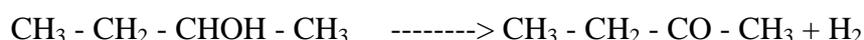


BTS SESSION 1992 – 2h – Coefficient 3**Technologie – Génie chimique – Schéma****ETUDE DE LA FABRICATION DE LA BUTANONE****I - Description du procédé****I.1 - Principe de la fabrication**

La butanone (ou méthyléthylcétone) est obtenue par déshydrogénation du butan-2-ol selon la réaction endothermique :



Cette réaction est mise en œuvre en continu, en phase gazeuse à la pression atmosphérique, dans un réacteur catalytique isotherme, la chaleur nécessaire à la réaction étant fournie par un fluide caloporteur (gaz chaud).

I.2 - Description de l'installation (voir schéma de principe)

Le butan-2-ol alimentant l'installation est introduit dans le vaporiseur E1 fonctionnant à la pression atmosphérique.

Les vapeurs de butan-2-ol obtenues sont surchauffées dans l'échangeur de chaleur E2 par les gaz chauds provenant du réacteur R, puis sont introduites dans le réacteur R contenant le catalyseur.

L'effluent réactionnel sortant du réacteur R est refroidi dans l'échangeur E2 avant d'être introduit dans un condenseur partiel E3 refroidi par de la saumure.

On obtient ainsi à la sortie du condenseur E3 un courant de matière constitué de deux phases :

- une phase gazeuse formée de la totalité de l'hydrogène et d'une partie de la butanone produits dans le réacteur R.
- une phase liquide formée du butan-2-ol qui n'a pas réagi, de produits peu volatils provenant de réactions secondaires et de la butanone qui a été condensée.

Ces deux phases sont alors séparées dans le séparateur S. La phase gazeuse est traitée afin de séparer la butanone et l'hydrogène qu'elle contient.

La phase liquide provenant du séparateur est introduite dans une colonne de rectification D1 en tête de laquelle on soutire de la butanone pure.

Le résidu soutiré en pied de la colonne D1 alimente la colonne de rectification D2 en tête de laquelle on soutire du Butan-2-ol qui est recyclé, le résidu soutiré en pied de D2 étant constitué de sous-produits peu volatils.

II - Travail demandé

II.1 - Schéma

Faire le schéma de la colonne de rectification D_1 en indiquant les mesures, régulations et sécurités nécessaires à un bon fonctionnement, compte tenu des indications suivantes :

- la colonne D_1 est une colonne à plateaux fonctionnant sous la pression atmosphérique, équipée d'un bouilleur externe monté en thermosiphon constitué par un échangeur de chaleur à faisceau tubulaire vertical chauffé par de la vapeur. L'alimentation est faite par pompe centrifuge à débit régulé.
- l'alimentation de la colonne D_1 est préchauffée dans un échangeur de chaleur E_4 , la température de l'alimentation à l'entrée de la colonne est régulée.
- la température en tête de la colonne D_1 est régulée par action sur le débit du reflux.
- le débit de vapeur de chauffe au bouilleur est régulé.
- le résidu est stocké dans un réservoir au sol en attente de rectification dans D_2 .

II.2 - Etude du vaporisateur E_1

Le débit masse horaire de Butan-2-ol alimentant le vaporisateur E_1 est $A = 3700$ kg/h. Sachant que le Butan-2-ol est introduit dans le vaporisateur E_1 à la température $T_0 = 20^\circ$ C et que sa vaporisation s'effectue sous la pression atmosphérique normale calculer :

II.2.1 - la quantité de chaleur à fournir par heure au vaporisateur E_1

II.2.2 - le débit de vapeur de chauffe nécessaire

II.2.3 - la surface d'échange thermique entre le Butan-2-ol et la vapeur de chauffe.

DONNEES :

Butan-2-ol :

- capacité calorifique à l'état liquide : $2,9 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$
- chaleur latente de vaporisation : 550 kJ/kg
- température d'ébullition (P atmosphérique normale) : $99,5^\circ$ C

Vapeur de chauffe :

- température de condensation : 157° C
- chaleur libérée par la condensation de la vapeur de chauffe : 2060 kJ/kg
- Coefficient global d'échange thermique entre la vapeur de chauffe et le butan-2-ol : $U = 3900 \text{ kJ.h}^{-1}.\text{m}^{-2}.\text{C}^{-1}$.

II.3 - Etude du réacteur R

A partir des données figurant dans le **tableau (1)** calculer :

II.3.1 - le débit molaire horaire de Butan-2-ol alimentant le réacteur.

II.3.2 - les débits molaires horaires de chacun des constituants de l'effluent réactionnel sortant du réacteur.

II.3.3 - le taux de conversion du Butan-2-ol et le rendement en butanone.

II.3.4 - la quantité de chaleur à fournir par heure au réacteur pour assurer son fonctionnement isotherme (ne pas tenir compte des réactions secondaires).

Données et définitions :

- masses molaires : butan-2-ol : 74 g/mol butanone : 72 g/mol hydrogène : 2 g/mol
- enthalpie de la réaction de déshydrogénation du Butan-2-ol : $\Delta H_r^\circ = 54$ kJ/mol
- taux de conversion d'un réactif = rapport du nombre de moles de réactif ayant réagi au nombre initial de moles de réactif.

Tableau (1) : Débit masses horaires des principaux constituants des courants de matière entrant et sortant du réacteur R.

Constituants	Débits masses horaires (kg/h)	
	COURANT ENTRANT	COURANT SORTANT
Butan-2-ol	3700	370
Butanone	0	3150
Hydrogène	0	88

II.4 - Etude du condenseur partiel E₃

A partir des données figurant dans le tableau (2) calculer :

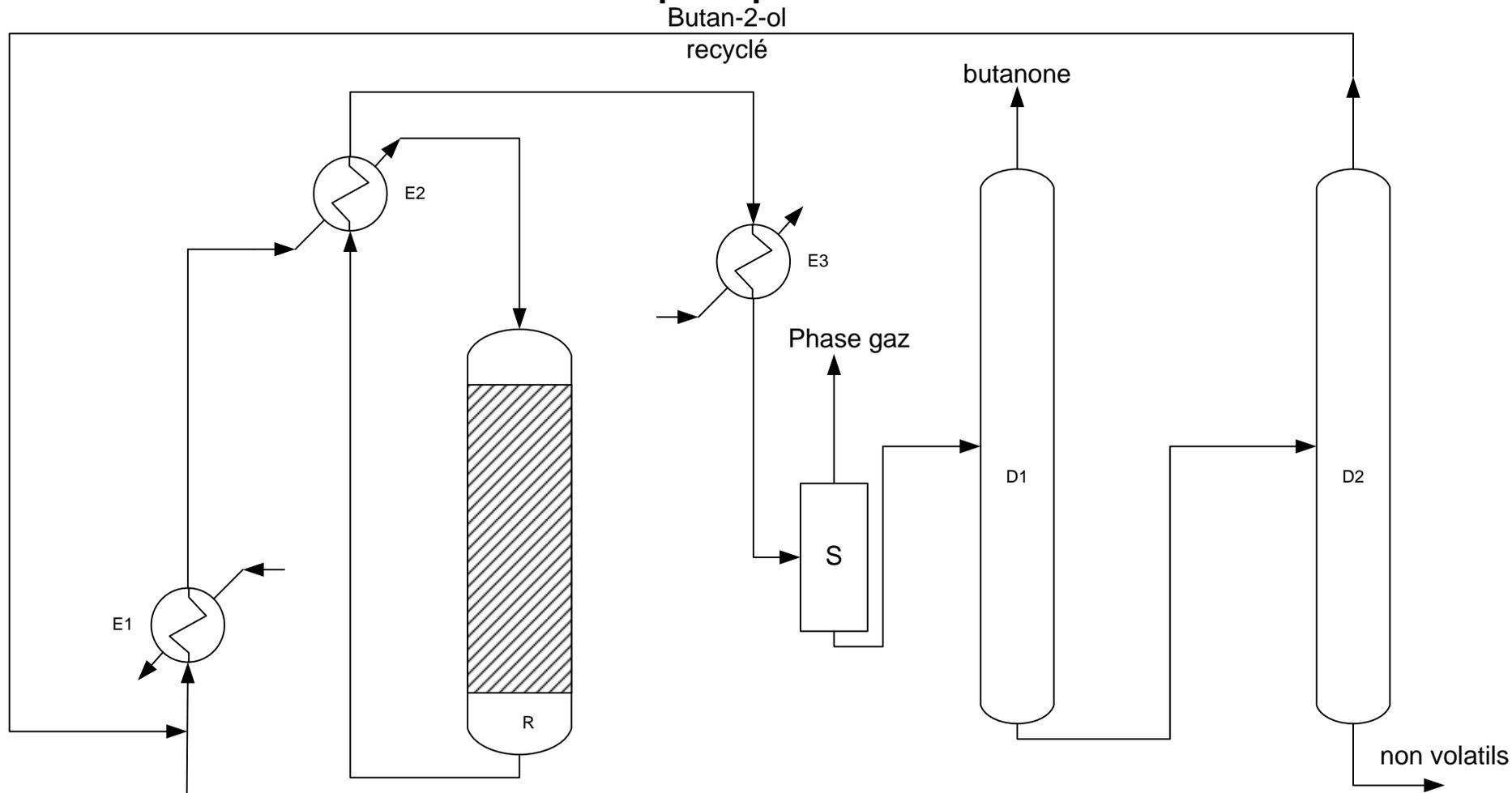
II.4.1 - Le débit masse horaire de la phase liquide sortant du condenseur partiel E₃

II.4.2 - le débit masse horaire de butanone condensée dans E₃

Tableau (2) : Débit masses horaires et compositions des courants de matière entrant et sortant du condenseur partiel E₃.

COURANT ENTRANT		COURANT SORTANT	
		Phase liquide	Phase gaz
Débit (kg/h)	$V_e = 3700$	L	V
Titres massiques :			
Hydrogène	$y_{e1} = 0,0238$	$x_1 = 0$	$y_1 = 0,194$
Butan-2-ol	$y_{e2} = 0,100$	$x_2 = 0,114$	$y_2 = 0$
Butanone	$y_{e3} = 0,851$	x_3	y_3
Produits non volatils	$y_{e4} = 0,0254$	x_4	$y_4 = 0$

Schéma de principe de l'installation



Butan-2-ol frais

E1 = vaporisateur E2 = échangeur de chaleur E3 = condenseur partiel
 R = réacteur catalytique
 S = Séparateur gaz/liquide
 D1, D2 = colonne de rectification