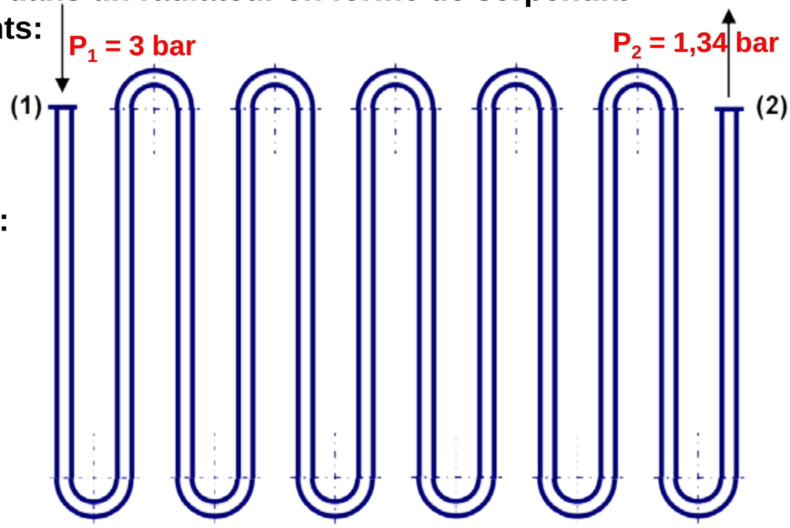
SERPENTIN de REFROIDISSEMENT

Soit un liquide de refroidissement circulant dans un radiateur en forme de serpentin.
Le serpentin comprend les éléments suivants:
- 12 tubes rectilignes de diamètre d = 10 mm et de longueur 1 m chacun
- 11 coudes à 180^0 ayant chacun un coefficient de perte de charge Ks = 0,4.

La conduite transporte un débit volumique : q_v = 0,25 l/s.
La pression en entrée est P_1 = 3 bar

On donne les caractéristiques du fluide de refroidissement:
-viscosité dynamique : $\mu = 10^{-3}$ Pa.s
-masse volumique : $\rho = 1000\ kg/m^3$



CALCULS :

1)Vitesse V d'écoulement du fluide dans la conduite en (m/s)

$$V = \frac{4.q_v}{\pi.d^2} \quad \text{AN} \quad V = \frac{4.0,25.10^{-3}}{\pi.0,01^2} = 3,18 m/s$$

2)Le nombre de Reynolds Re

$$R_e = \frac{V.d}{\frac{\mu}{\rho}} \quad \text{AN} \quad R_e = \frac{3,18.0,01}{\frac{10^{-3}}{10^3}} = 31800$$

(on utilisera la formule de Blasius)

3)Nature de l'écoulement : $2000 < R_e < 10^5 \longrightarrow$ il s'agit d'un écoulement turbulent lisse.

4)Coefficient de perte de charges linéaire λ , en précisant la formule utilisée

Formule de Blasius : $\lambda = 0,316.R_e{}^{-0,25}$ AN $\lambda = 0,316.31800^{-0,25} = 0,02366$

5)Pertes de charges linéaires J_L en J/kg (12 tubes)

$$J_L = -12.\lambda\ \frac{V^2}{2}\ \left[\frac{L}{d}\right] \quad \text{AN} \quad J_L = -0,02366\ \frac{3,18^2}{2}\ \left[\frac{12}{0,01}\right] = -143,55\ J/Kg$$

6)Pertes de charges singulières J_S en J/kg (11 coudes)

$$J_S = -11.K_S\ \frac{V^2}{2} \quad \text{AN} \quad J_S = -(0,4.11)\ \frac{3,18^2}{2} = -22,24\ J/Kg$$

7)Application du théorème de Bernoulli entre les points (1) et (2) pour déterminer la pression de sortie P2.

Equation de Bernoulli : $\frac{1}{2}\left(V_2{}^2 - V_1{}^2\right) + \frac{1}{\rho}(P_2 - P_1) + g(Z_2 - Z_1) = J_L + J_S$

Or V1=V2 et Z1=Z2 donc $P_2 = P_1 + \rho(J_L + J_S)$

AN $P_2 = 3.10^5 - 1000(143,55 + 22,24) = 134210\ \text{Pa} = 1,3421\ \text{bar}$

P_2 = 1,34 bar

REMARQUE : la perte de charge singulière constitue une part non négligeable dans la perte de charge totale (13,4 %). Ceci est dû au nombre important d'accidents de parcours (coudes).