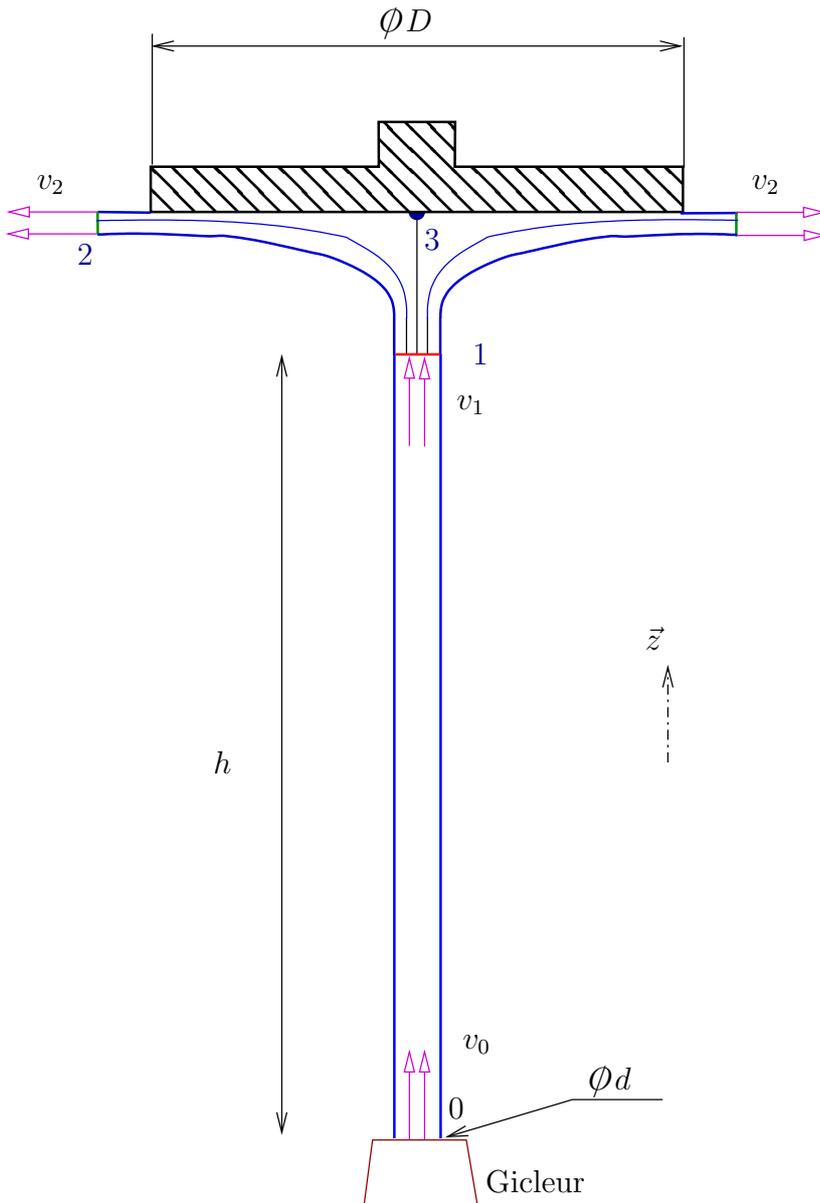


On donne pour tous les exercices :

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

Des points seront attribués à l'écriture de vos hypothèses, à la provenance de vos équations et la justification de vos simplifications.

Exercice n°1 _ Jet [13 pts]



Un jet d'eau vertical (d'axe \vec{z}) de débit volumique q_v sort d'un gicleur de diamètre d et vient frapper un disque de diamètre D .

Au contact du disque, ce jet se sépare de manière symétrique dans toutes les directions horizontales.

Cette expérience se réalise dans l'air à la pression atmosphérique p_a . L'accélération de la pesanteur est $-g\vec{z}$.

On notera S_0 la section en sortie de gicleur ; Dans cette section la vitesse de l'eau est verticale et d'intensité v_0 .

On notera S_1 une section proche et précédant le disque où la vitesse est verticale ; Dans cette section la vitesse de l'eau est considérée verticale et d'intensité v_1 .

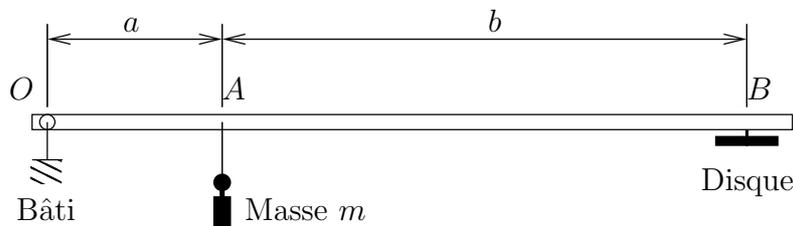
On notera S_2 une section de l'écoulement en sortie de disque où la vitesse est horizontale ; Dans cette section la vitesse de l'eau est considérée horizontale et d'intensité v_2 .

On ne considèrera aucune perte de charge.

La distance entre les sections S_0 et S_1 est notée h . La différence d'altitude entre les sections S_2 et S_1 est quasi nulle.

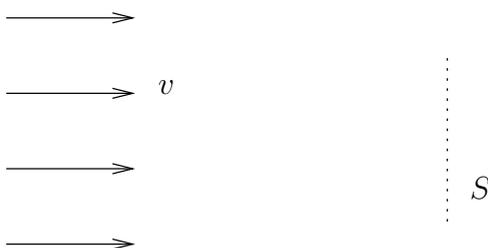
Le disque est fixé en B à un levier articulé en O sans frottement à un bâti. Une masse m positionnée en A permet d'équilibrer horizontalement ce levier. On note a et b les distances OA et AB .

La masse volumique de l'eau est $\rho = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$ et l'on donne la valeur des paramètres :
 $q_v = 90 \text{ l.mn}^{-1}$, $d = 10 \text{ mm}$, $D = 90 \text{ mm}$, $h = 250 \text{ mm}$.



- 1) Calculez v_0 , v_1 et v_2 .
- 2) Calculez les aires des sections S_1 et S_2 .
- 3) Calculez la pression effective au point d'arrêt 3.
- 4) Déterminez la force effective exercée sur le disque par ce jet. Un dessin présentant vos notations (en couleurs) est nécessaire pour répondre à cette question : vous pourrez utiliser celui de l'énoncé.
- 5) Calculez la pression effective moyenne qui règne sur la surface de contact entre l'eau et le disque. Représentez, à l'échelle, une allure possible de la force répartie effective exercée par l'eau sur le disque. Quelle relation peut-on écrire entre la pression effective moyenne et la pression effective $p_e(M)$ qui règne en point M de la surface de contact entre l'eau et le disque ?
- 6) Calculez la force exercée par l'air sur le disque et en déduire la force absolue exercée par l'eau sur le disque.
- 7) Si $a = 8$ cm et $b = 32$ cm, quelle est la masse m qui équilibre le levier ?
- 8) La répartition de vitesse dans la section S_1 est-elle réellement verticale ? Justifiez votre réponse ; Un dessin représentant différentes vitesses de cette section S_1 est utile mais pas suffisant pour répondre.

Exercice n°2 – Puissance du vent [7 pts]



La masse volumique de l'air est $\rho = 1.24 \text{ kg.m}^{-3}$

Quelle est la puissance \mathcal{P} d'un vent de vitesse v traversant une surface S (perpendiculaire au vecteur vitesse) ?
En déduire la puissance surfacique d'un vent $v = 3 \text{ km/h}$.

La théorie de Rankine-Froude-Betz permet de démontrer qu'une éolienne (par exemple) ne peut récupérer au très grand maximum que $\frac{16}{27}$ de cette précédente puissance. La réalité est encore moins réjouissante car l'éolienne considérée possède un rendement de 45%.

Quelle est la puissance surfacique récupérée par cette éolienne pour un vent de vitesse $v = 3 \text{ km/h}$?

Pour un vent constant de l'instant t_0 à l'instant t_1 , quelle serait l'énergie surfacique récupérée par cette éolienne entre ces 2 instants ? Effectuez l'application numérique si $t_1 = t_0 + 1$ heure et $v = 3 \text{ km/h}$.

On donne l'évolution de la vitesse du vent à Vitré pour la journée du 9 mars 2013 par palier de 3h (de 0h à 3h du matin, la vent est de 24 km/h, etc ...).

00 h.	03 h.	06 h.	09 h.	12 h.	15 h.	18 h.	21 h.
24 km/h	9 km/h	18 km/h	15 km/h	18 km/h	39 km/h	27 km/h	30 km/h

Quelle serait l'énergie surfacique récupérée par cette éolienne durant toute cette journée ?

Un français consomme environ 7700 kW.h ("kiloWatt heure") dans son année¹.

Déterminez l'énergie moyenne utilisée par jour par un français.

Si tous les jours de l'année était comme ce 9 mars, combien faudrait-il de mètre carré d'éolienne pour subvenir à la consommation d'un français ?

¹source <http://donnees.banquemondiale.org/>