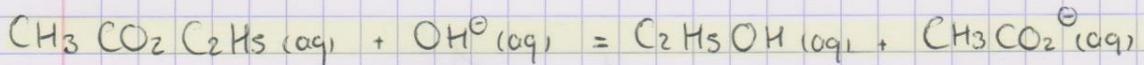


Enchaînement de réacteurs

* En industrie quand on fait des réactions chimiques, afin d'avoir des réactions en continu, on utilise des réacteurs continus.

* C'est par exemple le cas pour cette réaction : saponification de l'acétate d'éthyle par obtenir de l'éthanol et de l'acide acétique (ion)



* On va modéliser le réacteur par un réacteur parfaitement agité continu.

• On suppose $[\text{OH}^\ominus]_0 \gg [\text{CH}_3\text{CO}_2\text{C}_2\text{H}_5]$

$$\hookrightarrow k_{\text{app}} = k [\text{OH}^\ominus]_0 \Rightarrow v = k_{\text{app}} [\text{CH}_3\text{CO}_2\text{C}_2\text{H}_5]_s$$

• Un bilan de matière donne :

- Sortie : $\delta_{ns} = [\text{CH}_3\text{CO}_2\text{C}_2\text{H}_5]_s \cdot Q \cdot dt$

- Entrée : $\delta_{ne} = [\text{CH}_3\text{CO}_2\text{C}_2\text{H}_5]_e \cdot Q \cdot dt$

- Conso : $\delta_{nc} = V \cdot v \cdot dt = k_{\text{app}} \cdot [\text{CH}_3\text{CO}_2\text{C}_2\text{H}_5]_s \cdot V \cdot dt$

$$\hookrightarrow \text{Sortie} = \text{Entrée} - \text{Conso}$$

$$\Leftrightarrow \delta_{ns} = \delta_{ne} - \delta_{nc}$$

$$\Leftrightarrow [\text{CH}_3\text{CO}_2\text{C}_2\text{H}_5]_s \cdot Q \cdot dt = [\text{CH}_3\text{CO}_2\text{C}_2\text{H}_5]_e \cdot Q \cdot dt - k_{\text{app}} [\text{CH}_3\text{CO}_2\text{C}_2\text{H}_5]_s \cdot V \cdot dt$$

$$\hookrightarrow [\text{CH}_3\text{CO}_2\text{C}_2\text{H}_5]_s = \frac{[\text{CH}_3\text{CO}_2\text{C}_2\text{H}_5]_e}{1 + \frac{k_{\text{app}} V}{Q}}$$

* Ce qui nous intéresse c'est le taux de conversion

$$X = \frac{[\text{CH}_3\text{CO}_2\text{C}_2\text{H}_5]_e - [\text{CH}_3\text{CO}_2\text{C}_2\text{H}_5]_s}{[\text{CH}_3\text{CO}_2\text{C}_2\text{H}_5]_e}$$

• On va par exemple chercher le volume nécessaire par avoir $X = 0,97$.

$$\begin{aligned} X &= \frac{[\text{EtOAc}]_e - [\text{EtOAc}]_s}{[\text{EtOAc}]_e} = 1 - \frac{[\text{EtOAc}]_s}{[\text{EtOAc}]_e} \\ &= 1 - \frac{1}{1 + \frac{k_{\text{app}} V}{Q}} \end{aligned}$$

$$\Rightarrow V = \frac{X \cdot Q}{k_{\text{app}} (1 - X)}$$

• Dans les conditions industrielles on a

$$Q = 0,6 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \quad k = 4,836 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} \quad [\text{OH}^-]_0 = 1000 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$\Rightarrow V = 4,0 \text{ m}^3 = \frac{0,97 \cdot 0,6}{4,84 \cdot 10^{-3} \cdot 10^3 \cdot 0,03}$$

* La question qu'on peut aussi se poser c'est de savoir combien il faudrait mettre de réacteur plus petits (100L) pour avoir le même taux de conversion

↳ on suppose la vitesse ident. Q dans tout les réacteurs.

$$\text{• Un bilan donne directement: } [\text{EtOAc}]_{i+1} = \frac{[\text{EtOAc}]_i}{1 + k_{\text{app}} V/Q} = \frac{[\text{EtOAc}]_e}{(1 + k_{\text{app}} V/Q)^{i+1}}$$

$$\text{• } X = 1 - \frac{[\text{EtOAc}]_s}{[\text{EtOAc}]_e} = 1 - \left(\frac{1}{1 + \frac{k_{\text{app}} V}{Q}} \right)^N$$

• En déroulant le calcul on trouve:

$$N = \frac{\ln(1/1-x)}{\ln(1 + \frac{k_{app}V}{Q})} = 5,9$$

⇒ Par avoir le même taux de conversion qu'avec un réacteur de 400 L il nous faut 6 réacteur de 100 L.

* Mettre en série permet d'avoir des réacteurs moins volumineux

↳ plus sécurisé

↳ utilisation de moins de solvants

↳ Si on a un problème on peut agir sur un seul réacteur.

↳ plus de tuyauterie et de maintenance.

* La méthode de mettre en série plusieurs réacteurs est très utilisée en industrie

↳ cf réacteurs à lit dans "LCM optimisation synthèse industrielle"