

Seul le réacteur E travaille sous 1,5 bars.

La réaction étant exothermique, il faut éliminer l'énergie libérée pour maintenir la température à 270°C. Pour cela, on fait circuler autour des tubes de E un fluide thermique appelé HTS ("Heat Transfert Salt" : il contient un mélange de sels fondus : 40 % NaNO₂, 53 % KNO₃ et 7 % NaNO₃).

Ce fluide thermique est recyclé il circule entre E et E₁ par pompe centrifuge et permet la production de vapeur d'eau 4 bars, en restituant son énergie à l'eau liquide arrivant autour des tubes de E₁.

Le débit du HTS régule la température dans le réacteur E.

A la sortie de E, le mélange gazeux se refroidit naturellement jusque 140°C, puis on le refroidit à 50°C dans l'échangeur à faisceau tubulaire horizontal E₂ par circulation d'eau froide autour des tubes. Prévoir une régulation.

Il est ensuite envoyé en bas de la tour d'absorption D, dans laquelle l'acide propénoïque est dissous dans l'eau pulvérisée à la partie supérieure. A la sortie, le gaz est analysé et cette mesure régule le débit d'eau.

Le niveau du liquide en bas de D est régulé et la solution aqueuse d'acide propénoïque est stockée au sol dans le réservoir R en attente de traitements ultérieurs.

II - Schéma

Réaliser le schéma de cette fabrication sur le papier quadrillé et le rendre avec la copie. Représenter les appareillages de mesures, de contrôles et de régulations nécessaires au bon fonctionnement de l'installation en respectant les règles de sécurité

III - Technologie

III.1 - Etude de la réaction

A l'entrée du réacteur (Point A), la composition du mélange gazeux est donnée dans le tableau ci-dessous :

Tableau 1 à compléter		Entrée du réacteur (point A)	Sortie du réacteur (Point B)		
constituant	M en g/mol	débit molaire en mol/h	débit molaire en mol/h	débit massique	titre massique
H ₂ O	18	60 000			
O ₂	32	20 000			
N ₂	28	80 000			
propénal	56	10 000	0		
acide propénoïque	72	0	10 000		

III.1.1 - Bilan matière

- Compléter le tableau 1 (ci-dessus)
- Déterminer les taux de conversion du propénal et du dioxygène

III.1.2 - bilan énergétique

Déterminer le flux thermique Φ libéré lors de la réaction d'oxydation du propénal en acide propénoïque.

III.2 - Etude de l'échangeur E₂

On supposera que le débit gazeux sortant du réacteur est de 4500 kg/h.

Avant d'être envoyé dans la tour d'absorption, il est refroidi uniquement dans l'échangeur E₂ de 140°C à 50°C par une circulation d'eau froide à contre courant dont le débit est égal à 5 m³/h, la température étant de 15°C à l'entrée.

L'échangeur E₂ a des tubes de 2,5 m de long et de diamètre 20 mm / 27 mm. Le coefficient global d'échange par rapport à la surface intérieure est $K_i = 500 \text{ kJ.h}^{-1}.\text{m}^{-2}.\text{K}^{-1}$.

III.2.1 - Déterminer la température de sortie d'eau

III.2.2 - Déterminer la surface d'échange nécessaire et préciser le nombre de tubes de E₂

III.3 - Etude de l'absorption

Après refroidissement, le mélange réactionnel qui sera considéré comme entièrement gazeux est envoyé dans la tour d'absorption à un débit F₁ que l'on prendra égal à 4500 kg/h. Sa composition massique est : 24 % H₂O, 10 % O₂, 50 % N₂ et 16 % acide propénoïque.

A la sortie supérieure, la phase gazeuse a un débit F'₁ et contient du dioxygène et du diazote et 5 % en masse de vapeur d'eau.

A la partie supérieure de la tour, on envoie un débit F₂ d'eau pure.

On récupère en bas de colonne un débit F'₂ de solution aqueuse contenant 20 % en masse d'acide propénoïque.

III.3.1 - Faire un schéma de principe clair avec les notations et valeurs de l'énoncé

III.3.2 - Déterminer le débit F'₂ de solution propénoïque

III.3.3 - Déterminer ensuite le débit F'₁, et le débit d'eau F₂.

Données :

- $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CHO} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \longrightarrow \text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{COOH} \quad \Delta_r H^\circ = -254 \text{ kJ.mol}^{-1} \text{ à } 270^\circ\text{C}.$
- L'acide propénoïque est un produit très corrosif et inflammable.
sa température d'ébullition est : 141,3 °C,
sa température de fusion : 13 °C (pression atmosphérique normale).
- Capacité thermique massique des gaz réactionnels = 1,2 kJ.kg⁻¹.K⁻¹.
- Capacité thermique massique de l'eau liquide = 4,18 kJ.kg⁻¹.K⁻¹.
- Masse volumique de l'eau = 1000 kg.m⁻³.