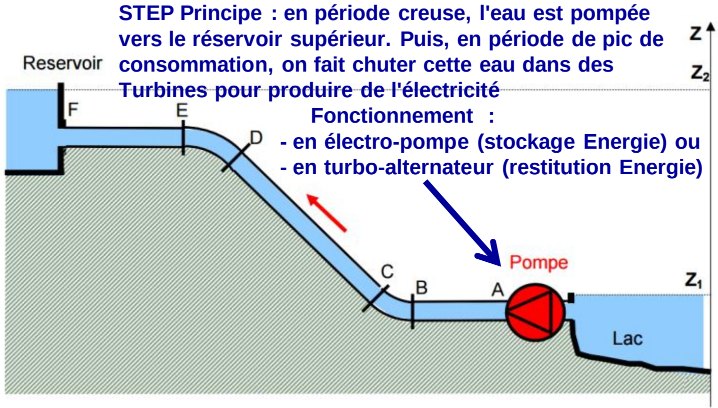
POMPAGE EAU - Application : STEP
STATION DE TRANSFERT D'ENERGIE PAR POMPAGE



Une pompe de débit volumique q_v=2 l/s et de rendement η =70 % remonte de l'eau à partir d'un lac jusqu'au réservoir situé sur une colline.
L'eau est acheminée dans une conduite de diamètre d=130 mm formée de trois tronçons rectilignes :
AB de longueur L1= 10 m,
CD de longueur L2= 12 m,
EF de longueur L3= 8 m,
et de deux coudes à 45^0: BC et DE : ayant chacun un coefficient de perte de charge Ks=0,33.

On suppose que :
-les niveaux d'eau varient lentement, -les niveaux Z_1=0 m , Z_2= 10 m,
-les pressions $P_1=P_2=P_{atm}$, -la viscosité dynamique de l'eau : μ =10^{-3} Pa.s (pascal-seconde),
-la masse volumique de l'eau : ρ =1000 kg/m3 , -l'accélération de la pesanteur : g=9,81 m/s^2

On se propose d'effectuer les opérations suivantes:

1) Calculer la vitesse **V** d'écoulement d'eau dans la conduite en m/s :

$$V = \frac{4.q_v}{\pi.d^2} \qquad V = \frac{4.2.10^{-3}}{\pi.0{,}13^2} = \boxed{0{,}15\ \mathrm{m/s}}$$

2) Calculer le nombre de Reynolds **Re** :

$$R_e = \frac{V.d}{\frac{\mu}{\rho}} \qquad R_e = \frac{0{,}15.0{,}13}{\frac{10^{-3}}{10^3}} = \boxed{19500}$$

3) Préciser la nature de l'écoulement : $2000 < R_e < 10^5$ il s'agit d'un écoulement turbulent lisse

4) Déterminer le coefficient de perte de charges linéaire **λ**, en précisant la formule utilisée

Formule de Blasius : $\lambda = 0{,}316.R_e^{-0{,}25}$ $\qquad \lambda = 0{,}316.19500^{-0{,}25} = \boxed{0{,}02674}$

5) Calculer les pertes de charges linéaires $J_{linéaire}$ en J/kg : $J_{linéaire} = -\lambda\rho\frac{V^2}{2}\left[\frac{L_1+L_2+L_3}{d}\right]$

$$J_{linéaire} = 0{,}02674.1000\,\frac{0{,}15^2}{2}\left[\frac{10+12+8}{0{,}13}\right] = \boxed{-\ 92{,}56\ \mathrm{Pa}}$$

6) Calculer les pertes de charges singulières $J_{singulière}$ en J/kg :

$$J_{singulière} = -2.\rho.K_s.\frac{V^2}{2} \qquad J_{singulière} = -2.1000.0{,}33\frac{0{,}15^2}{2} = \boxed{-\ 7{,}42\ \mathrm{Pa}}$$

7) Déterminer la puissance nette **Pn** de la pompe en Watt : (sachant que (92,56+7,42)Pa = ~100Pa = 0,1J/Kg)

Equation de Bernoulli : $\frac{1}{2}\left(V_2{}^2 - V_1{}^2\right) + \frac{1}{\rho}(P_2 - P_1) + g(Z_2 - Z_1) = \frac{P_n}{\rho.q_v} + J_{12}$

Or $V_1=V_2$, $P_1=P_2=P_{atm}$ et $J_{12}= J_{linéaire} + J_{singulière}$ donc $P_n = \rho.q_v.[g.(Z_2 - Z_1) - (J_{linéaire} + J_{singulière})]$

$$P_n = 1000.2.10^{-3}.[9{,}81.(10-0) + 0{,}1] = \boxed{196{,}4\ \mathrm{W}}$$

8) En déduire la puissance **Pa** absorbée par la pompe :

$$P_a = \frac{P_n}{\eta} \qquad P_a = \frac{196{,}4}{0{,}7} = \boxed{280{,}57\ W}$$