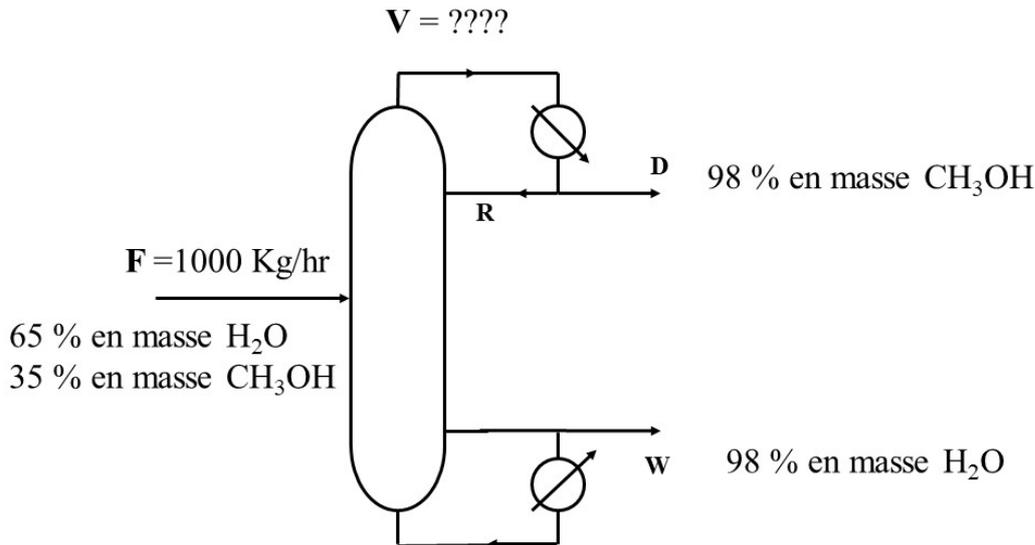




Corrigé Exercice 1 : (7 points)

On considère comme base de calcul une heure de fonctionnement de la colonne.



Acc = entrée – sortie + production – consommation

Acc = E – S + P – C **(0,5 pt)**

Acc = 0, P = 0 et C = 0 ⇒ Régime permanent. Pas de réaction chimique

$E - S = 0 \Rightarrow E = S$

• **Bilan Globale** (eau + méthanol) : $F = D + W \dots \dots \dots (1)$ **(0,5 pt)**

Méthanol : $X_F \times F = X_D \times D + X_W \times W \dots \dots \dots (2)$
Eau : $(1 - X_F) \times F = (1 - X_D) \times D + (1 - X_W) \times W \dots (3)$

(1 pt)

De l'équation 1 : $D = F - W$, on remplace dans l'équation 2 (par exemple)

$X_F \times F = X_D \times (F - W) + X_W \times W$

$\Rightarrow F (X_F - X_D) = W (X_W - X_D)$

Degré de liberté (DDL) = 2 inconnues – 3 equations = -1 **(0,5 pt)**

\Rightarrow le système accepte une solution **(0,5 pt)**



$$\Rightarrow W = F \times \frac{(X_F - X_D)}{X_W - X_D} = 1000 \times \frac{(0,35 - 0,98)}{0,02 - 0,98} = 656,25 \text{ Kg/hr} \quad (1 \text{ pt})$$

$$\Rightarrow D = 1000 - 656,25 = 343,75 \text{ Kg/hr} \quad (0,5 \text{ pt})$$

$$\frac{R}{D} = 10 \% \Rightarrow R = D \times 0,1 = 343,75 \times 0,1 = 34,375 \text{ Kg/hr} \quad (0,5 \text{ pt})$$

Bilan sur le condenseur : $V = D + R$

$$V = 343,75 + 34,375$$

$$V = 387,125 \text{ Kg/hr} \quad (0,5 \text{ pt})$$

Composition de V???

La composition de $D = 98 \%$ massique en CH_3OH (donnée)

\Rightarrow la composition massique de $V = 98 \%$ massique **(0,5 pt)**

C'est-à-dire que dans 100 Kg de mélange de vapeur existe :

$$\left\{ \begin{array}{l} 98 \text{ Kg de } \text{CH}_3\text{OH} \\ 2 \text{ Kg de } \text{H}_2\text{O} \end{array} \right., M_{\text{CH}_3\text{OH}} = 32 \text{ Kg/Kmoles}$$

La composition molaire :

$$X = \frac{n_{\text{CH}_3\text{OH}}}{n_{\text{CH}_3\text{OH}} + n_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{\frac{m_{\text{CH}_3\text{OH}}}{M_{\text{CH}_3\text{OH}}}}{\frac{m_{\text{CH}_3\text{OH}}}{M_{\text{CH}_3\text{OH}}} + \frac{m_{\text{H}_2\text{O}}}{M_{\text{H}_2\text{O}}}} \quad (0,5 \text{ pt})$$

$$X = \frac{\frac{98}{32}}{\frac{98}{32} + \frac{2}{18}} = 0,965 \quad (0,5 \text{ pt})$$

Corrigé Exercice 2 : (7 points)

Réaction (1) : Réaction de combustion complète



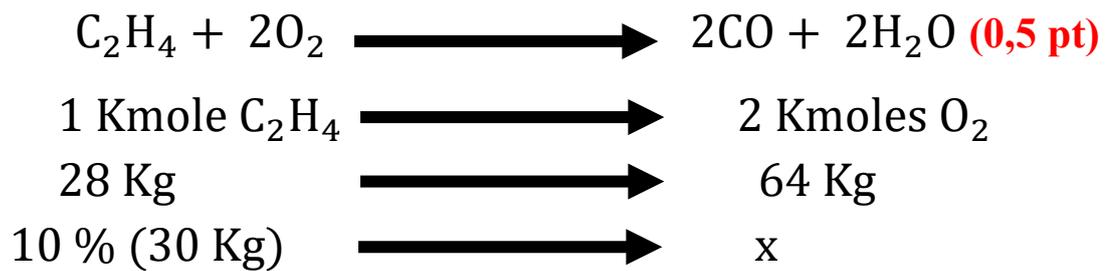
$$x = \frac{0,9 \times 30 \times 96}{28} = 92,57 \text{ Kg } \text{O}_2 \text{ nécessaire à la réaction complète} \quad (0,5 \text{ pt})$$



Le nombre de moles de O_2 nécessaire $\frac{92,57}{32} = 2,89$ Kmoles O_2 **(0,5 pt)**

Quantité d'air exacte $\frac{2,89}{0,21} = 13,77$ Kmoles d'air nécessaire à la réaction complète

Réaction (2) : Réaction de combustion incomplète



$$x = \frac{0,1 \times 30 \times 64}{28} = 6,85 \text{ Kg } O_2 \text{ nécessaire à la réaction incomplète (0,5 pt)}$$

Le nombre de moles de O_2 nécessaire $\frac{6,85}{32} = 0,214$ Kmoles O_2 **(0,5 pt)**

Quantité d'air exacte $\frac{0,214}{0,21} = 1,02$ Kmoles d'air nécessaire à la réaction incomplète.

La quantité d'air nécessaire aux 2 réactions

$$= 1,02 + 13,77 = 14,79 \text{ Kmoles d'air}$$

La quantité d'air introduite : $\frac{600}{29} = 20,69$ Kmoles d'air

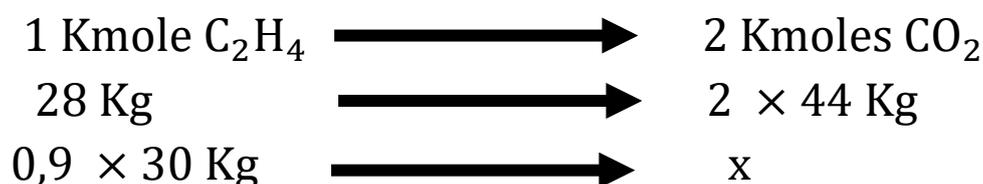
La quantité d'air en excès : $20,69 - 14,79 = 5,9$ moles d'air

$$\% \text{ excès d'air} = \frac{\text{quantité d'air en excès}}{\text{quantité d'air nécessaire}} \text{ (1 pt)}$$

$$\% \text{ excès d'air} = \frac{5,9}{14,79} = 39,9 \% \text{ (1 pt)}$$

Le nombre de moles de CO et CO_2 produit :

D'après Réaction de combustion complète

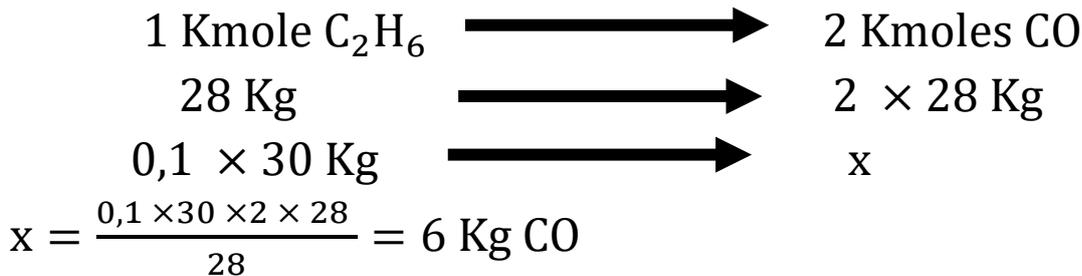




$$x = \frac{0,9 \times 30 \times 88}{28} = 84,86 \text{ Kg CO}_2$$

$$n_{\text{CO}_2} = \frac{84,86}{44} = 1,928 \text{ moles CO}_2 \quad \text{(1 pt)}$$

D'après Réaction de combustion incomplète

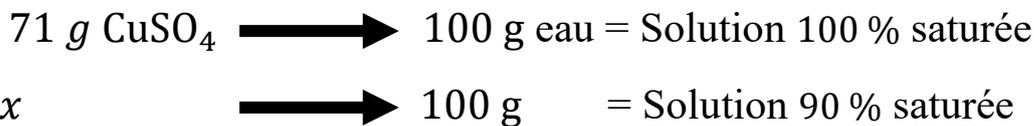


$$n_{\text{CO}_2} = \frac{6}{28} = 0,214 \text{ moles CO} \quad \text{(1 pt)}$$

Corrigé Exercice 3 : (6 points)

Base de calcul : 1000 Kg/hr de solution de CuSO₄ :

À 100 °C :



$$W = \frac{71 \times 90}{100} = 63,9 \text{ g CuSO}_4 \text{ dans } 100 \text{ g d'eau} \quad \text{(1 pt)}$$

Les titres en sulfate de cuivre dans les solutions saturées à 100 °C et 20 °C sont données par les solubilités correspondantes

$$W_A = \frac{63,9}{63,9+100} = 0,39 \quad \text{(0,5 pt)}$$

$$W_F = \frac{21}{21+100} = 0,17 \quad \text{(0,5 pt)}$$

Bilan massique de la cristallisation

Bilan Globale : $A = C + F \dots \dots \dots (1) \quad \text{(0,5 pt)}$

Bilan par rapport à CuSO₄ pur : $Aw_A = Cw_C + Fw_F \dots \dots \dots (2) \quad \text{(0,5 pt)}$

(1) ⇒ $F = A - C$

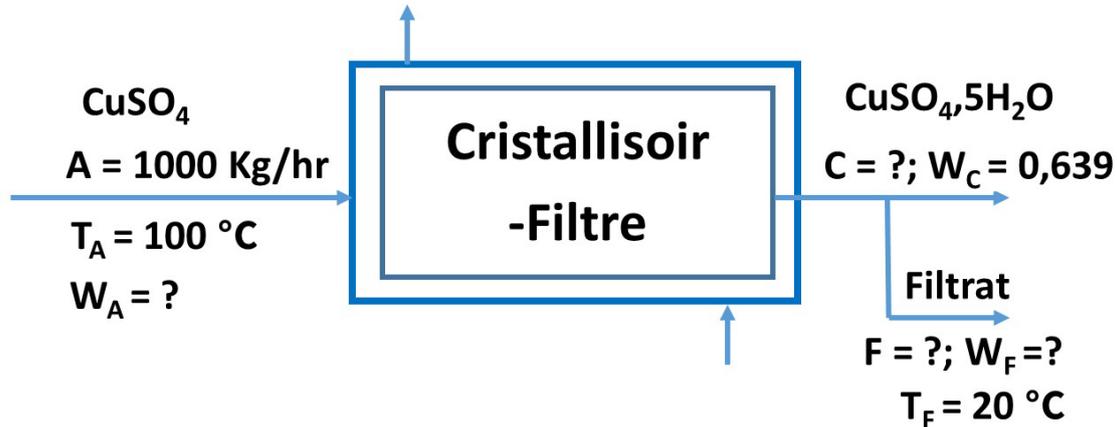
(2) ⇒ $Aw_A = Cw_C + w_F(A - C) \Rightarrow A(W_A - W_F) = (W_C - W_F)C$

$$C = A \times \frac{(W_A - W_F)}{W_C - W_F} \quad \text{(0,5 pt)}$$



$$C = 1000 \times \frac{(0,39-0,1736)}{0,6394-0,1736} = \frac{220}{0,469} = 469,08 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}} \text{ de } \text{CuSO}_4, 5\text{H}_2\text{O} \quad (0,5 \text{ pt})$$

$$\text{Et } F = A - C = 1000 - 469,08 = 530,92 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}} \quad (1 \text{ pt})$$



Masse de cristaux sera récupérée $Cw_C = 0,639 \times 469,08 = 299,77 \text{ Kg}$ de CuSO_4 sec

Masse de CuSO_4 introduite dans la solution d'alimentation :
 $0,39 \times 1000 = 390 \text{ Kg } \text{CuSO}_4$

Masse totale d'eau dans la solution d'alimentation :

$$(1 - 0,39) \times 1000 = 610 \text{ Kg } \text{H}_2\text{O}$$

Masse de CuSO_4 qui passe en solution :

$$390 - 299,77 = 90,23 \text{ Kg de } \text{CuSO}_4 \quad (1 \text{ pt})$$

Dans le filtrat on aura 90,23 Kg de CuSO_4

NB :

$$\begin{array}{ccc} 90,23 \text{ Kg} & \longrightarrow & 440,69 \text{ Kg } \text{H}_2\text{O} \\ x & \longrightarrow & 100 \text{ Kg } \text{H}_2\text{O} \\ x = \frac{100 \times 90,23}{440,69} & = & 20,47 \text{ Kg de } \text{CuSO}_4 \text{ dans } 100 \text{ g } \text{H}_2\text{O} \end{array}$$

Ce qui vérifie que: $W_F = 0,17$

$$W_F = \frac{20,47}{20,47+100} = 0,17$$