

Série N°3

Exercice 1

Une conduite, de diamètre  $D=30\text{cm}$ , de longueur  $l=200\text{m}$ , amène l'eau ( $\rho=10^3\text{kg/m}^3$ ) d'un barrage vers la turbine d'une centrale hydroélectrique située à  $H=160\text{m}$  au dessous de la surface libre de l'eau dans le barrage (Fig.1). Le barrage a une grande capacité si bien que l'on peut considérer que le niveau de la surface libre est constant. Le départ de la conduite est située à  $H_0=20\text{m}$  au dessous de la surface libre.

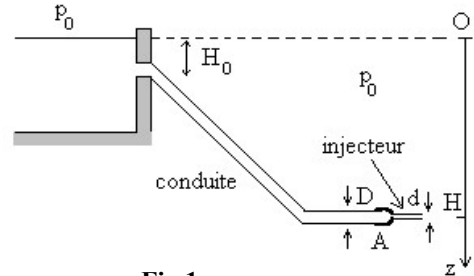


Fig.1

On pose la pression atmosphérique est égale à  $p_0=10^5\text{Pa}$ , l'intensité du champ de pesanteur est  $g=10\text{m.s}^{-2}$ .

1. Montrer que si l'extrémité aval A de la conduite est à l'air libre, on aura un phénomène de cavitation (la pression  $p$  devient inférieure à la pression de vapeur saturante de l'eau  $p_v=2300\text{Pa}$  à  $20^\circ\text{C}$ ) dans une région de la conduite que l'on déterminera.
2. On visse à l'extrémité une tubulure de section décroissante (injecteur), de diamètre  $d$ . Montrer que la cavitation disparaît si  $d < d_0$ ; calculer  $d_0$ .
3. L'injecteur a un diamètre de sortie  $d=15\text{cm}$ . Calculer la vitesse  $v_s$  de l'eau à la sortie de l'injecteur, le débit massique  $q_m$  et la puissance cinétique  $P_c$  du jet.

Exercice 2

De l'eau circule dans une conduite horizontale, de section constante, présentant un coude d'angle  $90^\circ$  continue dans la direction verticale (Fig.2). On suppose que le régime est stationnaire et on néglige l'effet de la pesanteur.

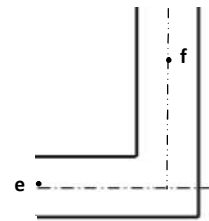


Fig.2

1. Déterminer la force  $\vec{F}$  appliquée par le fluide sur la canalisation.
2. Calculer le module de  $\vec{F}$  ainsi que ses composantes pour les données  $D=9\text{cm}$ ,  $V_e=0,5\text{m/s}$  et  $p_e=29\ 616,78\text{Pa}$ .

Exercice 3

Une hélice est mise en rotation (Fig.3) autour d'un axe  $(xx')$  par un liquide incompressible de masse volumique  $\rho$ , en mouvement permanent et irrotationnel.

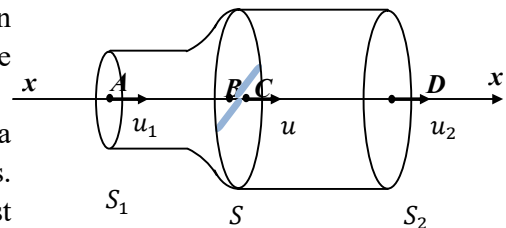


Fig.3

On admet que, dans une section droite  $S(x)$ , la pression  $p(x)$  et la vitesse  $u(x)$  du fluide sont uniformes. De plus, au niveau de l'hélice, si la vitesse  $u(x)$  est continue, la pression  $p(x)$  subit une discontinuité.

1. Calculer la discontinuité de pression au niveau de l'hélice.
2. Déterminer la force exercée par le fluide sur l'hélice, puis la puissance  $P_H$  transmise à l'hélice.
3. Calculer la valeur maximale du rendement de l'hélice.

Série N°4

Exercice 1

Une turbine est alimentée par un réservoir d'eau selon la figure1. L'eau sera considérée comme un fluide parfait incompressible et on supposera que le niveau de l'eau dans le réservoir est constant. On donne :

- Diamètre  $d$  de la conduite d'alimentation et du déversoir :  $d = 700$  mm.
- La pression aux points A, C et D :  $p_A = p_D = 1.01b$ ,  $p_C = 1.1b$ .
- La Coordonnée  $z$  des points A, B et C :  $z_A = 363m$ ,  $z_B = 361m$ ,  $z_C = 353m$ .
- Viscosité dynamique de l'eau :  $\eta = 1,00 \times 10^{-3}$  Pa·s.

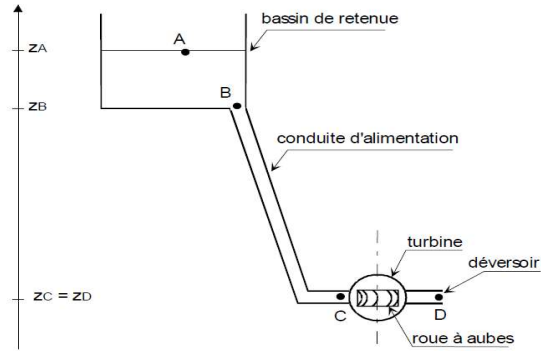


Fig.1

1. Calculer, dans ces hypothèses, la vitesse d'écoulement  $v_C$  du fluide à C (l'entrée de la turbine).
2. Calculer le débit-volume  $q_v$  de l'eau dans la conduite. En déduire la vitesse au point B.
3. Calculer la pression  $p_B$  à l'entrée de la conduite.
4. Déterminer la puissance fournie par l'eau à la turbine.

Exercice 2

Une conduite horizontale de diamètre  $d=25$  cm est de longueur  $L$  est destiné à acheminer du pétrole brut d'une station A vers une station B avec un débit massique  $q_m=18kg/s$ . Les caractéristiques physiques du pétrole sont les suivantes:  $\rho =900$  kg/m<sup>3</sup>,  $\mu=0,261Pa.s$ .

1. Calculer le débit volumique  $q_v$  du pétrole.
2. Déterminer sa vitesse d'écoulement  $V$ .
3. Calculer le nombre de Reynolds  $Re$ . Quelle est la nature de l'écoulement ?
4. Calculer la valeur du coefficient de perte de charge linéaire  $\lambda$ .
5. Exprimer la relation de Bernoulli entre A et B. Préciser les conditions d'application et simplifier. Déterminer la longueur  $L$  maximale entre deux stations A et B à partir de laquelle la chute de pression ( $P_A-P_B$ ) dépasse 3 bar.

Exercice 3

Dans une station d'alimentation d'un château d'eau on utilise un groupe électropompe de puissance hydraulique  $P_h$  à déterminer. La pompe aspire l'eau du point G et le refoule à l'aire libre au point O. On admet que les conduites d'aspiration et de refoulement possèdent le même diamètre  $d = 120$  mm. La vitesse d'écoulement dans ces conduites est  $V = 0,5m/s$ . La pression de l'eau (absolues) mesurée avec un manomètre au point G est :  $p_G = 1,5 \cdot 10^5$  Pa.

Afin de relier les différentes conduites on a utilisée 4 coudes 90° de rayon de courbure  $R_0=100mm$ . Les coudes utilisés dans cet exercice possèdent le même rayon de courbure.

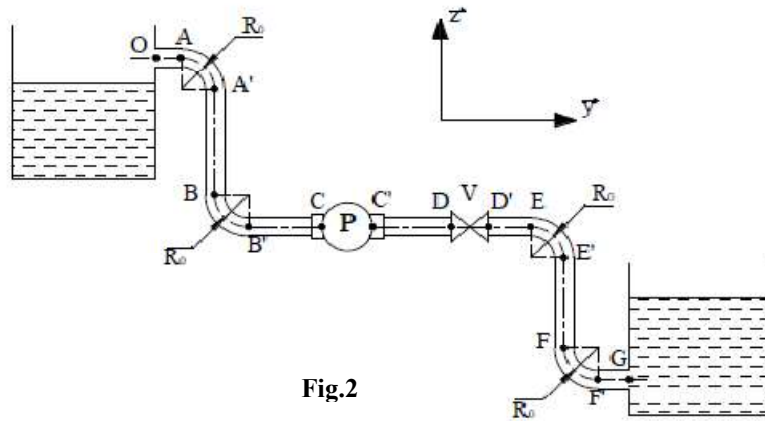


Fig.2

On donne :

$L_T = 68,6$  m longueur totale des conduites linéaires entre les points O et G.

$K_V = 0,24$  coefficient de pertes de charges au niveau de la vanne papillon.

$K_G = 0,15$  coefficient de pertes de charges au niveau de l'aspiration de l'eau.

$K_C = K_{C'} = 0,45$  coefficient de pertes de charges au niveau des raccords à l'entrée et la sortie de la pompe.

1. Calculer le débit volumique et le débit massique de la pompe.
2. Calculer le nombre de Reynolds dans la conduite. Déduire la nature de l'écoulement.
3. Calculer la perte de charges linéaire totale des conduites linéaires.
4. Calculer la perte de charges singulières totale dans cette installation hydraulique.
5. Déduire la perte de charges totale le long du circuit hydraulique  $\Delta h_{sGO}$ .
6. Calculer la puissance mécanique  $P_m$  fournie à la pompe par le moteur électrique sachant que le rendement de celle-ci est  $\eta = 0,85$ .

On désire changer le groupe électropompe par un groupe «moteur thermique + pompe», la puissance mécanique délivrée par le moteur thermique est  $P_m = 3,2$  KW. Pour transmettre le mouvement du moteur vers la pompe on utilise un organe de transmission de puissance.

7. Déterminer le rendement  $\eta_0$  de cet organe afin de maintenir la même puissance hydraulique délivrée par le groupe électropompe (utilisé antérieurement) sachant que le rendement de la pompe utilisée est  $\eta_p = 0,75$ . On prendra :  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>,  $\rho_{eau} = 10^3$  kg/m<sup>3</sup>,  $\nu = 10^{-6}$  m<sup>2</sup>/s.

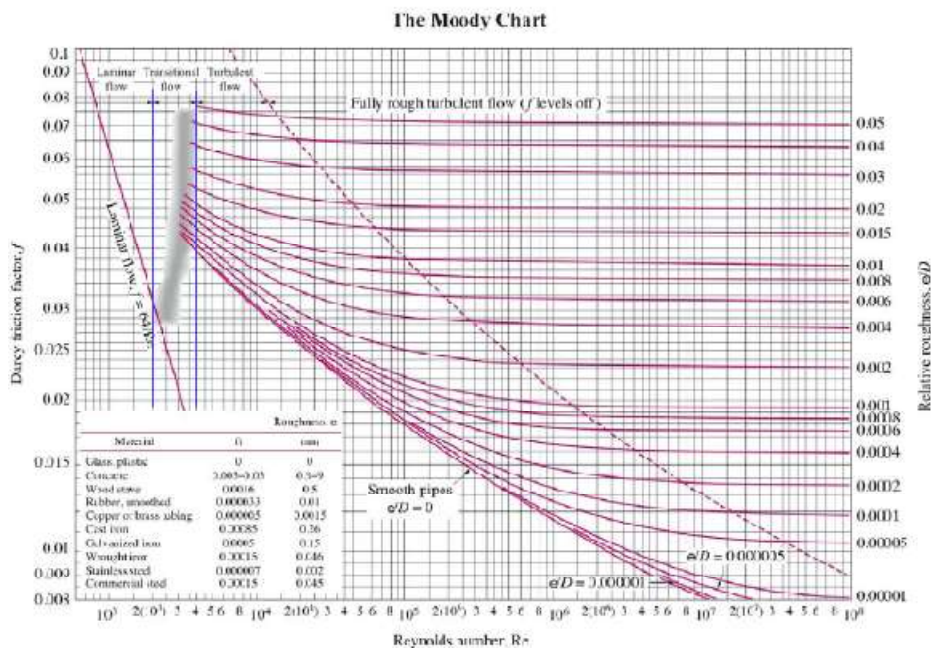


Diagramme de Moody