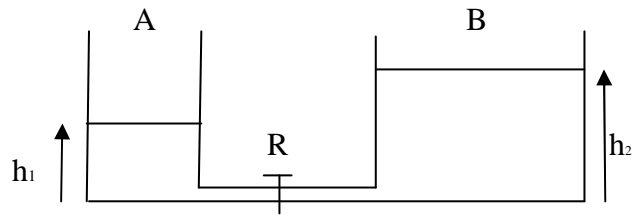


# TD Statique des fluides

## Exercice 1 : Liquides non miscibles en équilibre

Deux récipients A et B, de sections respectives  $S_1 = S$  et  $S_2 = 2S$ , sont reliés par un tube (de section négligeable) comportant un robinet R. Les bases de A et B sont situées sur un même plan horizontal.



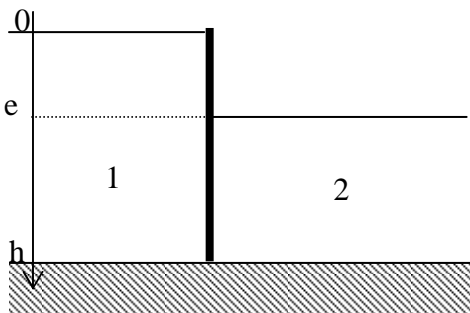
1) Le robinet R est fermé. On verse du mercure, de masse volumique  $\mu$ , jusqu'à une hauteur  $h_1 = h$  dans A. Du mercure est également versé dans B jusqu'à la hauteur  $h_2 = 3h/2$ . Le mercure est considéré comme un fluide homogène incompressible.

Exprimer en fonction de  $h$  les déplacements algébriques  $x_1$  et  $x_2$  des surfaces libres de A et B après avoir ouvert le robinet R.

2) Une hauteur  $h'$  d'eau, de masse volumique  $\mu_0$ , est ensuite versée dans A. L'eau et le mercure sont deux liquides non miscibles (le mercure est plus dense que l'eau). A l'équilibre, il existe une dénivellation  $D$  entre les surfaces libres de A et B.

Déterminer  $D$  en fonction de  $h'$ ,  $\mu$  et  $\mu_0$ .

## Exercice 2 : Calcul direct des forces pressantes



On désigne par  $P_0$  la pression atmosphérique par  $\rho$  la masse volumique de l'eau et par  $e$  la dénivellation entre les 2 surfaces de l'eau de part et d'autre du barrage.

Déterminer l'expression de la résultante de la force pressante s'exerçant sur le barrage - longueur  $L$ , hauteur  $h$  - représenté ci-contre.

## Exercice 3 : Poussée d'Archimède

On prend un verre dans lequel on plonge un glaçon. On remplit ensuite le verre d'eau à ras bord.



Est-ce que le verre d'eau risque de déborder suite à la fonte du glaçon ?

Que se passerait-il en remplaçant l'eau par de l'alcool (de densité inférieure à 1) ou du sirop (de densité supérieure à 1) ?

## Exercice 4 : Ascension d'un ballon-sonde dans l'atmosphère isotherme

L'atmosphère est assimilée à un gaz parfait (masse molaire  $M_{\text{air}}$ , masse volumique  $\rho_{\text{air}}$ ) en équilibre isotherme à la température  $T_0$ . Le champ de pesanteur garde une valeur  $g$  constante.

Un ballon-sonde est constitué d'une enveloppe remplie d'hélium (gaz parfait de masse molaire  $M_{\text{He}}$  et de masse volumique  $\rho_{\text{He}}$ ), dont le volume  $V$  ne peut pas dépasser une certaine valeur  $V_1$ , et à laquelle est attachée une nacelle. La nacelle, l'enveloppe et les accessoires ont une masse totale  $m$ , et le volume de la nacelle est négligeable devant  $V$ . Il y a constamment communication entre l'air atmosphérique et le gaz du ballon, ce qui assure l'équilibre mécanique et thermique entre les deux fluides.

1) Faire l'inventaire des forces appliquées au ballon-sonde et exprimer la résultante  $\vec{R}$  de ces forces en fonction de  $m$ ,  $g$ ,  $V$ ,  $\rho_{\text{He}}$  et  $\rho_{\text{air}}$ . Quels sont les termes qui peuvent varier en fonction de  $z$ ? Exprimer  $\vec{R}$  en fonction de  $m$ ,  $g$ ,  $M_{\text{He}}$ ,  $M_{\text{air}}$ , et  $n_{\text{He}}$  (quantité molaire d'hélium contenue dans le ballon).

2) À quelle condition le ballon pourra-t-il s'élever au départ? En déduire la masse  $m_{\text{max}}$  maximale pour un volume initial  $V_0$  en fonction de  $V_0$ ,  $M_{\text{He}}$ ,  $M_{\text{air}}$ ,  $R$ ,  $T_0$  et  $P_0$  (pression à l'altitude nulle de départ). Calculer  $m_{\text{max}}$  pour  $V_0=4000\text{L}$  (ballon de 1m de rayon environ),  $T_0=293\text{K}$ ,  $P_0=1\text{ bar}$ ,  $R=8,3\text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ ,  $M_{\text{He}}=4\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  et  $M_{\text{air}}=29\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

3) Phase à masse constante : Le volume du ballon ne peut dépasser une valeur notée  $V_1$  sans que celui-ci n'éclate. Montrer que cela implique l'existence d'une altitude maximale atteinte par le ballon, notée  $z_1$ , que l'on exprimera en fonction de  $H = \frac{RT_0}{M_{\text{air}}g}$ ,  $V_1$  et  $V_0$ .

4) Phase à volume constant : Au-delà de l'altitude  $z_1$ , le ballon possède une soupape qui lui permet d'évacuer du gaz à volume constant. Déterminer l'altitude  $z_2$  d'équilibre (appelée plafond) du ballon-sonde en fonction de  $H = \frac{RT_0}{M_{\text{air}}g}$ ,  $m$ ,  $m_{\text{max}}$ ,  $V_1$  et  $V_0$ .

