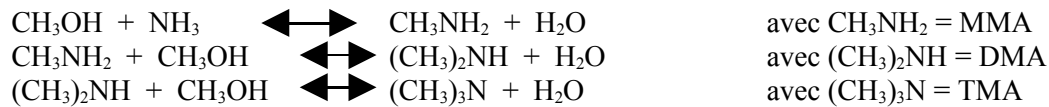


**EXAMEN MEDIAN du 26 AVRIL 2006****Durée : 2h****calculatrice autorisée, aucun document autorisé****Énoncé du problème 1:**

On s'intéresse à la fabrication des méthylamines à partir de méthanol et d'ammoniac.

Les principales réactions à considérer sont des réactions d'équilibre, les corps étant pris à l'état gazeux :



Le schéma général d'une unité de fabrication fonctionnant en régime stationnaire est donné sur la figure 1 jointe. Les produits issus du réacteur R (20 atm, 550°C), sont séparés par des rectifications simples et extractives en D. Une boucle de recirculation B permet de réintroduire dans le réacteur R de l'ammoniac, de la triméthylamine et de l'eau.

On connaît les débits d'appoint A :

3300kg/h de méthanol

1115,4kg/h d'ammoniac.

On sait que tout le méthanol de l'appoint est converti. Une fraction faible, 0,4727% (massique) du méthanol de l'appoint est dissociée en oxyde de carbone et en hydrogène. On suppose que c'est l'unique réaction parasite.

Si on considère, en F, l'ensemble des trois méthylamines produites, on obtient les pourcentages molaires suivants :

MMA : 50,175%

DMA : 43,223%

TMA : 6,602%

- Calculer les débits de production en MMA, DMA, TMA, oxyde de carbone, hydrogène et eau en F.
- Par ailleurs on connaît le rapport molaire ( $\text{NH}_3 / \text{CH}_3\text{OH}$ ) qui est égal à 3, en C, à l'entrée du réacteur et la composition massique du gaz circulant dans la boucle de recirculation B :

TMA : 17,800%

Ammoniac : 80,000%

Eau : 2,200%

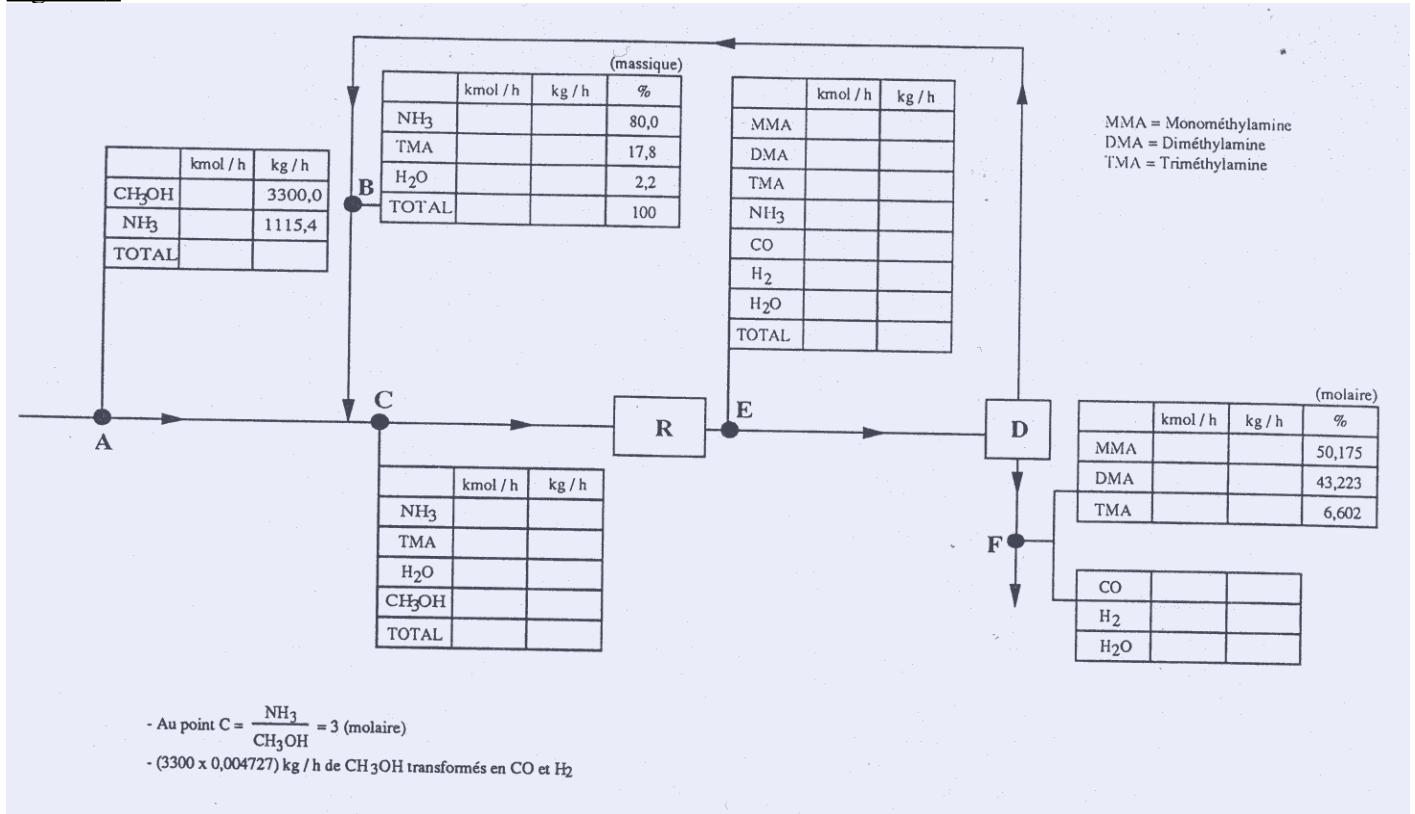
Calculer les débits d'ammoniac, TMA et eau de la boucle de recirculation B, puis les débits en entrée et en sortie du réacteur R. Compléter ainsi le schéma de cette fabrication. On vérifiera que la totalité de l'ammoniac de l'appoint A est transformé en méthylamines.

- L'atelier de rectification D, comprend une dernière colonne dans laquelle on sépare la diméthylamine (DMA) et la monoéthylamine (MMA) produites. Le coefficient de volatilité relative,  $\alpha$ , vaut 1,67 (10atm, 60-80°C). L'alimentation est introduite liquide à la température du plateau d'alimentation. Donner, pour une solution idéale, le nombre de plateaux théoriques des zones de rectification et d'épuisement, sachant que l'on adopte un taux de reflux de 4 et que l'on désire, en tête, la monométhylamine à la teneur de 0,98 (fraction molaire), et en queue, la diméthylamine, à la teneur de 0,96 (fraction molaire).

**Remarques :** Vous penserez à justifier par des démonstrations simples les équations des droites et courbes et à expliciter clairement leur tracé.

On donne C=12g/mol ; N=14g/mol ; O=16g/mol

Figure 1 :



NOM \_\_\_\_\_

PRENOM \_\_\_\_\_

Exercice 1:

L'eau et le benzène sont totalement non miscibles à l'état liquide. On donne le diagramme isobare d'ébullition du système binaire sous 1 atm (fraction molaire) (figure 2).

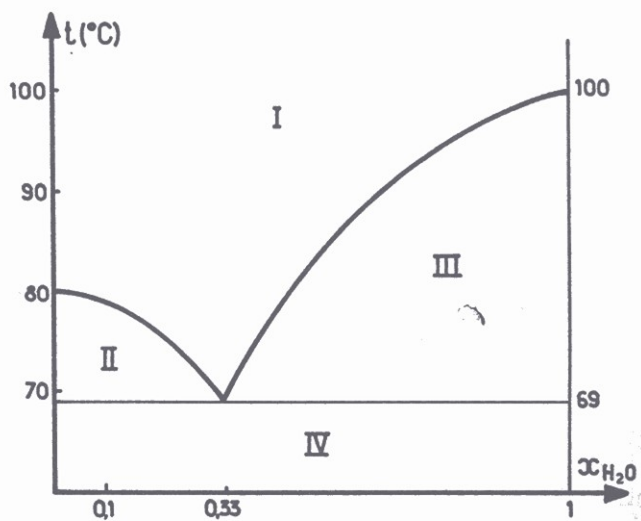
Indiquer ce que représentent les domaines I à IV.

On chauffe un mélange équimolaire eau-benzène. A quelle température l'ébullition commence-t-elle ?

Quelle est alors la composition de la phase vapeur ?

Cette dernière est éliminée au fur et à mesure de sa formation. Indiquer comment varie, au cours de cette opération, la composition de la phase vapeur ainsi que celle du liquide. Quel intérêt cette technique de distillation (appelée entraînement à la vapeur) présente-t-elle ?

Figure 2 :



Exercice 2 :

Les températures d'apparition des cristaux pour différents échantillons de mélanges de naphthalène (N) et de paradichlorobenzène (P) sont les suivantes sous 1 bar.

$x_p$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$T^\circ\text{C}$	80	75	69	62	54	45	34	34	43	49	53

ou  $x_p$  est la fraction molaire du mélange en P.

Etablir le diagramme binaire en identifiant les domaines et points singuliers.

Calculer la masse de chacune des phases et la masse de chaque constituant de chaque phase d'une mole de mélange de composition globale  $x_p = 0,3$  à  $50^\circ\text{C}$

Données :  $PM(N)=128\text{g/mol}$  ;  $PM(P)=147\text{g/mol}$ .