

BTS SESSION 1997 – 2h – Coefficient 3**Technologie – Génie chimique – Schéma****Etude d'une récupération de méthanol**

Il est conseillé de ne pas consacrer plus 1/3 du temps au schéma.
Plusieurs questions sont indépendantes les unes des autres dans le problème

I - Etude du procédé

On souhaite récupérer le méthanol d'une solution aqueuse par distillation en continu dans une colonne à garnissage fonctionnant sous pression atmosphérique (1.013 bars).

- On alimente cette colonne avec 50 kg/h de la solution aqueuse.
- Le taux de reflux est $R = 3$.
- Les titres massiques (pourcentage) en méthanol sont de 90 % dans le distillât, de 7 % dans le résidu et de 37 % dans la solution d'alimentation.

I.1 - Faire le schéma de principe en identifiant les différents flux de matière et les différentes parties de l'installation.

I.2 - Bilans matière :

- Calculer le débit massique du distillât et celui du résidu.
- En déduire le rendement de récupération du méthanol.

I.3 -

I.3.1 - Détermination des conditions d'alimentation et de soutirages

- Calculer les titres molaires en méthanol de l'alimentation et des soutirages (distillat et résidu).
- Comment s'appellent les courbes (1) et (2) de l'annexe 1 ?
- Déterminer les températures d'ébullition des liquides d'alimentation et de soutirage (distillat et résidu).

I.3.2 - Droites opératoires de Mac Cabe et Thiele

- Vérifier l'expression de l'équation de la droite opératoire dans la zone d'enrichissement :

$$y = \frac{r}{r+1}x + \frac{x_D}{r+1}$$

avec r : taux de reflux et x, y les titres molaires en méthanol dans les phases liquide et vapeur respectivement.

x_D représente le titre molaire en méthanol dans le distillat

- Etablir l'équation de la droite opératoire dans la zone d'épuisement, on supposera pour cela que la solution d'alimentation est introduite liquide à son point d'ébullition. et on écrira les relations simples reliant les débits de vapeur avec les débits de liquide de part et d'autre de l'alimentation.

I.3.3 - Détermination de la hauteur de la colonne

- Déterminer le nombre de plateaux théoriques que devra comporter cette colonne (utiliser le document-réponse, annexe II qui sera rendu complété avec la copie).
- Déterminer les hauteurs de garnissage au dessus et en dessous de l'alimentation si la hauteur équivalente à un plateau théorique (HEPT) est de 50 cm.

I.4 - Bilan thermique

On supposera que le débit de distillat est de 18 kg/h et que celui du résidu est de 32 kg/h.

On supposera que la colonne est parfaitement adiabatique et qu'il y a 5 % de pertes thermiques au niveau du bouilleur.

Le chauffage est assuré par de la vapeur d'eau saturante sous 5 bars relatifs.

On suppose que les condensats sont évacués à leur température de changement d'état.

I.4.1 - Calculer la puissance thermique à évacuer au condenseur.

I.4.2 - Calculer la puissance thermique à fournir au bouilleur.

I.4.3 - Calculer le débit de vapeur de chauffage à utiliser.

Données :

- Méthanol : Masse molaire 32 g/mol
Température d'ébullition 64,5 °C sous Patm
Chaleur latente de vaporisation 1098 kJ/kg
Produit toxique, dangereux et inflammable
- Eau : Masse molaire 18 g/mol
Température d'ébullition 100 °C sous Patm
Chaleur latente de vaporisation (kJ/kg) 2535-2,9.θ avec θ en °C
- Patm = 1,013 bar = 1 atm
- On admettra la relation de Duperray : pour 100 °C < θ < 200 °C

$$P \text{ (bars absolus)} = \left(\frac{\theta}{100} \right)^4 \text{ avec } \theta \text{ en } ^\circ\text{C}$$
- Enthalpies massiques des liquides à leurs points d'ébullition (référence arbitraire) :
Distillat : 188,6 kJ/kg Résidu : 395 kJ/kg Mélange d'alimentation : 279 kJ/kg
- on admettra que les enthalpies massiques de vaporisation sont identiques dans le cas de liquides purs (eau et méthanol) et dans le cas de mélanges (mélange idéaux)

II - Schéma : Récupération d'un solvant par une distillation en continu sous pression réduite.

Faire le schéma de procédé sur le bristol fourni en indiquant les mesures, régulations et sécurités nécessaires au bon fonctionnement en continu de l'installation en tenant compte des indications suivantes :

- Le mélange est introduit dans la colonne à garnissage, à débit constant, à sa température d'ébullition : son débit est régulé.
- La colonne à garnissage fonctionne sous vide à pression constante.
- Elle est équipée d'un bouilleur externe monté en thermosiphon, chauffé par de la vapeur. Le débit de vapeur de chauffage sous pression est régulé en fonction de la pression différentielle de la colonne.
- Le résidu est éliminé sans refroidissement.
- Les vapeurs sortant en tête de colonne sont condensées dans un échangeur tubulaire horizontal et le condensat est recueilli dans un petit pot de recette. A la sortie de ce pot de recette, une partie du liquide est envoyé en reflux dans la colonne (débit contrôlé). Le reste constitue le distillât qui est envoyé vers un réservoir de stockage (à ne pas représenter). Le soutirage du distillât est asservi au niveau de liquide du pot de recette.

ANNEXES
Diagramme ISOBARE P = 1 atm (Méthanol – Eau)



Diagramme d'équilibre liquide vapeur (méthanol – Eau) P = 1 atm