

Exercice N°1 : On considère la distillation en continu sous pression atmosphérique d'un mélange propanol-1- isopropanol fonctionnant dans les conditions suivantes: débit d'alimentation $F=4200 \text{ g.h}^{-1}$, titre molaire en propanol-2 de l'alimentation $x^F_{\text{mol}}=30\%$, titre molaire du distillat $x^D_{\text{mol}}=55\%$, titre molaire du résidu $x^W_{\text{mol}}=10\%$, taux de reflux $R=1.4$.

1. Déterminer le nombre d'étage minimum pour réaliser cette séparation (à reflux total).
2. Déterminer le taux de reflux minimum pour réaliser cette séparation.
3. Pour le taux de reflux appliqué de 1.4, déterminer les débits de distillat et résidu D et W, le NET et le plateau d'alimentation.
4. Calculer Φ_C le flux de chaleur à enlever au condenseur en négligeant le sous-refroidissement et en déduire Φ_B le flux de chaleur à fournir au bouilleur.
5. On souhaite modifier les réglages pour obtenir un distillat à 80% molaire en propanol-2. Déterminer le nombre d'étage minimum et le reflux minimal pour cette nouvelle séparation. Déterminer, pour un taux de reflux de 4, les débits D et W, le NET et le plateau d'alimentation.

Données: volatilité relative $\alpha_{(\text{pro2-pro1})}=1.8$ ou courbe d'équilibre, $L_{V1}=690.7 \text{ kJ.kg}^{-1}$, $L_{V2}=664 \text{ kJ.kg}^{-1}$,

- enthalpie massique de l'alimentation à son point d'ébullition $h_F=38.5 \text{ kJ.kg}^{-1}$,
- enthalpie massique du résidu à son point d'ébullition $h_W=40.6 \text{ kJ.kg}^{-1}$,
- enthalpie massique du reflux et du distillat $h_D=36.88 \text{ kJ.kg}^{-1}$.

Exercice N°2 :

Une solution aqueuse d'une substance S à la concentration C_{A0} est extraite par un solvant organique B rigoureusement non miscible.

Après une seule extraction d'un volume V_A de solution aqueuse par un volume $V_B = V_A$ de solvant B, le rendement de l'extraction est égal à 96%. En déduire la valeur du coefficient de partage $\lambda_{B/A}$.

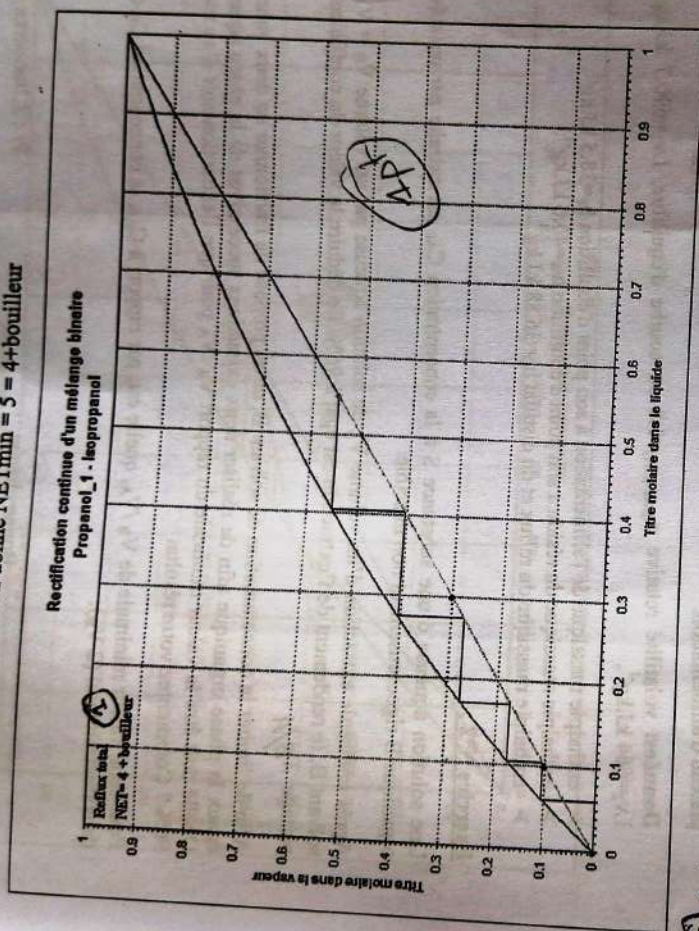
Afin de limiter la consommation de solvant B, on se propose de fractionner en deux volumes égaux la phase organique afin de réaliser deux extractions successives de la phase aqueuse. Quelle doit être la valeur minimale du rapport V_B/V_A pour que l'extraction soit d'au moins 96% ? Commentez votre résultat

Pour cette valeur minimale de V_B/V_A , quelle est, par rapport à C_{A0} , la concentration C_B de S dans l'extraît total (2 V_B).

Bonne chance

Pr : Z.Bouberka

1. Le nombre d'étage minimum pour réaliser cette séparation (à reflux total).
La construction à reflux total donne $NET_{min} = 5 = 4 + \text{bouilleur}$



2. Le taux de reflux minimum pour réaliser cette séparation

La construction pour R_{min} donne $x^D \text{ mol}/(R_{min}+1)=0.298$, d'où $R_{min}=0.845$

3. Pour le taux de reflux appliqué de 1.4, déterminer les débits de distillat et résidu D et W, le NET et le plateau d'alimentation

a) construction pour $R=1.4$ donne $NET = 8 = 7 + \text{bouilleur}$ (alimentation plateau 6, bouilleur 1).

b) La résolution du système d'équations de bilan matière global et partiel conduit à:

$$F = D + W, \text{ soit } W = F - D$$

$$F x_F = D x_D + W x_W = D x_D + F x_W - D x_W, \text{ d'où } F(x_F - x_W) = D(x_D - x_W) \text{ et}$$

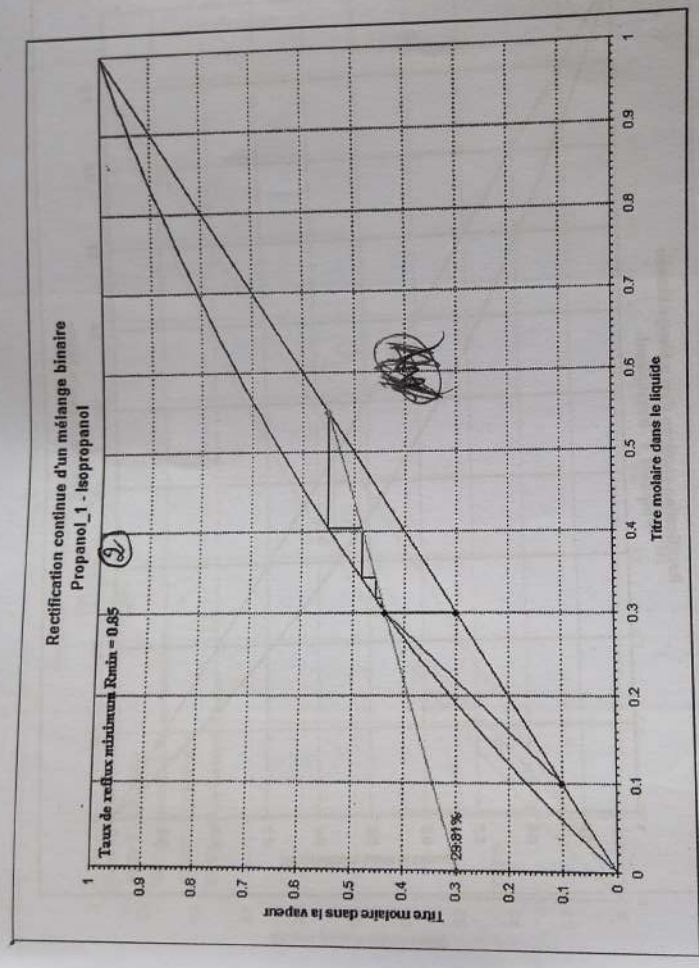
$$D = F(x_F - x_W)/(x_D - x_W) = 4200 \times (0.3 - 0.1)/(0.55 - 0.1) = 1867 \text{ g.h}^{-1},$$

$$W = F - D = 4200 - 1867 = 2333 \text{ g.h}^{-1}$$

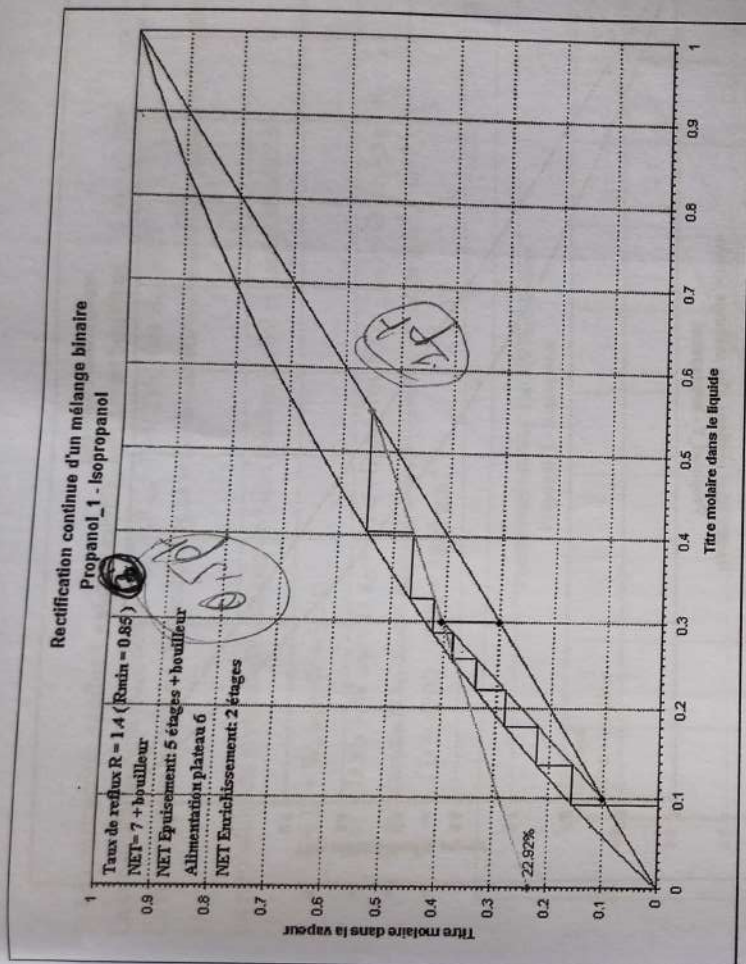
1pt

2pt

4pt



dar
Po
96
Q1
A
p
s



4. Calculer Φ_C le flux de chaleur à enlever au condenseur en négligeant le sous-refroidissement. Calculer également le terme de variation d'enthalpie des flux de matières $\Phi_F - D h_D - W h_W$. En déduire Φ_B le flux de chaleur à fournir au bouilleur, et l'intensité à appliquer si le rebouillage est assuré par une épingle électrique alimentée en 220V. Commenter.

Bilan de matière global (zone de rectification) $V = L + D$, et le taux de reflux est $R = L/D$, d'où $V = (R+1)D = 2.4 \times D$. On obtient: $V = 4488 \text{ g/h}$

• $V h_V = 1.4D h_D + D h_D + Q_c$ d'où $Q_c = 2.4D h_V - 2.4D h_D$

Donc $Q_c = (h_V - h_D) V$

$(h_V - h_D) = x_D L v_2 + (1 - x_D) L v_1 = 0.55 \times 664 + 0.45 \times 690.7 = 676.015 \text{ kJ.kg}^{-1}$

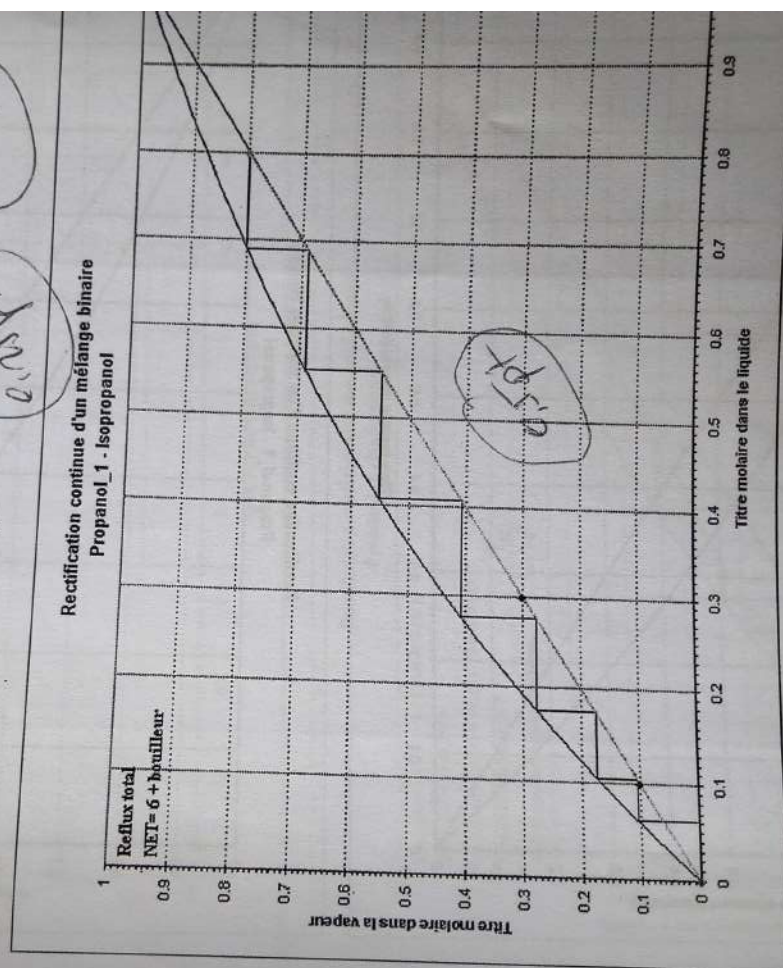
$\Phi_C = 4.488 \times 676.015 = 3034 \text{ kJ.h}^{-1}$

• $\Phi_B = -\Phi_F + D h_D + W h_W + \Phi_C = -4.2 \times 38.5 + 1.87 \times 36.88 + 2.34 \times 40.6 + 3034 = 3036 \text{ kJ.h}^{-1}$

5) La construction à reflux total donne $NET_{min} = 7 = 6 + \text{bouilleur}$
 La construction pour R_{min} donne $x_D^{mol}/(R_{min}+1) = 0.216$, d'où $R_{min} = 2.7$
 La construction pour $R=4$ donne $NET = 11 = 10 + \text{bouilleur}$ (alimentation plateau 6, bouille
 1)

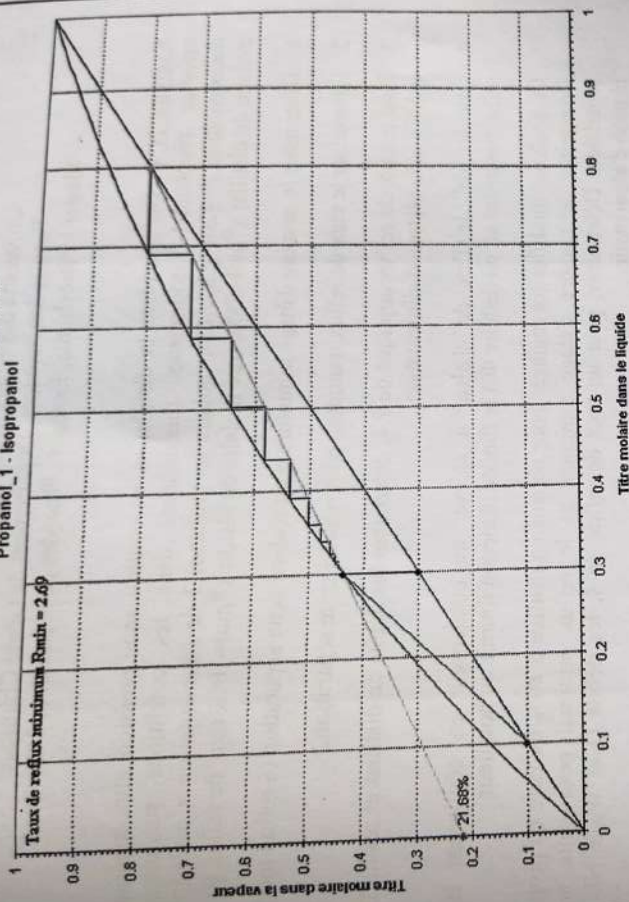
La résolution du système d'équations de bilan matière global et partiel conduit à:

- $F = D + W$, soit $W = F - D$
- $F x_F = D x_D + W x_W = D x_D + F x_W - D x_W$, d'où $F (x_F - x_W) = D (x_D - x_W)$ et
- $D = F (x_F - x_W) / (x_D - x_W) = 4200 \times (0.3 - 0.1) / (0.80 - 0.1) = 1200 \text{ g.h}^{-1}$, 0.25 pt
- $W = F - D = 4200 - 1200 = 3000 \text{ g.h}^{-1}$, 0.25 pt



Rectification continue d'un mélange binaire Propanol_1 - Isopropanol

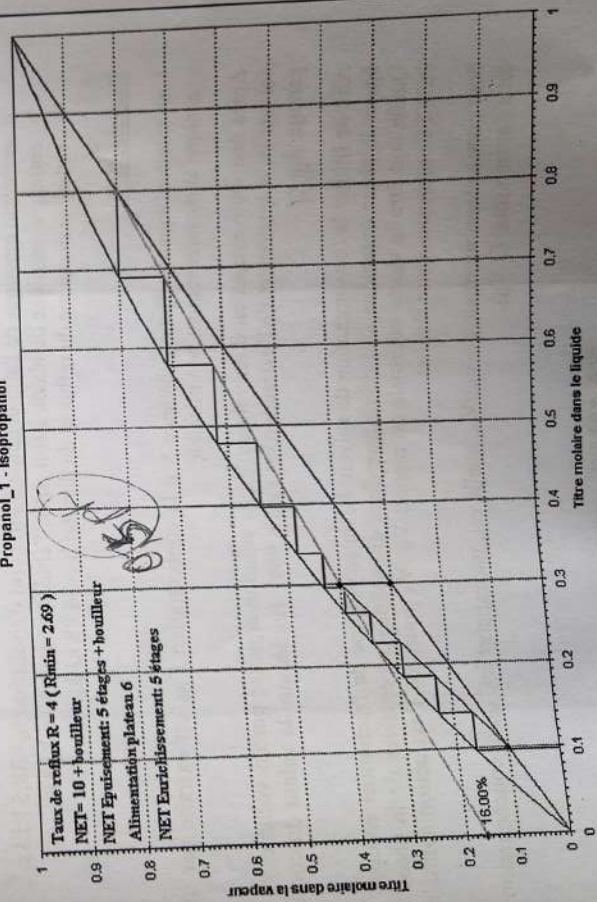
Taux de reflux minimum $R_{min} = 2.69$



Rectification continue d'un mélange binaire Propanol_1 - Isopropanol

Taux de reflux $R = 4$ ($R_{min} = 2.69$)

NET = 10 + bouilleur
NET Epuisement: 5 étages + bouilleur
Alimentation plateau 6
NET Enrichissement: 5 étages



Examen Procs de
Séparation. H₂ Petrochimie.
(2021-2022).

Exo N°02:

$$f(\text{Rendement}) = 96\%$$

① $V_B = V_A$

$$f = 1 - \frac{1}{\left(1 + \lambda \cdot \frac{V_B}{V_A}\right)^n}$$

$\frac{V_B}{V_A}$

$$n = 1$$

$$\frac{V_B}{V_A} = 1 \quad 0,96 = 1 - \frac{1}{(1 + \lambda)^1}$$

$$0,96 + 0,96 \lambda = 1 + \lambda - 1 = \lambda$$

$$\Rightarrow 0,96 = (1 - 0,96) \lambda \Rightarrow \lambda = \frac{0,96}{0,04} = 24$$

$\lambda = 24$

$$f = 1 - \frac{1}{\left(1 + \lambda \cdot \frac{V_B}{V_A}\right)^n}$$

②

$$f = 96\%$$

$n = 2$

$\lambda = 24$

$\frac{V_B}{V_A}$

$$0,96 = 1 - \frac{1}{\left(1 + 24 \cdot \frac{V_B}{V_A}\right)^2}$$

$$1 + \frac{24 V_B}{V_A} = \sqrt{\frac{1}{0.04}} \Rightarrow 24 \frac{V_B}{V_A} = \sqrt{\frac{1}{0.04}} - 1$$

$$\frac{V_B}{V_A} = \frac{1}{6} = 0.1667 \quad (2 \text{ pt})$$

$24 \frac{V_B}{V_A} = 4 \Rightarrow \frac{V_B}{V_A} = \frac{4}{24} = \frac{1}{6}$

$\Rightarrow$ Le volume organique utilisé doit être $\frac{1}{6}$ du volume V_A (solution aqueuse).

$$Q_B = 2 \cdot C_B \cdot V_B$$

$$\boxed{\rho = \frac{Q_B}{Q_{A0}}} \quad (1 \text{ pt})$$

Q_B : correspond à la gîte dans l'extrait total de volume $2V_B$. Les 2 fractions sont réunies.

$$\boxed{Q_{A0} = C_{A0} \cdot V_A} \quad (1 \text{ pt})$$

$$\boxed{\rho = \frac{2 \cdot C_B \cdot V_B}{C_{A0} \cdot V_A}}$$

$$\Rightarrow C_B = \frac{\rho \cdot C_{A0} \cdot V_A}{2 \cdot V_B}$$

$$\frac{V_B}{V_A} = \frac{1}{6}$$

$$C_B = \frac{0.96 \cdot 6}{2} \cdot C_{A0} \Rightarrow \boxed{C_B = 2.88 C_{A0}} \quad (2 \text{ pt})$$