

On donne :

- l'accélération de la pesanteur :  $g = 9.81 \text{ m.s}^{-2}$  ;
- la vitesse du son dans l'air :  $350 \text{ m.s}^{-1}$ .
- la pression atmosphérique :  $p_a = 1.013 \text{ bar} = 101.3 \text{ kPa}$ .

**Exercice n°1 - 6.5 pts**

Un réservoir contient une couche de hauteur  $h'$  d'acétone de masse volumique  $\rho'$  au dessus d'une couche de hauteur  $h$  de glycérine de masse volumique  $\rho$ .

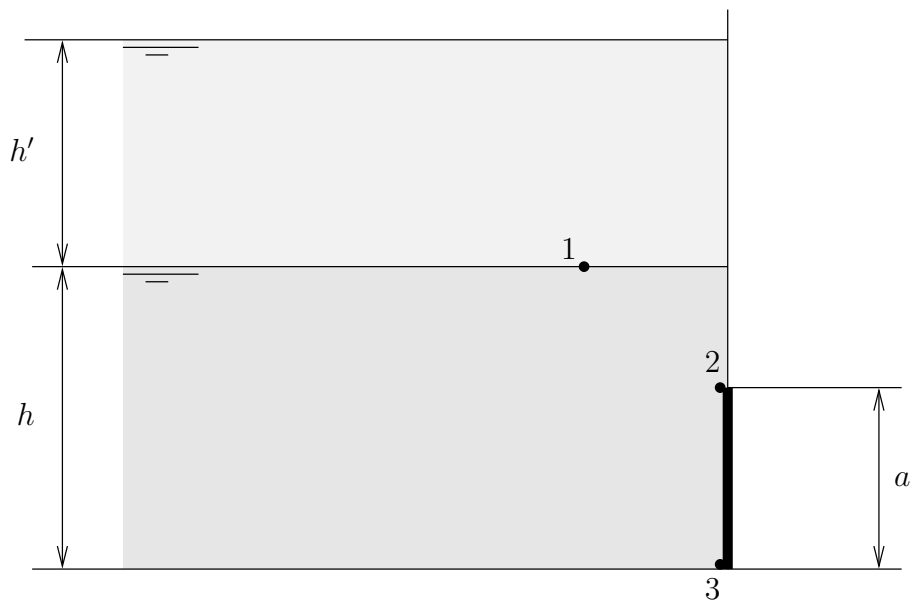
Une hublot rectangulaire de hauteur  $a$  et de largeur  $b$  (distance perpendiculaire au dessin) est situé sur la face verticale du réservoir ; La base du hublot étant au fond du réservoir.

De l'air à la pression atmosphérique  $p_a$  est au dessus de la surface libre de l'acétone et à l'extérieur du réservoir et du hublot.

Le problème peut être considéré comme un problème plan. Les 2 liquides sont immobiles.

**Données numériques :**

- $\rho = 1260 \text{ kg.m}^{-3}$
- $\rho' = 790 \text{ kg.m}^{-3}$
- $h' = 3 \text{ m}$
- $h = 4 \text{ m}$
- $a = 2.4 \text{ m}$
- $b = 1.2 \text{ m}$



- 1) Calculez analytiquement puis numériquement les pressions effectives qui règnent - dans les liquides - au niveau de la surface de séparation de ces liquides (point 1) ainsi qu'en haut (point 2) et en bas (point 3) du hublot. .... [1.5]
- 2) Représentez - à l'échelle et sur la FIG. 2 (où vous visualisez le hublot et les 2 surfaces libres à l'échelle 1 m représenté par 1 cm) - la répartition de force effective exercée par les liquides sur ce hublot. ... [1]
- 3) Calculez analytiquement puis numériquement la force effective globale exercée sur ce hublot. Précisez analytiquement puis numériquement le point d'application de cette force. .... [4]

**Exercice n°2 - 7 pts**

Considérons un profil NACA 23015 de pale d'éolienne de corde  $c = 1.365$  m. Ce profil subit un flux d'air de masse volumique  $\rho = 1.24$  kg.m<sup>-3</sup>, de viscosité cinématique  $\nu = 15 \cdot 10^{-6}$  m<sup>2</sup>.s<sup>-1</sup> et de vitesse  $V_\infty = 33$  m.s<sup>-1</sup> avec une incidence  $\alpha = 10^\circ$  (cf FIG. 1).

Sur la FIG. 1, le vecteur vitesse  $\vec{V}_\infty$  est horizontal et le profil est incliné de l'angle  $\alpha = 10^\circ$ .

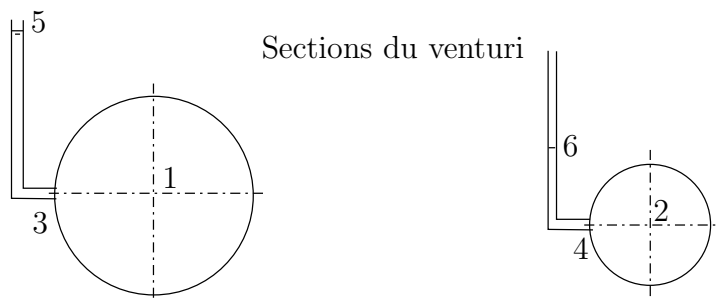
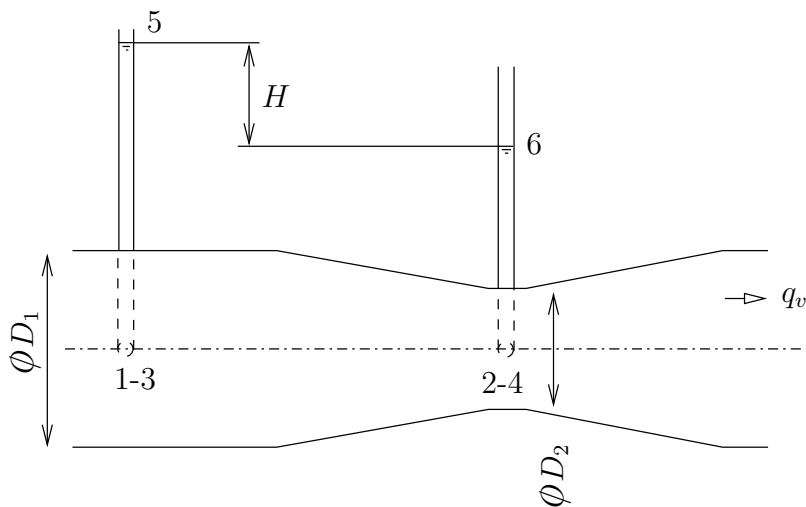
On donne les coefficients aérodynamiques de portance  $C_z$  et de trainée  $C_x$  du profil NACA 23015 pour une incidence de  $\alpha = 10^\circ$  et pour différents nombres de Reynolds  $\mathcal{R}$ .

$\mathcal{R}$	$C_z$	$C_x$
$10^4$	0.2777	0.11984
$10^5$	1.1452	0.03961
$10^6$	1.2401	0.01291
$3 \cdot 10^6$	1.2721	0.00974
$5 \cdot 10^6$	1.2554	0.00874

- 1) Calculez le nombre de Reynolds caractérisant l'écoulement autour du profil. L'air peut-il être considéré comme un fluide incompressible? ..... [1]
- 2) Quelle est la pression effective au point d'arrêt sur le profil? ..... [1]
- 3) Calculez les composantes de trainée et de portance par unité d'envergure du profil. Représentez sur la FIG. 1 qui sera rendue avec la copie - à l'échelle 100 N.m<sup>-1</sup>  $\equiv$  1 cm par ex. - la force globale - par unité d'envergure - exercée par l'air sur ce profil (sans préciser le point d'application de cette force). ..... [3.5]
- 4) L'intensité de la vitesse est divisée par trois :  $V_\infty = 11$  m.s<sup>-1</sup>. On ne modifie pas l'angle  $\alpha = 10^\circ$ . Recalculez les composantes de trainée et de portance par unité d'envergure du profil. ... [1.5]

**Exercice n°3 - 6.5 pts**

Un venturi installé dans une conduite d'eau de mer permet de déterminer le débit volumique  $q_v$  du liquide, de masse volumique  $\rho = 1030 \text{ kg.m}^{-3}$  et de viscosité cinématique  $\nu = 10^{-6} \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$ .



Ce venturi est constitué d'un convergent qui permet de faire varier progressivement le diamètre de la conduite du diamètre  $D_1 = 26 \text{ mm}$  au diamètre (au col)  $D_2 = 16 \text{ mm}$  puis d'un divergent qui permet de faire revenir au diamètre à  $D_1$ .

Des prises de pression statique sont situées comme l'indique les figures et permettent de mesurer la différence de pression du fluide entre les sections 1 et 2.

La pression du fluide varie très faiblement dans chacune des sections droites 1 et 2. On considèrera donc que  $p_1 = p_3$  et que  $p_2 = p_4$ .

Les points 1, 2, 3 et 4 sont à la même altitude.

Les 2 tubes de pression statique débouchent à l'air libre (points 5 et 6) qui est à la pression atmosphérique; On mesure une différence d'altitude entre ces 2 points  $H = 292 \text{ mm}$ .

On négligera toutes les pertes de charge pour effectuer les calculs.

1) Après avoir précisé la provenance de l'ensemble de vos équations, établissez la relation permettant de calculer le débit volumique  $q_v$ . ..... [5]

2) Calculez numériquement  $q_v$ .

Calculez numériquement les vitesses moyennes et les nombres de Reynolds dans les sections 1 et 2. Précisez le type d'écoulement. .... [1.5]

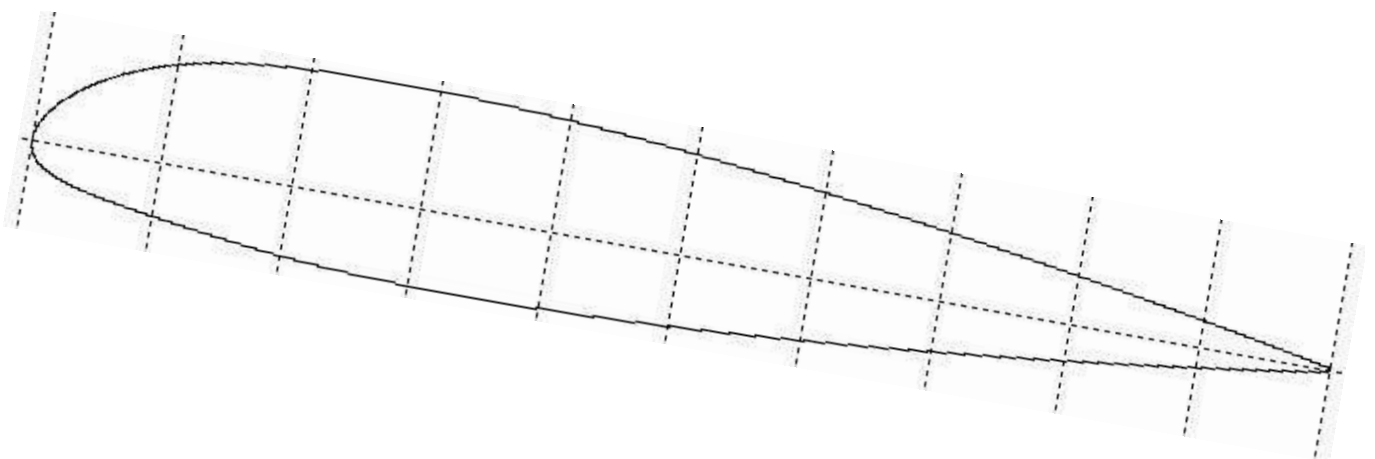


FIG. 1 – Profil NACA 23015 incliné de  $10^\circ$  par rapport aux bords horizontaux de la feuille.

N° : .....



FIG. 2 – Porte et niveaux.