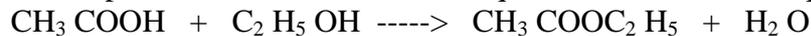


## BTS SESSION 1996 – 2h – Coefficient 3

### Technologie – Génie chimique – Schéma

#### FABRICATION DE L'ACETATE D'ETHYLE

L'acétate d'éthyle est obtenu par réaction entre l'acide acétique et l'éthanol selon l'équation bilan :



Cette réaction est réalisée en phase liquide en présence d'un catalyseur.

#### I - Description du procédé (voir schéma en annexe)

##### I.1 - Traitement préalable de l'acide acétique :

L'acide acétique utilisé pour cette fabrication est de l'acide acétique de récupération contenant une forte proportion d'eau.

Il est soumis à un traitement préalable consistant en une rectification continue réalisée à la pression atmosphérique dans une colonne à plateaux (D<sub>1</sub>).

Cette rectification permet d'obtenir en pied de colonne de l'acide acétique de titre massique supérieur à 98 % qui alimente en continu le réacteur (R).

##### I.2 - Réaction :

La réaction entre l'acide acétique provenant de la colonne (D<sub>1</sub>) et l'éthanol est réalisée dans un réacteur (R) fonctionnant en continu. Ce réacteur (R) est constitué d'une cuve fermée munie d'un dispositif d'agitation et d'une double enveloppe.

La réaction est réalisée en phase liquide sous une pression relative de 5 bars, en présence d'un catalyseur et d'un large excès d'éthanol, la masse réactionnelle étant maintenue à l'ébullition par chauffage à l'aide de vapeur circulant dans la double enveloppe.

Dans ces conditions de fonctionnement la totalité de l'acide acétique engagé est transformée en acétate d'éthyle.

##### I.3 - Récupération de l'acétate d'éthyle :

Le mélange réactionnel soutiré en continu du réacteur (R) est formé d'eau, d'éthanol et d'acétate d'éthyle.

Ce mélange alimente une colonne de rectification (D<sub>2</sub>) fonctionnant en continu et à la pression atmosphérique.

On obtient en tête de colonne (D<sub>2</sub>) un distillat constitué par un homoazéotrope ternaire formé d'eau, d'éthanol et d'acétate d'éthyle et en pied de cette même colonne un résidu formé d'eau et d'éthanol dont une partie est recyclée vers le réacteur (R), l'autre partie étant envoyée vers une unité de récupération d'éthanol.

Après refroidissement le distillat provenant de la colonne (D<sub>2</sub>) est introduit dans un mélangeur (M). Ce mélangeur est alimenté en continu par de l'eau sous un débit masse horaire égal au débit du distillat provenant de (D<sub>2</sub>).

Le mélange hétérogène sortant de (M) alimente en continu un décanteur (S) où il se sépare en deux phases liquides non miscibles.

La phase lourde riche en eau est totalement recyclée vers la colonne de rectification (D<sub>2</sub>).

La phase légère riche en acétate d'éthyle alimente en continu une colonne de rectification (D<sub>3</sub>) fonctionnant à la pression atmosphérique.

On obtient en pied de la colonne (D<sub>3</sub>) un résidu formé d'acétate d'éthyle et d'eau qui est envoyé après refroidissement dans une cuve de stockage (R<sub>1</sub>) et en tête de la colonne (D<sub>3</sub>) un distillat de même composition que celui provenant de la colonne (D<sub>2</sub>). Ce distillat est recyclé en amont du mélangeur (M).

## II - Etude du procédé

### II.1 - Etude du fonctionnement de la colonne de rectification ( $D_1$ )

II.1.1 - le débit masse horaire du distillat (D)

II.1.2 - le taux de reflux R sous lequel fonctionne la colonne de rectification ( $D_1$ )

II.1.3 - le titre massique  $x_A$  en acide acétique de l'alimentation (A)

II.1.4 - Calculer la quantité de chaleur à éliminer par heure au condenseur ( $E_1$ ) sachant que les vapeurs (V) sont condensées dans ( $E_1$ ) à leur température d'ébullition  $T_1 = 101\text{ °C}$  et que le condensat obtenu quitte le condenseur ( $E_1$ ) à la température  $T_2 = 90\text{ °C}$

### II.2 - Etude du fonctionnement du réacteur (R)

Calculer le débit masse horaire d'acétate d'éthyle formé sachant que la totalité de l'acide acétique alimentant le réacteur (R) est transformée en acétate d'éthyle.

### II.3 - Etude du fonctionnement de la colonne de rectification ( $D_3$ )

La colonne de rectification ( $D_3$ ) est alimentée en continu sous un débit masse horaire  $A_3 = 1\,780\text{ kg/h}$  par un mélange ternaire formé d'acétate d'éthyle, d'eau et d'éthanol.

La composition de ce mélange, exprimée en titres massiques, est la suivante :

- acétate d'éthyle :  $x_1 = 93,0\%$
- eau :  $x_2 = 5,0\%$
- éthanol :  $x_3 = 2,0\%$

En tête de la colonne ( $D_3$ ) on récupère un distillat formé d'acétate d'éthyle, d'eau et d'éthanol et dont la composition, exprimée en titres massiques, est la suivante :

- acétate d'éthyle :  $x_4 = 82,6\%$
- eau :  $x_5 = 9,0\%$
- éthanol :  $x_6 = 8,4\%$

En pied de la colonne ( $D_3$ ) on récupère un résidu constitué exclusivement d'acétate d'éthyle et d'eau.

Calculer :

II.3.1 - les débits masses horaires du distillat et du résidu soutirés de la colonne de rectification ( $D_3$ ).

II.3.2 - le titre massique en acétate d'éthyle du résidu soutiré de la colonne ( $D_3$ ).

## III - Schéma

Représenter sur la feuille de bristol quadrillée fournie, le schéma du décanteur (S) et de la colonne de rectification ( $D_3$ ) en tenant compte des indications complémentaires suivantes :

- La phase légère provenant du décanteur (S) est soutirée par débordement.
- Le niveau de l'interface dans le décanteur (S) est maintenu constant par action sur le débit de soutirage de la phase lourde.
- La colonne de rectification ( $D_3$ ) est une colonne à plateaux équipée d'un bouilleur externe constitué d'un échangeur à faisceau tubulaire vertical monté en thermosiphon. Le débit de vapeur de chauffe alimentant le bouilleur est régulé.
- La température du liquide se trouvant en pied de la colonne ( $D_3$ ) est régulée par action sur le débit de liquide rétrogradé en tête de colonne.
- Le résidu provenant de la colonne ( $D_3$ ) est stocké, après refroidissement, dans un réservoir ( $R_1$ ) situé au sol.

Représenter les appareils, contrôles, régulations et sécurités nécessaires au bon fonctionnement de l'unité.

Ne pas faire de nomenclature, mais ANNOTER CLAIREMENT le schéma.

## IV - Données

- Chaleurs latentes de vaporisation :

de l'eau  $L = 2\,245 \text{ kJ/kg}$

de l'acide acétique  $L = 395 \text{ kJ/kg}$

- Capacités calorifiques massiques à l'état liquide :

de l'eau  $c_1 = 4,18 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$

de l'acide acétique  $c_2 = 2,30 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$

- Masses molaires :

de l'acide acétique  $60 \text{ g/mol}$

de l'acétate d'éthyle  $88 \text{ g/mol}$

L'acétate d'éthyle et l'éthanol sont des produits très inflammables.

### SCHEMA DE PRINCIPE DE LA FABRICATION DE L'ACETATE D'ETHYLE

