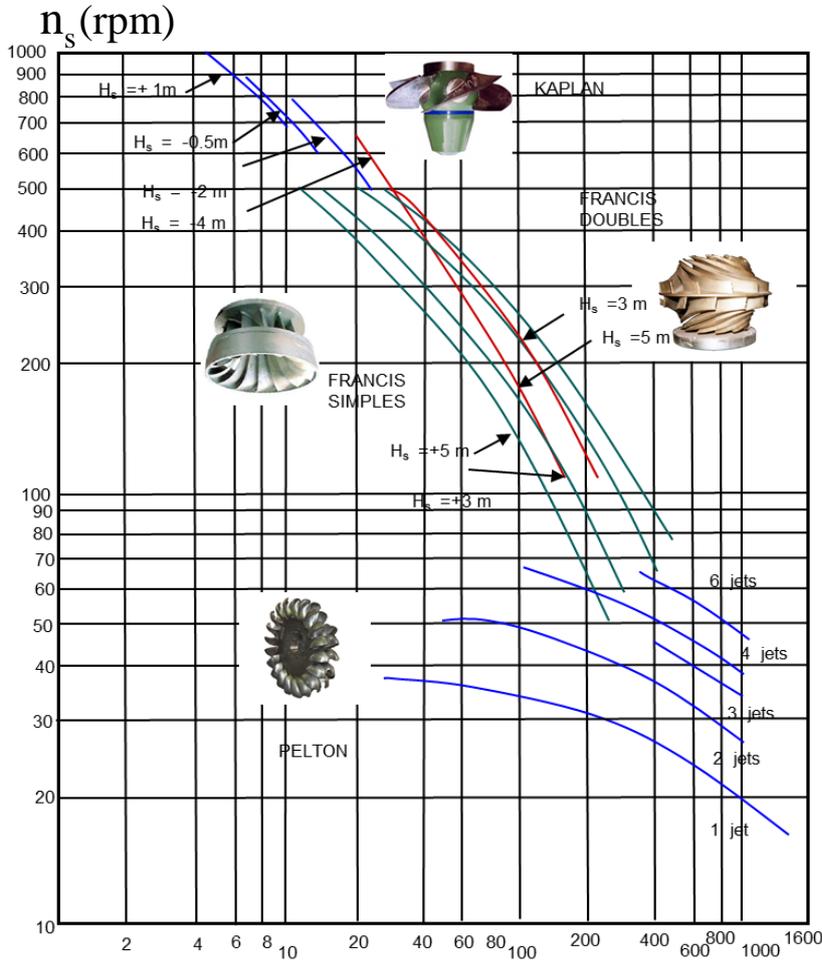


TD 4

Une installation hydroélectrique a les caractéristiques suivantes :
 $P = 45 \text{ MW}$, $H = 720 \text{ m}$, $n = 720 \text{ tr/min}$, $\eta = 0.9$

Déterminer

- 1) Le type de turbine
- 2) Le débit
- 3) Les composantes des vitesses ($d=1.5\text{m}$)



Solution n° 1

H

$$n_s = \frac{nP^{1/2}}{H^{5/4}} = \frac{720 \cdot \sqrt{45 \cdot 10^6}}{720^{5/4}} = 49,7$$

$$Q = \frac{P}{\rho g \eta H} = 6.8 \text{ m}^3/\text{s}$$

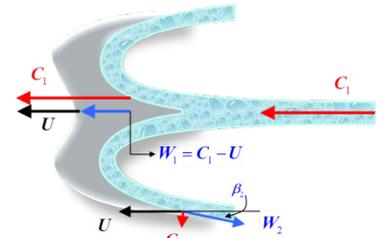
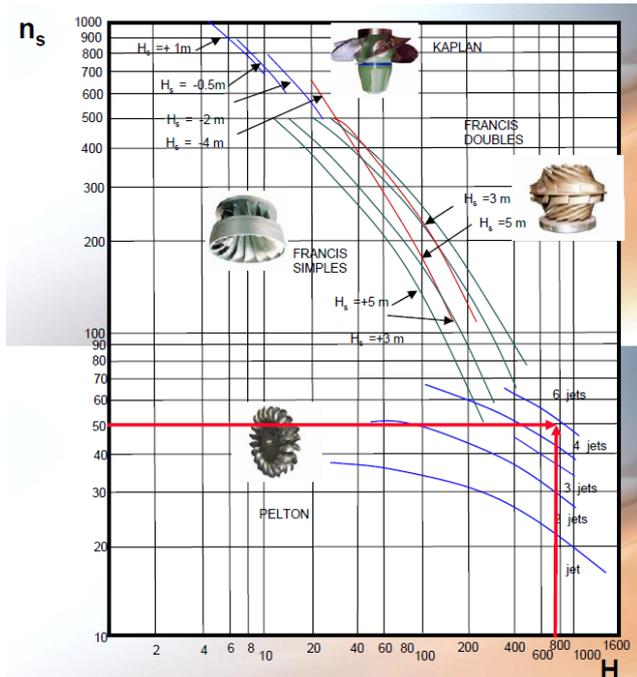
$$C_1 = \sqrt{2gH} = 118,85 \text{ m}$$

$$U = \frac{2\pi n D}{60 \cdot 2} = 58,9 \text{ m/s}$$

$$W_1 = C_1 - U = 59,95 \text{ m/s}$$

$$W_2 = W_1 = 59,95 \text{ m/s}$$

$$W^2 + U^2 - 2UW \cos \beta_2 = C_2^2$$



Exercices 2

Une turbine Pelton a les caractéristiques suivantes :

$$H = 402 \text{ m}, \quad d_s = 108 \text{ mm}, \quad \alpha_1 = 0^\circ, \quad \beta_2 = 15^\circ, \quad \eta = 0.9, \quad Z_i = 4$$

Déterminer

- 1) Le débit, la puissance théorique maximale
- 2) La valeur absolue de la vitesse C_2 s'il y a une perte de 10% de la valeur de la vitesse relative lors du passage par l'aube
- 3) La puissance théorique disponible
- 4) Le rendement hydraulique idéal

Solution

$$C_1 = \sqrt{2gH} = 88,81 \text{ m/s} \quad C_1 = \sqrt{2gH} = 88,81 \text{ m/s}$$

$$A_{\text{jet}} = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi (0,108)^2}{4} = 0,0092 \text{ m}^2$$

$$Q = Z_i \cdot C_1 \cdot A_{\text{jet}} = 4 \cdot 88,81 \cdot 0,0092 = 3,268 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$H_{\text{idéal}} = \frac{R\omega(V_{\text{jet}} - R\omega)(1 + \cos \beta_2)}{g}$$

$$P_{\text{idéal}} = \rho Q H_{\text{idéal}} = \rho g Q \frac{R\omega(V_{\text{jet}} - R\omega)(1 + \cos \beta_2)}{g} = \rho Q R \omega (V_{\text{jet}} - R\omega)(1 + \cos \beta_2)$$

$$U = R\omega = \frac{V_{\text{jet}}}{2}$$

$$P_{\text{idéal}} = \rho Q H_{\text{idéal}} = \rho Q \left(\frac{V_{\text{jet}}}{2} \right)^2 (1 + \cos 15^\circ) = 1000 \cdot \frac{(88,81)^2}{2^2} (1 + \cos 15^\circ) = 12668 \text{KW}$$

$$W_1 = C_1 - U = C_1 - \frac{C_1}{2} = 44,4 \text{m/s}$$

$$W_2 = 0,9W_1 = 39,96 \text{m/s}$$

$$C_2 = \sqrt{W_2^2 + U^2 - 2UW_2 \cos \beta_2} = 11,86 \text{m/s}$$

$$P_T = \rho g Q H = 1000 \cdot 9,81 \cdot 3,268 \cdot 402 = 12882 \text{KW}$$

$$\eta_h = \frac{P_i}{P_T} = \frac{12668}{12882} = 0,983$$

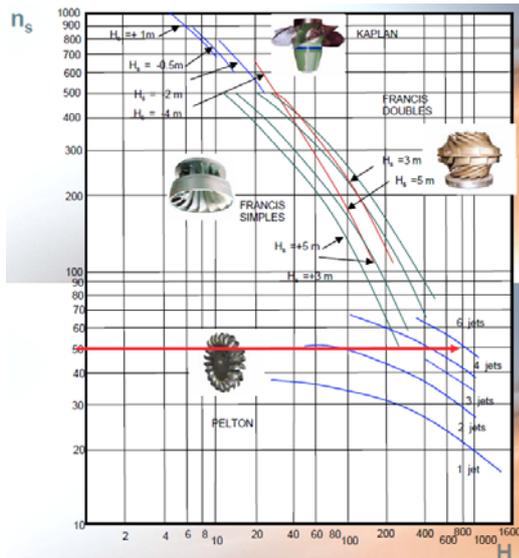
Exercices 3

Une installation hydroélectrique produit 100 MW dont l'alternateur a 6 paires de pôles ($Z_i = 6$). La chute est de $H = 750$, le rendement de la turbine est $\eta = 0.9$ et la perte dans la conduite forcée (considérée verticale) est de 0.02 m par m. La fréquence est de 50 cycles. On doit trouver le type d'alternateur (Z_i) pour une turbine similaire (type?, N , n_s) que produira 30 MW pendant la nuit.

Solution 3

$$H_n = H - 0,02H = 735 \qquad n_s = \frac{N\sqrt{P}}{H^{5/4}} = \frac{N\sqrt{\frac{100 \cdot 10^6}{735}}}{735^{5/4}} = 0,0964N$$

$$N = \frac{60f}{Z_i} = \frac{60 \cdot 50}{6} = 500 \text{tr/min} \qquad n_s = 0,0964 \cdot 500 = 48,9$$



$$N = \frac{n_s \cdot H^{5/4}}{\sqrt{\frac{P}{735}}} = \frac{48,19.735^{5/4}}{\sqrt{\frac{30.10^6}{735}}} = 912,849$$

$$Z_i = \frac{60f}{N} = \frac{60.50}{912,849} = 3,28 \approx 4$$

$$N = \frac{60f}{Z_i} = \frac{60.50}{4} = 750 \text{tr / min}$$

$$n_s = \frac{N\sqrt{P}}{H^{5/4}} = \frac{N\sqrt{\frac{30.10^6}{735}}}{735^{5/4}} = 39,6$$

Exercice n°4

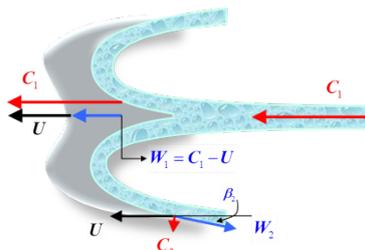
Une installation hydroélectrique produit $\dot{W} = 70 \text{ MW}$ avec une chute utile, après les pertes dans la conduite forcée, de $H=950\text{m}$.

Sachant que la turbine est de type Pelton avec une vitesse spécifique de $n_s=40 \text{ tr/min}$ (basée sur la puissance en CV), et que le débit est de $Q=8.7 \text{ m}^3/\text{s}$, on doit déterminer :

- le nombre de paires de pôles,
- le rendement hydraulique
- les composantes $w_1 = w_2$ si le diamètre de la roue est de $D=1.5 \text{ m}$ et que la machine opère à rendement maximal

Remarque: On peut estimer la vitesse du jet de l'injecteur à partir de conditions idéales $1\text{CV}=735\text{W}$

Solution 4



$$n = \frac{n_s H^{5/4}}{\sqrt{\dot{W}}} = 683,61 \text{ ltr} / \text{min}$$

$$\eta_h = \frac{\dot{W} \cdot 10^6}{\rho g Q H} = 0,863$$

$$Z = \frac{60f}{n} = 4,388 \approx 4 \quad n = \frac{60f}{Z} = 750 \text{tr} / \text{min}$$

$$C_1 = \sqrt{2gH} = 136,52 \text{ m}$$

$$U = \frac{\pi D n}{60} = 58,9 \text{ m} / \text{s}$$

$$W_1 = C_1 - U = 77,62 \text{ m} / \text{s}$$

$$W_2 = W_1 = 77,62 \text{ m} / \text{s}$$