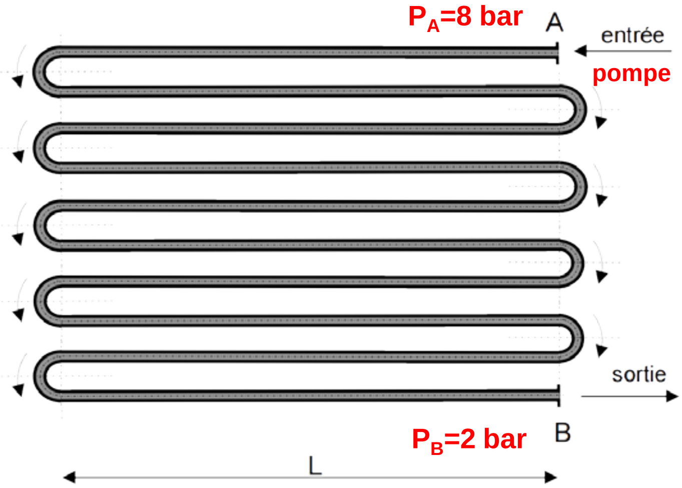
SERPENTIN de CHAUFFAGE : PLANCHER

La figure ci-contre représente le serpentin d'un plancher chauffant à circulation d'eau utilisé dans une habitation. L'eau chaude utilisée, serpente dans le plancher pour chauffer la surface du sol.

Une pompe de circulation de débit volumique q_v=0,236 l/s, non représentée dans le schéma, permet de refouler l'eau chaude qui rentre par la section A ou la pression est P_A=8 bar, circule dans le serpentin en passant par 10 tronçons de tubes rectilignes de section circulaire, de diamètre intérieur d=10 mm, de longueur L= 6 m chacun, reliés entre eux par 9 coudes à 180°, pour enfin sortir par le point B ou la pression de l'eau chute à cause des pertes de charge pour atteindre une pression P_B qu'on veut déterminer.



On donne : - la viscosité cinématique de l'eau chaude v = 0,75.10^{-6} m^2/s = μ/ρ

- le coefficient de perte de charge singulière Ks = 0,148 pour un coude à 180°.

CALCULS :

1)Vitesse V d'écoulement de l'eau dans le serpentin en (m/s) $V = \dfrac{4.q_v}{\pi.d^2}$ **AN** $V = \dfrac{4.0{,}236.10^{-3}}{\pi.0{,}01^2} = 3 m/s$

2)Le nombre de Reynolds Re : $R_e = \dfrac{V.d}{\frac{\mu}{\rho}}$ **AN** $R_e = \dfrac{3.0{,}01}{0{,}75.10^{-6}} = 40000$

(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** $\lambda = 0{,}316.40000^{-0{,}25} = 0{,}022$

5) Perte de charge singulière Js totale due aux 9 coudes

$$J_S = -9K_S\,\frac{V^2}{2} \quad \textbf{AN} \quad J_S = -(9.0{,}149)\,\frac{3^2}{2} = -6\,J/Kg$$

6) Perte de charge linéaire JL totale due aux 10 tronçons rectilignes

$$J_L = -\lambda\left[\frac{10L}{d}\right]\frac{V^2}{2} \quad \textbf{AN} \quad J_L = -0{,}022\,\frac{3^2}{2}\,\left[\frac{10.6}{0{,}01}\right] = -594\,J/Kg$$

7) Perte de charge totale J_{AB} du serpentin

$$J_{AB} = J_S + J_L \qquad J_{AB} = -6 - 594 = -600\,J/Kg$$

8)Application du théorème de Bernoulli entre les sections (A) et (B) pour déterminer la pression de sortie P_B en fonction de P_A , ρ et J_{AB}:

Equation de Bernoulli : $\frac{1}{2}\left(V_B{}^2 - V_A{}^2\right) + \frac{1}{\rho}(P_B - P_A) + g(Z_B - Z_A) = J_{AB}$

Or V_A=V_B=V et Z_A=Z_B donc $P_B = P_A + \rho J_{AB}$

AN $P_B = 8.10^5 - 1000.600 = 2.10^5 = 2\text{ bar} \longrightarrow$ **P_B = 2 bar**