

## TSCH2

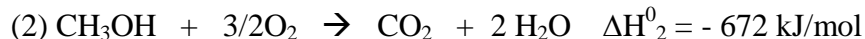
**REACTEURS*****Fabrication du méthanal***

Le méthanal peut-être obtenu par oxydation catalytique du méthanol par le dioxygène de l'air suivant la réaction :



Elle est réalisée en phase gazeuse en présence d'un catalyseur à base d'oxydes de fer et de molybdène.

Une partie du méthanol réagit avec le dioxygène de l'air suivant la réaction secondaire :



L'oxydation du méthanol par le dioxygène de l'air selon les réactions (1) et (2) est réalisée dans un réacteur catalytique ( $R_c$ ) à faisceau tubulaire vertical fonctionnant sous la pression atmosphérique. Le catalyseur est placé à l'intérieur des tubes.

Le mélange des réactifs pénètre dans le réacteur  $R_c$  à l'état gazeux à la température  $T_O = 300^\circ\text{C}$ .

Le réacteur fonctionnant de manière isotherme, la masse réactionnelle circulant dans les tubes est maintenue à la température  $T_O$  par refroidissement à l'aide d'un thermofluide (Dowtherm A) circulant à contre-courant hors des tubes.

Le mélange gazeux sortant du réacteur alimente en continu, après refroidissement, une colonne d'absorption ( $D_1$ ) dans laquelle le méthanol non transformé et le méthanal produit sont dissous dans l'eau introduite à la partie supérieure de la colonne ( $D_1$ ).

La solution soutirée en pied de colonne est formée de méthanal, de méthanol et d'eau. Le gaz récupéré en tête de la colonne d'absorption est formé de dioxyde de carbone, de diazote et d'une petite quantité de vapeur d'eau.

## A) Etude du réacteur isotherme

- 1) A l'aide des données figurant dans le tableau ci-dessous, calculer :
- le nombre de moles de méthanol consommé par heure,
  - le taux de conversion du méthanol et le rendement en méthanal
  - le débit masse horaire et le débit molaire horaire de dioxyde de carbone formé,
  - le flux de chaleur à éliminer pour assurer le fonctionnement isotherme du réacteur.

Constituant Masse molaire (g/mol)	Débit entrée (mol/h)	Débit entrée (kg/h)	Débit sortie (mol/h)	Débit sortie (kg/h)
Méthanol 32	34000	1088		64
Dioxygène 32	18000	576	0	0
Diazote 28	72000	2016	72000	2016
Méthanal 30	0	0	30000	900
Eau 18	0	0	34000	612
Dioxyde de carbone 44	0	0		

2) Le thermofluide assurant le refroidissement du réacteur entre dans la calandre du réacteur à la température  $T_E = 90^\circ\text{C}$  et en sort à la température  $T_S = 250^\circ\text{C}$ .

Le thermofluide circulant à contre-courant de la masse réactionnelle, calculer :

- le débit masse horaire du thermofluide,
- la surface d'échange thermique.

Capacité calorifique massique du thermofluide  $c = 2,2 \text{ kJ/kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$

Coefficient global d'échange masse réactionnelle - thermofluide :  $U = 350 \text{ kJ.h}^{-1}.\text{m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

## B) Etude de la colonne d'absorption

Le fonctionnement de la colonne d'absorption ( $D_1$ ) est tel que l'absorption du méthanal et du méthanol contenus dans le mélange gazeux alimentant ( $D_1$ ) soit totale.

On soutire en continu en pied de colonne une solution de titre massique en méthanal  $w_{1S} = 0,300$ .

En tête de colonne on récupère un mélange gazeux contenant la totalité du diazote et du dioxyde de carbone présents dans le mélange gazeux alimentant ( $D_1$ ) et de l'eau entraînée à l'état de vapeur. Le titre massique en eau dans ce mélange gazeux est  $w_{SS} = 0,035$ .

1) Faire le schéma de principe de la colonne en indiquant clairement la nature et le sens de circulation des courants de matière mis en jeu

2) Sachant que le débit masse horaire  $G_E$  du mélange gazeux alimentant la colonne ( $D_1$ ) est de 2360 kg/h, calculer à l'aide des données figurant dans le tableau ci-dessous :

Constituants du mélange	Titre massique
Méthanal	$w_{1E} = 0,253$
Méthanol	$w_{2E} = 0,018$
Diazote	$w_{3E} = 0,532$
Dioxyde de carbone	$w_{4E} = 0,025$
Eau	$w_{5E} = 0,172$

- a) le débit masse horaire  $L_S$  de la solution soutirée en pied de colonne,
- b) le titre massique en méthanol  $w_{2S}$  de cette solution,
- c) le débit masse horaire d'eau entraînée par le mélange gazeux sortant de ( $D_1$ ),
- d) le débit masse horaire d'eau de lavage introduite en tête de colonne.