

**BTS SESSION 1988 – 4h – Coefficient 3****Technologie – Génie chimique – Schéma**

**PS : il manque le schéma dans ce sujet**

**I - Alimentation de la colonne de rectification**

Le mélange benzène-toluène à rectifier de masse volumique égale à  $863,5 \text{ kg.m}^3$  est stocké dans une citerne respirant à l'air libre et dont le niveau sera supposé constant à la cote 2,5 m. Il est amené dans la colonne de rectification (côté 2,5 m) dans laquelle règne la pression atmosphérique, par une pompe centrifuge placée à la cote 0, par une tuyauterie de 30 mm de diamètre interne et présentant les caractéristiques suivantes :

- **à l'aspiration :** 7 m de longueur de conduite rectiligne, un clapet à battant., 3 coudes à  $90^\circ$ , 2 vannes.
- **au refoulement :** 10 m de longueur de conduite rectiligne, un clapet à battant, un échangeur de chaleur, 7 coudes à  $90^\circ$ , 3 vannes.

Cette pompe peut fournir une hauteur manométrique de 15 m de fluide transporté, pour un large domaine de débits.

**I.1** - Calculer le débit de la pompe dans ces conditions.

**I.2** - Calculer la puissance électrique à fournir à la pompe si son rendement global est de 75 %.

**I.3** - Calculer la vitesse de circulation maximale qu'on peut admettre sachant que la tension de vapeur du mélange est de 60 mm de Hg.

**Données :**

$$1 \text{ atm} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pascals} = 760 \text{ mmHg}$$

$$g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$$

$$\text{Pertes de charge } J = \lambda \times \frac{\Sigma(L + Le)}{D} \times \frac{u^2}{2.g} \text{ en mCL avec } \lambda = 0,03$$

L = longueur totale en mètres des portions de conduite rectiligne, de diamètre 30 mm

Le = longueur équivalente en mCL des accidents sur la conduite.

u = vitesse du fluide transporté en m/s

Pertes de charge singulières : (exprimées en mètres de canalisation de diamètre intérieur 30 mm)

- coude de  $90^\circ$  : 0,57 m
- clapet à battant : 1,8 m
- vanne : 0,2 m
- échangeur : 3,5 m.

## II - Colonne de rectification

Le liquide d'alimentation est un mélange benzène-toluène de titre molaire 0,4 en benzène. Il est introduit dans la colonne à sa température d'ébullition (95 °C) sous un débit de 5000 moles/h. On désire obtenir un distillat D de titre molaire 0,98 et un résidu W de titre molaire 0,03 en benzène.

**II.1** - Déterminer par la méthode M Cabe et Thiele le nombre d'étages théoriques nécessaires à la réalisation de cette opération si on applique un taux de reflux  $R = 3$ .

Sur quel plateau réel faudra-t-il alimenter la colonne sachant que l'efficacité globale est de 70 %. on numérottera les plateaux depuis le bas vers le haut.

**II.2** - Calculer les débits molaires de distillat D et résidu W.

**II.3** - Exprimer le débit de vapeur V en tête de colonne en fonction du taux de reflux R et du débit du distillat D. Le calculer pour  $R = 3$ .

**II.4** - Calculer le flux de chaleur à éliminer au niveau du condenseur et le débit d'eau de refroidissement nécessaire si l'eau entre à 15 °C et sort à 30 °C.

### Données :

- chaleur de vaporisation : benzène-toluène : 35 kJ/mol
- chaleur massique de l'eau : 4,18 kJ kg<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>
- température d'ébullition normale : benzène : 80 °C toluène : 110 °C
- masse molaire : benzène : 78 g mol<sup>-1</sup> toluène : 92 g mol<sup>-1</sup>
- courbe d'équilibre liquide-vapeur du benzène-toluène

## III - Condenseur

Dans cette partie on considérera que le distillat est composé uniquement de benzène pur. Le condenseur est constitué d'un faisceau tubulaire en position horizontale.

Il doit être calculé pour fonctionner avec un débit de vapeur de 10000 mol/h les vapeurs étant condensées à leur température d'ébullition (80°C)

L'eau de refroidissement qui circule dans les tubes de diamètre 15/21 mm à une vitesse de 0,06 m.s<sup>-1</sup> entre à 15 °C et sort à 25 °C.

**III.1** - Calculer le nombre de tubes nécessaires à son fonctionnement.

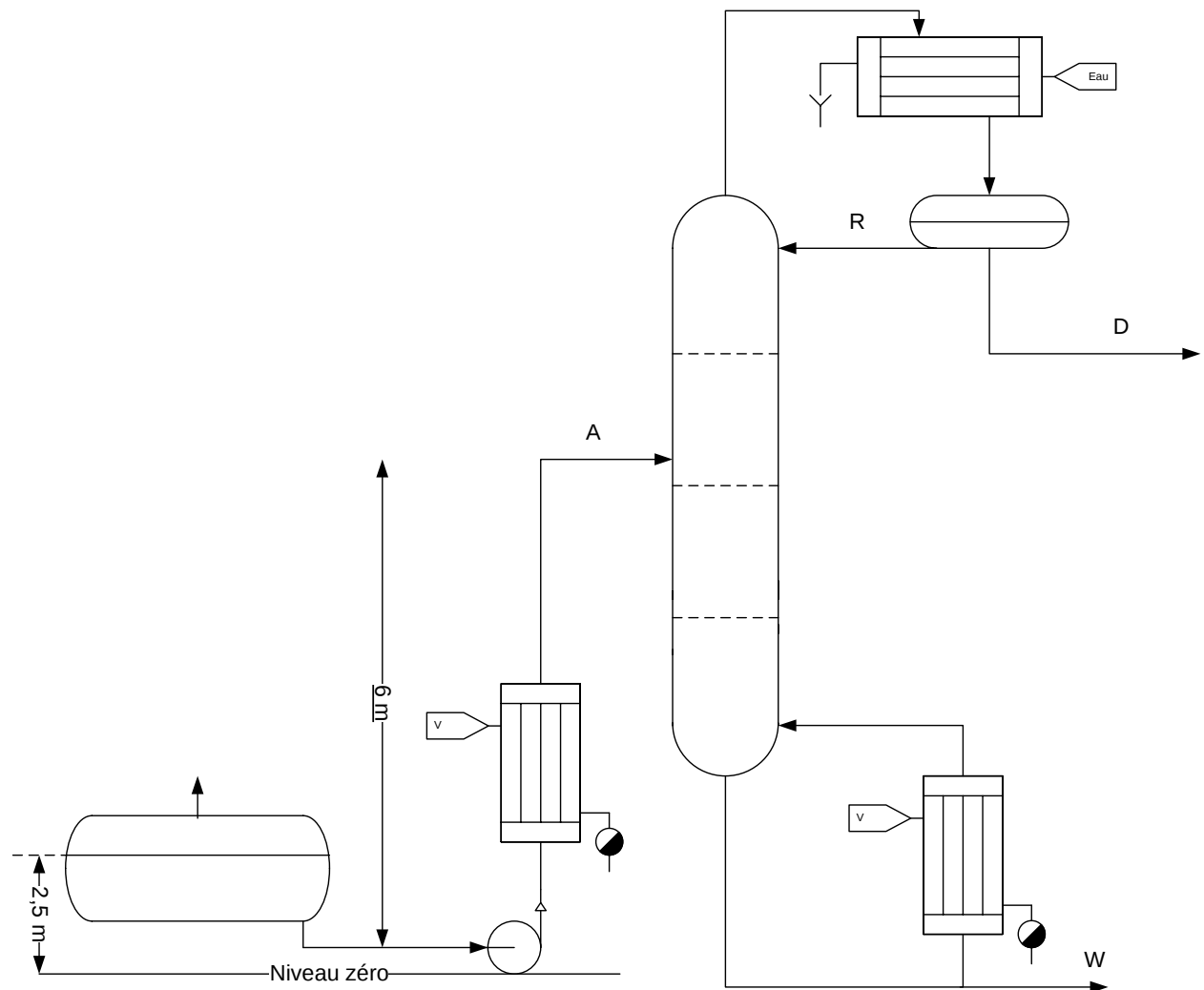
**III.2** - Le coefficient global de transfert  $K_i$  de chaleur rapporté à la surface intérieure est de la forme :

$$\frac{1}{K_i} = \frac{1}{h_i} + \frac{D_i \cdot \ln\left(\frac{D_e}{D_i}\right)}{2 \cdot \lambda_a} + \frac{1}{h_e} \frac{D_i}{D_e}$$

Donner la méthode de calcul permettant de déterminer la longueur des tubes. Calculer cette longueur L.

### Données :

- Coefficients d'échange par convection :
  - Eau – paroi interne  $h_i = 6200 \text{ kJ.h}^{-1}.\text{m}^{-2}.\text{K}^{-1}$
  - Vapeur – paroi externe  $h_e = 5900 \text{ kJ.h}^{-1}.\text{m}^{-2}.\text{K}^{-1}$
- Coefficient d'échange par conduction de l'acier :  $\lambda_a = 167 \text{ kJ.h}^{-1}.\text{m}^{-1}.\text{K}^{-1}$
- Masse volumique de l'eau = 996 kg.m<sup>-3</sup>



**Courbe d'équilibre Benzène – Toluène à Patm**