

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE SALAH BOUBNIDER CONSTANTINE 3**



**FACULTE DE GENIE DES PROCÉDES**

**DEPARTEMENT DE GÉNIE CHIMIQUE**

N° d'ordre :... ..

Série :... ..

**Mémoire de Master**

**Filière : Génie chimique**

**DIMENSIONNEMENT ET SIMULATION D'UNE UNITE  
DE PRODUCTION DE METHYL TERTIO BUTYL  
ETHER**

Dirigé par:

**Dr BOULKROUNE Nadjat**

**Grade : MCB**

Présenté par :

**BOUANAKA Sabrina**

**LAMRI Darine**

Année Universitaire 2016/2017

Session : (juin)

# Sommaire

---

Liste des figures

Liste des tableaux

## Introduction générale

Introduction générale 01

## Chapitre 1. Généralités sur L mtbe

1.1 Introduction 02  
1.2 Définition 02  
1.3 Propriétés 03  
1.4 Utilisation 03  
1.5 Description du procédé considéré 03

## Chapitre 2. Bilans de matière

2.1 Introduction 07  
2.2 Bilan de matière sur chaque équipement 07  
    2.2.1 Bilan de matière sur le mélangeur 07  
    2.2.2 Bilan de matière sur le réacteur 09  
        2.2.2.1 Bilan de matière global 10  
        2.2.2.2 Bilan de matière individuel 11  
    2.2.3 Bilan de matière sur la première colonne de distillation 12  
        2.2.3.1 Bilan de matière global 13  
        2.2.3.2 Bilan de matière individuel 13  
    2.2.4 Bilan de matière sur la colonne d'absorption 15  
        2.2.4.1 Bilan de matière global 15  
        2.2.4.2 Bilan de matière individuel 15  
    2.2.5 Bilan de matière sur la deuxième colonne de distillation 17  
Bibliographie 19

## Chapitre 3. Dimensionnement du réacteur

# Sommaire

---

3.1 Introduction	20
3.2 Bilan de matière sur le réacteur	21
3.3 Propriétés du catalyseur utilisé	22
3.4 Calcul des propriétés physiques du mélange réactionnel	22
3.4.1 Calcul de la masse volumique du mélange	22
3.4.2 Calcul du débit volumique du mélange	22
4.4.3 Calcul de la viscosité du mélange	23
4.4.4 Calcul de la conductivité thermique du mélange	23
4.4.5 Calcul du coefficient de diffusion	23
3.5 Calcul du volume réactionnel du réacteur	24
3.5.1 Bilan massique sur le réacteur	24
3.6 Calcul de la masse du catalyseur	29
3.7 Calcul de la quantité de chaleur dégagée par la réaction	29
3.8 Calcul du coefficient de transfert de chaleur global	29
3.8.1 Calcul du coefficient de transfert de chaleur du film coté lit	30
3.8.2 calcul du coefficient de transfert de chaleur du film coté fluide d'échange	31
3.8.2. a choix du positionnement des tubes et calcul des paramètres géométrique	31
3.8.2. b calcul du diamètre équivalent et le pas	33
3.8.2. c calcul du coefficient de transfert coté fluide d'échange	33
3.9 Calcul des pertes de charge dans le réacteur	33
Bibliographie	35

## **Chapitre 4. Dimensionnement de la première colonne de distillation**

4.1 Introduction	36
4.2 Définition	36
4.3 Principe de la distillation	36
4.4 Schéma représentatif d'une colonne de distillation	37
4.5 Condition opératoires	37
4.6 Calcul d'une colonne de distillation à plateau	37

## Sommaire

---

4.6.1 Coefficient de partage	37
4.6.2 Volatilité relatives	38
4.6.3 La loi de Dalton	38
4.6.4 La loi d'Henry	39
4.6.5 Point de rosée	39
4.6.6 Point de bulle	39
4.6.7 Clé légère	39
6.6.8 Clé lourde	39
4.6.9 Calcul des volatilités relatives	40
4.6.10 Equation de la courbe d'équilibre en fonction de la volatilité	40
4.7 Bilan de matière	40
4.7.1 Bilan de matière sur la section d'enrichissement	40
4.7.1.1 Bilan global	40
4.7.1.2 Bilan de matière par rapport au constituant le plus volatil	41
4.7.2 Bilan de matière dans la section d'épuisement	42
4.7.2.1 Bilan global	42
4.7.2.2 Bilan de matière par rapport au constituant le plus volatil	42
4.8 Etape de dimensionnement de la colonne de distillation	43
4.8.1 Détermination du nombre d'étage minimal	44
4.8.2 Détermination du taux de reflux minimal	47
4. 8.3 Détermination du nombre d'étage théorique(Nt)	48
4.8.3.1 Méthode analytique	48
4.8.3.2 Méthode de Lewis et Matheson	48
4.8.4 Détermination du nombre d'étage réel (Nr)	50
4.8.5 Calcul de la quantité de chaleur à l'extraire du condenseur	53
4.8.5.1 Bilan thermique	53
4.8.5.2 Calcul de la quantité de chaleur à fournir au rebouilleur	54
4.8.6 Calcul du diamètre de la colonne	54
4.8.7 Détermination de la hauteur de la colonne	55
6.9.4 Détermination de la hauteur de la colonne	56

# Sommaire

---

## Chapitre 5. Dimensionnement de l'échangeur de chaleur

5.1 Introduction	58
5.2 Schéma représentatif d'un échangeur	58
5.3 Description générale des échangeurs tubulaire	58
5.4 Dimensionnement de l'échangeur	59
5.4.1 Température des courant	59
5.4.2 Détermination des propriétés physique des fluides	59
5.4.2.1 viscosités dynamiques	59
5.4.2.2 Chaleur spécifique	60
5.4.2.3 Conductivité thermique	60
5.4.2.4 Masse volumique	60
5.5 Bilan thermique	60
5.5.1 Calcul la quantité de chaleur transférée	60
5.5.2 Calcul de la surface globale d'échange	60
5.5.3 Calcul de DTLM	61
5.5.4 Evaluation du coefficient d'échange global U	61
5.5.5 Résistances d'encrassement	62
5.5.6 Estimation du coefficient d'échange	62
5.5.6.1 Nombre de Prandlt de chaque fluide	62
5.5.6.2 nombre de Reynolds a l'extérieur	62
5.5.6.3 Calcul de la vitesse massique à l'extérieur	62
5.5.6.4 Nombre de Reynolds à l'intérieur	62
5.5.6.5 Calcul de la vitesse massique à l'extérieur	62
5.5.6.6 Coefficient de transfert thermique à l'extérieur des tubes $h_e$	62
5.5.6.7 Coefficient de transfert à l'intérieur des tubes $h_i$	62
5.6 Calcul des différents paramètres d'échangeur	62
5.6.1 Détermination la surface globale d'échange	62
5.6.2 Surface d'échange d'un tube	62
5.6.3 Détermination du nombre de tube	62
5.6.4 Détermination du diamètre de faisceau	62
5.6.5 Diamètre de la calandre	64
5.6.6 Section totale des tubes	64

## Sommaire

---

5.6.7 Calcul de nombre de chicane	64
5.6.8 Surface interne de la chicane	64
5.6.9 Diamètre équivalent	64
5.6.10 Vitesse massique du gaz dans la calandre	64
5.6.11 Calcul des pertes de la charge	65
5.6.12 Pertes de charge à l'intérieur des tubes	65
5.6.13 Pertes de charge à l'extérieur des tubes	65
5.7 Algorithme général de calcul d'un échangeur	66
5.8 Résultats obtenus du programme	67
Bibliographie	68

### **Chapitre 6. Dimensionnement de la colonne d'absorption**

6.1 Introduction	69
6.2 Bilan de matière	69
6.2.1 Bilan de matière global	69
6.2.2 Bilan de matière individuel	70
6.3 Équation de la droite opératoire	71
6.3.1 Calcul de la courbe d'équilibre	71
6.3.2 Calcul de l'équation de la droite opératoire	72
6.3.3 Calcul de la pente de la droite opératoire	73
6.3.4 Fraction du méthanol dans solvant	74
6.4 Calcul des propriétés physiques des deux mélanges liquide et gazeux	74
6.4.1 Masse volumique du mélange	74
6.4.1.1 Masse volumique du mélange liquide	74
6.4.1.2 Calcul de la masse volumique du mélange gazeux	74
6.4.2 Viscosité dynamique du mélange	74
6.4.2.a Viscosité dynamique du mélange liquide	74
6.4.2.b Viscosité dynamique du mélange gazeux	75
6.4.3 Tension de surface du mélange liquide	75
6.5 Hydrodynamique de la colonne	75
6.5.1 Calcul du nombre de plateaux théorique	75
Bibliographie	76

# Sommaire

---

## **Chapitre 7. Dimensionnement de la deuxième colonne de distillation**

7.1 Bilan de matière	77
7.1.1 Bilan de matière global	77
7.1.2 Bilan individuel	77
7.2 Dimensionnement de la 2 <sup>ème</sup> colonne de distillation	77
7.2.1 Détermination du taux de reflux minimal	79
7.2.2 Détermination du nombre d'étage réel (Nr)	80
7.2.3 Calcul de la quantité de chaleur à extraire du condenseur	80
7.2.4 Calcul de la quantité de chaleur à fournir au rebouilleur	81
7.2.5 Calcul du diamètre de la colonne	81
7.2.6 Détermination de la hauteur de la colonne	81

## **Chapitre 8. Simulation du procédé**

8.1 Définitions et objectifs	82
8.2 Présentation du logiciel Hysys	82
8.3 Les étapes de la Simulation	82
8.3.1 Conception du procédé	83
8.3.2 L'environnement de simulation	85
8.3.2.a Simulation de la première partie	85
8.3.3.b Simulation de la deuxième partie	88
8.3.3.c Simulations de la troisième partie	88
8.4 Résultat de simulation	92

## **Conclusion générale**

Conclusion générale	98
---------------------	----

## **Annexe**

## **Résumé**

L'objectif de ce travail est le dimensionnement et la simulation d'une unité de production du méthyle tertio butyle éther connus par le nom « MTBE » où on a utilisé le programme de simulation et modalisation Maple15 comme code de calcul et HYSYS comme simulateur.

Ce travail m'a permis l'application des diverses méthodes possibles de calcul ainsi que la connaissance de fonctionnement de HYSYS.

## **Mots clés**

Dimensionnement, Simulation, MTBE , Hysys , Maple .

## **المخلص**

إن الهدف من هذا العمل هو نمذجة و محاكات لوحدة انتاج مثيل ثلاثي بيتيل ايثر المعروف باسم "MTBE"، أين قمنا باستخدام برنامج المحاكات و التصميم "Maple15" كبرنامج للحساب و برنامج "HYSYS" للمحاكات.

لقد مكنتنا هذا العمل من تطبيق عدة طرق ممكنة و مختلفة للحساب و كذلك معرفة مبدأ عمل برنامج المحاكات "HYSYS".

## **الكلمات المفتاحية**

نمذجة، محاكات، Maple , Hysys , MTBE.