

# TD n°6 Statique des fluides

ENCPB - Pierre-Gilles de Gennes

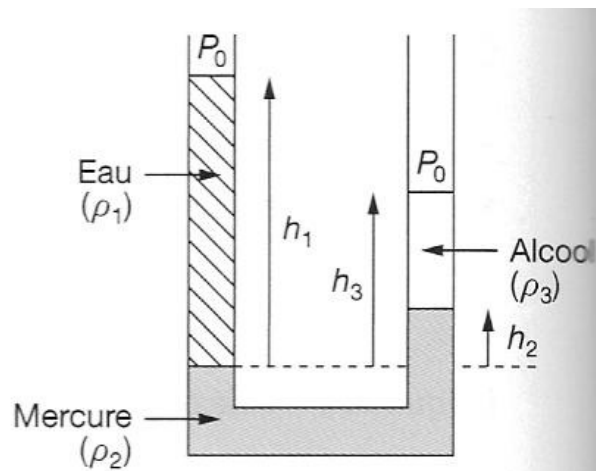
## Résumé

- ★ Exercice niveau CCP
- Exercice niveau Centrale/Mines
- ◇ Exercice nécessitant un sens physique particulier.

### 1. Equilibre de trois liquides★

Un système de trois liquides non miscibles (eau, mercure, alcool) est en équilibre dans un tube en U ouvert à l'air libre. Les hauteurs respectives d'eau et d'alcool ainsi que la distance entre les niveaux de mercure sont indiqués sur la figure ci-contre. On note respectivement  $\rho_1$ ,  $\rho_2$ ,  $\rho_3$  les masses volumiques de l'eau, du mercure et de l'alcool. Exprimer  $\rho_3$  en fonction de  $\rho_1$ ,  $\rho_2$ ,  $h_1$ ,  $h_2$  et  $h_3$ . Application numérique.

Données :  $h_1 = 0,8 \text{ m}$  ;  $h_2 = 0,05 \text{ m}$  ;  $h_3 = 0,2 \text{ m}$  ;  $\rho_1 = 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$  ;  $\rho_2 = 13,6 \cdot 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$



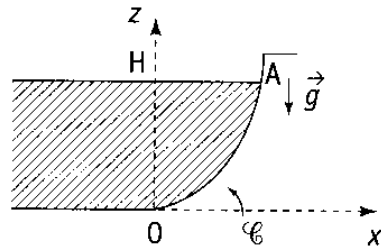
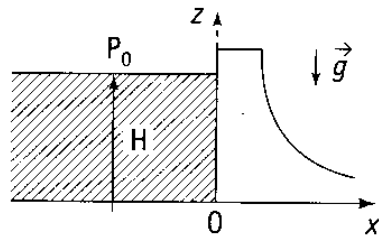
### 2. Résolution de problèmes : Canal sur un pont◇

Observez la photo ci-contre. Le pont a-t-il davantage de chances de s'effondrer lorsqu'une péniche passe sur celui-ci ? On proposera un raisonnement précis pour justifier la réponse.

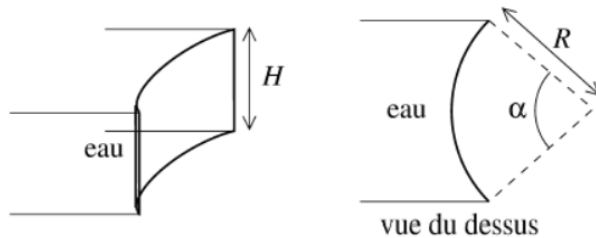


### 3. Forces de pression sur un barrage★◇

- Un barrage doit permettre de réaliser une retenue d'eau sur une profondeur  $H$  et une largeur  $L$ . La pression de l'air est  $P_0$ , et la masse volumique de l'eau est constante et vaut  $\rho_0$ . Déterminer la résultante des efforts de pression exercés par l'eau sur le barrage.
- Le profil du barrage est modifié. Il correspond à une courbe d'équation  $z = x^2$ . La hauteur d'eau demeure  $H$  et la largeur est  $L$ . Donner l'expression de la résultante des efforts de pression subis par le barrage.



3. On considère finalement un barrage constitué par une portion de cylindre, de rayon  $R$ , d'angle  $\alpha$  et de hauteur  $H$ . Calculer la résultante des forces de pression exercées sur le barrage.



Comparer à la force qui s'exercerait sur le barrage s'il était plan, avec la même largeur d'eau.

#### 4. Questions classiques sur la poussée d'Archimède★

- Déterminer le pourcentage de volume immergé d'un iceberg (rapport du volume de l'iceberg situé sous l'eau sur le volume total de l'iceberg). On donne  $\rho_{\text{glace}} = 900 \text{ kg.m}^{-3}$  et  $\rho_{\text{eau}} = 1025 \text{ kg.m}^{-3}$ .

- On place un glaçon dans un verre d'eau tel que le verre soit rempli à raz bord. Le glaçon fond. Le verre déborde-t-il ?

#### 5. Principe de la chasse d'eau★

Un bloc de taille  $\ell L h$ , représenté ci-dessous est plongé dans un liquide.

- Calculer la résultante des forces de pression sur l'objet quand celui-ci est posé sur le fond.
- Calculer la résultante des forces de pression sur l'objet quand celui-ci est entouré de liquide (le centre de gravité du solide est supposé à une profondeur  $H$ ). Que dire de la dépendance en  $H$  de ce résultat ?
- Expliquer le principe de la chasse d'eau des toilettes.



#### 6. Pression au sommet de l'Everest•

On considère que la température de l'air (gaz parfait) décroît linéairement avec l'altitude. Au niveau de la mer, la température vaut  $20^\circ\text{C}$ , et au sommet de l'Everest (altitude 8850 m) elle vaut  $-40^\circ\text{C}$ . La masse molaire de l'air est  $M = 29 \text{ g.mol}^{-1}$ .



- Déterminer la loi de variation de la température avec l'altitude.
- Établir la loi de variation de la pression avec l'altitude. En déduire la pression au sommet de l'Everest en fonction de la pression au niveau de la mer.
- Montrer que, dans l'atmosphère, on a une relation du type  $PV^k = \text{cste}$ . Calculer  $k$ .

## 7. Montgolfière★

Une montgolfière de volume  $V = 5000 \text{ m}^3$  est remplie d'air à la température  $T_0 = 75^\circ\text{C}$ . L'air environnant est à  $T = 17^\circ\text{C}$ . L'enveloppe du ballon et la nacelle ont une masse totale  $m$  et un volume négligeable par rapport au volume  $V$ . La pression atmosphérique est supposée égale à  $P_0 = 1,013 \text{ bar}$  à l'extérieur comme à l'intérieur du ballon.

1. Déterminer l'expression et la valeur numérique de la masse volumique de l'air à l'intérieur du ballon et à l'extérieur.
2. Déterminer la valeur maximale de  $m$  pour que la montgolfière puisse décoller.
3. Même question lorsque le ballon est rempli d'hélium à la même température que l'air environnant.

*Données :* Masse molaire de l'air  $M_{\text{air}} = 29 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  ; masse molaire de l'hélium  $M_{\text{He}} = 4,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

## 8. Résolution de problème : masse de l'atmosphère◇

Évaluer de deux façons la masse de l'atmosphère terrestre. Comparer à la masse de la Terre,  $M_T = 6,0 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ . On précise que la température moyenne de l'atmosphère terrestre est d'environ  $T = 288 \text{ K}$  et le rayon de la Terre est  $R_T = 6400 \text{ km}$ .