

Série TD N°: 4 (Dynamique des fluides incompressibles réels)

Exercice N°.1

Déterminer le régime d'écoulement dans une conduite de 3 cm de diamètre pour:

- 1) De l'eau circulant à la vitesse $v=10,5$ m/s et de viscosité cinématique 1.10^{-6} m²/s
- 2) Du fuel lourd à 50 °C circulant à la même vitesse
(Viscosité cinématique 110.10^{-6} m²/s).
- 3) Du fuel lourd à 10 °C circulant à la même vitesse (Viscosité cinématique 290.10^{-6} m²/s).

Exercice N°.2

Du fuel lourd de viscosité dynamique $\mu = 0,11$ Pa.s et de densité $d=0,932$ circule dans un tuyau de longueur $L=1650$ m et de diamètre $D=25$ cm à un débit volumique $q_v=19,7$ l/s.

On donne la masse volumique de l'eau $\rho_{eau}=1000$ kg /m³.

Travail demandé :

- 1) Déterminer la viscosité cinématique ν du fuel.
- 2) Calculer la vitesse d'écoulement V .
- 3) Calculer le nombre de Reynolds Re .
- 4) En déduire la nature de l'écoulement.
- 5) Déterminer le coefficient λ de pertes de charge linéaire.
- 6) Calculer la perte de charge J_L dans le tuyau.

Exercice N°.3

Une pompe de débit volumique $q_v= 2,8$ L/s remonte de l'eau entre un bassin et un réservoir à travers une conduite de diamètre $d=135$ mm.

On donne :

- $Z_1 = 0$; $Z_2 = 35$ m
- $P_1 = P_2 = 1013$ mbar
- viscosité dynamique de l'eau : $\mu = 1.10^{-3}$ Pa.s.
- longueur de la conduite $L=65$ m

On négligera toutes les pertes de charge singulières.

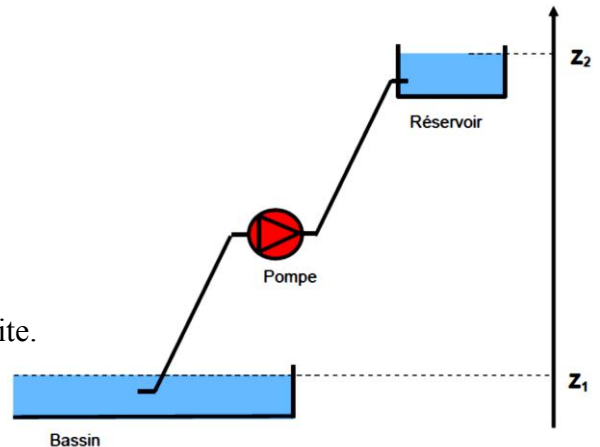
- 1) Calculer la vitesse d'écoulement V de l'eau dans la conduite.
- 2) Calculer le nombre de Reynolds.

L'écoulement est laminaire ou turbulent ?

- 3) Calculer le coefficient de pertes de charge linéaire.

En déduire les pertes de charges J_{12} tout au long de la conduite.

- 4) Appliquer le théorème de Bernoulli pour calculer la puissance nette P_{net} de la pompe.
- 5) Le rendement de la pompe étant de 80 %, calculer la puissance absorbée par la pompe.



Exercice N°.4

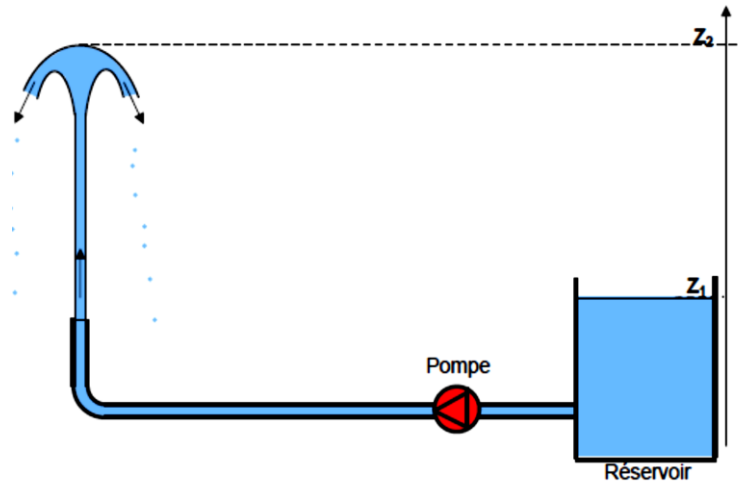
On alimente un jet d'eau à partir d'un réservoir au moyen d'une pompe de débit volumique $q_v = 2 \text{ l/s}$ et d'un tuyau de longueur $L = 15 \text{ m}$ et de diamètre $d = 30 \text{ mm}$. Le tuyau comporte un coude à 90° ayant un coefficient de pertes de charge $K_s = 0,3$.

Le niveau de la surface libre du réservoir, supposé lentement variable, est à une altitude $Z_1 = 3 \text{ m}$ au-dessus du sol.

Le jet s'élève jusqu'à une hauteur $Z_2 = 10 \text{ m}$.

On suppose que:

- Les pressions: $P_1 = P_2 = P_{\text{atm}}$.
- la viscosité dynamique de l'eau: $\mu = 10^{-3} \text{ Pa.s}$.
- la masse volumique de l'eau: $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$.
- l'accélération de la pesanteur: $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.



Travail demandé :

- 1) Calculer la vitesse V d'écoulement d'eau dans la conduite en m/s .
- 2) Calculer le nombre de Reynolds Re .
- 3) Préciser la nature de l'écoulement.
- 4) Déterminer le coefficient de perte de charges linéaire λ , en précisant la formule utilisée.
- 5) Calculer les pertes de charges linéaires $J_{\text{linéaire}}$ en J/kg .
- 6) Calculer les pertes de charges singulières $J_{\text{singulière}}$ en J/kg .
- 7) Appliquer le théorème de Bernoulli entre les points (1) et (2) pour déterminer la puissance nette P_n de la pompe en Watt.
- 8) En déduire la puissance P_a absorbée par la pompe sachant que son rendement est $\eta = 75 \%$

Exercice N°.5

Une pompe à essence de rendement $\eta = 67,4\%$ et de débit volumique $q_v = 0,629 \text{ L/s}$ assure, le remplissage d'un réservoir d'automobile.

La pompe aspire l'essence de masse volumique $\rho = 750 \text{ kg/m}^3$ à partir d'une grande citerne dont la surface libre située à une altitude Z_1 et une pression $P_1 = P_{\text{atm}} = 1 \text{ bar}$.

On suppose que le niveau d'essence dans la citerne varie lentement ($V_1 \approx 0$)

La pompe refoule l'essence, à une altitude Z_2 , sous forme d'un jet cylindrique, en contact avec l'atmosphère à une pression $P_2 = P_{\text{atm}} = 1 \text{ bar}$, se déversant dans le réservoir de l'automobile à une vitesse V_2 .

La différence des cotes entre la section de sortie de la conduite et la surface libre de la citerne est $H = Z_2 - Z_1 = 2 \text{ m}$.

La conduite a une longueur $L = 3,32 \text{ m}$ et un diamètre $d = 2 \text{ cm}$.

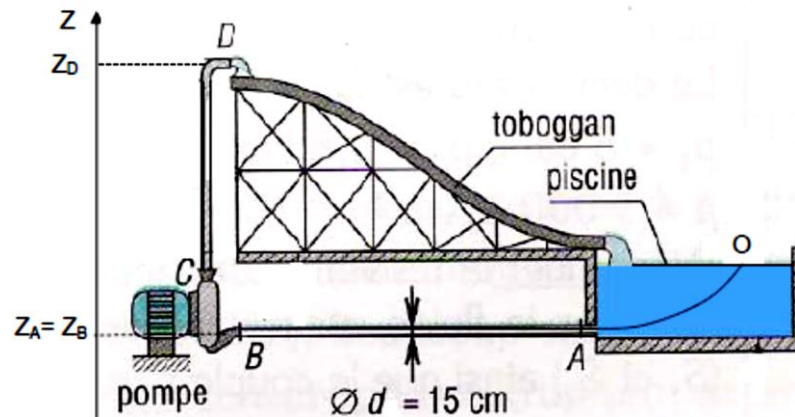
La viscosité dynamique de l'essence est $\mu = 0,0006 \text{ Pa.s}$.

L'accélération de la pesanteur est $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

- 1) Déterminer la vitesse d'écoulement V_2 de l'essence dans la conduite.
- 2) Calculer le nombre de Reynolds Re .
- 3) Déterminer la nature de l'écoulement.
- 4) Calculer le coefficient de perte de charge linéaire λ .
- 5) En déduire la perte de charge linéaire J_{12} .
- 6) Appliquer le théorème de Bernoulli généralisé.
Et calculer la puissance P_a sur l'arbre de la pompe.

Exercice N°.6

La figure suivante représente une installation utilisée dans un parc d'attraction.



L'installation est composée:

- d'une conduite d'aspiration AB horizontale de diamètre $d = 15$ cm et de longueur $L_1 = AB = 10$ m.
 - d'une pompe centrifuge ayant un rendement $\eta = 0,8$ qui aspire l'eau à un débit volumique $Q_v = 10,6$ L/s depuis une piscine et la refoule en D, vers un toboggan.
 - d'une conduite de refoulement CD verticale de diamètre $d = 15$ cm et de longueur $L_2 = CD = 8$ m.
 - d'un toboggan formant un canal descendant permettant d'acheminer par gravité l'eau vers la piscine.
- L'eau reste en circuit fermé : piscine, tube AB, pompe, tube CD, toboggan, piscine. ...etc.

On donne :

- la masse volumique de l'eau : $\rho = 1000$ kg/m³,
- la viscosité dynamique de l'eau : $\mu = 10^{-3}$ Pa.s,
- l'accélération de la pesanteur : $g = 9,81$ m/s².
- La pression $P_O = P_D = P_{atm} = 1$ bar,
- $Z_O = 1,5$ m (O est un point de la surface libre de l'eau dans la piscine).
- $Z_A = Z_B = 0$.
- $Z_C = 0,3$ m.
- $Z_D = 8,3$ m

On suppose que toutes les pertes de charge singulières sont négligeables.

- 1) Calculer la vitesse d'écoulement V dans la conduite.
- 2) En appliquant le Théorème de Bernoulli entre un point O de la surface libre de la piscine et le point A, calculer la pression P_A .

On suppose que le niveau de l'eau dans la piscine reste constant ($V_o \approx 0$).

- 3) Déterminer le nombre de Reynolds Re dans la conduite.
- 4) En déduire la nature de l'écoulement.
- 5) Calculer le coefficient de perte de charge linéaire λ .
- 6) Déterminer la perte de charge linéaire J_L entre A et D.
- 7) En appliquant le théorème de Bernoulli entre A et D, déterminer la puissance nette P_n développée par la pompe.
- 8) En déduire la puissance P_a absorbée par la pompe.