

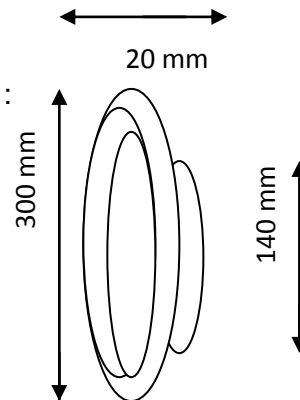
3eme ANNEE GENIE DE L'EAU

TD EN PSP

Exercice 01 :

Une pompe centrifuge à entrée radiale est constituée :

- d'une roue { $d_1 = 140 \text{ mm}$
- { $d_2 = 300 \text{ mm}$
- { $l = 20 \text{ mm largeur}$



- Rendement mécanique $\eta_m = 0.95$
- Rendement volumétrique $\eta_v = 0.92$
- Rendement hydraulique $\eta_h = 0.80$

Cette pompe débite 30 l/s et tourne à une vitesse constante $N = 1000 \text{ tr/mn}$.

L'entrée dans la roue est radiale, $\beta_1 = 35,5^\circ$ et $\beta_2 = 30^\circ$. Et $\alpha_2 = 30^\circ$

- 1- Déterminer les triangles de vitesses à l'entrée et à la sortie de la roue ?
- 2- Calculer le débit volumétrique utile fourni Q_u ?
- 3- Calculer l'hauteur manométrique H ?
- 4- Calculer la puissance sur l'arbre ?
- 5- Montrer que : $(P_2 - P_1) / \rho g = (U_2^2 - U_1^2) / 2g - (W_2^2 - W_1^2) / 2g$ et calculer l'augmentation de la pression Δp ?

Exercice 02 :

A) Soit une pompe centrifuge a une caractéristique sous la forme :
 $H \text{ (m)} = -0.020833 Q^2 + 133.3$ et **$\eta_h = -0.0005 Q^2 + 0.04 Q$**
 (avec Q en l/s)

La caractéristique de l'installation est : **$H \text{ (m)} = 0.011165 Q^2 + 70$**

1) On définit le point de fonctionnement, le point d'intersection de deux courbes (de la pompe et celui de l'installation). Déterminer le point de fonctionnement (H, Q, η_h) Déterminer la puissance de la pompe

B) Soit une pompe centrifuge a une caractéristique sous la forme : $H(m) = a Q^2 + b$ (a,b étant des constantes) et $\eta_h = Q(cQ+d)$ (c,d étant des constantes)

(avec Q en l/s)

Le point de fonctionnement où le rendement est maximum est le suivant :

$$N = 1500 \text{ tr/mn}$$

$$H = 100 \text{ m}$$

$$Q = 40 \text{ l/s}$$

$$\eta_h = 0,8$$

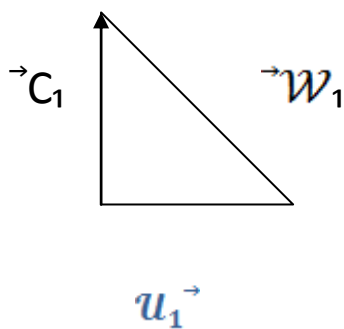
- 1) Expliciter les constantes a ,b ,c et d dans les conditions particulières de fonctionnement.
- 2) Déterminer la puissance de la pompe

Corrige type

Triangle de vitesse:

Entrée:

$$N=1000 \text{ tr/mn}$$



$$u_1 = \frac{2\pi n}{60} r_1 = \frac{2\pi \cdot 1000 \cdot 0,07}{60}$$

$$u_1 = 7,33 \frac{m}{s}$$

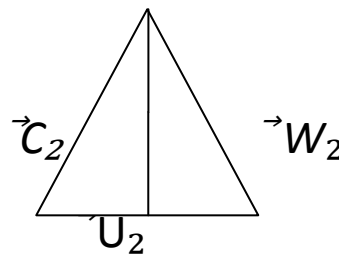
$$Q = C_{1r}S = C_{2r}S$$

$$C_1 = C_{1r} = \frac{Q}{\pi b_1 d_1} = \frac{0,03}{\pi \cdot 0,02 \cdot 0,14} = 3,14 \text{ m/s}$$

$$W = \sqrt{C_1^2 + u_1^2} = \sqrt{(3,14)^2 + (7,33)^2}$$

$$W = 8,1 \text{ m/s}$$

Sortie:



$$u_2 = \frac{2\pi N}{60} \cdot r_2 \Rightarrow u_2 = 15,71 \text{ m/s}$$

$$C_{25} = \frac{Q}{\pi b_2 d_2} = \frac{0,03}{\pi \cdot 0,02 \cdot 0,3} = 1,590 \text{ m/s}$$

$$\tan B_2 = \frac{C_{25}}{u_2 - u_{24}} = 2,75 \text{ m/s}$$

$$u_2 - u_{24} = 2,75$$

$$\Rightarrow C_{24} = u_2 - 2,75$$

$$C_{24} = 15,71 - 2,75$$

$$C_{24} = 12,96 \text{ m/s}$$

$$W_2 = \sqrt{C_{25}^2 + (u_2 - C_{24})^2} = \sqrt{(1,59)^2 + (2,75)^2}$$

$$W_2 = 3,18 \text{ m/s}$$

$$C_2 = \sqrt{C_{25}^2 + (C_{24})^2} = \sqrt{(1,59)^2 + (12,96)^2}$$

$$C_2 = 13,05 \text{ m/s}$$

- Débit volumétrique Q_V :

$$Q_V = Q \cdot \eta_V = 30 \cdot 0,92 = 27,6 \text{ l/s}$$

- Hauteur théorique H_{th} :

$$H_{th} = \frac{u_2 C_{2 \cos \alpha} - u_1 C_{1 \cos \alpha}}{g} = \frac{u_2 C_{24}}{g}$$

$$H_{th} = \frac{15,71 \cdot 12,96}{9,81} = 20,75 \text{ m}$$

- Hauteur manométrique H_m :

$$H_m = \frac{H}{\eta_h} \Rightarrow H = H_m \cdot \eta_h = 20,75 \cdot 0,8$$

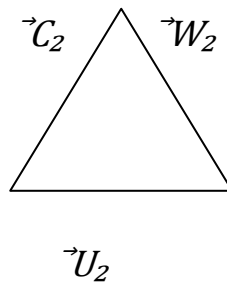
$$H = 16,60 \text{ m}$$

- Puissance sur l'arbre: -

$$P = \frac{\rho \cdot g \cdot Q_V \cdot H_m}{\eta_h} = \frac{9810 \cdot 27,6 \cdot 16,60}{0,95}$$

$$= 4731104,84 \text{ Watt}$$

$$\frac{P_1 - P_2}{\rho g} = \frac{(U_2^2 - U_1^2) - (W_2^2 - W_1^2)}{2g}$$



Triangle de vitesse:

$$W_2 = U_2^2 + C_2^2 - 2U_2C_2 \cos \alpha_2$$

Sortie:

$$U_2C_2 \cos \alpha = \frac{U_2^2 + C_2^2 - W_2^2}{2} \quad \mathbf{1}$$

Entrée: $W_1^2 = U_1^2 + C_1^2 - 2U_1C_1 \cos \alpha_1$

$$\text{Et } U_1C_1 \cos \alpha_1 = \frac{U_1^2 + C_1^2 - W_1^2}{2} \quad \mathbf{2}$$

$$H_{th} = \frac{U_2 C_2 \cos \alpha_2 - U_1 C_1 \cos \alpha_1}{g}$$

$$1 \text{ et } 2 \quad H_{th\infty} = \frac{(C_2^2 - C_1^2) + (u_2^2 - u_1^2) + (w_2^2 - w_1^2)}{2g} \quad 3$$

D'après Bernoulli:

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{C_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{C_2^2}{2g} + Z_1 - H_{th\infty}$$

$$H_{th\infty} = \frac{P_2 - P_1}{\rho g} - \frac{C_1^2 - C_2^2}{2g} \quad 4$$

3 et 4

$$\frac{P_2 - P_1}{\rho g} = \frac{(u_2^2 - u_1^2) - (w_2^2 - w_1^2)}{2g}$$

EXERCICE:02 Pait de

$$H = -0,020833Q^2 + 133,3 \text{ et } \eta_h = -0,0005Q^2 + 0,04Q$$

$$\text{Installation: } H_{(m)} = 0,011165Q^2 + 70$$

$$\text{Point de : } f^t \rightarrow H_{\text{inst}} = H_{\text{Pompe}}$$

$$-0,020833Q^2 + 133,3 = 0,011165Q^2 + 70$$

$$\Rightarrow 0,031965Q^2 = 63,3 \Rightarrow Q^2 = 1980,3$$

$$Q = 44,5 \text{ l/s}$$

$$\text{D'où } H = 92,11 \text{ m}$$

On remplace dans $\rightarrow \eta(Q^*)$ On obtenu $\eta = 0,79$

$$P = \frac{\rho g \varphi H}{\eta} = \frac{9810 * 0,0445 * 92,11}{0,79}$$

0,5p

$$P = 50898,93 \text{ Watts}$$

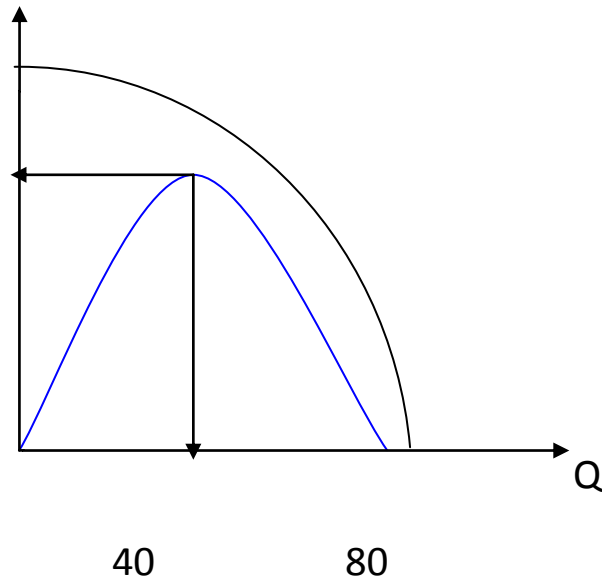
\rightarrow Rendement max $\rightarrow Q = 40 \text{ l/s}$

\rightarrow Points de rendement nul

$\rightarrow Q = 0$ et $Q = 80 \text{ l/s}$

$$\begin{cases} Q = 0 \rightarrow H = b \\ Q = 40 \rightarrow 100 = a40^2 + b \\ Q = 80 \rightarrow a80^2 + b \end{cases}$$

η



$$\begin{cases} a = \frac{-100}{80^2 - 40^2} = -\frac{1}{48} = -0,020833 \\ b = -a80^2 = \frac{6400}{48} = 133,3 \end{cases}$$

Courbe $\eta(Q)$:

$$\begin{cases} Q = 40 \rightarrow \eta = 0,8 \\ Q = 80 \rightarrow \eta = 0 \\ Q = CQ^2 + dQ \end{cases}$$

$$\begin{cases} 0,8 = C1600 + d40 \\ 0 = C6400 + d80 \\ 3,2 = 6400C - 80d \end{cases}$$

donc

$$3,2 = 80 d$$

$$C = \frac{-3,2}{6400} = -0,0005 \quad d = \frac{3,2}{80} = 0,04$$

Puissance:

$$P = \rho g \varphi H \rightarrow P = \frac{9810 \cdot (0,04) \cdot 100}{0,8}$$

$$P = 49050 \text{ w}$$