

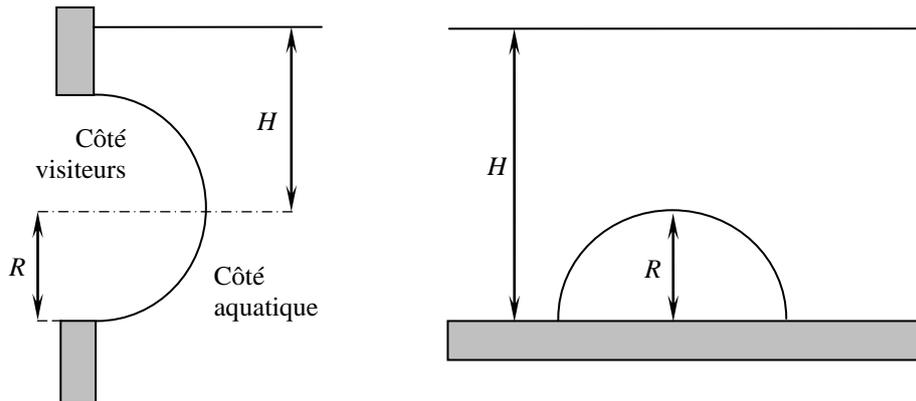
# Mécanique des Fluides 2012/2013 – examen n°1

Durée : 90 minutes.

Documents autorisés : tous

## 1. Force de pression

On souhaite construire un aquarium destiné au grand public. L'un des points forts du projet est l'aménagement de hublots hémisphériques, où les visiteurs puissent passer une partie du corps pour observer la faune et la flore au niveau des parois (Figure 1, gauche). Un autre dispositif spectaculaire consiste à faire circuler les visiteurs dans un tunnel vitré passant au fond du bassin (Figure 1, droite). En coupe, le tunnel a la forme d'un demi-cercle.



**Figure 1.** Points forts du projet d'aquarium (coupe verticale). Hublot hémisphérique (gauche), tunnel vitré immergé (droite).

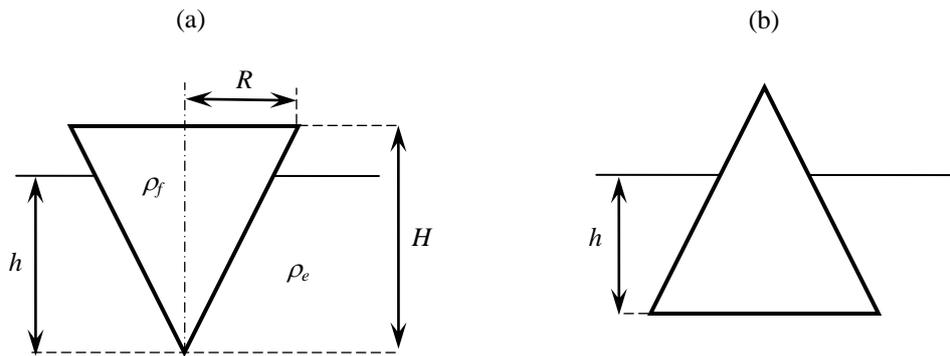
On note  $\rho$  la masse volumique de l'eau et  $g$  l'accélération de la pesanteur.

- 1) Afin de dimensionner la fixation des hublots à la paroi, on souhaite calculer la force de pression qui s'exerce sur eux. Donner l'expression des composantes horizontale et verticale de la force de pression exercée sur le hublot sphérique en fonction des données à votre disposition. On notera  $R$  le rayon du hublot et  $H$  la distance verticale entre la surface libre et l'axe de symétrie du hublot.
- 2) Application numérique :  $H = 4$  m,  $R = 0,75$  m.
- 3) De la même façon, on souhaite dimensionner l'épaisseur de la paroi vitrée du tunnel. En notant  $R$  le rayon du tunnel et  $H$  la profondeur d'eau totale (distance surface – fond de l'aquarium), donner l'expression de la force de pression totale s'exerçant sur le tunnel par unité de longueur.
- 4) Application numérique :  $H = 5$  m,  $R = 3$  m.

## 2. Flotteur conique

On considère un flotteur de forme conique (Figure 2) de masse volumique inférieure à celle de l'eau. On note  $\rho_f$  et  $\rho_e$  les masses volumiques respectives du flotteur et de l'eau. Le rayon à la base du flotteur est noté  $R$ , sa hauteur est notée  $H$ .

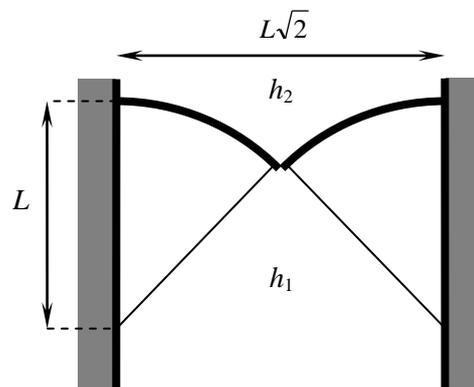
- 1) On pose le flotteur dans l'eau, pointe dirigée vers le bas (Figure 1a). Donner l'expression de la profondeur  $h$  à laquelle le flotteur s'enfonce.
- 2) Même question si le flotteur est orienté pointe vers le haut (Figure 1b).
- 3) On suppose que le rayon de base  $R$  est très petit devant  $H$  (le cône a la forme d'une aiguille très pointue). L'une des deux positions ci-dessus peut-elle être stable (expliquer pourquoi) ?



**Figure 2.** Flotteur conique plongé dans de l'eau. Configuration pointe en bas (a), pointe en haut (b).

### 3. Barrage

Le barrage du Maeslantkering (Pays-Bas) est un barrage mobile dont la fonction est d'empêcher l'entrée des marées-tempêtes dans le delta du système Rhin-Meuse. Il est formé de deux portes en arc de cercle qui pivotent chacune sur leur axe pour refermer le chenal du Nieuwe Waterweg (Figure 3).



**Figure 3.** Barrage du Maeslantkering. Gauche : vue aérienne en position ouverte (Crédits Google Earth). Droite : schéma de principe (vue de dessus) en position fermée. La mer du Nord est située du côté bombé des portes.

Chacune des deux portes forme un secteur circulaire d'ouverture 45 degrés. Le rayon du secteur circulaire est noté  $L$ . Chacune des portes se referme en pivotant autour de l'axe du secteur circulaire lorsque la différence entre les hauteurs d'eau  $h_1$  dans le chenal et  $h_2$  dans la mer du Nord est de l'ordre de 3 mètres.

- 1) Donner l'expression de la force exercée sur l'axe de chacune des deux portes lorsque le barrage est en position fermée, en fonction de  $g$ ,  $h_1$  et  $h_2$ ,  $L$  et la masse volumique  $\rho$  de l'eau (on utilisera la même masse volumique pour l'eau douce et l'eau salée).

Attention : la force de pression a deux composantes (une en  $x$ , une en  $y$ ) !

- 2) Application numérique :  $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$ ,  $h_1 = 18 \text{ m}$ ,  $h_2 = 21 \text{ m}$ ,  $L = 250 \text{ m}$ ,  $\rho = 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$ .