Université de Djillali Bounaama
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie de procédés
M1 GPH/M1 GA
Opérations unitaires f-s

Année universitaire : 2025- 2026

Interrogation

Exercice :

Un évaporateur simple effet concentre 1 tonne par heure de solution aqueuse de carbonate de sodium à 10% en poids, de manière à obtenir une solution à 30% poids de Na_2CO_3. L'évaporation a lieu à pression atmosphérique par de la vapeur d'eau sous une pression effective de 1.5 bar. Les températures des solutions d'alimentation et de concentrats sont respectivement 20 et 104°C. La solution chaude sortant de l'évaporateur est cristallisée par refroidissement à 0°C au moyen d'une saumure de manière à provoquer le dépôt de carbonate de sodium décahydraté. Déterminer en complétant le schéma ci-dessous :

- La quantité de concentrât obtenu et d'eau évaporée ?
- La quantité de Na_2CO_3, $10H_2O$ formé et des eaux mères obtenues ?
- Le rendement de cristallisation sur le cristalliseur seul ?
- La quantité de chaleur à éliminer au niveau du cristalliseur seul ?
- Le débit-masse de saumure circulant à contre-courant, qui entre à -7°C dans le système réfrigérant et qui en sort à 20°C ? Déterminer enfin la surface de réfrigération ?

Données :

M Na_2CO_3 = 106 g/mol.
Solubilité de Na_2CO_3 à 20°C: 11.12 g/100 g d'eau.
Solubilité de Na_2CO_3 à 0°C: 7 g/100 g d'eau.
Enthalpies massiques : Vapeur d'eau de l'évaporat ΔH_V = 2675 kJ/kg, Alimentation ΔH_A = 54.4 kJ/kg, Concentrât à 104°C ΔH_B = 271.7 kJ/kg. Cristaux décahydraté à 0 °C ΔH_{Cr} = - 301 kJ/kg, Eaux mères à 0 °C ΔH_E = - 12.5 kJ/kg.
Lv_G = 2178 kJ/kg.
Coefficient global de transfert de chaleur K = 710 kJ/h.m^2.K.
Capacité calorifique moyenne de la saumure de refroidissement Cp_S = 3.66 J/g.K.

