

Durée : 2h

Niveau : 4^{ème} GP

Examen N°2 de l'OP1

Exercice N°1

On souhaite séparer un mélange acide propionique-trichloréthylène 30-70% en poids. On utilise trois étages à contre courants avec l'eau comme solvant. Les débits de l'alimentation et de solvant sont les mêmes : 100 kg/min et 250 kg/min.

- a) Faites le schéma du procédé
- b) Quelles sont les valeurs de X (soluté/diluant) et de F (soluté non compris) de l'alimentation. On rappelle :

$$X = \left[\frac{\text{kg d'acide propionique}}{\text{kg de trichloréthylène}} \right] \quad Y = \left[\frac{\text{kg d'acide propionique}}{\text{kg d'eau}} \right]$$

- c) Sachant que le coefficient de partage vaut :

$$m = 0.27 \left[\frac{\text{kg d'acide propionique / kg d'eau}}{\text{kg d'acide propionique / kg de trichloréthylène}} \right]$$

En utilisant la construction graphique de McCabe et Thiele, déterminer la teneur en acide propionique dans le raffinat en sortie de l'installation ainsi et que la fraction de l'acide propionique extraite ?

Exercice 2

On traite 100 kg/min d'un mélange chloroforme-acétone (45-55% en poids) en utilisant 2 extracteurs à courants croisés, chaque étage étant alimenté avec 50 kg/min d'eau

- a) Faites le schéma du procédé en indiquant les différents courants pertinents entrant et sortant de ces 2 étages ;
- b) Déterminer les débits et les compositions de tous les courants.
- c) Pour un même débit d'alimentation, quelle serait la composition et le débit du raffinat obtenu si en utilisant un seul extracteur avec un débit d'eau de 150 kg/min. Comparer avec l'opération à courants croisés et commenter

EXO N° 2 (suite).

b) Un seul extracteur: ~~24/25~~

Les débits et les compositions:

$$F + S = R + E = M.$$

$$M = 100 + 100 = 200 \text{ kg/min.}$$

$$x_{AM} M = x_{AF} F + x_{AS} S \Rightarrow x_{AM} = \frac{F}{M} \cdot x_{AF}.$$

$$x_{AM} = \frac{100}{200} \times 0,45 = 0,225. \quad (0,25)$$

$$x_{BM} \cdot M = x_{BF} F + x_{BS} S \Rightarrow x_{BM} = \frac{S}{M} \cdot x_{BS}.$$

$$x_{BM} = \frac{100}{200} \times 1 = 0,5 \quad (0,5)$$

D'après la méthode graphique:

$$\frac{MF}{MS} = \frac{S}{F}$$

$$\frac{MF}{MS} = \frac{100}{100} = 1 \Rightarrow \boxed{MS = MF} \Rightarrow FS = MS + MF.$$

les compositions font les môle. 2^{ème} étage.

• Les débits

$$E + R = M.$$

$$x_{AM} M = x_{AF} E + x_{AR} R \Rightarrow x_{AM} M = x_{AF} E + x_{AR} R.$$

$$R = M \frac{(x_{AM} - x_{AE})}{(x_{AR} - x_{AE})} \Rightarrow R = 200 \frac{(0,225 - 0,14)}{(0,32 - 0,14)} = 94,44 \text{ kg/min.}$$

$$R = 94,44 \text{ kg/min.}$$

$$E = 200 - 94,44 = 105,56 \text{ kg/min.}$$

• Dans le cas de 2 étages $E = x_1 E_1 + x_2 E_2 \Rightarrow E_{\text{solite}} = 0,18 \times 60 + 0,14 \times 60,2 = 19,21 \text{ kg/min.}$

• Dans le cas d'1 extracteur $E_{\text{solite}} = 0,14 \times 105,56 = 14,78 \text{ kg/min.}$

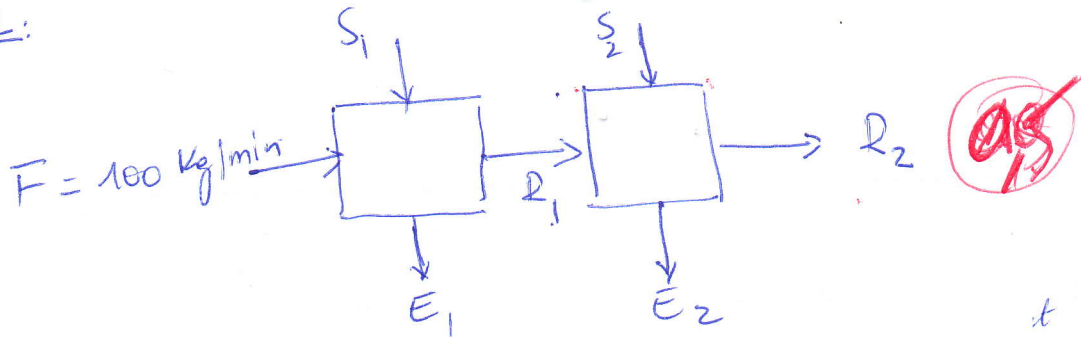
$E > E'$ donc le système de 2 étage est le meilleur.

(0,25)

(3)

Exo 2:

①



Chloroforme: 55%. acétone: 45%.
 ② Les débits et les compositions de tous les courants: ~~0.5~~ 0.5

* Analytiquement:

$$F + S = M_1 = E_1 + R_1 \rightarrow 100 + 50 = M_1 = 150 \text{ kg/min.}$$

$$x_F \cdot F + x_S \cdot S = x_M \cdot M_1$$

Solute:
 $x_{AM} M_1 = x_{AF} \cdot F + x_{AS} \cdot S$ 0.25

$$x_{AM} = \frac{0.45 \times 100}{150} = 0.3$$

Solvant:

$$x_{BM} M_1 = x_{BF} \cdot F + x_{BS} \cdot S$$
 0.25

$$x_{BM} = \frac{1 \times 50}{150} = 0.33$$

$M_1 (0.33, 0.3)$ 0.5
 Solute Solvant

graphiquement: Pour déterminer le point M_1 , il suffit de faire l'intersection de la droite FS avec une des couronales. Aussi à retenir: la droite FS avec une des couronales. On trouve les courants R_1 et E_1 .

Les débits:

$$M_1 = E_1 + R_1$$

$$x_{AM} M_1 = x_{AE_1} E_1 + x_{AR_1} R_1$$

$$E_1 = M_1 - R_1$$

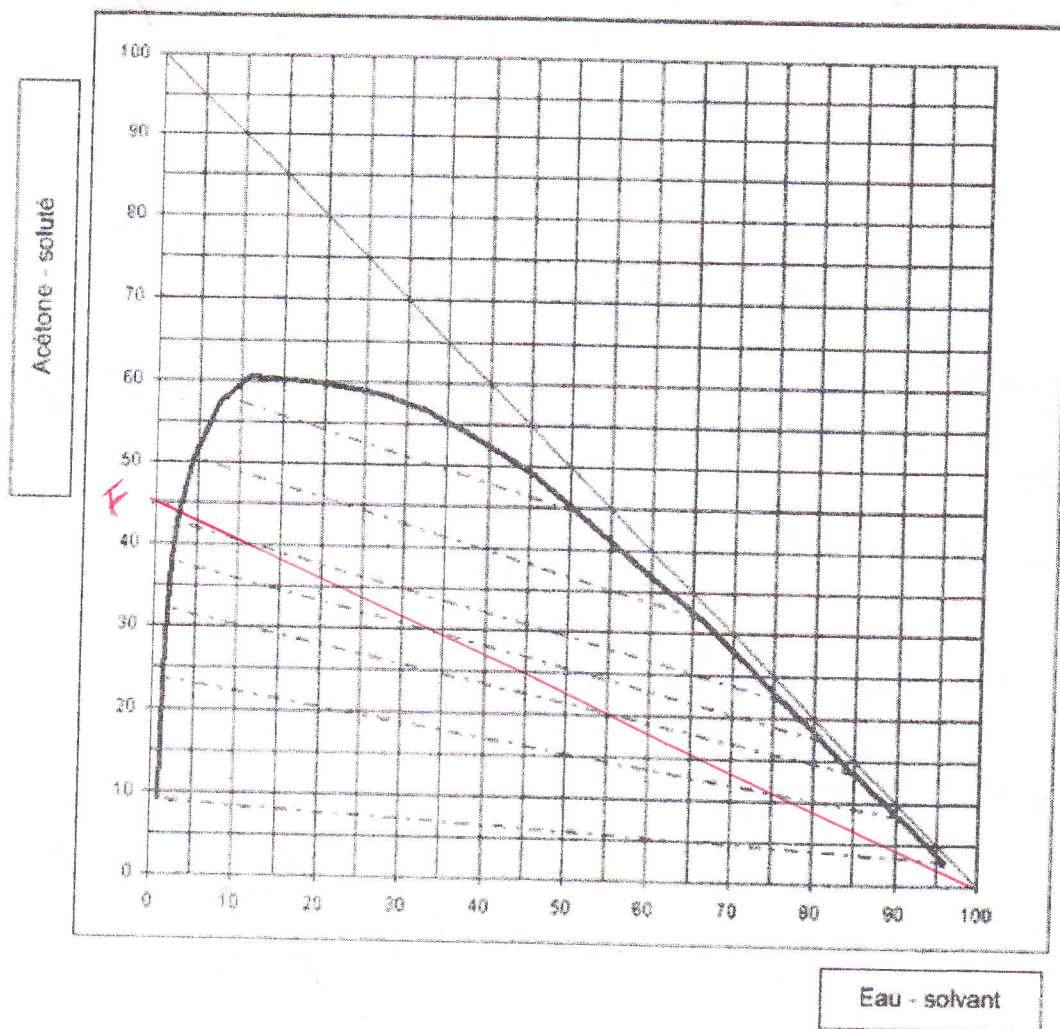
$$x_{AM} M_1 = x_{AE_1} (M_1 - R_1) + x_{AR_1} R_1 \Rightarrow$$

$$R_1 = \frac{M_1 (x_{AM} - x_{AE_1})}{(x_{AR_1} - x_{AE_1})}$$
 0.25

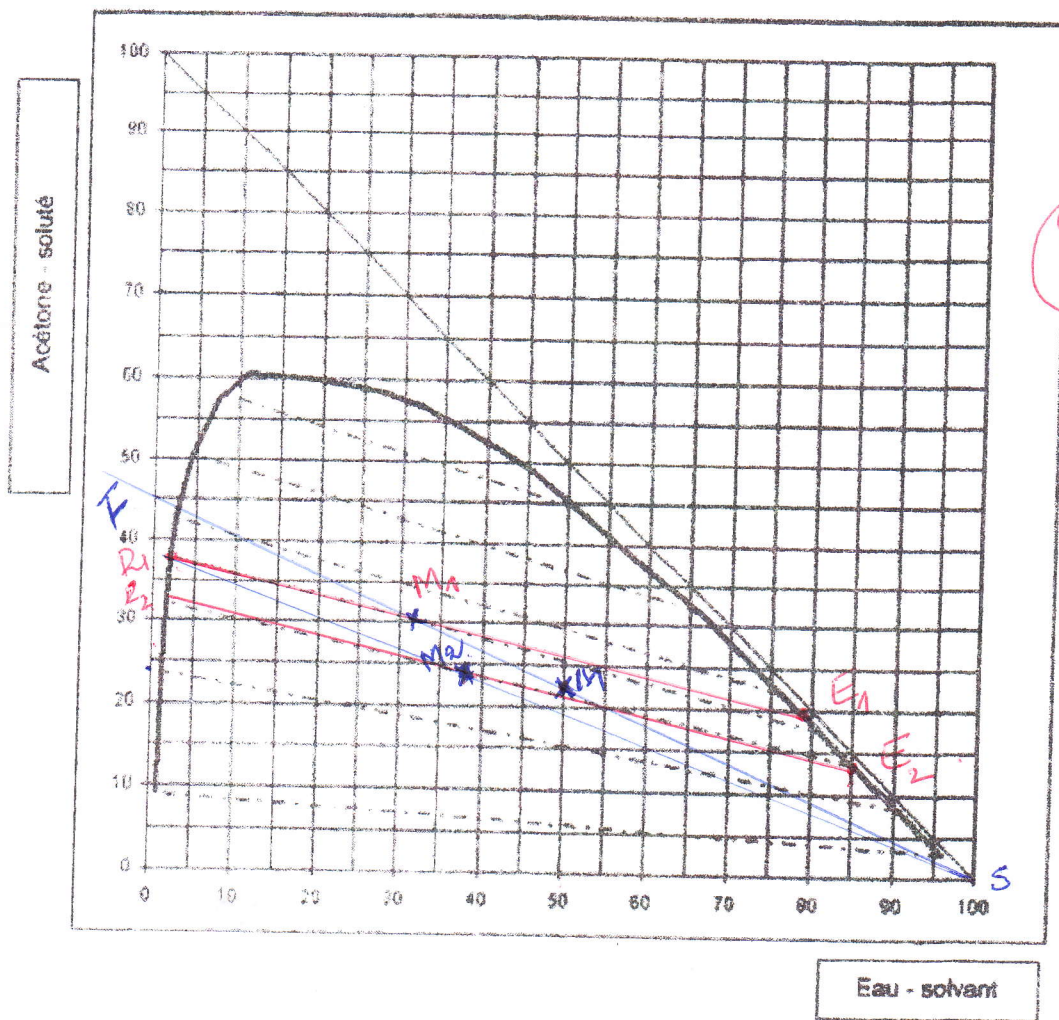
AN: $R_1 = \frac{150 (0.3 - 0.18)}{(0.38 - 0.18)} = 90.1 \text{ kg/min.}$ 0.25

$$E_1 = 150 - 90.1 = 59.9 \text{ kg/min.}$$
 0.25

①



Exo 2



45

925 E_1
 925 E_2
 925 M_1
 925 M_2
 925 M
 925 F

Exo 2

Graphiquement:

Règle de bras de levier:

($\frac{F}{S} = \frac{R_1}{M}$) $F/S = \frac{MS}{MF}$ ou bien $\frac{M}{R_1} = \frac{R_1 E_1}{M E_1} = \frac{8,5}{3,8} = 2,24$

$M_1 = \frac{M}{2,24} = \frac{150}{2,24} = 60 \text{ kg/min}$ solvant dilué

$E_1 = 90 \text{ kg/min}$

• Pour le 2^{ème} étage:

$R_1 + S = R_2 + E_2$

$M_2 = 90,450 = 140 \text{ kg/min}$

• $x_{AM_2} \cdot M_2 = x_{AR_1} \cdot R_1 + x_{AS} \cdot S$ et $x_{BM_2} \cdot M_2 = x_{BR_1} \cdot R_1 + x_{BS} \cdot S$

$x_{AM_2} = \frac{0,38 \times 90,1}{140,1} = 0,244$ (0,25)

$x_{BM_2} = \frac{0,48 \times 90 + 50}{140,1} = 0,37$ (0,25)

• Les débits:

$M_2 = E_2 + R_2$

$x_{AM_2} M_2 = x_{AE_2} E_2 + x_{AR_2} R_2 \Rightarrow R_2 = \frac{M_2 (x_{AM_2} - x_{AE_2})}{(x_{AR_2} - x_{AE_2})}$

$R_2 = 140,1 \times \frac{(0,244 - 0,02)}{(0,32 - 0,02)} = 80 \text{ kg/min}$ (0,25) $E_2 = 60,1 \text{ kg/min}$ (0,25)

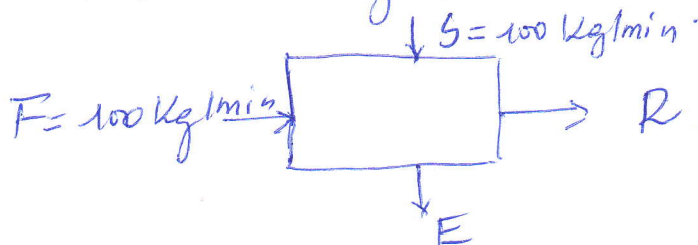
Graphiquement: Bras de levier

$\frac{M_2 R_1}{M_2 S} = \frac{S}{R_1} \Rightarrow \frac{M_2 R_1}{M_2 S} = \frac{50}{90,1} \Rightarrow M_2 R_1 = \frac{50}{90,1} M_2 S$

$M_2 R_1 + M_2 S = R_1 S$

$\frac{50}{90,1} M_2 S + M_2 S = R_1 S \Rightarrow R_1 S = \frac{140,1}{90,1} M_2 S \Rightarrow M_2 S = 0,64 \times 11,5$
 $M_2 S = 7,4 \text{ cm}$
 $M_2 R_1 = 4,1 \text{ cm}$

③ - Un seul extracteur $F = 100 \text{ kg/min}$



Exo 1:

$S = 250 \text{ kg/min}$

R_3



$F = 100 \text{ kg/min}$

①

①

② x et $F = ?$

$x = \frac{\text{kg d'acide propionique}}{\text{kg de trichloréthylène}} = \frac{0,3}{0,7} = 0,4285$

$x = 0,4285$

①

F (solute non compris) ①,5

$F = 0,7 \times 100 = 70$ $F = R_1 = R_2 = R_3 = 70 \text{ kg/min}$ ①,5

③ $m = 0,27$ coefficient de partage.

On trace la droite d'équilibre $y = m \cdot x$

$m = 0,27$ (pente) et pt $(0,0)$ donc on peut tracer cette courbe.

Donc on fait la construction graphique par la méthode de McCabe et Thiele par essai et erreur. ①,5

partant de $x_f = 0,4285$ et on réalise 3 étages théoriques. ①,5

①,5 On trace la sté parallèle à la courbe $\ln x = 0,12$. Fraction de l'acide propionique extraite. On calcule la quantité extraite.

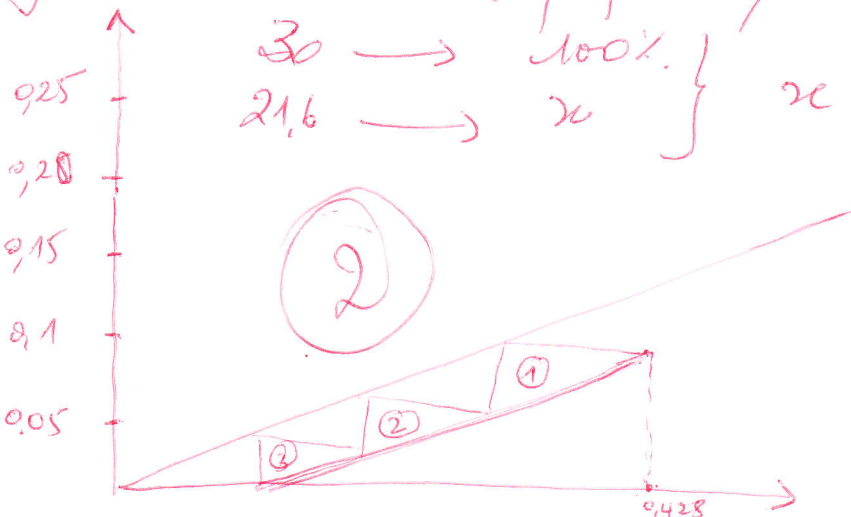
① quantité extraite = $\frac{\text{Solute dans } F}{F} - \frac{\text{Solute extrait dans } R_3}{R_3}$

$= x_F \times F - x_3 R_3$

$= 0,3 \times 100 - 0,12 \times 70 = 21,4 \text{ kg/min}$

La fraction de l'acide propionique extraite:

$\left. \begin{array}{l} 30 \rightarrow 100\% \\ 21,6 \rightarrow x \end{array} \right\} x = \frac{21,6 \times 100}{30} = 72\%$ ①,5



الإسم واللقب :

25.26.27 juin

الفوج :

رقم التسجيل :

الرقم السري :

القسم :

المقياس :

التاريخ :



ملاحظة هامة: يمنع على الطالب وضع أية إشارة على ورقة الإمتحان.

Exo On trouve $x_3 = 0,113$ | 0,5
 $y_3 = 0,033$

Dans ce cas On a :
 $F = R_1 = R_2 = R_3$ | 0,5
 $S = E_1 = E_2 = E_3$

$$x_3 \cdot R_3 = 70 \times 0,113 = 7,91$$

$$x_F \cdot F = 30 \times 100 = 30 \text{ kg/min.}$$

La teneur est $x_F \cdot F - x_3 \cdot R_3 = 9,3 \times 100 - 7,91 \times 70$ | 0,5

la teneur = $30 - 7,91 = 22,09 \text{ kg/min.}$ | 0,5

La fraction de l'acide extraite est :

$$\left. \begin{array}{l} 30 \longrightarrow 100\% \\ 22,09 \longrightarrow x \end{array} \right\} X = 73,63\% \quad | 0,5$$

Contrôle N° 2 (OPI)

durin
②

EX01:

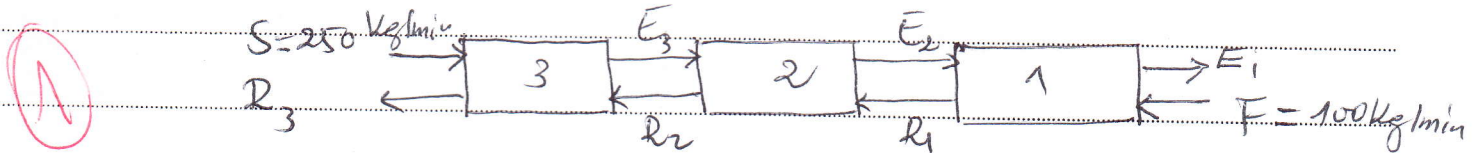
On a. Acide propionique 30% en poids

• Trichloréthylène 70% en poids

• 3 étages à Contre Courant.

• $F = 100 \text{ kg/min}$, • $S = 250 \text{ kg/min}$.

① Schéma :



②. Valeurs de X et de F:

$$X = \frac{\text{Kg d'acide propionique}}{\text{Kg de Trichloréthylène}}$$

$$X = \frac{0,3}{0,7} = 0,4285$$

$$X = 0,4285 \quad ①$$

• $F = ?$ (Solute non compris) ②

$$F = 0,70 \times 100 = 70$$

$$F = 70 \text{ kg/min} \quad ②$$

c) Lateneur en acide propionique dans le raffinat à la sortie de l'Installation.

On a $m = 0,27$

• Il faut tracer la courbe Y en fonction X .

$$Y = mX = 0,27X$$

③ Pour tracer cette courbe. On a une pente ($m = 0,27$) et un point (0,0).

④ Utilisation de la Construction de McCabe et Thiele. On applique la méthode d'Essai et erreur pour réaliser 3 étages partant du point (F, E_1) pour se terminer au point (R_3, S) .