

Exercice 1 :

Un système binaire est considéré comme un mélange idéal; les températures normales d'ébullition des deux constituants sont $T_1=64.7\text{ }^\circ\text{C}$ et $T_2=78.4\text{ }^\circ\text{C}$. A $T=70\text{ }^\circ\text{C}$ et 1 atm, la fraction du constituant le plus volatil dans le liquide est de 0.4, et la pression de vapeur saturante du constituant le moins volatil est de 124 mmHg.

- Déterminer la pression partielle et la pression de vapeur saturante du constituant le plus volatil ainsi que sa fraction dans la phase vapeur.

Exercice 2 :

On a un mélange de benzène et de toluène avec un titre molaire $x=0.80$, le mélange est porté à la température $T=70^\circ\text{C}$.

- Déterminer les pressions et totales ainsi que la composition de vapeur à l'équilibre;

Les pressions de vapeurs saturées des corps purs à $T=70\text{ }^\circ\text{C}$ sont : $P^\circ_{(\text{benzène})}=547.4\text{ mmHg}$
; $P^\circ_{(\text{toluène})}=202\text{ mmHg}$.

Exercice 3 :

Le mélange benzène-toluène se comporte de manière idéale. À $30\text{ }^\circ\text{C}$; la pression de vapeur du benzène pur est de $P^\circ_1=118,2\text{ mmHg}$ et celle du toluène pur est de $P^\circ_2=36,7\text{ mmHg}$. Déterminez les pressions et la composition en masse de la vapeur en équilibre avec un mélange liquide des deux composés 50:50 en masse. La masse molaire du benzène est de 78 g/mol et celle du toluène de 92 g/mol.

Exercice 4 :

Un mélange benzène-toluène alimente une colonne de distillation avec un débit de 1000Kg/h pourrais être séparé en deux fractions. La fraction massique en benzène dans le courant du distillat est de 0.9, et la fraction massique de toluène en bas de colonne est de 0.7. Le débit massique de résidu est de 500 Kg/h, l'opération se déroule en régime stationnaire.

- Calculer la fraction massique de benzène dans l'alimentation et en bas de colonne.

Dr. BEN SEGHIR Bachir

Exo 1:

① Déterminer P_A, P_B ;

donc: $T_{1, eb} = 64,7^\circ < T_{2, eb} = 78,4^\circ$

Constituant ① \Rightarrow plus volatil

$$x_A = 0,4; \quad x_B = 1 - x_A$$

$$\Rightarrow x_B = 0,6$$

\Rightarrow La pression saturant de constituant moins volatile

$$P_B^0 = 124 \text{ mmHg}$$

\Rightarrow La pression totale

$$P_T = 1 \text{ atm} \Rightarrow P_T = 760 \text{ mmHg}$$

$$P_T = P_A + P_B \dots (A)$$

\Rightarrow La loi de Raoult:

$$\begin{cases} P_A = x_A \cdot P_A^0 \\ P_B = x_B \cdot P_B^0 \end{cases}$$

$$P_B = x_B P_B^0 = 0,4 \cdot 124$$

$$P_B = 49,6 \text{ mmHg}$$

$$P_A = P_T - P_B \dots (B)$$

$$P_A = 760 - 49,6$$

$$P_A = 710 \text{ mmHg}$$

\Rightarrow La pression de vapeur saturations de constituant plus volatil:

$$x_A P_A^0 = y_A P_T \text{ (équilibre)}$$

$$\Rightarrow y_A = \frac{P_A}{P_T} = \frac{710}{760}$$

$$y_A = 0,93$$

$$y_B = 1 - 0,93 = 0,07$$

$$P_A^0 = \frac{y_A P_T}{x_A} = \frac{0,93 \cdot 760}{0,4}$$

$$P_A^0 = 1767 \text{ mmHg}$$

$$P_B^0 = \frac{y_B P_T}{x_B} = \frac{0,07 \cdot 760}{0,6}$$

$$P_B^0 = 88,66 \text{ mmHg}$$

(يعود السؤال الى هنا)

Exo 2

① Déterminer la pression $P_T =$

$$(A) P_{bez}^0 = 547,4 \text{ mmHg}$$

$$(B) P_{tot}^0 = 302 \text{ mmHg}$$

$$x_B = 0,8 \text{ donc } x_A = 1 - x_B$$

$$x_A = 1 - 0,8 = 0,2$$

$$x_A = 0,2, \quad x_B = 0,8$$

- loi de Raoult

$$P_A = x_A \cdot P_A^{\circ} = 0,2 \cdot 547,4$$

$$P_A = 109,48 \text{ mmHg}$$

$$P_B = 0,8 \cdot 202 = 161,6$$

$$P_T = P_A + P_B = 109,48 + 161,6$$

$$P_T = 271,08 \text{ mmHg}$$

EX03:

$$P_1^{\circ} = 118,2 \text{ mmHg}; \quad P_2^{\circ} = 36,7 \text{ mmHg} \rightarrow y_A = ? , y_B = ?$$

-) Déterminer P_A, P_B, y_A, y_B :

so: so en masse: \downarrow
fraction molaire

(molaire) \leftarrow \leftarrow
 $x_1 = 0,5, x_2 = 0,5$ (massique)

$$x_1 = \frac{\frac{0,5}{78}}{\frac{0,5}{78} + \frac{0,5}{92}} = \frac{0,0064}{0,0064 + 0,0054}$$

$$= \frac{0,0064}{0,0118} = 0,54 \text{ (molaire)}$$

$$x_2 = \frac{0,0054}{0,0118} = 0,46$$

$$P_{11} = x_1 P_{11}^{\circ} = 0,54 \cdot 118,2$$

$$P_1 = 63,82 \text{ mmHg}$$

$$P_2 = x_2 P_2^{\circ} = 0,46 \cdot 36,7$$

$$P_2 = 16,882 \text{ mmHg}$$

$$\rightarrow P_T = ?$$

$$P_T = P_1 + P_2 = 63,82 + 16,88$$

$$P = 80,7 \text{ mmHg}$$

loi de Dalton: (équilibre)

$$P_1 = y_1 P_T$$

$$y_1 = \frac{P_1}{P_T} = \frac{63,82}{80,7}$$

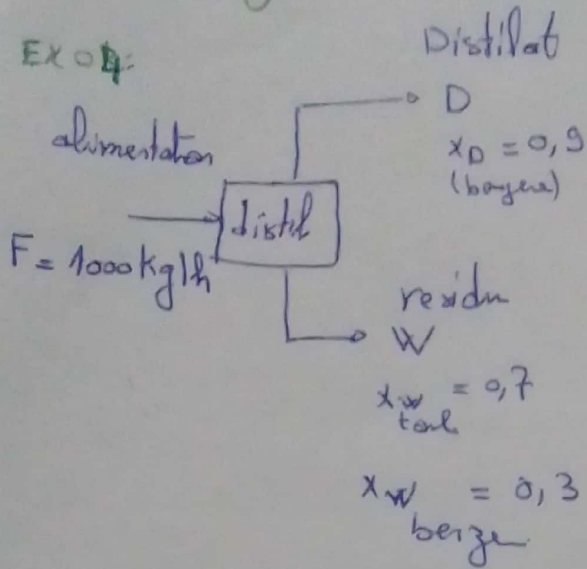
$$y_1 = 0,79$$

$$y_2 = \frac{P_2}{P_T} = \frac{16,88}{80,7} = 0,2$$

$$y_2 = 0,2$$

corrige ~~exercice~~ ^{exercice}

EX04:



$$W = 1000 \text{ kg/h}$$

→ calculer x_F (massique) benzene

et x_W (massique) benzene

$$\begin{cases} \text{bilan G : } F = D + W \dots (1) \\ \text{bilan partiel : } F x_F = D x_D + W x_W \dots (2) \end{cases}$$

$$(1) \Rightarrow D = F - W \Rightarrow D = 1000 - 100 = 900 \text{ kg/h}$$

$$(2) \Rightarrow x_F = \frac{D x_D + W x_W}{F}$$

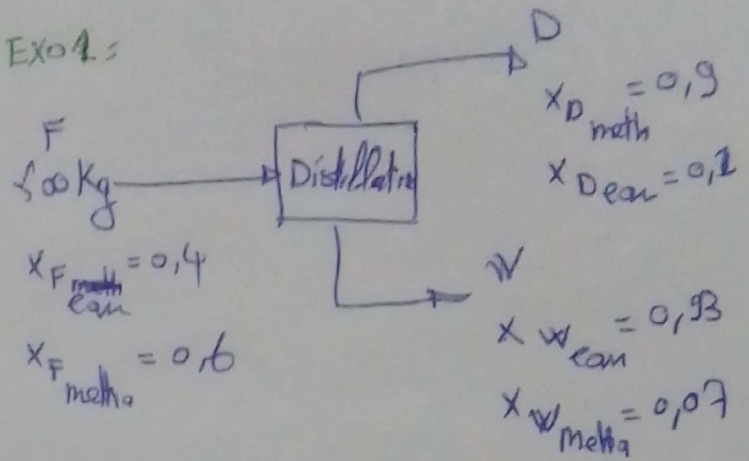
$$x_F = \frac{900 \cdot 0,9 + 100 \cdot 0,3}{1000}$$

$$x_F = \frac{450 + 30}{1000} = 0,48$$

$$x_F(\text{benzene}) = 0,48$$

corrige serie 02

EX04:



1) calculer D, W (plus vol/L)

$$\begin{cases} \text{Bilan G : } F = D + W \dots (1) \\ \text{Bilan P : } F x_F = D x_D + W x_W \dots (2) \end{cases}$$

$$(1) \Rightarrow W = F - D \dots (*)$$

$$(2) \Rightarrow F x_F = D x_D + (F - D) x_W$$

$$F x_F = D x_D + F x_W - D x_W$$

$$F x_F - F x_W = D x_D - D x_W$$

$$D = F \frac{(x_F - x_W)}{x_D - x_W}$$

$$D = 500 \frac{(0,6 - 0,07)}{0,9 - 0,07}$$

$$D = \frac{265}{0,83} = 319,27 \text{ Kg}$$

$$(1) \Rightarrow W = F - D = 500 - 319,27 = 180,73 \text{ Kg}$$

$$x_{F \text{ MeH}} = \frac{0,6}{32} = 0,47$$

$$x_{F \text{ eau}} = 1 - 0,47 = 0,53$$

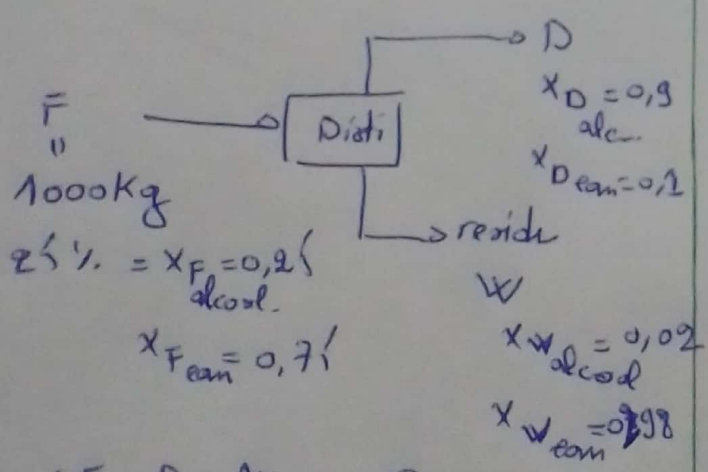
$$x_{D \text{ MeH}} = \frac{0,9}{32} = 0,83$$

$$x_{D \text{ eau}} = 0,16$$

$$x_{W \text{ MeH}} = \frac{0,07}{32} = 0,04$$

$$x_{W \text{ eau}} = 1 - 0,04 = 0,96$$

EX02:



$$\begin{cases} F = D + W & \text{--- (1)} \\ F x_F = D x_D + W x_W & \text{--- (2)} \end{cases}$$

① et ②

$$D = F \frac{x_F - x_W}{x_D - x_W}$$

$$D = 1000 \frac{0,21 - 0,02}{0,9 - 0,02}$$

$$D = \frac{230}{0,88} = 261,36 \text{ Kg}$$

$$\text{① } W = F - D = 738 \text{ Kg}$$

② fraction molaire:

$$x_{F \text{ éther}} = \frac{0,21}{46} = 0,56$$

$$x_{F \text{ eau}} = 1 - 0,56 = 0,44$$

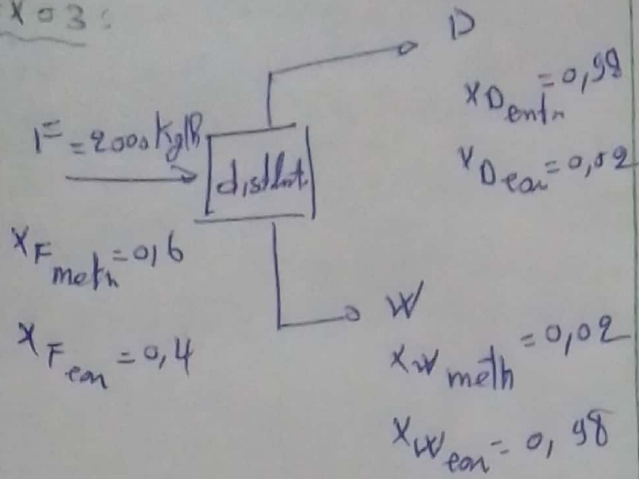
$$x_D = \frac{0,9}{46} = 0,78$$

$$x_{D \text{ eau}} = 1 - 0,78 = 0,22$$

$$x_{W \text{ éther}} = \frac{0,02}{46} = 0,00073$$

$$x_{W \text{ eau}} = 0,99$$

Ex 03:



① Déterminer D, W :

$$\begin{cases} F = D + W & \text{--- (1)} \\ F x_F = D x_D + W x_W & \text{--- (2)} \end{cases}$$

↓

$$D = F \left(\frac{x_F - x_W}{x_D - x_W} \right)$$

$$D = 2000 \left(\frac{0,6 - 0,02}{0,98 - 0,02} \right)$$

$$D = \frac{1160}{0,96} = 1208,33 \text{ Kg/h}$$

$$W = F - D = 2000 - 1208,33$$

$$W = 791,66 \text{ Kg/h}$$

② Déterminer NPT minimal

dans la courbe d'équilibre

$$\text{NPT} = 7 \text{ an}$$

= 6 + bonilleux

y_{\min} : dans la courbe

$$y_{\min} = \frac{r_{\min}}{r_{\min} + 1} x + \frac{x_D}{r_{\min} + 1}$$

(x=0)

$$y_{\min} = \frac{x_D}{r_{\min} + 1}$$

$$r_{\min} = \frac{x_D}{y_{\min}} - 1 = \frac{0,98}{0,16} - 1$$

$$r_{\min} = 0,63$$

corrige serie 03

Ex 04:

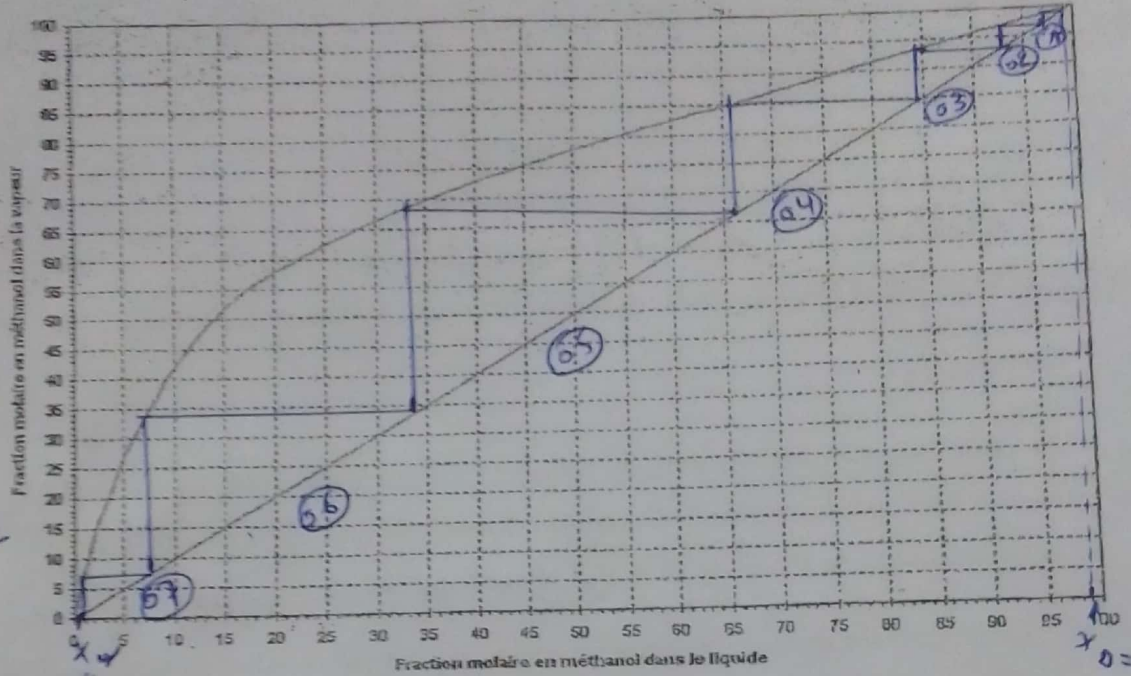
① Déterminer Taux de reflux minimal & R_{\min}

dans la courbe : $y_{\min} = \frac{R_{\min}}{R_{\min} + 1} x + \frac{x_D}{R_{\min} + 1}$

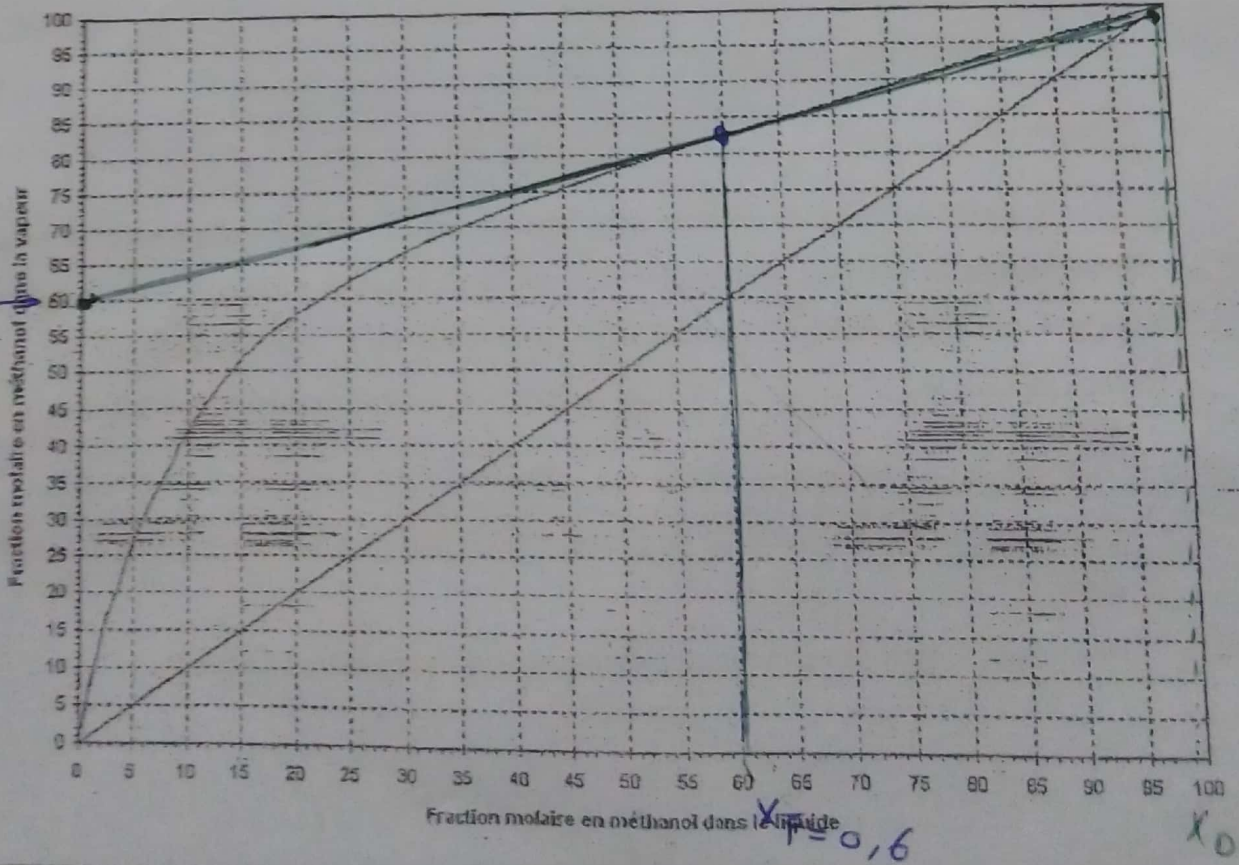
(x=0)
 $y_{\min} = \frac{x_D}{R_{\min} + 1} = 0,3$

$$R_{\min} = \frac{x_D}{y_{\min}} - 1 = \frac{0,98}{0,3} - 1 = 0,83$$

Eau / Méthanol à 760mmHg



Eau / Méthanol à 760mmHg



Dr. BEN SEGHIR Bachir

Nombre de plateaux théorique
NPT minimal = 4

2) Déterminer D, W :

R = 1,4

$$\begin{cases} F = D + W \text{ --- (1)} \\ Fx_F = Dx_D + Wx_W \end{cases}$$

$$D = F \left(\frac{x_F - x_W}{x_D - x_W} \right)$$

$$D = 4200 \left(\frac{0,3 - 0,1}{0,5 - 0,1} \right)$$

$$D = \frac{840}{0,4} = 2100 \text{ kg/h}$$

$$W = F - D = 2644,44 \text{ g/h}$$

NET = ?

R = 1,4

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

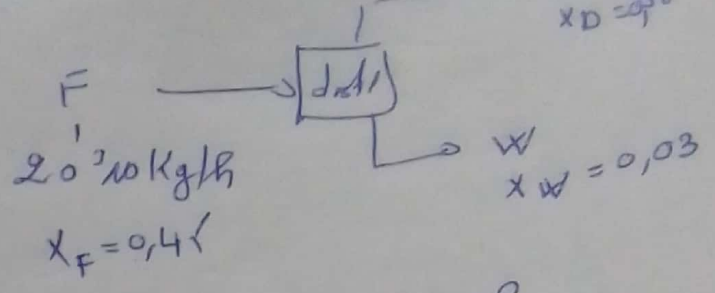
$$x=0, \quad y = \frac{x_D}{R+1} = \frac{0,5}{1,4+1}$$

$$y = 0,299 \approx 0,3$$

NET = 07 an = 6 + barillettes

Plateau d'alimentation = 03

Exo 2 =



1- calculer D et W = ?

$$\begin{cases} F = D + W \text{ --- (1)} \\ Fx_F = Dx_D + Wx_W \text{ --- (2)} \end{cases}$$

$$D = F \frac{x_F - x_W}{x_D - x_W} = 2000 \frac{0,4 - 0,03}{0,98 - 0,03}$$

$$D = 2000 \frac{0,37}{0,95} = 3178,95 \text{ kg/h}$$

$$W = F - D = 16842,10 \text{ kg/h}$$

2) NPT per : r = 1,3 r_min

$$r_{min} = \frac{x_D}{y_{min}} - 1$$

$$y_{min} = 0,42 \text{ (comme } x=2)$$

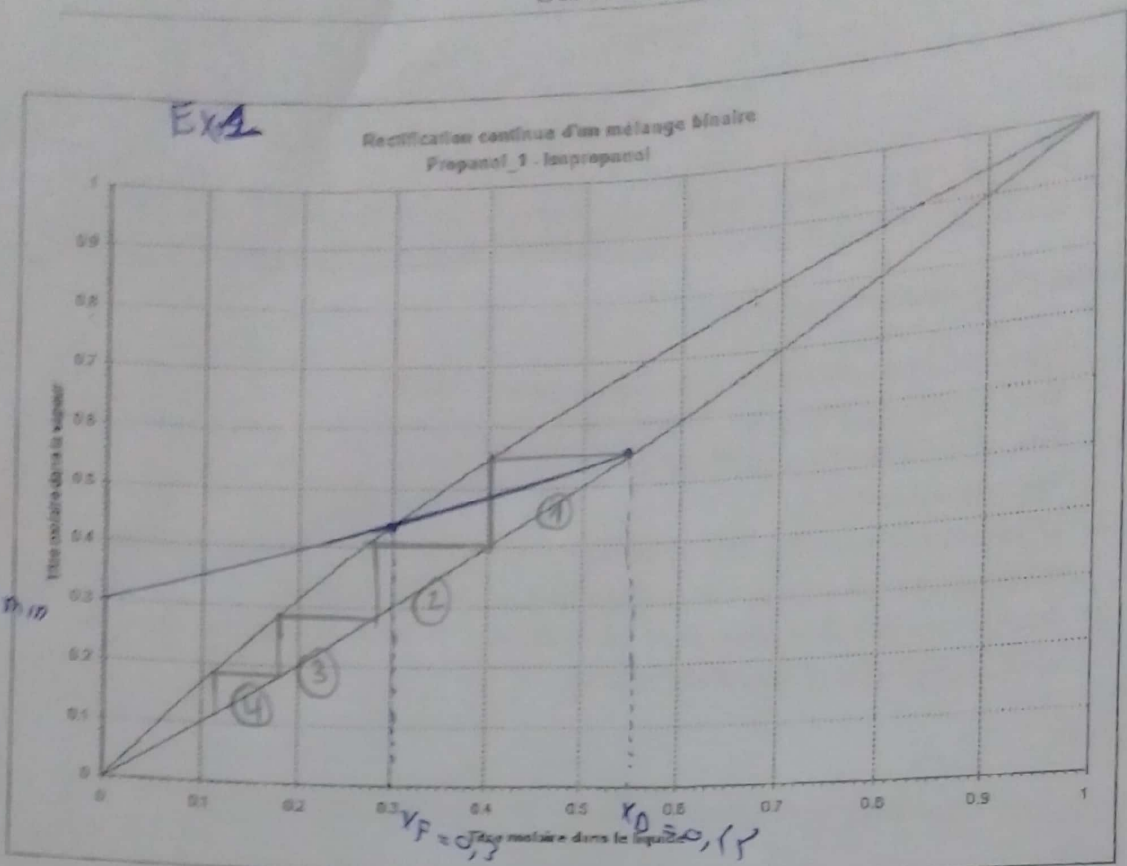
$$r_{min} = \frac{0,98}{0,42} - 1 = 1,33$$

$$r = 1,3 \cdot 1,33 = 1,73$$

$$\text{donc: } y = \frac{R}{r+1} x + \frac{x_D}{r+1}$$

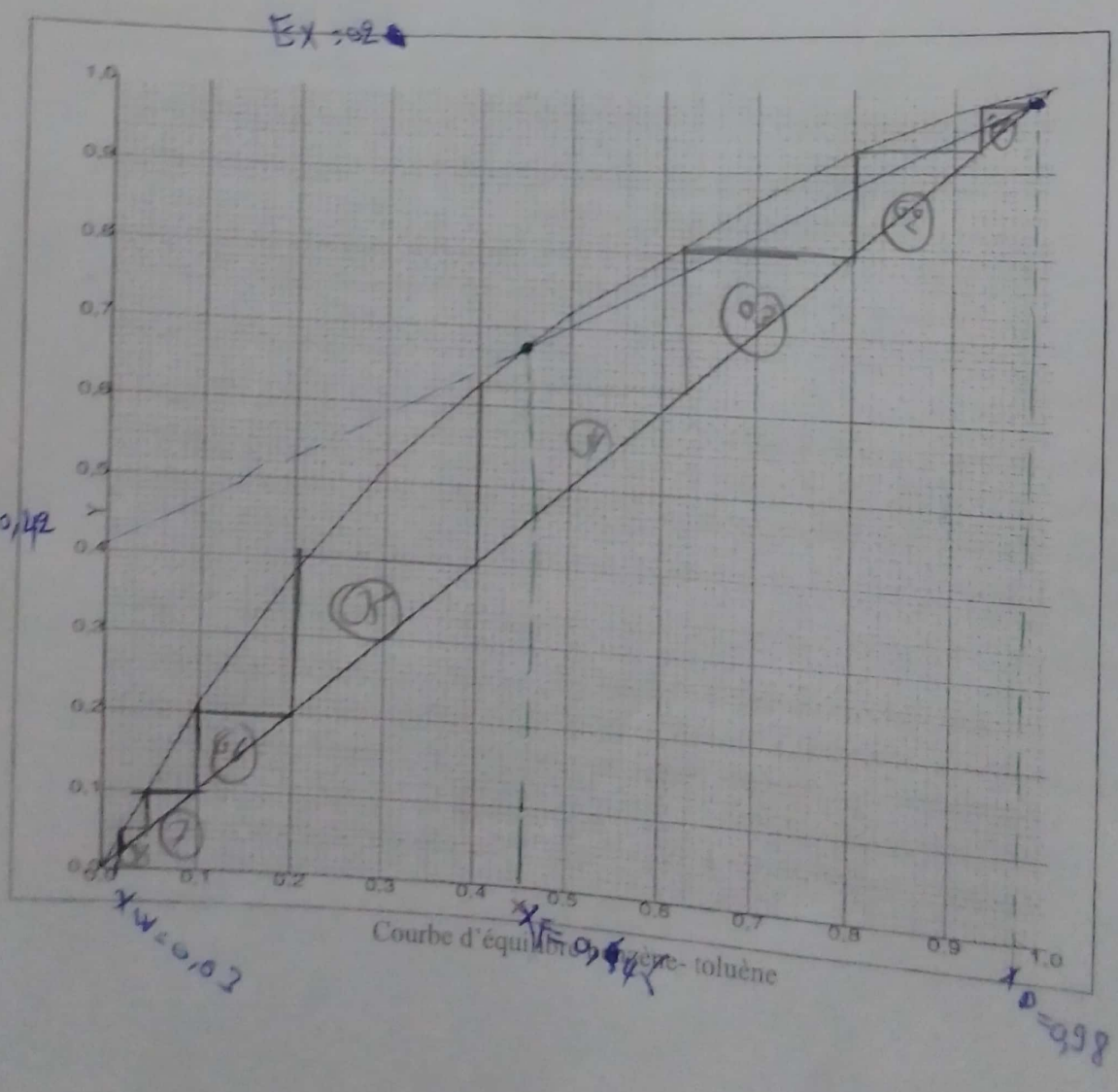
$$x=0 \Rightarrow y = \frac{x_D}{r+1} = \frac{0,98}{1,73+1} = 0,358$$

Série 03



$z_2 = 0,17$

$x_F = 0,3$ Mole fraction in liquid



$y_F = 0,42$

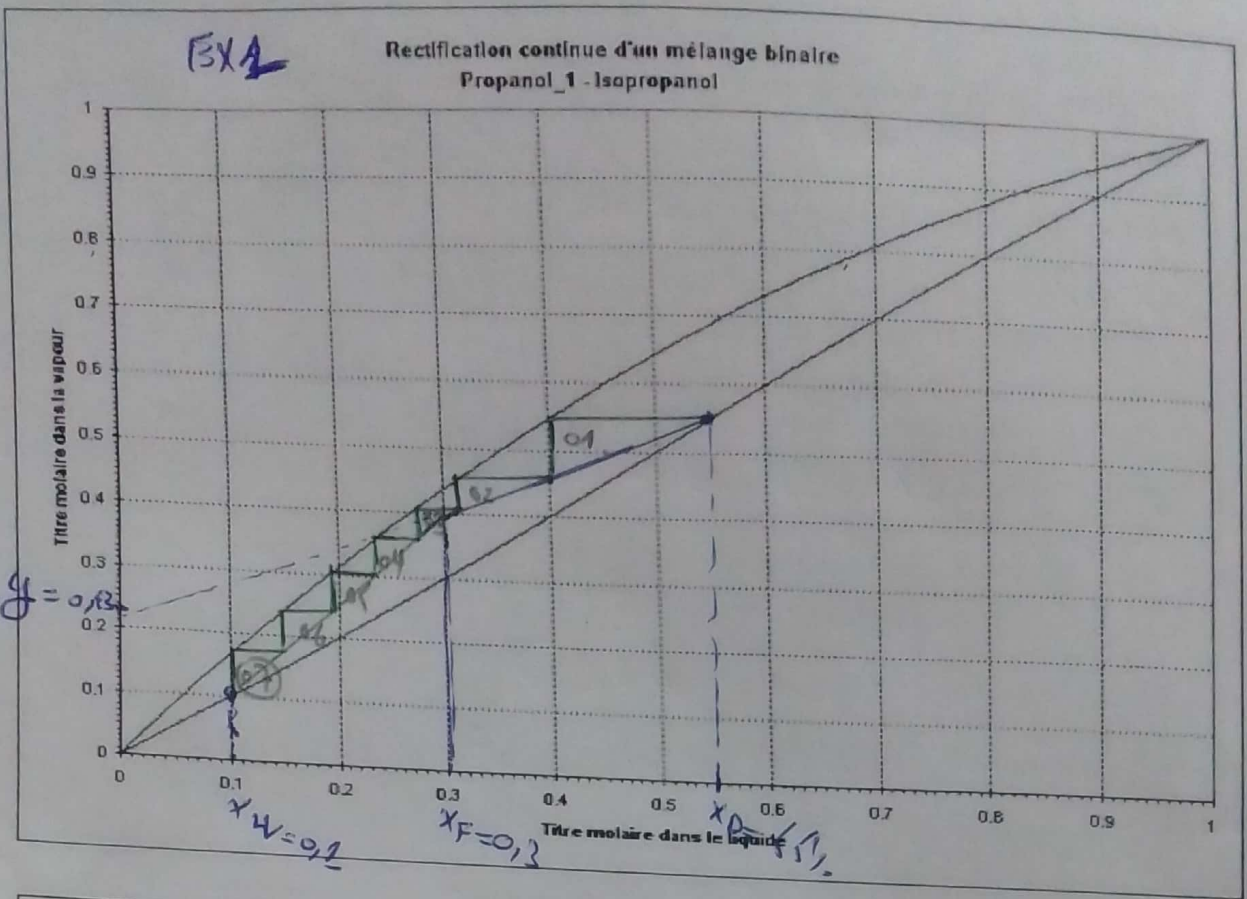
$x_W = 0,02$

Courbe d'équilibre benzène-toluène

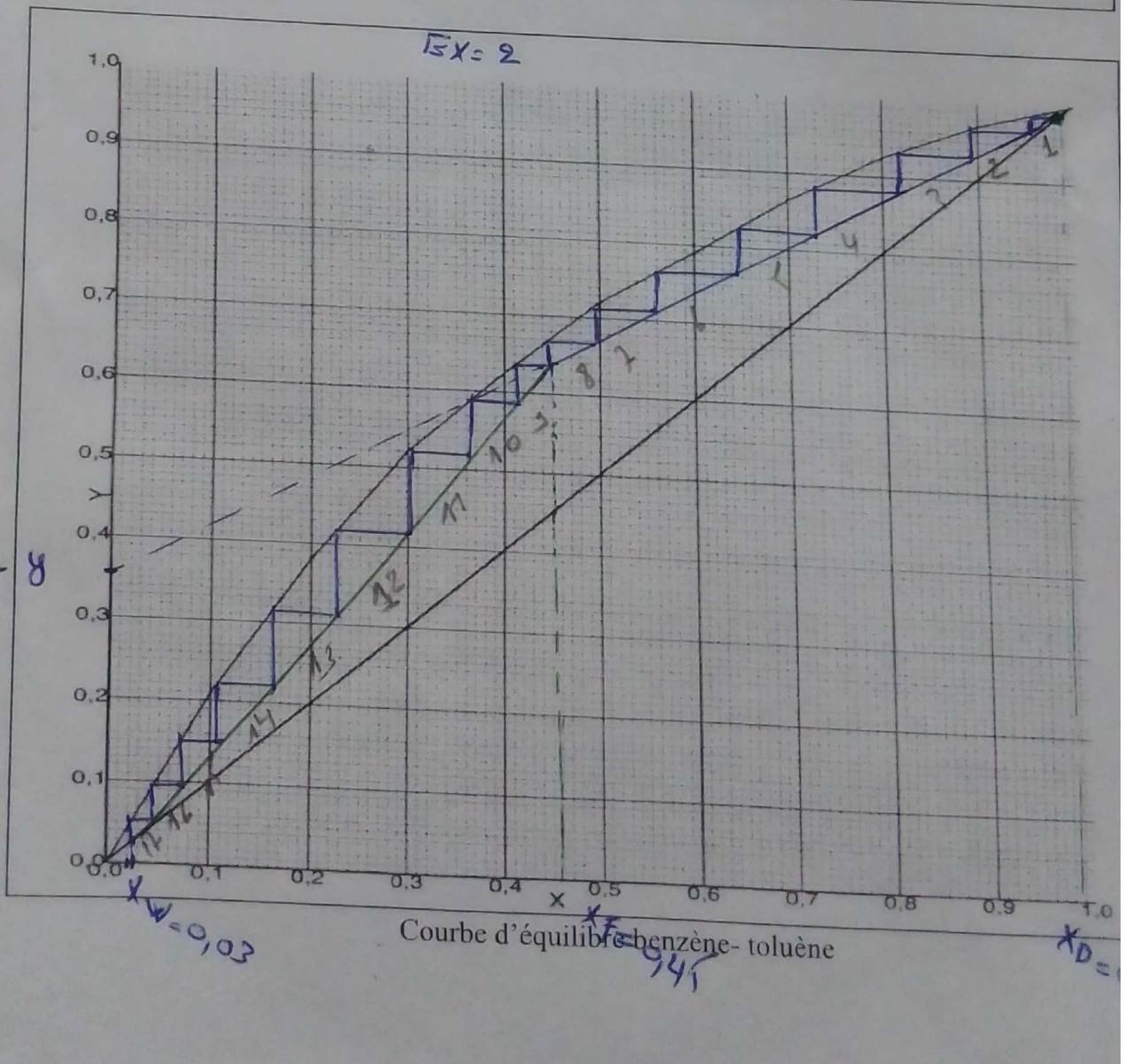
$x_D = 0,98$

EX 1

Rectification continue d'un mélange binaire
Propanol_1 - Isopropanol



EX 2



•) NPT rafflux total

$$NPT = 3$$

Exo 3: (p. 10, 11, 12)