

Série de TD 02 – Partie (1) : Hydrostatique

Exercice 01

Un réservoir cylindrique ouvert, équipé de deux tubes piézométriques exposés à l'atmosphère, est rempli avec deux liquides non miscibles dans un état statique : de l'huile sur une hauteur $h_1 = 6$ m et de l'eau sur une hauteur $h_2 = 5$ m, comme le montre la figure 1. Nous considérons les points A, B, C, D et E comme montre la figure 1.

1. Calculer les pressions aux points A, B et C.
2. Calculer la distance h .
3. Etablir la distribution de pression du réservoir.

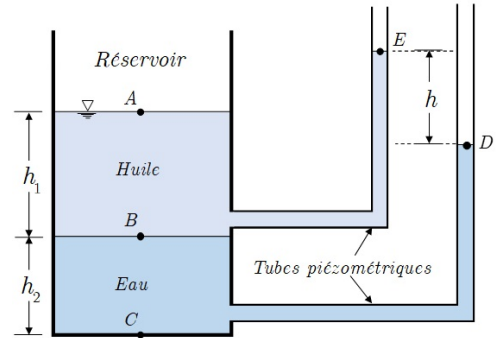


Figure 1. Réservoir à tubes.

Exercice 02

Un tube en U est rempli de trois liquides non miscibles à savoir : l'eau, l'essence et le mercure, voir figure 2.

- Calculer les niveaux z_0, z_1, z_2 et z_3 sachant que :
 $z_0 - z_1 = 0.2$ m
 $z_3 - z_2 = 0.1$ m
 $z_1 + z_2 = 1.0$ m

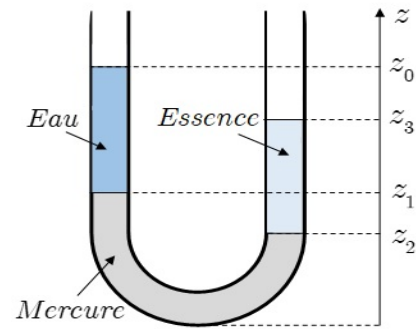


Figure 2. Tube en U.

Exercice 03

Le principal danger pour les nouveaux moteurs diesel (HDI, TDI ... etc) est une forte présence d'eau dans le carburant. L'indication de remplissage d'un réservoir de carburant dans la figure 3 est proportionnelle à la pression mesurée par une jauge placée au fond du réservoir. L'eau, de densité plus élevée que le diesel, vient de se loger au fond du réservoir, faussant ainsi la mesure prise par la jauge. Le réservoir possède une hauteur totale H . On note ρ_e et ρ_d les masses volumiques de l'eau et de diesel respectivement.

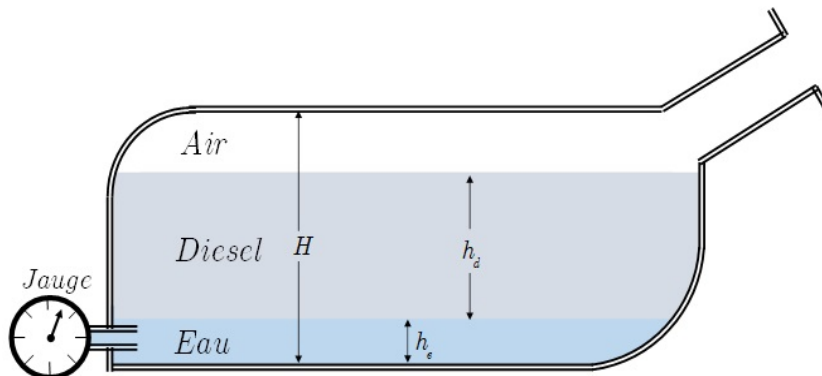


Figure 3. Réservoir de carburant.



1. Déterminer la pression P_{max} indiquée par la jauge lorsque le réservoir est rempli uniquement de diesel en fonction de P_{atm} , ρ_d , g et H .
2. Le réservoir contient maintenant de l'eau sur une hauteur h_e . Déterminer en fonction de ρ_e , ρ_d , h_e et H la hauteur h_d de diesel pour laquelle la jauge indique le plein du réservoir.
3. Calculer le taux de remplissage T pour $H = 250$ mm et $h_e = 18$ mm. On donne : $T = 100 \times h_d/H$.

Exercice 04

La figure 4 représente un tube en U, dont les branches ont des largeurs différentes et rempli d'un liquide. Sur la partie gauche, une masse m est placée sur un piston de surface S_g . Sur la partie droite, une force \vec{F} agit sur un piston de surface S_d . La dimension dans le plan perpendiculaire au schéma est constante.

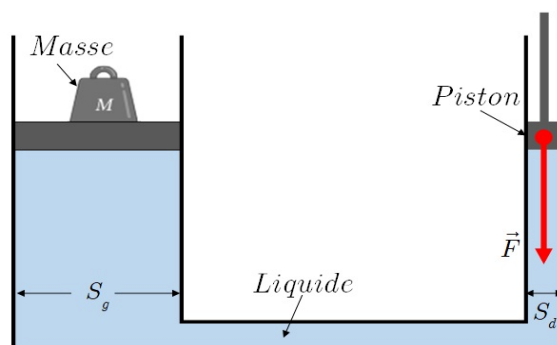


Figure 4. Vérin hydraulique.

1. Exprimer la pression exercée par la force F en fonction de S_d .
2. Exprimer la pression exercée par la masse m en fonction de m , S_g et g .
3. Calculer la valeur minimale de F pour que la masse se déplace si $m = 500$ kg, $S_d = 10$ cm² et $S_g = 1000$ cm².
4. La masse est montée de 1 cm, de quelle hauteur est descendu le piston de droite ?.

Données des exercices :

Fluide	Eau	Essence	Huile	Mercure	Diesel	Gravité g
Masse volumique (kg/m ³)	1000	700	850	13600	864	9.81 m/s ²

Exercices supplémentaires

Exercice 05

Dans la figure 5, les surfaces de l'eau à 20°C et de l'essence sont ouvertes à l'atmosphère à la même élévation.

- Quelle est la hauteur h du troisième liquide dans la partie droite ?

Exercice 06

On met du mercure dans le fond d'un tube en U puis on verse une hauteur de 20 cm d'eau dans l'une des branches.

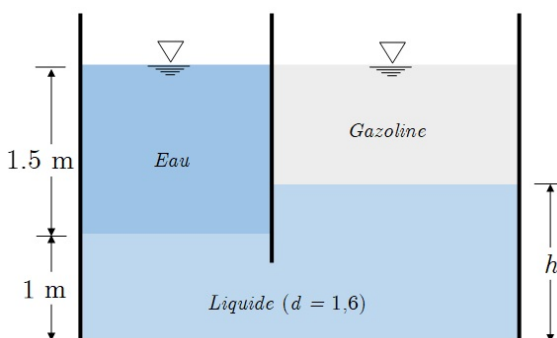


Figure 5. Réservoir contenant trois liquides.

1. Quelle est la hauteur d'huile qu'il faut verser dans l'autre branche pour que les surfaces libres de l'eau et de l'huile soient dans un même plan horizontal ?
2. Quelle est alors la différence de niveau du mercure dans les deux branches ? On donne la densité de l'huile 0.91 et celle du mercure 13.6



Partie (2) : Forces de pression et Poussée d'Archimède

Exercice 07

L'eau monte jusqu'au niveau E dans la canalisation fixée au réservoir $ABCD$ comme indique la figure 6. En négligeant le poids du réservoir et des conduites.

1. Déterminer la force totale de pression qui s'exerce sur :
 - La surface AB ayant 2.5 m de largeur.
 - La face inférieure BC .
 - La face supérieure AD .
2. Calculer le poids total de l'eau dans le réservoir.

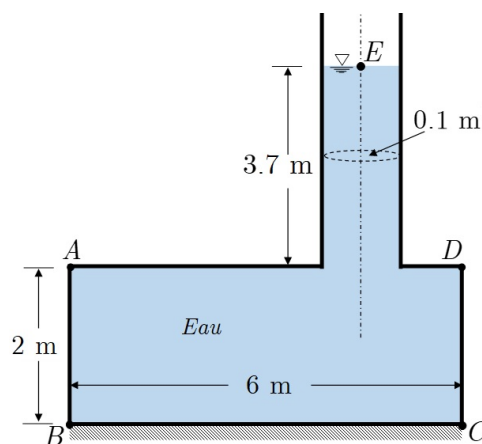


Figure 6. Réservoir d'eau.

Exercice 08

Soit le barrage comportant deux portes d'évacuation d'eau AB et CD , comme l'indique la figure 7. En connaissant que la porte en AB forme une surface rectangulaire de largeur 3 m et la porte en CD forme une surface plane triangulaire de base 4 m.

1. Calculer la résultante des efforts de pression \vec{R}_1 appliquée par l'eau sur AB .
2. Donner le centre de poussée z_{c_1} de la résultante de pression \vec{R}_1 .
3. Calculer la résultante des efforts de pression \vec{R}_2 appliquée par l'eau sur CD .
4. Donner le centre de poussée z_{c_2} de la résultante de pression \vec{R}_2 .
5. Calculer les deux composantes R_{2x} et R_{2z} .
6. Comparer R_{2x} et R_{2z} , que peut-on dire ?

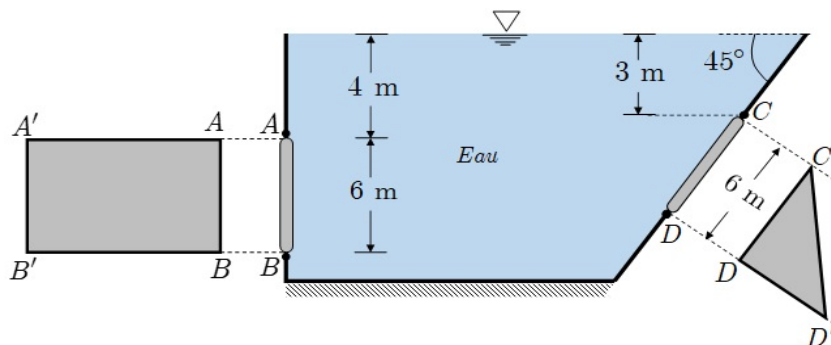


Figure 7. Barrage d'eau équipé de deux portes.

Exercice 09

Un bloc d'acier parallélépipédique flotte à une interface eau-mercure comme indiqué dans la figure 8. On note d_A et d_M les densités respectives de l'acier et du mercure.

1. Calculer le rapport des distances b/a .
2. Calculer le rapport b/a si $d_A = 7,85$ et $d_M = 13$.

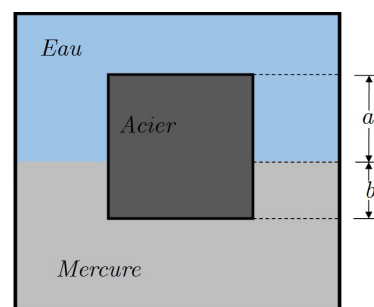


Figure 8. Acier flottant.



Exercice 10

Soit une plate-forme composée d'une plaque plane de masse 350 kg et de trois poutres cylindriques identique en bois dont le diamètre est 0.5 m et la longueur est 4 m. Cette plateforme flotte à la surface de la mer comme montre la figure 9. Si les masses volumiques de l'eau de mer et du bois sont 1027 kg/m^3 et 700 kg/m^3 , respectivement :

1. Ecrire l'équation d'équilibre de la plate-forme.
1. En déduire la fraction $F(\%)$ du volume immergé des poutres.
2. Déterminer la masse maximale qu'on peut placer sur la plate-forme sans l'immerger.

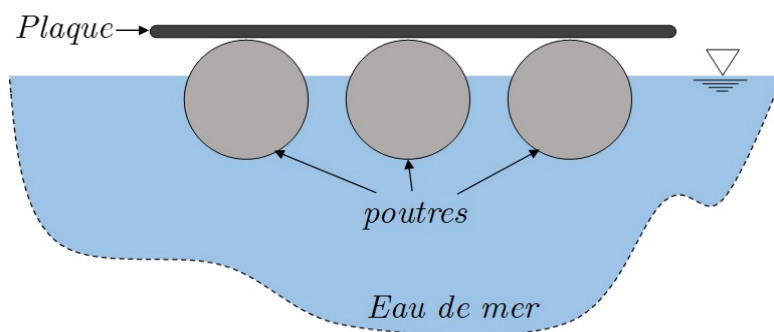


Figure 9. Plate-forme flottant sur la mer.

Partie (3) : Hydrostatique dans un champ uniforme de forces

Exercice 11

Un réservoir situé à bord d'un camion-citerne, mesurant 4 mètres de long et 2.5 mètres de haut, contient de l'eau jusqu'à une profondeur de 1.5 mètre, exposée à la pression atmosphérique. Ce camion-citerne est en déplacement, subissant une accélération constante de 3 m/s^2 . La figure 10 illustre une coupe longitudinale du réservoir.

1. Déterminer la distribution de pression au niveau de la coupe indiquée.
2. Trouver l'accélération minimale nécessaire pour que le liquide atteigne la paroi supérieure du réservoir.

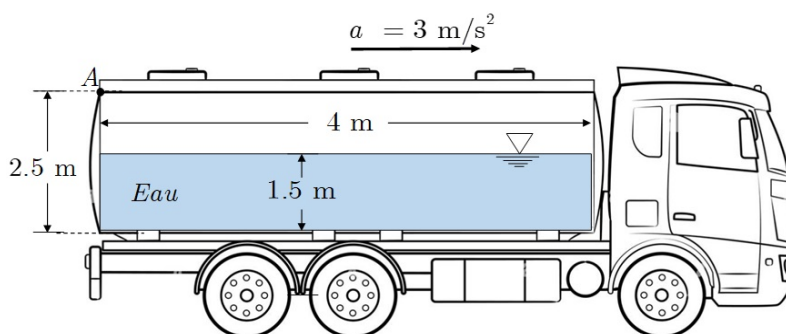


Figure 10. Camion-citerne transportant l'eau.

Exercice 12

Un réservoir cylindrique de 3 m de haut, 1 m de diamètre contient 2 m d'eau et tournant autour de son axe.

1. Quelle vitesse angulaire constante ω peut-on atteindre sans renverser l'eau ?.
2. Quelle est la pression au fond du réservoir aux points A et B représentant le centre du fond et la paroi (respectivement) quand $\omega = 10 \text{ rad/s}$

