

Travaux dirigés de Physique Industrielle

Elément : Mécanique des fluides

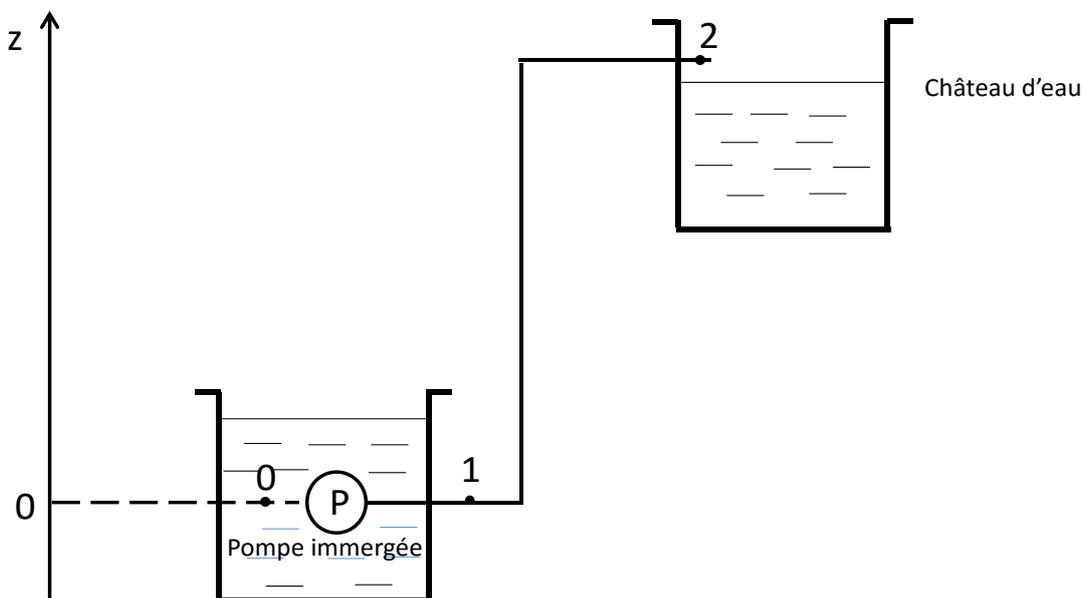
Série : 4

Pertes de charges : pompes

Exercice 1 :

Une station d'alimentation d'un château d'eau utilise une pompe immergée de puissance  $P$  à déterminer. Cette pompe refoule l'eau dans une conduite verticale de hauteur  $h=z_2-z_1=40\text{m}$  et de diamètre  $d=120\text{mm}$ . La vitesse d'écoulement dans la conduite est :  $v_2=v_1=5\text{ m/s}$ . Les pressions d'eau (absolues) mesurées avec un manomètre aux points 0, 1 et 2 sont :

$P_0=10^5\text{ Pa}$ ,  $p_1=5,4 \cdot 10^5\text{ Pa}$  et  $P_2= 1,2 \cdot 10^5\text{ Pa}$ . On donne la viscosité cinématique de l'eau  $\nu=10^{-6}\text{ m}^2/\text{s}$ . On néglige les pertes de charges singulières et on donne  $g=10\text{ m/s}^2$ .

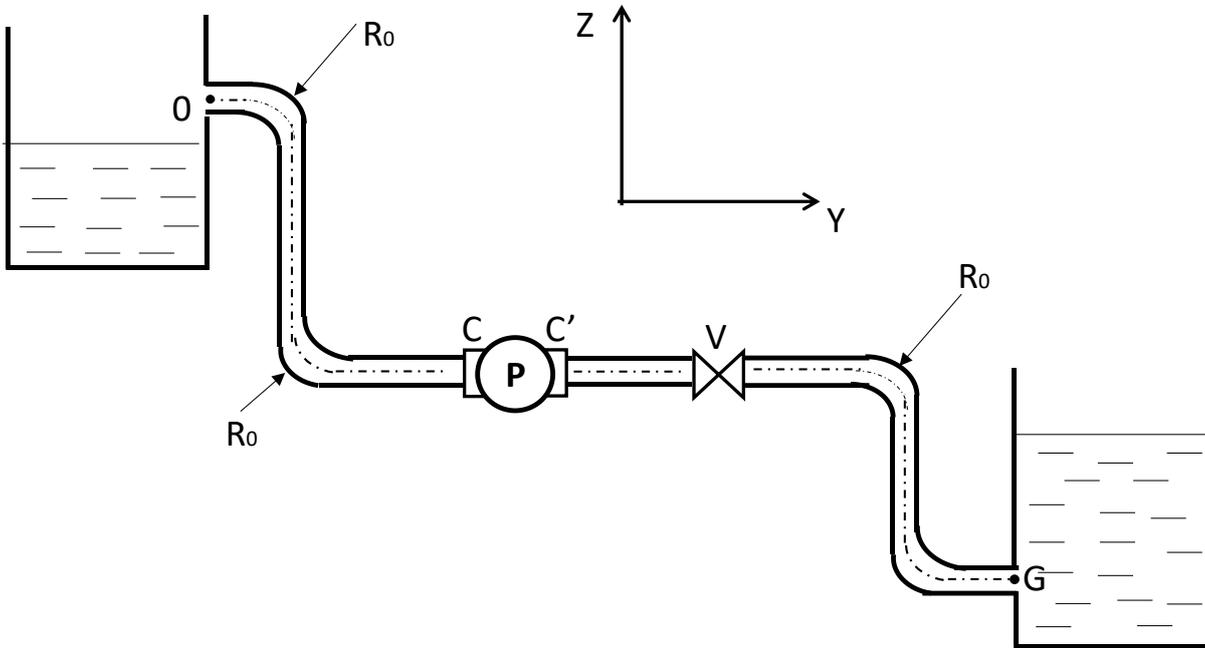


- 1) Calculer le débit volumique et le débit massique de la pompe.
- 2) Calculer le nombre de Reynolds dans la conduite et en déduire la nature de l'écoulement.
- 3) Calculer la perte de charge linéaire  $\Delta J_{12}$  entre les sections extrêmes 1 et 2 de la conduite.  
 On donne :  $\frac{1}{2}(V_2^2 - V_1^2) + \frac{1}{\rho}(p_2 - p_1) + g(z_2 - z_1) = -\Delta J_{12}$
- 4) Calculer le coefficient  $\lambda r$  de perte de charge linéaire dans la conduite.
- 5) Calculer le travail  $W$  échangé entre la pompe et la masse de  $1\text{kg}$  d'eau qui la traverse. On néglige les pertes de charges singulières au niveau de la pompe. On donne :  $W = \frac{P}{Q_v \rho}$
- 6) Calculer la puissance mécanique  $P_m$  fournie à la pompe sachant que le rendement de celle-ci est  $\eta=0,85$

## Exercice 2 :

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 au point G et la refoule à l'air libre au point O. On admet que les conduites d'aspiration et de refoulement possèdent le même diamètre  $d=120\text{mm}$ . La vitesse d'écoulement dans ces conduites est  $v=0,5\text{ m/s}$ . la pression de l'eau (absolue) mesurée avec un manomètre au point G est :  $p_G=1,5 \cdot 10^5\text{ Pa}$ .

Afin de relier les différentes conduites, on a utilisé 4 coudes  $90^\circ$  de rayon de courbure  $R_0=100\text{mm}$ .



On donne : Longueur totale des conduites linéaires entre les points O et G :  $L_T=68,6\text{ m}$ .

$K_V=0,24$  : 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 à 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 hydrauliques.
- 5) Déduire la perte de charges totale le long du circuit hydraulique  $\Delta P_{CG}$ .
- 6) Calculer la puissance mécanique  $P_m$  fournie à la pompe par le moteur électrique sachant que le rendement de celle-ci est  $\eta=0,85$ .
- 7) On désire changer le groupe électropompe par un groupe «moteur thermique+pompe» la puissance mécanique délivrée par le moteur thermique est  $P_m=3,2\text{ KW}$ . Pour transmettre le mouvement du moteur vers la pompe on utilise un organe de transmission de puissance. Déterminer le rendement  $\eta_0$  de cet organe afin de maintenir la même puissance hydraulique délivré par le groupe électropompe (utilisé antérieurement) sachant que le rendement de la pompe utilisée est  $\eta_P=0,75$ .

On donne :  $g=10\text{ m/s}^2$ ,  $\rho_{\text{eau}}=10^3\text{ Kg/m}^3$ ,  $\nu=10^{-6}\text{ m}^2/\text{s}$ .

Les coudes utilisés possèdent le même rayon de courbure.

## Exercice 3 :

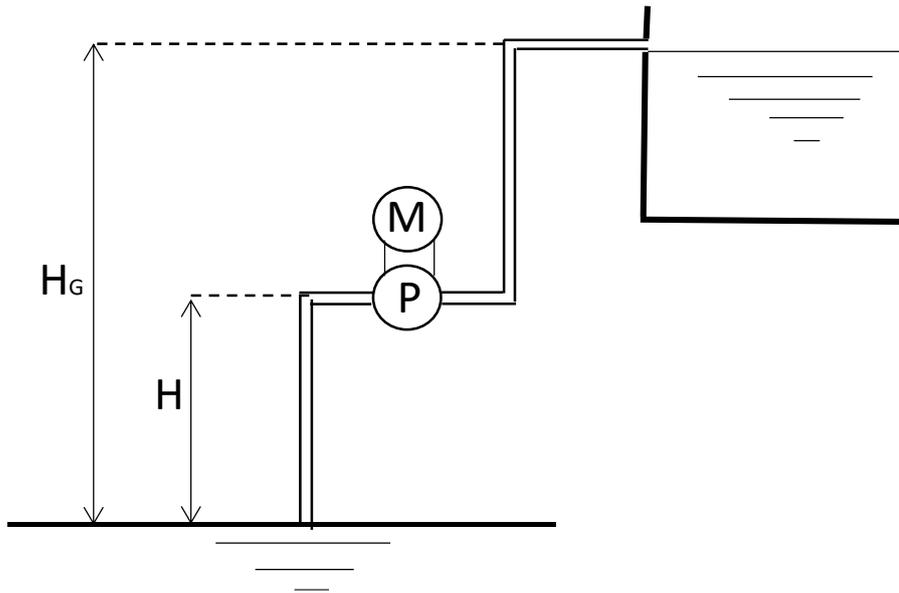
On considère le circuit de transport d'eau d'un barrage à un réservoir de stockage (voir figure ci-dessous).

La pompe doit assurer un débit  $Q$ .

Le diamètre des conduites à l'aspiration et au refoulement sont identiques ( $d=120\text{mm}$ ).

On donne :

- La longueur des conduites: à l'aspiration  $L_a=40\text{m}$ , au refoulement  $L_r=190\text{m}$ .
- Le coefficient de perte de charge linéaire:  $\lambda=0,025$
- Les coefficients de perte de charge singulière sont donnés par:  
A l'aspiration:  $K_a=3,6$  au refoulement  $K_r=5$ .
- La pression de vapeur à la température considérée:  $P_v=0,025\text{ bar}$ .  $\text{NPSH}_{\text{requis}}=2\text{mCE}$
- $\rho=1000\text{ Kg/m}^3$ ;  $g=10\text{ m/s}^2$ ;  $H=6,75\text{m}$  et  $H_G=24\text{m}$ ;  $P_{\text{atm}}=10^5\text{ Pa}$ .



- 1) Ecrire l'équation de Bernoulli généralisée, on précisera sur le schéma les points choisis.
- 2) Donner l'expression de la pression différentielle de la pompe  $\Delta P_{\text{pompe}}$  et montrer que la hauteur manométrique totale du circuit peut s'écrire sous la forme:  
 $H_{\text{mt}}= H_G+\Delta H$  avec  $\Delta H=A.Q^2$  (perte de charge). Donner l'expression de A.
- 3) Calculer le paramètre de perte de charge A et  $H_{\text{mt}}$  lorsque la pompe assure un débit  $Q=20\text{ l/s}$ .
- 4) Déterminer la puissance électrique consommée par cette pompe sachant que le rendement du moteur électrique est 0,9.
- 5) Calculer le NPSH disponible et vérifier si la condition de non cavitation pour ce circuit est remplie ou non.