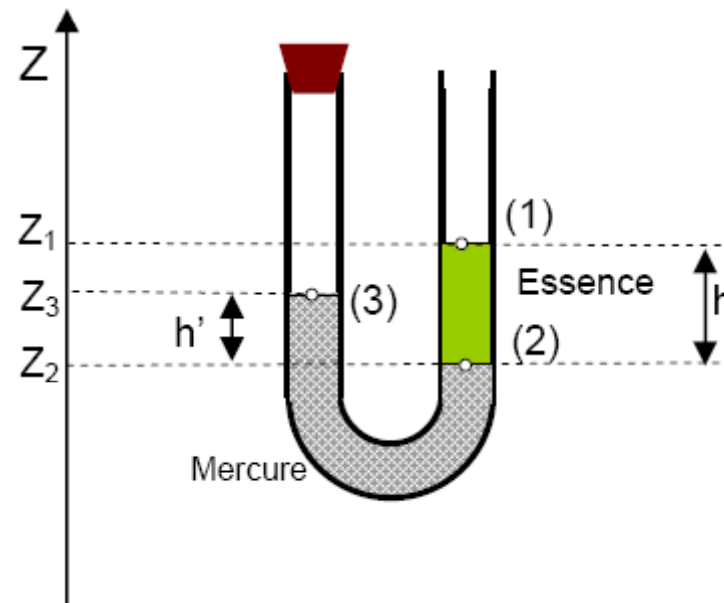
REPONSE

1) RFH pour l'essence : $P_2 - P_1 = \rho_{essence} \cdot g \cdot (Z_1 - Z_2)$

$$P_2 = P_1 + \rho_{essence} \cdot g \cdot h \quad \text{A.N.} \quad P_2 = 10^5 + 700 \cdot 9,80,728 = 1,05 \cdot 10^5 \text{ pascal} = 1050 \text{ mbar}$$

2) RFH pour le mercure : $P_2 - P_3 = \rho_{mercure} \cdot g \cdot (Z_3 - Z_2)$

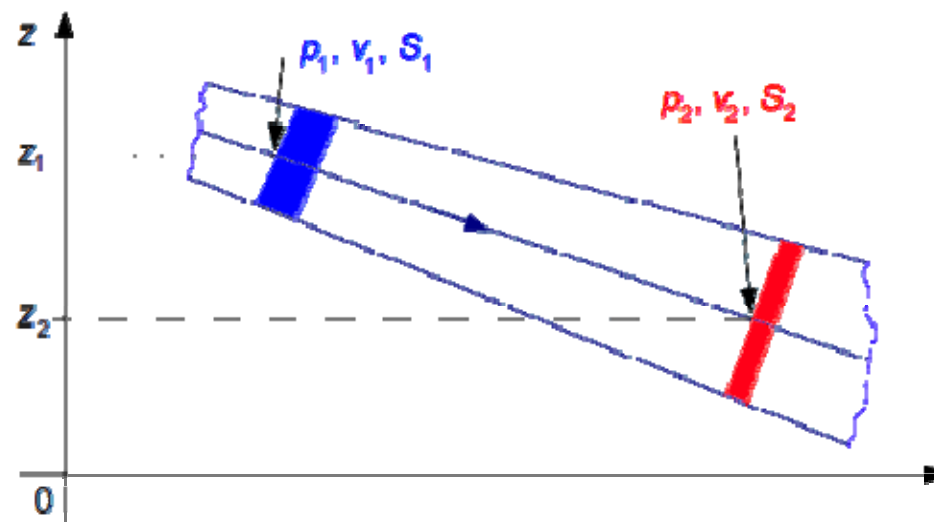
$$P_3 = P_2 - \rho_{mercure} \cdot g \cdot h' \quad \text{A.N.} \quad P_3 = 1050 \cdot 10^3 - 13600 \cdot 9,80,15 = 1,03 \cdot 10^5 \text{ pascal} = 1030 \text{ mbar}$$



Fluides en mouvement →

L'équation de continuité (conservation de la masse)

Le théorème de Bernoulli (conservation de l'énergie)



I-4-1- Notion de débit• Débit Massique

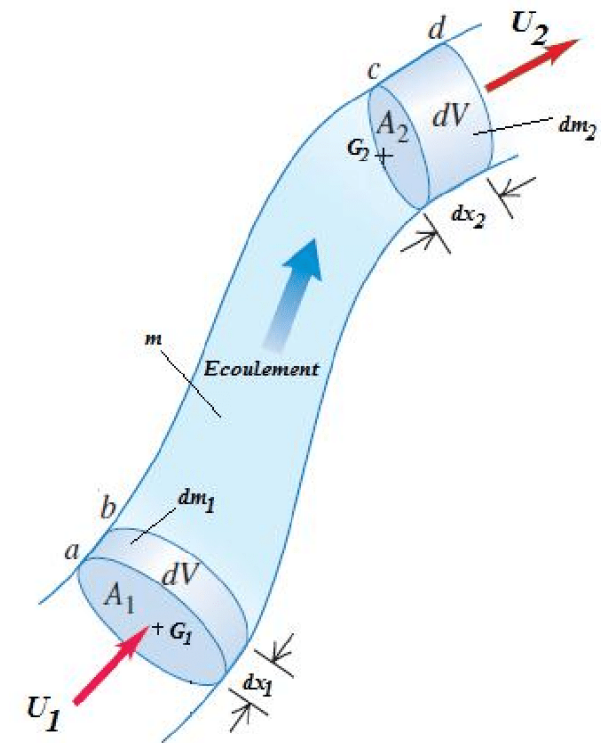
$$q_m = \frac{dm}{dt}$$

- q_m est la masse de fluide par unité de temps qui traverse une section droite quelconque de la conduite.
- dm : masse élémentaire en (kg) qui traverse la section pendant un intervalle de temps dt .

$$\text{On a } dm = \rho \cdot S \cdot dx \rightarrow Q_m = \rho \cdot S \cdot dx/dt$$

$$\rightarrow Q_m = \rho \cdot S \cdot v \quad \text{en (kg/s)}$$

v : vitesse moyenne d'écoulement de la veine de fluide à travers la section S



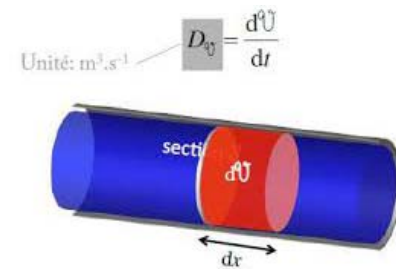
- Débit Volumique

$$q_v = \frac{dV}{dt}$$

- q_v : Volume de fluide par unité de temps qui traverse une section droite quelconque de la conduite.
- dV : Volume élémentaire, en (m^3), ayant traversé une surface S pendant un intervalle de temps dt ,

On a $dV = S \cdot dx \rightarrow Q_v = S \cdot dx/dt$

$\rightarrow \quad Q_v = S \cdot v \quad \text{en } (m^3/s)$



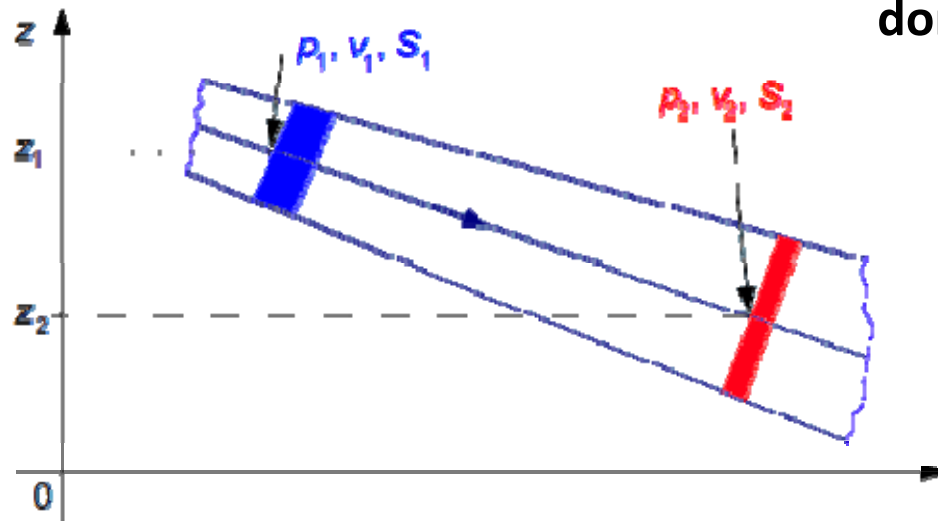
v : vitesse moyenne d'écoulement de la veine de fluide à travers la section S

On peut aussi déduire $dV = dm/\rho \rightarrow Q_v = Q_m/\rho$



I-4-2- Equation de continuité (conservation de la masse)

Le débit reste constant dans l'écoulement d'un fluide dans un tube dont la section est uniforme :



$$Q_v = \text{cte}$$



$$S_1 \cdot v_1 = S_2 \cdot v_2$$

Ceci vient du fait que la masse traversant le tube reste conservée: $dm_1 = dm_2$

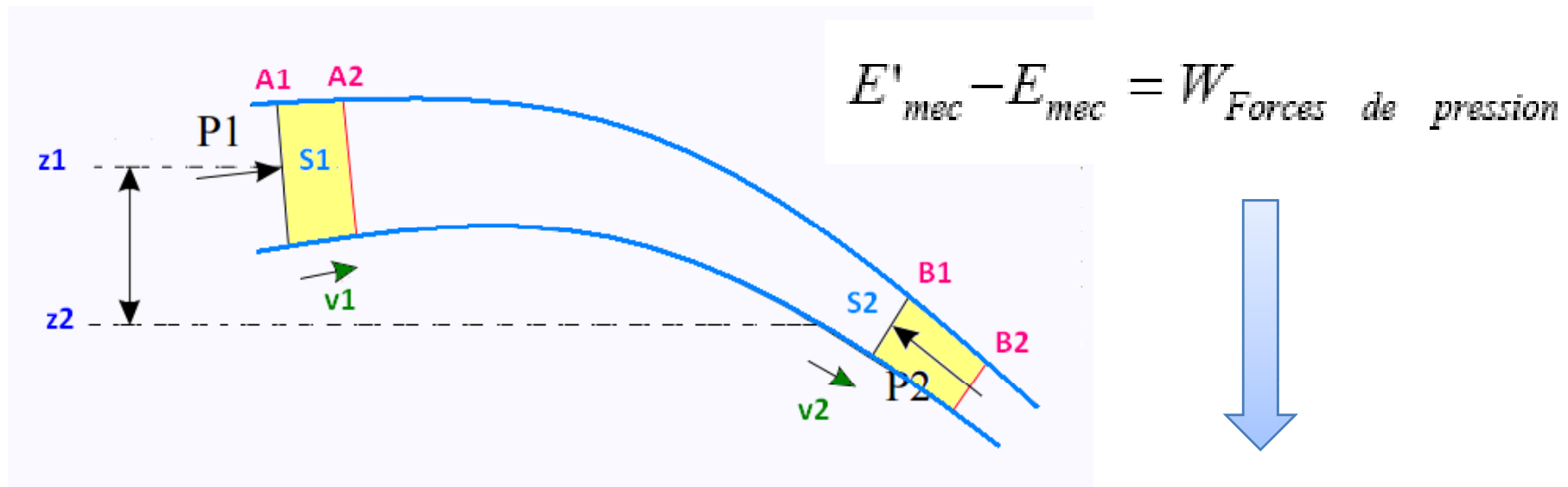
$\Rightarrow \rho_1 \cdot S_1 \cdot dx_1 = \rho_2 \cdot S_2 \cdot dx_2$, on divise par $dt \Rightarrow \rho_1 S_1 \cdot v_1 = \rho_2 S_2 \cdot v_2$

Pour un fluide incompressible $\rho_1 = \rho_2 = \rho \Rightarrow S_1 \cdot v_1 = S_2 \cdot v_2$

I-4-3 Théorème de Bernoulli (conservation de l'énergie)

Hypothèses :

- Le fluide est parfait et incompressible
- L'écoulement est permanent
- L'écoulement est dans une conduite lisse



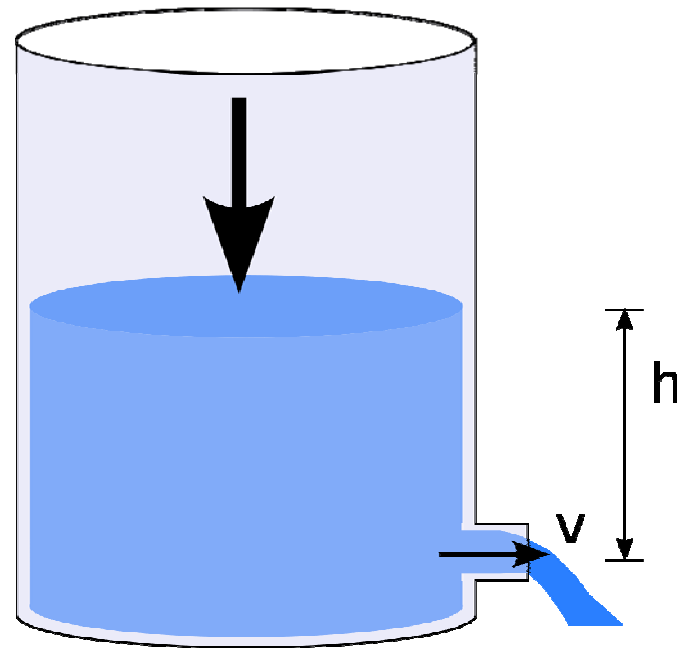
$$\frac{v_2^2}{2} + \frac{P_2}{\rho} + g \cdot z_2 = \frac{v_1^2}{2} + \frac{P_1}{\rho} + g \cdot z_1$$

I-4-4- Théorème de Torricelli

La vitesse d'écoulement d'un fluide sous l'influence de son propre poids est égale à :

$$V = \sqrt{2gh}$$

h : niveau du liquide au dessus de l'orifice



Exemple 1: débit , vitesse : tiré du polycopié de : **Riadh BEN HAMOUDA** , Tunisie

ENONCE

Un fluide parfait incompressible s'écoule d'un orifice circulaire situé sur le coté d'un réservoir avec un débit volumique $q_v=0,4$ L/s. Le diamètre de l'orifice est $d=10$ mm.

- 1)** Déterminer la vitesse d'écoulement au niveau de l'orifice.
- 2)** Enoncer le théorème de Bernoulli.
- 3)** A quelle distance de la surface libre se trouve l'orifice ?

REPONSE

1) Vitesse d'écoulement : $V = \frac{q_v}{S} = \frac{4 \cdot q_v}{\pi \cdot d^2}$ A.N. $V = \frac{4 \cdot 0,4 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot 0,01^2} = 5,1 \text{ m/s}$

2) Théorème de Bernoulli : $\frac{V_1^2}{2 \cdot g} + Z_1 + \frac{P_1}{\varpi} = \frac{V_2^2}{2 \cdot g} + Z_2 + \frac{P_2}{\varpi}$

3) On a $Z_1 - Z_2 = h$; $P_1 = P_2 = P_{\text{atm}}$; $V_1 = 0$ donc $h = \frac{V_2^2}{2 \cdot g}$ A.N. $h = \frac{5,1^2}{2 \cdot 9,81} = 1,32 \text{ m}$

Ressources dans la plate forme :

⇒ Polycopié de Youcefi Sarra: Mécaniques des fluides 1 (cours et applications), Université Mohamed Boudiaf , Oran

⇒ fichier : [mdf_sarr.pdf](#)

⇒ à télécharger du site de la plate forme