Théorème de Bernoulli

Exercice 1

Le jet d'eau de Genève de diamètre initial 107 mm s'élève verticalement à une hauteur de 156 m. En négligeant les pertes par frottement, déterminer la vitesse à la base du jet et le débit injecté.

Exercice 2

Une pompe installée sur une conduite aspire de l'eau à la base d'un réservoir (hauteur d'eau 2 m) pour la refouler dans un bassin à l'air libre, située à une hauteur de 8 m par rapport au plan d'eau du réservoir. Le débit de la pompe est de 50 l/s. Calculer la puissance de cette pompe (indice : écrire tout d'abord la conservation de l'énergie).

Exercice 3

Quelle est la pression qui s'exerce sur le nez d'une torpille se déplaçant sous 10 m d'eau à la vitesse de 50 km/h?

Exercice 4

Une conduite circulaire de rayon R transporte un fluide de masse volumique ϱ avec un débit Q. Tout d'abord horizontale, la conduite subit une inflexion d'un angle α. Calculer la force subie par le coude en considérant un volume de contrôle englobant ce coude. On négligera la gravité.

Exercice 5

Un jet circulaire de rayon a projette horizontalement un fluide de masse volumique ϱ sur un mur vertical avec une vitesse v. Calculer la force d'impact du jet.

Exercice 6 : Ingénieurs du monde

Vous travaillez pour Ingénieurs du Monde dans une vallée reculée des montagnes du Népal. Vous devez estimer la vitesse de l'eau dans une rivière d'une petite vallée située à 5 jours de marche de la route la plus proche avec les moyens rudimentaires à disposition sur place (un récipient et un long tuyau).

Connaissant le volume du récipient V et le temps t nécessaire pour le remplir, déterminer la vitesse v de l'eau dans la rivière. Vous connaissez encore le diamètre du tuyau d, sa longueur l, la pression atmosphérique P_a, la pente de la rivière p. Les autres mesures déjà prises sont indiquées sur la figure 1.

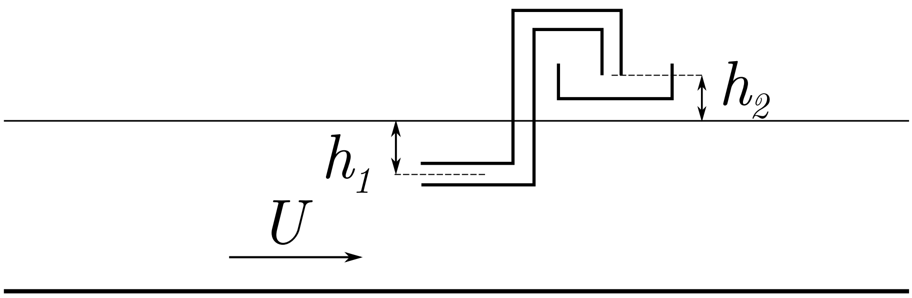

Fig. 1 – *Schéma de l'installation rudimentaire de mesure.*

Exercice 7 (facultatif)

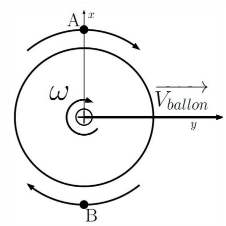

FIG. 2 – *L'effet Magnus*

En 1997 lors de la coupe des confédérations, Roberto Carlos marqua un but d'anthologie face à la France à faire pâlir les goals (cliquez ici sur le PDF pour voir la vidéo). Il utilisa pour cela un effet bien connu qui est **l'effet Magnus**. Cet effet permet, en outre, de donner l'effet lifté ou coupé à une balle de ping-pong ou de tennis. Nous allons essayer de comprendre cet effet dans cet exercice.

Soit un ballon de rayon a, de masse m et de vitesse U. Pendant sa course le ballon tourne sur lui même à la vitesse angulaire ω.

1. On suppose que la rotation du ballon entraine le fluide autour de lui. Déterminer dans le référentiel du terrain, puis dans le référentiel du ballon, la vitesse du fluide au point A et au point B (ces points étant très proches on pourra considérer qu'ils sont sur la surface du ballon).
2. À l'aide du théorème de Bernoulli déterminer la différence de pression entre A et B.
3. En supposant que la pression A est homogène sur la demi-sphère supérieure et la pression B homogène sur la demi-sphère inférieure, déterminer la force résultante sur la ballon. Cette force est à l'origine de l'effet Magnus.
4. En s'aidant du schéma ci-dessous trouver le rayon de courbure R de la frappe que l'on considère constant. On négligera tout frottement et on traitera le problème dans le plan horizontal (on ne prend pas en compte le déplacement vertical du ballon). *Aide : la force centrifuge ($F_c = m\omega^2 R$) doit être égale à la force de Magnus pour maintenir un rayon constant.*
5. On considère que Roberto Carlos a tiré le ballon (de rayon $a = 11$ cm et de masse $m = 450$ g) dans l'alignement du but à une distance $l = 35$ m. La balle garde une vitesse constante de 130 km/h pendant le vol et sa vitesse de rotation est de 6 tr/s (dans le sens anti-horaire). On néglige les frottements. Sachant que le ballon est tiré avec un angle de $\alpha = 12°$, déterminer si le ballon rentre dans les cages et si oui, à quelle distance D du centre des cages (une cage de foot fait 7,3 m de large). *Aide : comme $R >> l$ on pourra considérer que la longueur de l'arc de la trajectoire du ballon est égale à l.*

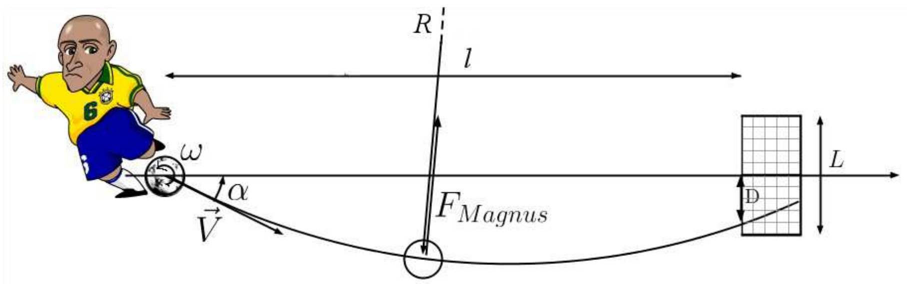

FIG. 3 – *L'effet Magnus et Roberto vu du dessus*