

ÉCOULEMENTS DIPHASIQUES AVEC CHANGEMENT DE PHASES

TD n°3

EXERCICE 1 : CONTROLE DU DECLENCHEMENT DE L'EBULLITION

On considère un écoulement d'eau dans un tube vertical de 1 cm de diamètre. La pression le long du tube est maintenue virtuellement constante à 6124 kPa. L'eau pénètre dans le tube sous forme liquide sous-saturée avec un flux de masse de 9000 kg/m²/s. La paroi est maintenue à une température uniforme de 281°C. Estimer la sous saturation minimale à l'entrée ($T_{\text{sat}} - T_{\text{le}}$) pour que l'ébullition ne se déclenche pas sur les 10 premiers centimètres du tube.

Pour l'eau dans les conditions de saturation à 6124 kPa, $T_{\text{sat}} = 550\text{K}$, $\rho_l = 756\text{ kg/m}^3$, $\rho_v = 31,5\text{ kg/m}^3$, $h_{\text{LV}} = 1563\text{ kJ/kg}$, $C_p = 5,07\text{ kJ/kg/K}$, $\mu_l = 99,2 \cdot 10^{-6}\text{ N s/m}^2$, $\lambda = 0,581\text{ W/m/K}$, $\text{Pr} = 0,87$, $\sigma = 0,0197\text{ N/m}$

EXERCICE 2 : EBULLITION SOUS-REFROIDIE

De l'éthanol liquide sous refroidi à 226 kPa s'écoule dans un tube vertical circulaire dont la paroi maintenue à 140°C. Le liquide pénètre à 50°C et l'ébullition démarre immédiatement. Le diamètre du tube est de 1,2 cm et le flux massique de 600 kg/m²/s. Déterminer le coefficient d'échange convectif en ébullition partielle à l'aide de la corrélation de Rohsenow, à une distance de l'entrée du tube où la température du liquide vaut 90°C. On prendra $C_{\text{sf}} = 0,013$. Pour l'éthanol saturé à 226 kPa, $T_{\text{sat}} = 373\text{K}$, $\rho_l = 734\text{ kg/m}^3$, $\rho_v = 3,18\text{ kg/m}^3$, $h_{\text{LV}} = 927\text{ kJ/kg}$, $C_p = 3,30\text{ kJ/kg/K}$, $\mu_l = 314 \cdot 10^{-6}\text{ N s/m}^2$, $\lambda = 0,151\text{ W/m/K}$, $\text{Pr} = 6,88$, $\sigma = 0,0157\text{ N/m}$

EXERCICE 3 : COEFFICIENT D'ÉCHANGE EN EBULLITION SATURÉE

Comparer les résultats de la corrélation de Kandlikar et ceux de la corrélation de Gungor et Winterton pour prédire le coefficient d'échange convectif d'un écoulement bouillant d'azote aux titres massiques 0,2 et 0,6 dans un tube vertical à 778 kPa. Le tube a un diamètre de 0,9 cm, le flux de masse est de 200 kg/m²/s et le flux de chaleur imposé à la paroi du tube est de 20 kW/m². Pour l'azote saturé à 778 kPa, $T_{\text{sat}} = 100\text{K}$, $\rho_l = 691\text{ kg/m}^3$, $\rho_v = 32\text{ kg/m}^3$, $h_{\text{LV}} = 162,2\text{ kJ/kg}$, $C_p = 2,31\text{ kJ/kg/K}$, $\mu_l = 86,9 \cdot 10^{-6}\text{ Pa.s}$, $\mu_v = 7,28 \cdot 10^{-6}\text{ Pa.s}$, $\lambda = 0,0955\text{ W/m/K}$, $\text{Pr} = 2,10$ et $\sigma = 0,000367\text{ N/m}$.