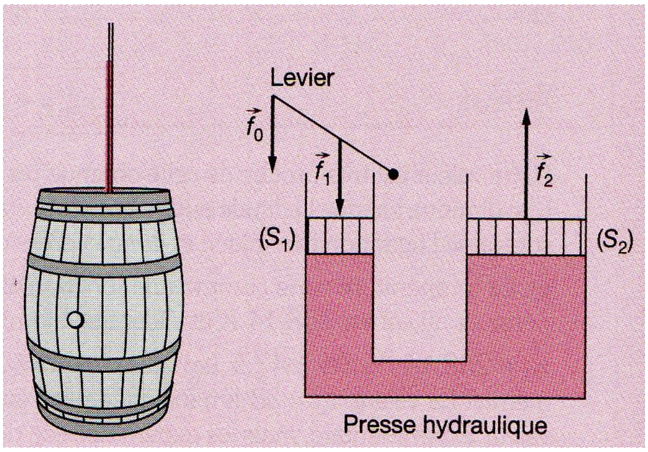
TD T1 : STATIQUE DES FLUIDES

Exercice 1 : Statique des fluides incompressibles

1) A la surface d'un récipient contenant de l'eau, la pression change de P_0 à $P_0 + \Delta P$. Que dire du changement de pression dans l'eau ?

2) Commenter l'expérience dite du tonneau de Pascal : un tonneau est percé de manière à être surmonté par une fine colonne d'eau. On ajoute un tout petit peu d'eau dans la colonne (1ère figure). Que va-t-il se passer ?

3) Un récipient contenant de l'eau possède deux ouvertures de sections très différentes $S_2 >> S_1$ fermées par des pistons (2ème figure). Que se passe-t-il si on applique une force $\vec{f_1}$ sur le piston de surface S_1 ?

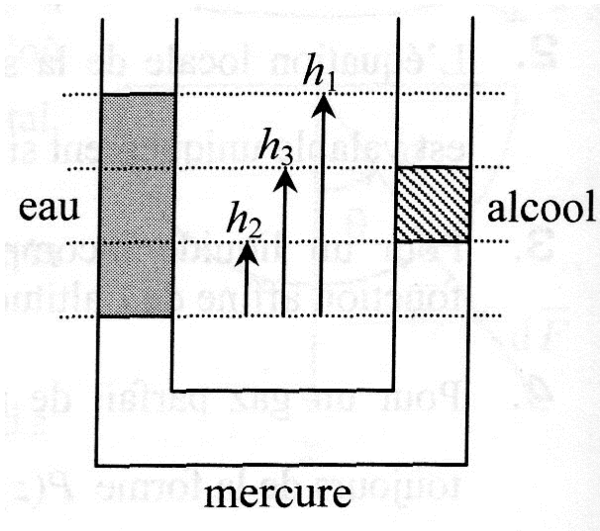


Exercice 2 : Equilibre de trois liquides non miscibles

1) Etablir l'équation locale de la statique des fluides.

2) Montrer que dans un liquide incompressible, la pression est une fonction affine de l'altitude z.

3) Un système de trois liquides incompressibles non miscibles (eau, mercure, alcool) est en équilibre dans un tube en U ouvert à l'air libre. On note respectivement ρ_1, ρ_2 et ρ_3 les masses volumiques de l'eau, du mercure et de l'alcool. Calculer ρ_3 en fonction de ρ_1, ρ_2, h_1, h_2 et h_3.
Application numérique : $h_1 = 0,80$ m, $h_2 = 0,050$ m, $h_3 = 0,20$ m, $\rho_1 = 1,0.10^3$ kg.m^{-3} et $\rho_2 = 1,4.10^4$ kg.m^{-3}.



Exercice 3 : Modèles d'atmosphère

L'air de la troposphère (partie de l'atmosphère dans laquelle nous vivons) est considéré comme un gaz parfait de masse molaire M. On suppose le champ de pesanteur uniforme et l'atmosphère au repos. Au niveau du sol (z = 0), la pression est P_0 et la température T_0.

1) On suppose que la température de l'atmosphère est uniforme. A partir de la relation fondamentale de la statique des fluides, établir la loi de variation de la pression en fonction de l'altitude z. On introduira une hauteur caractéristique H du phénomène.

2) On suppose maintenant que la température de l'air décroît linéairement avec l'altitude z selon la loi $T(z) = T_0 - \lambda z$ (avec $\lambda > 0$). Montrer que la pression à l'altitude z est de la forme :

$$P(z) = P_0 \left(1 - \frac{\lambda}{T_0} z\right)^{\frac{T_0}{\lambda H}}$$

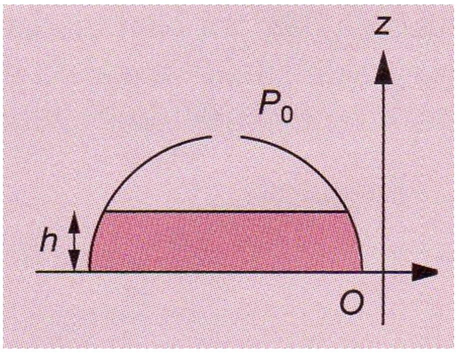
3) Calculer, pour les deux modèles, la pression au sommet de l'Everest (8850 m).

4) Pour z << H, montrer que les résultats obtenus à l'aide des deux modèles précédents conduisent à une même fonction affine P(z) donnant la pression en fonction de l'altitude.

<u>*Données :*</u> R = 8,314 J.K^{-1}.mol^{-1}, M = 29 g.mol^{-1}, g = 9,8 m.s^{-2}, P_0 = 1,0 bar, T_0 = 310 K et $\lambda = 5,0.10^{-3}$ K.m^{-1}.

Exercice 4 : Soulèvement d'une calotte sphérique

Une demi-sphère de rayon R et de masse m, posée sur le sol, est percée d'un trou en son sommet. On la remplit progressivement d'eau, de masse volumique ρ. Pour quelle hauteur h d'eau la demi-sphère se soulève-t-elle ? Quelle condition sur la masse m y-a-t-il pour que la demi-sphère puisse se soulever ?



Exercice 5 : Solide immergé dans deux liquides non miscibles : mesure de la densité d'un solide

Un solide cylindrique, de section droite circulaire, homogène, de section S, de hauteur H et de masse volumique ρ_S, est plongé dans un récipient contenant deux liquides non miscibles superposés, de masse volumique ρ_1 et ρ_2 constantes. La pression atmosphérique est constante et est notée P_a. Les notations h et d sont précisées sur la figure. L'axe (Oz) vertical ascendant a son origine au niveau de l'interface séparant les deux fluides.

1) Calculer la pression dans les deux fluides en fonction de l'altitude z.
2) Faire le bilan des efforts exercés sur le solide.
3) Calculer la résultante de ces efforts.
4) Le solide étant en équilibre, calculer ρ_S en fonction de ρ_1, ρ_2, h et H.
5) Retrouver le résultat de la question 4 en appliquant le théorème d'Archimède.