



### Fiche de TD N°3

#### **Exercice 1 : Calcul d'une unité d'estéification :**

On veut produire 50 T/jour d'acétate d'éthyle par estéification de l'éthanol suivant la réaction :  
 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(\text{A})} + \text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{B})} \leftrightarrow \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5_{(\text{P})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{E})}$

La réaction est conduite en phase liquide à 100°C.

L'expression de la vitesse a été établie par Smith en 1925 :  $r = k (\text{C}_A \text{C}_B - \text{C}_P \text{C}_E / K)$

avec  $k = 7.93 \times 10^{-6}$  litre/mole.seconde et  $K = 2.93$ .

L'alimentation contient 23% d'acide en poids, 46% d'alcool en poids, de l'eau et pas d'ester.

On se propose de convertir l'acide à 35%. On peut supposer que la masse volumique du mélange reste constante et égale à 1020 Kg/m<sup>3</sup>. L'installation doit fonctionner jour et nuit.

- 1- Calculer le débit journalier d'alimentation nécessaire, en masse (débit massique) et en volume (débit volumique).
- 2- Calculer les concentrations initiales des différentes espèces en présence.
- 3- On veut mettre en œuvre cette réaction dans un réacteur fermé, en discontinu.
  - a- sachant que le temps de remplissage, vidange et nettoyage est de 1 heure et le temps de séjour est 2 heures. Combien de cuvée peut-on faire par jour ?
  - b- quel est dans ces conditions le volume du réacteur qu'il convient d'utiliser ?
- 4- on étudie maintenant la possibilité d'utiliser un réacteur parfaitement agité continu.  
Quel est le volume nécessaire pour assurer la production de 50 T/jour d'acétate d'éthyle ?

#### **Exercice 2 :**

L'hydrolyse de l'anhydride acétique est effectuée dans un réacteur agité continu de 5400 cm<sup>3</sup> de volume. La température est supposée constante et égale à 25°C. Le débit de l'alimentation est de 582 cm<sup>3</sup>/mn. Déterminer le pourcentage d'anhydride hydrolysé dans le réacteur.

Sachant que le volume réactionnel reste constant lors de la transformation.

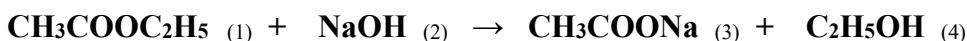
La réaction  $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}_{(\text{A})} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{CH}_3\text{COOH}$  est de 1<sup>er</sup> ordre par rapport à l'anhydride quand on opère en milieu très dilué :  $r = k\text{C}_A$  avec  $k = 0.0806 \text{ mn}^{-1}$



### Fiche de TD N°3

#### Exercice3 : Saponification de l'acétate d'éthyle par la soude

On veut réaliser la saponification de l'acétate d'éthyle par la soude. La réaction a lieu en phase liquide



La réaction est d'ordre 1 par rapport à chacun des réactifs. Sa constante de vitesse est :

$$k=1,344 \cdot 10^8 \cdot \exp(-10230/(1,99 \cdot T)) \quad (k \text{ en } 1.\text{mol}^{-1}.\text{mn}^{-1}, T \text{ en } ^\circ\text{K})$$

On dispose de 2 bacs de stockage contenant :

- l'un de l'acétate à  $C_{1,0}=0,1 \text{ mol/l}$
- l'autre de la soude à  $C_{2,0}=0,1 \text{ mol/l}$

On dispose également de 4 réacteurs différents :

- une cuve  $R_1$  de volume  $V_1=2 \text{ l}$ , supposée parfaitement agitée
- un réacteur tubulaire  $TUB$  de volume  $V_T=2 \text{ l}$ , supposé de piston
- 2 cuves  $R_2$  et  $R_3$  identiques de volume  $V_2=1 \text{ l}$ , supposées parfaitement agitées

On utilise successivement ces réacteurs pour réaliser la saponification

1. Calculer  $k$  à  $10^\circ\text{C}$ ,  $20^\circ\text{C}$  et  $50^\circ\text{C}$  en unités S.I

On utilise  $R_1$  en réacteur fermé isotherme. On le remplit d' $1 \text{ l}$  de solution de soude, et à  $t = 0$  on ajoute  $1 \text{ l}$  de solution d'acétate d'éthyle (à partir des bacs de stockage respectifs).

- calculer les concentrations en fonction du temps  $C_1(t)$ ,  $C_2(t)$ ,  $C_3(t)$  et  $C_4(t)$  à  $20^\circ\text{C}$
  - calculer le temps nécessaire pour obtenir 80% de conversion en acétate d'éthyle à  $10^\circ\text{C}$ ,  $20^\circ\text{C}$  et  $50^\circ\text{C}$  respectivement.
2. On utilise  $R_1$  en réacteur ouvert, à  $20^\circ\text{C}$  alimenté par  $30 \text{ l/h}$  d'acétate d'une part, et par  $30 \text{l/h}$  de soude d'autre part. Calculer les concentrations de sortie.
  3. On utilise le  $TUB$  en l'alimentant comme dans le cas précédent, à  $20^\circ\text{C}$ . calculer les concentrations de sortie.
  4. On utilise  $R_2$  et  $R_3$  ouverts, en série, à  $20^\circ\text{C}$  ( $R_2$  est alimenté comme dans le cas 2 et  $R_3$  est alimenté par la sortie  $R_2$ ). Quelle sont les concentrations de sortie de  $R_3$  ?
  5. Comparer les performances des différents types de réacteurs.