

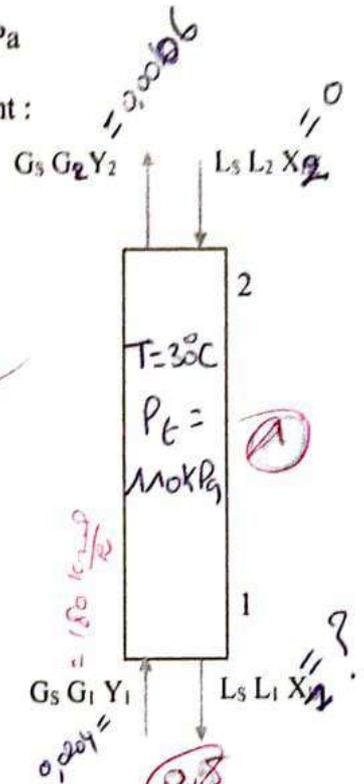
Corrige type

Exercice 01 : (10 pts)

Le système est : la gaz de CO₂- alcool éthylique - l'eau

Les conditions de travail de la colonne (Absorbeur) à T=30°C et P_T=110 kPa

Le procédé d'absorption à contre-courant est représenté par le schéma suivant :



- Gaz riche (alimentation) bas de la colonne : $G_1 = 180 \text{ kmol/h}$;

et $y_1 = 0.02$ (molaire)

Le débit de gaz inerte (CO₂) : $G_s = G_1 \cdot (1 - 0.02) = 176.4 \frac{\text{kmol}}{\text{h}}$

Le rapport molaire : $Y_1 = \frac{y_{B1}}{1 - y_{B1}} = 0.0204$

- Gaz pauvre (Haut de la colonne) : on veut éliminer 97% $\Rightarrow Y_2 = Y_1 \cdot (1 - 0.97) = 0.0006 = y_2$

- Entrant de Solvant (l'eau) : $x_2 = 0.0 \Rightarrow X_2 = 0.0$

- Sortie de solvant (l'eau) : $x_1 = ? \Rightarrow X_1 = ?$

1- Détermination de la courbe d'équilibre

La courbe d'équilibre :

(Fraction molaire du soluté dans le gaz) = 0.57 * (fraction molaire du soluté dans le liquide)

$$\Rightarrow y = 0.57 \cdot x$$

Donc, l'équation de la courbe d'équilibre en fonction les rapports (Y et X) est :

$$\frac{Y}{1 + Y} = 0.57 \cdot \frac{X}{1 + X}$$

$$\Rightarrow Y = \frac{0.57 \cdot X}{(1 + (1 - 0.57)X)}$$

$$Y(1+X) = 0,57X + 0,57XY$$

$$Y + YX = 0,57X + 0,57XY \Rightarrow Y(1+X-0,57X) = 0,57X$$

Alors : $Y = \frac{0.57 \cdot X}{(1 + (1 - 0.57)X)} = Y = \frac{0.57 \cdot X}{(1 + 0.43X)}$

La construction graphique pour déterminer le débit minimum de solvant (L_{\min}) est présente sur la figure 1. Dans ce cas, la droite opératoire de pente $\frac{L_{\min}}{G_S}$ est alors tangente de la courbe d'équilibre au point de coordonné ($X=0.0364, Y=0.0204$), donc le débit minimum de solvant est :

$$\left. \begin{aligned} \text{BHP: } Y_1 G_S + X_2 L_S &= Y_2 G_S + X_1 L_S \\ G_S (Y_1 - Y_2) &= L_S (X_1 - X_2) \end{aligned} \right\} \Rightarrow L_{S\min} = G_S \frac{(Y_1 - Y_2)}{(X_{\max} - X_2)} = 96.03 \frac{\text{Kmol}}{\text{h}} = 176,4 \cdot \frac{0,0204 - 0,0006}{0,0364 - 0}$$

Le débit de solvant utilisé est : $L_S = 1.5 \cdot L_{S\min} = 144.045 \frac{\text{Kmol}}{\text{h}}$

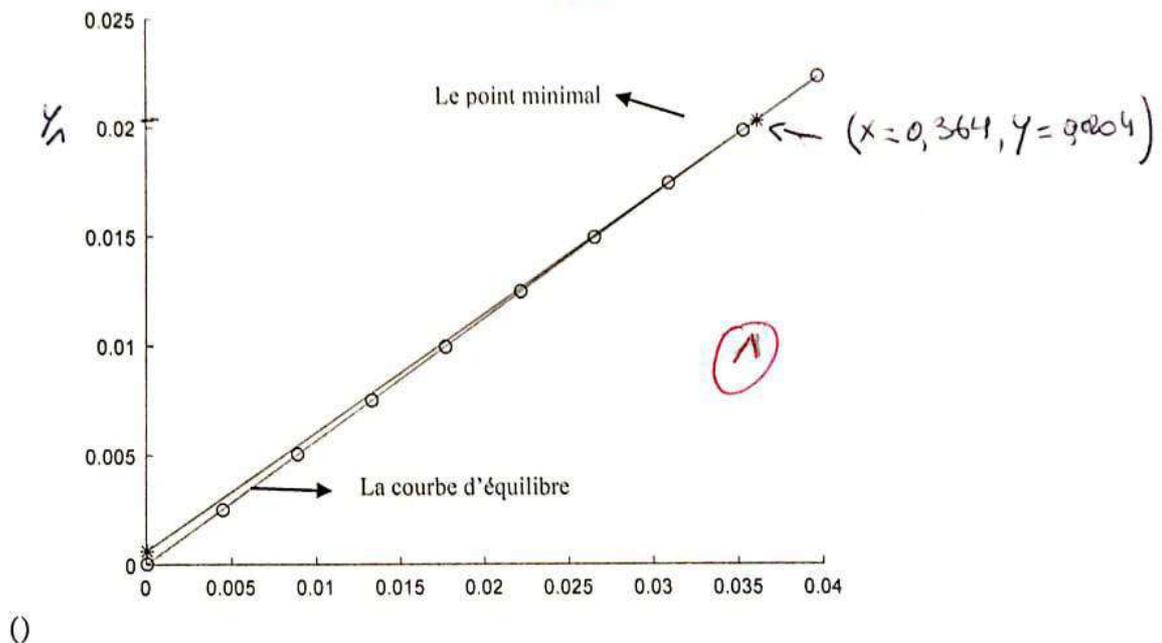


Figure 1 : Débit minimum L_{\min}

3- La fraction de l'alcool dans le solvant à la sortie de la colonne

Le bilan de matière sur le soluté est : $L_S(X_1 - X_2) = G_S(Y_1 - Y_2)$

$$X_1 = \frac{G_S}{L_S} (Y_1 - Y_2) + X_2 \Rightarrow X_1 = \frac{176,4}{144,045} (0,0204 - 0,0006) + 0 \Rightarrow X_1 = 0,0242$$

4- Le nombre d'étages théoriques nécessaires

Le principe de construction de nombre d'étages théoriques est le suivant :

- On tracé la courbe d'équilibre
- On tracé la droite opératoire passant par les points (X_2, Y_2) et (X_1, Y_1)
- On fait la construction en escalier en partant de X_1 .

La construction graphique est illustrée sur la figure 2.

D'après la figure, le nombre d'étages théoriques obtenu est : N.E.T = 7 étages.

0,15

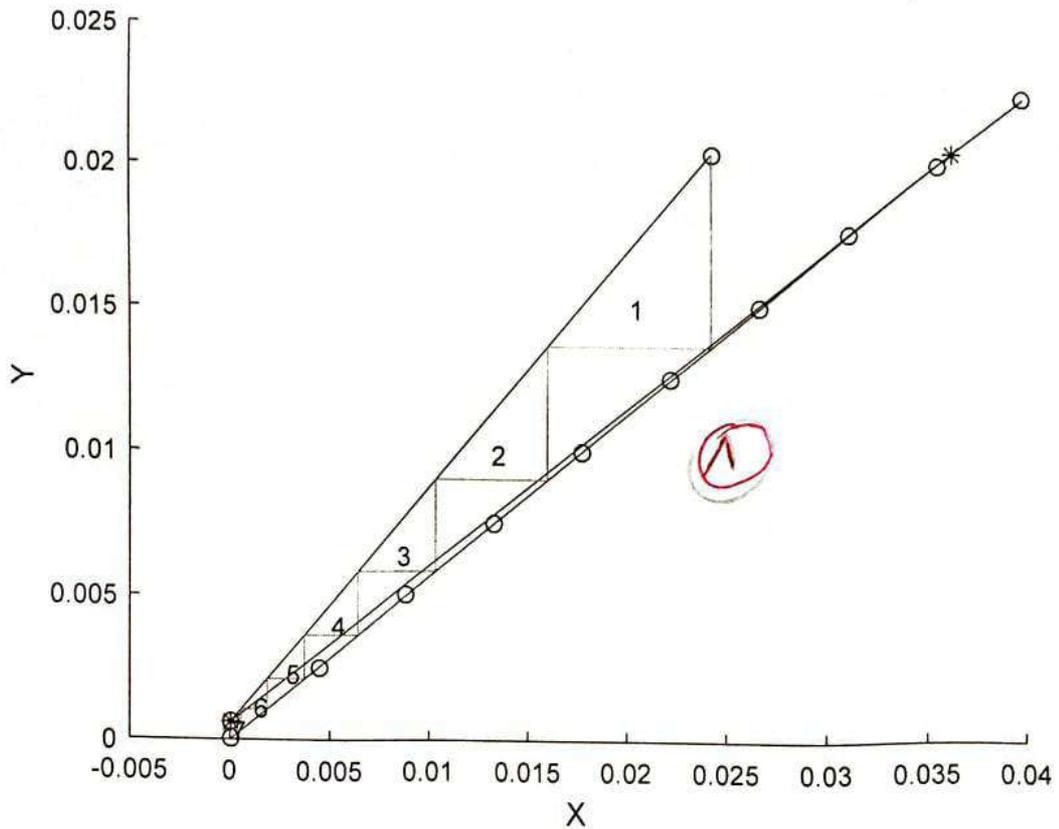
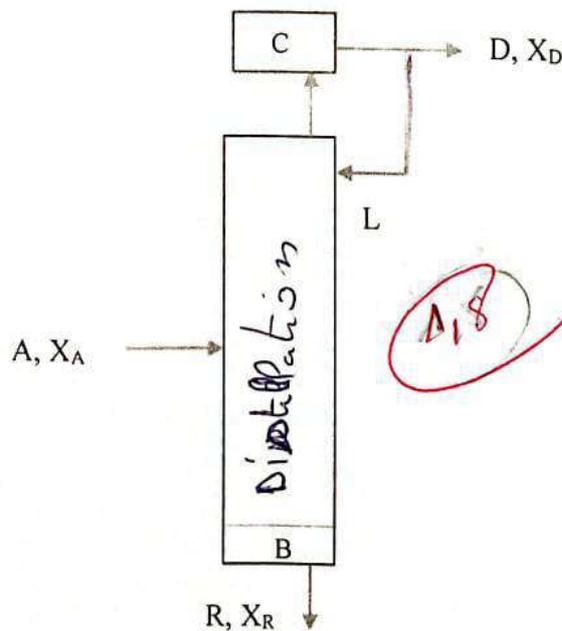


Figure 2: Construction graphique du débit minimum de solvant et nombre d'étages

Exercice 2 : (10 pts)

0,0125

1°) Le schéma de procédé :



2°) a) $NET_{\min} = 7 = 6 + \text{bouilleur à reflux total}$.

$$n \rightarrow \infty \Rightarrow y = \frac{n}{n+1} x + \frac{x_D}{n+1} \Rightarrow y = x$$

La droite opératoire section enrichissement

b) Pour $R=4$, $x_D/(R+1) = 0.95/5 = 0.19$, et $NET_{R=4} = 8 = 7 + \text{bouilleur}$

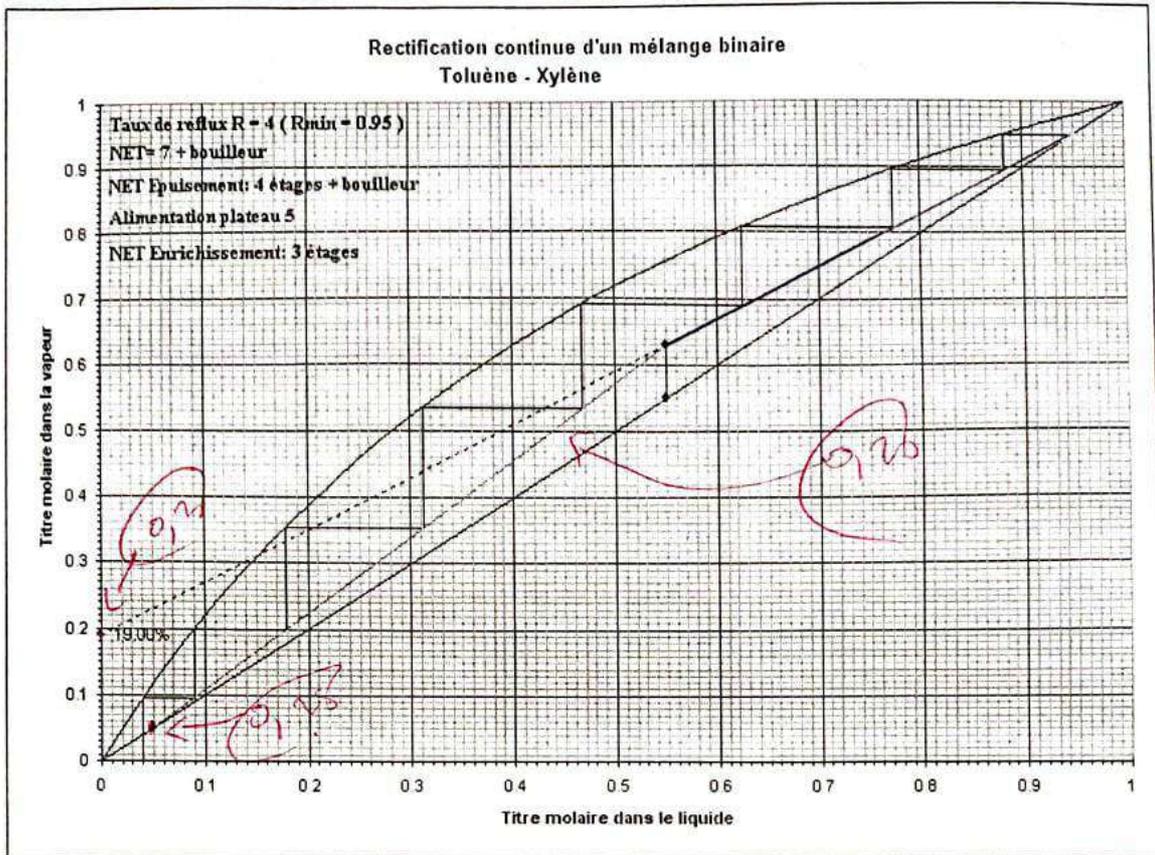
ou bien: $y = \frac{n}{n+1} x + \frac{x_D}{n+1} = 0.8x + \frac{0.95}{5} = 0.8x + 0.19$

La droite opératoire section enrichissement

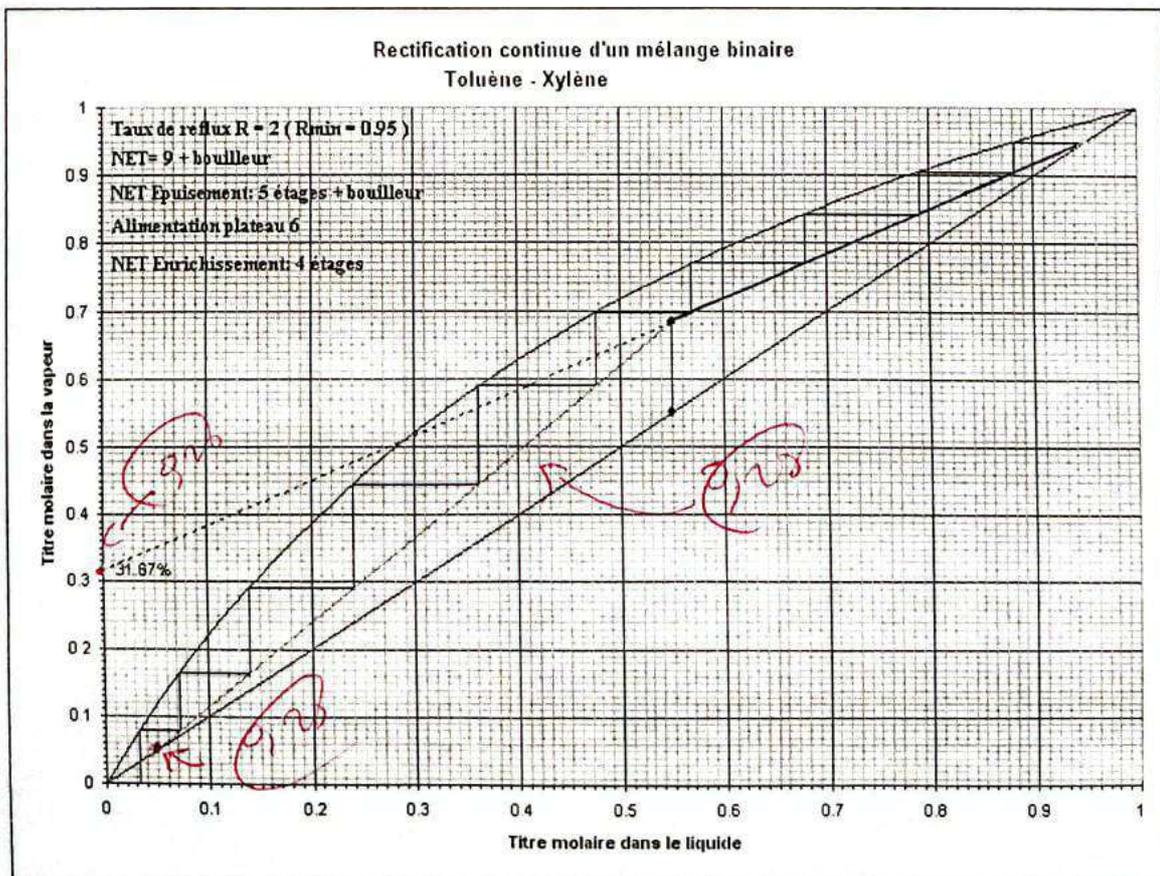
c) Pour $R=2$, $x_D/(R+1) = 0.95/3 = 0.317$, et $NET_{R=2} = 10 = 9 + \text{bouilleur}$

$$y = \frac{n}{n+1} x + \frac{x_D}{n+1} = 0.66x + \frac{0.95}{3} = 0.66x + 0.317$$

La droite opératoire section enrichissement.

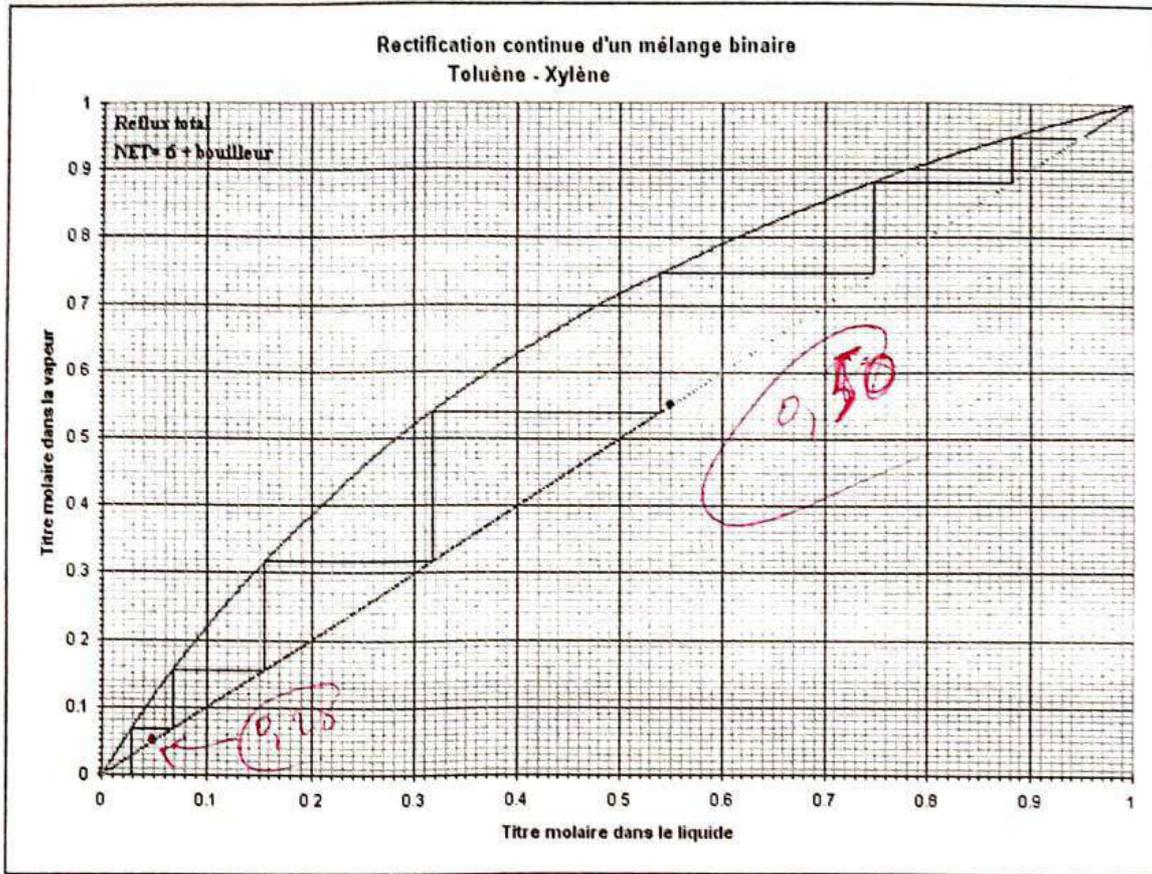


McCabe et Thiele, NET à $R=4$



McCabe et Thiele, NET à $R=2$

2°) NET de trois cas :



McCabe et Thiele à reflux total, NET_{min}