

Exercices – Ecoulement parfait : Bernoulli

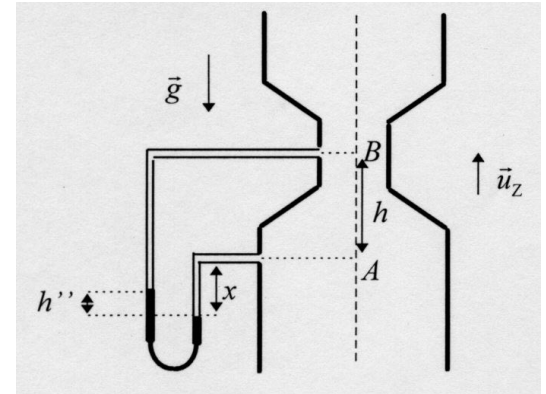
Exercice 1 : Jauge de Venturi verticale

*Traiter un exemple du cours dans une situation légèrement différente
Relier la dénivellation du mercure aux pressions dans la jauge*

Une jauge de Venturi est constituée d'un conduit de section circulaire, de surface S_A (diamètre d_A) qui présente un rétrécissement de section S_B (diamètre d_B). De l'eau s'écoule dans la jauge.

On mesure à l'aide d'un tube en U contenant du mercure la différence de pression entre A et B. La dénivellation du mercure est h'' .

En-dehors de la canalisation principale (donc dans le tube en U et les tubes horizontaux), les fluides (eau et mercure) sont statiques.



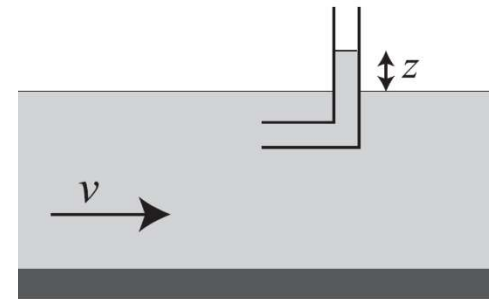
Déterminer la vitesse de l'eau en A et le débit à travers la jauge. On assimilera l'eau & un fluide parfait et incompressible en écoulement stationnaire.

Données : $h'' = 35,0 \text{ cm}$; $d_A = 30,0 \text{ cm}$; $d_B = 15,0 \text{ cm}$; $\mu(\text{Hg}) = 13\,600 \text{ kg.m}^{-3}$; $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$.

Exercice 2 : Débitmètre

*Une façon simple de mesurer le débit d'un écoulement à l'air libre
Repérer seul la présence d'un point d'arrêt dans l'écoulement*

Dans une rivière, le champ de vitesse est horizontal, supposé uniforme près de la surface $\vec{v} = v\vec{e}_x$, et l'eau est assimilée à un fluide parfait. On y plonge un tube coudé de section uniforme S , qui descend à la profondeur d et qui dépasse la surface libre de la rivière d'une hauteur H . L'axe z ascendant a pour origine la surface libre de la rivière.



1. Faire un schéma. Dans un premier temps, on suppose que l'eau monte dans le tube jusqu'à la hauteur $z < H$ au-dessus de la surface de la rivière. Etablir la relation entre v et z .
2. A partir de quelle vitesse critique v_c d'écoulement de la rivière un jet d'eau peut-il se former au-dessus du tube ? Jusqu'à quelle hauteur h' (au-dessus de la rivière) ce jet monte-t-il ?
3. En supposant que le jet d'eau est vertical à sa base, et que les lignes de courant sont toutes parallèles, quelle est la vitesse de l'eau à la sortie du tube ? Quelle est alors la vitesse de l'eau dans le tube ?

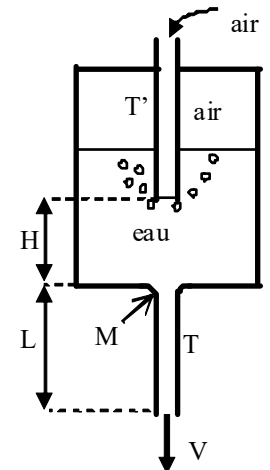
Exercice 3 : Vase de Mariotte

Une clepsydre simple d'utilisation pour tester si l'on a compris Torricelli

On considère le dispositif de la figure ci-contre, contenant de l'eau.

Le tube T , de longueur L laisse s'écouler l'eau ; le tube T' , qui a son orifice inférieur à une hauteur H au-dessus de T , laisse passer l'air depuis l'atmosphère de pression p_0 .

1. Exprimer la vitesse de sortie V de l'eau lorsque le niveau d'eau est au-dessus de l'orifice inférieur de T' , en fonction de g , L et H . Dépend-elle de la hauteur d'eau ?
2. Expliquer en quoi le tube T' permet-il au dispositif d'être une clepsydre simple d'utilisation (pour la mesure du temps)



3. Que se passe-t-il si la hauteur d'eau située au-dessus de la sortie du tube T' est supérieure à 10 m ?

Exercice 4 : Vidange d'un réservoir fermé

Vidange d'un réservoir hermétiquement fermé à l'air ambiant

Gérer une condition à la limite plus compliquée qu'à l'air libre

Faire preuve d'initiative en faisant une hypothèse sur une transformation

Une bonbonne cylindrique est remplie à moitié d'eau, la hauteur d'eau étant $H_0 = 10 \text{ cm}$ et le volume d'eau $V_0 = 2 \text{ L}$. Au-dessus de l'eau se trouve de l'air à pression atmosphérique. Le haut de la bonbonne est hermétiquement fermé, l'air extérieur ne peut y pénétrer. La bonbonne possède un robinet de vidange en bas sur le côté, préalablement fermé. On ouvre le robinet à l'instant $t = 0$.

1. Expliquer pourquoi l'eau ne va pas entièrement s'écouler

2. Quel volume d'eau s'écoule avant immobilisation ?

Réponse : $V_{ec} = 20 \text{ cm}^3$

Extrait CCINP PC 2020 : Mécanique du vol d'un avion

- Comprendre qq éléments du vol d'un avion grâce à la mécanique des fluides

- Essentiellement s'approprier les données de l'énoncé

La **figure 1** représente un schéma simplifié des principales caractéristiques géométriques du profil d'une aile d'avion. L'extrados est la surface supérieure du profil et l'intrados est la surface inférieure du profil. La distance L entre le bord d'attaque et le bord de fuite est appelée corde du profil.

On travaille dans le référentiel de l'aile. Dans ce référentiel, loin de l'aile, la vitesse de l'air est notée $\vec{v}_\infty$. L'angle entre la corde et $\vec{v}_\infty$ est l'angle d'incidence i . La vitesse de l'avion par rapport à l'air est notée $\vec{V}_a$ avec $V_a = \|\vec{V}_a\| = \|\vec{v}_\infty\| = v_\infty$.

Dans cette partie, la vitesse de l'avion sera suffisamment faible devant la célérité du son dans l'air pour considérer l'air en écoulement incompressible.

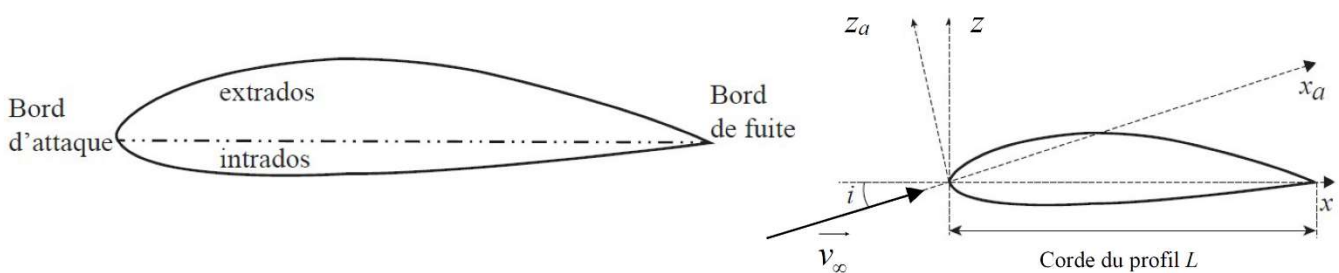


Figure 1 - Caractéristiques géométriques du profil d'une aile d'avion