

CORRECTION

BILAN 2 : Les fluides immobiles (fluides au repos)



I- ENONCE de l'EQUATION fondamentale de la STATIQUE des fluides

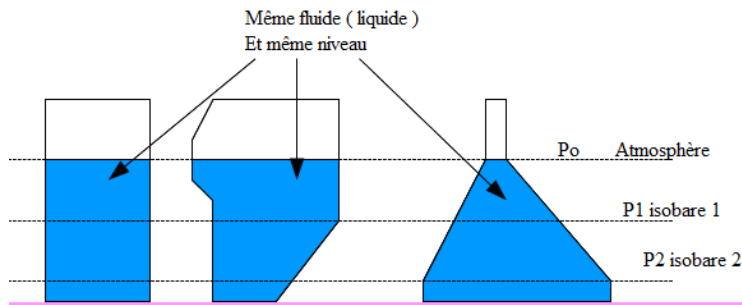
L'utilisation d'un capteur de pression nous permet d'observer que dans un fluide en équilibre (on dit aussi fluide au repos) :

https://phet.colorado.edu/sims/html/under-pressure/latest/under-pressure_fr.html



		La pression est la même en tout point d'un même plan horizontal dans un fluide au repos
		La pression augmente avec la profondeur d'immersion dans un fluide au repos.
Densité du fluide 1000 kg/m³ essence eau miel	Densité du fluide 1274 kg/m³ essence eau miel	Pour une même profondeur d'immersion, la pression dépend de la masse volumique d'un fluide au repos.
		Pour une même profondeur d'immersion, la pression ne dépend pas de la forme du récipient, donc ne dépend pas de la quantité de liquide.

Généralisation



Enoncé de l'équation fondamentale de la statique des fluides :

Bon à Savoir!

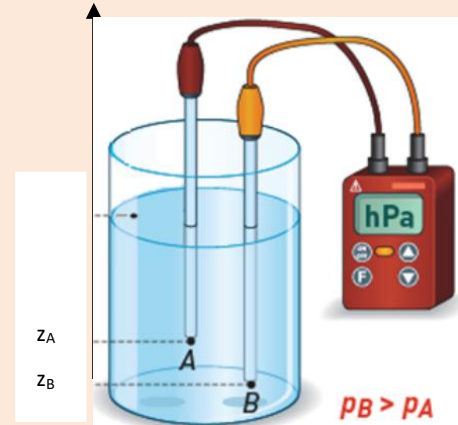
Soient 2 points A et B d'un fluide au repos, de masse volumique ρ .

La différence de pression entre 2 points A et B d'un liquide de masse volumique ρ est égale à :

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

Soit : $P_A + \rho g z_A = P_B + \rho g z_B$

- ρ est la masse volumique du liquide en kg/m^3
- g est l'intensité de pesanteur : $g = 9,81 \text{ N/kg}$ à Paris
- z_A et z_B sont les altitudes des points A et B en mètre
- P_A et P_B sont les pressions du liquide au point A et au point B en Pascal



$$\text{Soit } P_B = P_A + \rho \times g \times (z_A - z_B)$$

$$\begin{aligned} \text{Soit } P_A &= P_B - \rho \times g \times (z_A - z_B) \\ &= P_B + \rho \times g \times (z_B - z_A) \end{aligned}$$

$$\text{Soit } z_A - z_B = h = (P_B - P_A) / \rho \times g \quad (>0)$$

Remarques

- Cette **différence** de pression correspond au **poids** de la colonne de liquide de surface **1 m²** et de hauteur **($z_A - z_B$)**
- Les gaz sont très **compressibles**, donc leur masse volumique **n'est pas la même** partout dans les gaz (à la différence des liquides).
La relation fondamentale de la statique des fluides n'est donc plus **valable** pour des très grandes différences d'altitude. On considérera donc que la pression dans un gaz est sensiblement **la même** en tout point, si le récipient qui contient le gaz est de hauteur **limitée**.
Pour une même petite dénivellation, la variation de pression est environ **1000 fois plus petite** dans un gaz que dans un liquide, car la masse volumique d'un gaz est environ 1000 fois plus faible que celle d'un liquide.
- On peut définir d'autres unités de pression à partir de la **hauteur** d'une colonne d'eau ou de mercure :
→ **Utiliser** l'équation fondamentale de la statique des fluides pour retrouver la relation entre 1 mCE et les Pascals :

$$\begin{aligned} P_B - P_A &= \rho \times g \times (z_A - z_B) \\ &= 1000 \times 10 \times 1 \\ &= 10^4 \text{ Pa} \end{aligned}$$

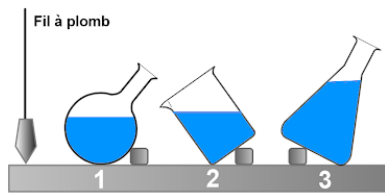
Conclusion : 1mCE = 10^4 Pa

$$1\text{mCE} = 10^4 \text{ Pa}$$

m CE : mètre de colonne d'eau :

C'est la différence de pression correspondant à une dénivellation de 1 m d'une colonne d'eau

Surface libre d'un liquide au repos



Considérons 2 points A et B à la surface du liquide.

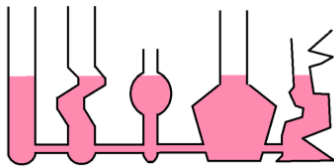
- Equation de la statique des fluides : $P_B - P_A = \rho \times g \times (z_A - z_B)$
- Or A et B sont tous les 2 à la **pression atmosphérique**
- donc $P_B = P_A$
- ou donc $P_B - P_A = 0$
- conséquence $z_A - z_B = 0$ donc $z_A = z_B$

Conclusion :

La surface libre d'un liquide au repos est **plane** et **horizontale**.

Les vases communicants

(remplissage des vases communicants)



<https://www.youtube.com/watch?v=-EGDWEB5DyI>

EGDWEB5DyI



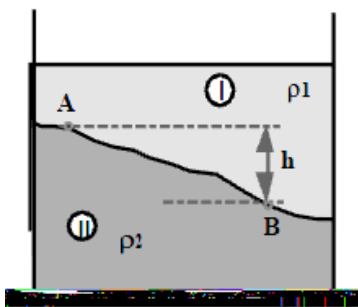
Les vases communicants comportent plusieurs récipients, reliés entre eux à leur base et soumis à la **même** pression : pression **atmosphérique**.

Un liquide s'équilibre à la **même hauteur** dans chacun d'eux, et ceci quels que soient leur forme et leur volume.

Si le même liquide ou un liquide de même densité est rajouté dans l'un des récipients, il va à nouveau s'équilibrer à une hauteur identique dans tous les récipients connectés.

Ceci s'explique par le fait qu'il y a la même différence de pression entre la base et la surface dans chaque récipient, donc la même **hauteur** !

Surface de séparation entre 2 liquides non miscibles



• Dans le liquide ①, équation de la statique des fluides
 $P_B - P_A = \rho_1 \times g \times (z_A - z_B)$

• Dans le liquide ②, équation de la statique des fluides
 $P_B - P_A = \rho_2 \times g \times (z_A - z_B)$

• Donc $\rho_1 \times g \times (z_A - z_B) = \rho_2 \times g \times (z_A - z_B)$

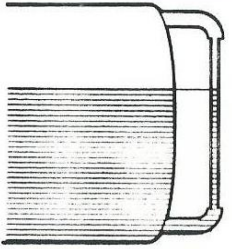
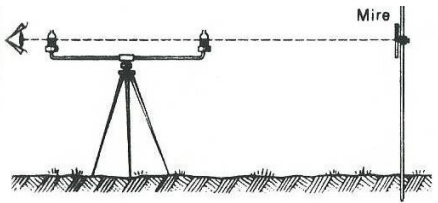
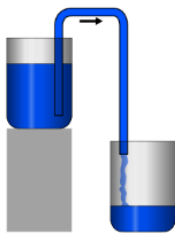
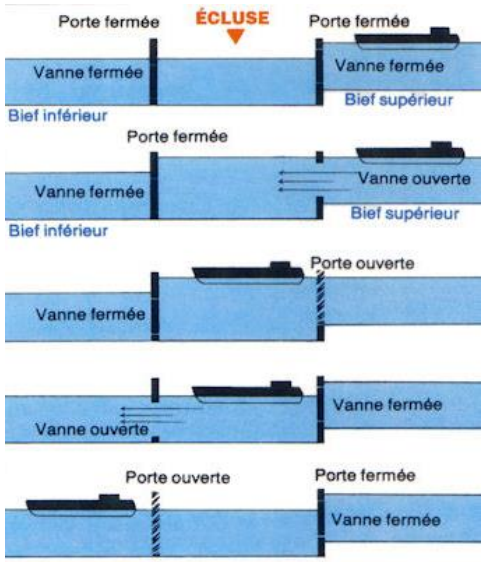
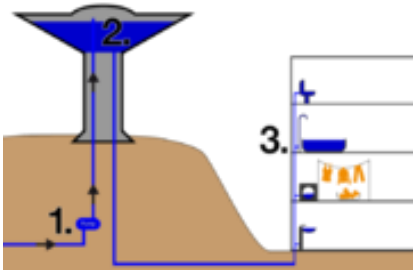
• Comme les 2 milieux étant différents, ils n'ont pas la même **masse volumique** : $\rho_1 \neq \rho_2$

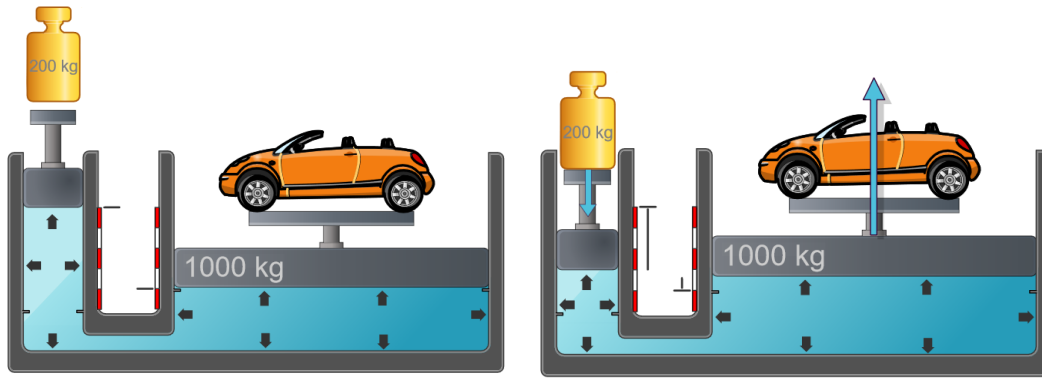
• La seule possibilité pour avoir l'égalité est : $z_A - z_B = 0$

• Conclusion :

La surface de séparation entre 2 liquides non miscibles est **plane** et **horizontale** donc cette représentation **n'est pas possible** entre 2 liquides non miscibles

III- UTILISATIONS pratiques de l'équation fondamentale de la statique des fluides

Indicateur de niveau 	L'indicateur de niveau est un tube transparent communiquant avec le réservoir à parois opaques. Le niveau dans le tube étant le même dans le tube et dans le réservoir, on a donc une indication du niveau de liquide dans le réservoir. 
Niveau d'eau	Le niveau d'eau permet de placer divers points dans le même plan horizontal. 
Siphon	Le siphon est un tuyau servant à transvaser des liquides selon le principe des vases communicants. 
Fermeture hydraulique des éviers	Le « bouchon hydraulique » formé par l'eau qui stagne dans le coude de l'évacuation de l'évier évite les mauvaises odeurs de remonter. 
Ecluse http://jpfil.com/ecluse/index.html 	
Château d'eau : https://phet.colorado.edu/fr/simulation/legacy/fluid-pressure-and-flow	Le château d'eau est une tour qui a pour rôle de stocker l'eau potable. L'eau potable est envoyée dans le réservoir situé au sommet de l'ouvrage grâce à des pompes. Le réservoir doit être situé plus haut que les consommateurs, afin que l'eau soit conduite jusqu'à eux via le réseau de distribution grâce à la pression exercée, selon le principe des vases communicants. 



Bon à Savoir!

THEOREME DE PASCAL

Toute variation de pression en un point du liquide se transmet intégralement à tous les autres points du liquide car les liquides sont incompressibles.

CONSEQUENCE :

① On applique une force F_1 sur le piston 1 de surface A_1 .

② Cette force engendre une pression P_1 telle que :

$$P_1 = F_1 / A_1$$

③ Le principe de Pascal implique que la pression P_2 au niveau du piston 2 de surface A_2 vaut : $P_2 = P_1$

④ Par conséquent, la force F_2 exercée par le piston 2 vaut :

$$F_2 = P_2 \times A_2$$

$$F_2 = P_1 \times A_2$$

$$F_2 = (F_1 / A_1) \times A_2$$

Par exemple, si la surface A_2 est 10 fois plus grande que la surface A_1 , cela implique que F_2 est **10 fois plus grande que F_1** .

Conclusion : Comme les liquides qui sont **incompressibles**, ils transmettent intégralement les variations de pression, une **petite** action exercée à un endroit du liquide peut provoquer une **grande** action à un autre endroit du liquide, donc cela permet de soulever des charges **importantes** en fournissant des **petits** efforts !

Applications

→ Frein assisté des véhicules, matériel de levage (cric), vérins hydrauliques ...

