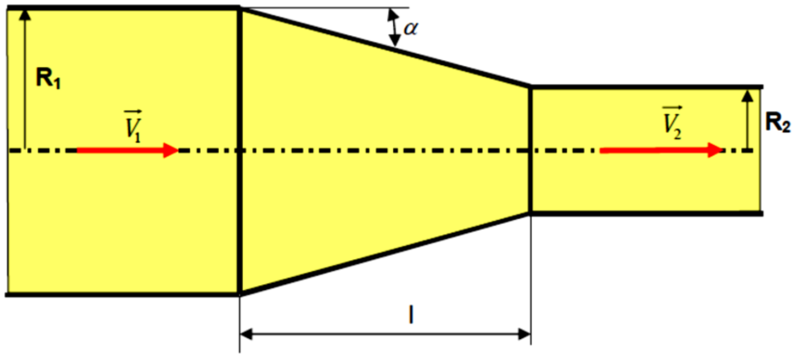
Série TD N°: 3 (Dynamique des fluides incompressible parfait)

Exercice N°.1

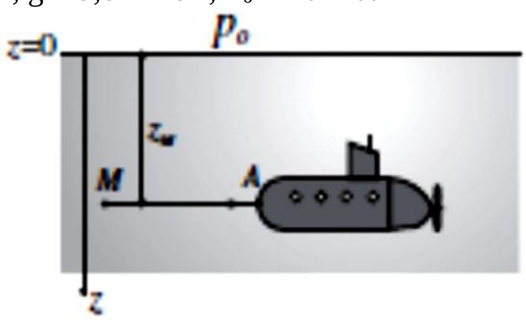
On veut accélérer la circulation d'un fluide parfait dans une conduite de telle sorte que sa vitesse soit multipliée par 4. Pour cela, la conduite comporte un convergent caractérisé par l'angle α (schéma ci-dessus).



1) Calculer le rapport des rayons (R_1/R_2).
2) Calculer (R_1 - R_2) en fonction de L et α. En déduire la longueur L. (R_1 = 50 mm, α = 15°).

Exercice N°.2

Un sous-marin se déplace à une profondeur de 10 m sous le niveau de l'eau et à une vitesse de 15 m s^{-1}. Quelle est la pression qui s'exerce sur le nez de ce sous-marin ?
Hypothèses : l'écoulement de l'eau autour du sous-marin est incompressible
et stationnaire. L'eau est supposée se comporter comme un fluide parfait.
On donne $\rho_{eau} = 10^3$ kg m^{-3}, g = 9,81 m s^{-2}, $P_0 = 10^5$ Pa.

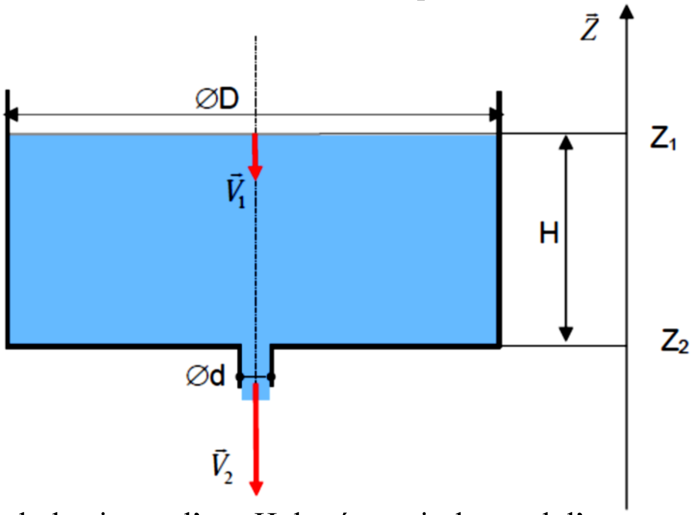


Exercice N°.3

Un fluide parfait incompressible s'écoule d'un orifice circulaire situé sur le côté d'un réservoir avec un débit volumique q_v=0,4 l/s. Le diamètre de l'orifice est d=10 mm.
1) Déterminer la vitesse d'écoulement au niveau de l'orifice.
2) Enoncer le théorème de Bernoulli.
3) A quelle distance de la surface libre se trouve l'orifice ?

Exercice N°.4

On considère un réservoir cylindrique de diamètre intérieur D = 2 m rempli d'eau jusqu'à une hauteur H = 3 m. Le fond du réservoir est muni d'un orifice de diamètre d = 10 mm permettant de faire évacuer l'eau.



Si on laisse passer un temps très petit dt, le niveau d'eau H du réservoir descend d'une quantité dH. On note $V_1 = \frac{dH}{dt}$ la vitesse de descente du niveau d'eau, et V_2 la vitesse d'écoulement dans l'orifice. On donne l'accélération de la pesanteur g = 9,81 m/s^2.

1) Ecrire l'équation de continuité. En déduire l'expression de V_1 en fonction de V_2, D et d.
2) Ecrire l'équation de Bernoulli. On suppose que le fluide est parfait et incompressible.
3) A partir des réponses aux questions 1) et 2) établir l'expression de la vitesse d'écoulement V_2 en fonction de g, H, D et d.
4) Calculer la vitesse V_2. On suppose que le diamètre d est négligeable devant D.

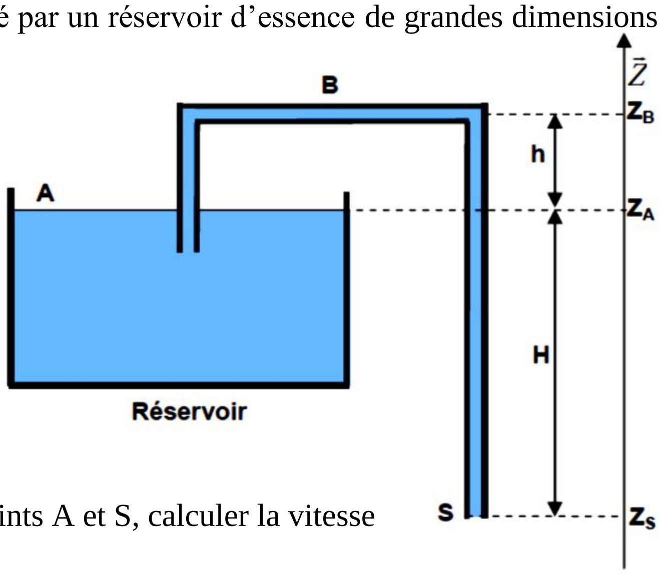
C'est-à-dire $\frac{d}{D} \ll 1$

5) En déduire le débit volumique q_V.

Exercice N°.5

On considère un siphon de diamètre d=10 mm alimenté par un réservoir d'essence de grandes dimensions par rapport à d et ouvert à l'atmosphère.

On suppose que :
- le fluide est parfait.
- le niveau du fluide dans le réservoir varie lentement.
- l'accélération de la pesanteur g=9.81 m.s-^{2}.
- le poids volumique de l'essence: ϖ = 6896 N /m^3.
- H=Z_A–Z_S =2,5 m.



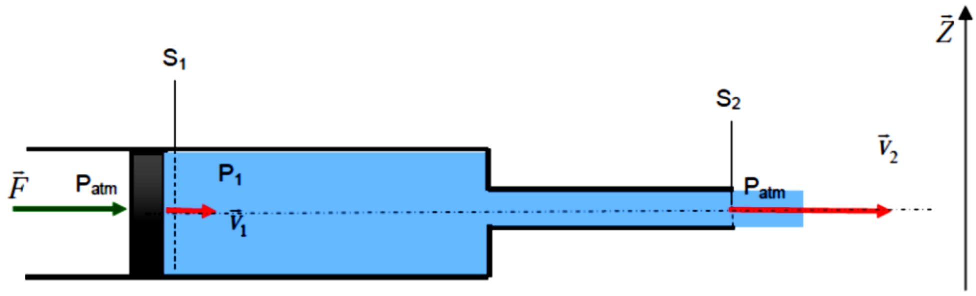
1) En appliquant le Théorème de Bernoulli entre les points A et S, calculer la vitesse d'écoulement V_S dans le siphon.
2) En déduire le débit volumique q_V.

3) Donner l'expression de la pression P_B au point B en fonction de h, H, ϖ et P_{atm}.
Faire une application numérique pour h=0.4 m.

4) h peut-elle prendre n'importe quelle valeur ? Justifier votre réponse.

Exercice N°.6

La figure ci-dessous représente un piston qui se déplace sans frottement dans un cylindre de section S_1 et de diamètre d_1=4 cm remplit d'un fluide parfait de masse volumique ρ =1000 kg/m^3. Le piston est poussé par une force $\vec{F}$ d'intensité 62,84 Newtons à une vitesse $\overrightarrow{V_1}$ constante. Le fluide peut s'échapper vers l'extérieur par un cylindre de section S_2 et de diamètre d_2 = 1 cm à une vitesse $\overrightarrow{V_2}$ et une pression P_2= P_{atm} =1 bar.

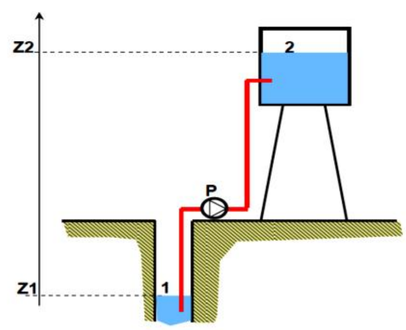


Travail demandé:
1) En appliquant le principe fondamental de la dynamique au piston, déterminer la pression P_1 du fluide au niveau de la section S_1 en fonction de F, P_{atm} et d_1.
2) Ecrire l'équation de continuité et déterminer l'expression de la vitesse V_1 en fonction de V_2.
3) En appliquant l'équation de Bernoulli, déterminer la vitesse d'écoulement V_2 en fonction de P_1, P_{atm} et ρ .
(On suppose que les cylindres sont dans une position horizontale (Z_1=Z_2))
4) En déduire le débit volumique Q_v.

Exercice N°.7

Une pompe P alimente un château d'eau à partir d'un puit à travers une conduite de diamètre d= 150 mm.
On donne :
- les altitudes :Z_2=26 m, Z_1= - 5 m,
- les pressions P_1=P_2=1,013 bar ;
- la vitesse d'écoulement V = 0.4 m/s,
- l'accélération de la pesanteur g=9,81 m/s^2.

On négligera toutes les pertes de charge.



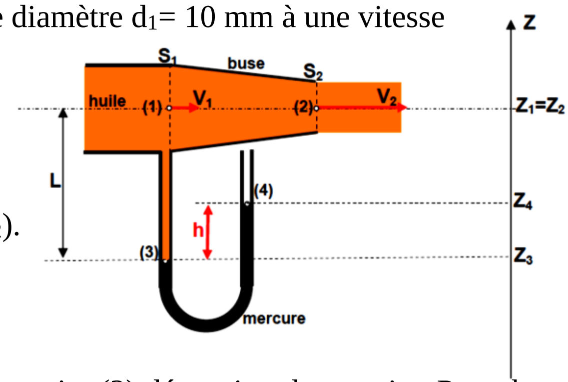
Travail demandé :
1) Calculer le débit volumique Q_v de la pompe en l/s.
2) Ecrire l'équation de Bernoulli entre les surfaces 1 et 2.
3) Calculer la puissance utile P_u de la pompe.
4) En déduire la puissance Pa absorbée par la pompe sachant que son rendement est de 80%.

Exercice N°.8

De l'huile est accélérée à travers une buse en forme de cône convergent. La buse est équipée d'un manomètre en U qui contient du mercure.

Partie 1 : Etude de la buse

Un débit volumique q_v= 0,4 L/s, l'huile traverse la section S_1 de diamètre d_1= 10 mm à une vitesse d'écoulement V_1 , à une pression P_1 et sort vers l'atmosphère par la section S_2 de diamètre d_2 à une vitesse d'écoulement $V_2=4.V_1$ et une pression $P_2=P_{atm}=1$ bar.



On suppose que :

- le fluide est parfait, - la buse est maintenue horizontale ($Z_1=Z_2$).

On donne la masse volumique de l'huile : ρ_{huile} = 800 kg/m^3.

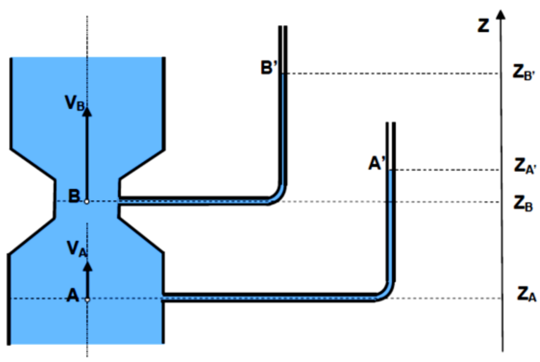
1) Calculer la vitesse d'écoulement V_1.

2) Ecrire l'équation de continuité. En déduire le diamètre d_2.

3) En appliquant le Théorème de Bernoulli entre le point (1) et le point (2) déterminer la pression P_1 en bar.

Exercice N°.9

Dans le tube de Venturi représenté sur le schéma ci-dessous, l'eau s'écoule de bas en haut.



Le diamètre du tube en A est d_A= 30 cm, et en B il est de d_B=15 cm. Afin de mesurer la pression P_A au point A et la pression P_B au point B, deux manomètres à colonne d'eau (tubes piézométriques) sont connectés au Venturi. Ces tubes piézométriques sont gradués et permettent de mesurer les niveaux $Z_{A'}$=3,061m et $Z_{B'}$ =2,541 m respectivement des surfaces libres A' et B'.

On donne :

- l'altitude de la section A : Z_A= 0 m, - l'altitude de la section B : Z_B= 50 cm,
- l'accélération de la pesanteur est g=9,8 m/s^2.
- la pression au niveau des surfaces libres $P_{A'}=P_{B'}= P_{atm}$=1bar.
- la masse volumique de l'eau est ρ=1000 kg/m^3.

On suppose que le fluide est parfait.

1) Appliquer la RFH (Relation Fondamentale de l'Hydrostatique) entre B et B', et calculer la pression P_B au point B.

2) De même, calculer la pression P_A au point A.

3) Ecrire l'équation de continuité entre les points A et B. En déduire la vitesse d'écoulement V_B en fonction de V_A.

4) Ecrire l'équation de Bernoulli entre les points A et B.

En déduire la vitesse d'écoulement V_B.