

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE SALAH BOUBNIDER CONSTANTINE 3**



**FACULTE DE GENIE DES PROCÉDES**

**DEPARTEMENT DE GENIE CHIMIQUE**

N° d'ordre :

Série :

**Mémoire de Master**

**Filière : Génie des Procédés**

**Spécialité : Génie Chimique**

**DIMENSIONNEMENT D'UN PROCÉDÉ DE PRODUCTION  
D'ISOPROPYLBENZÈNE «CUMÈNE»**

Dirigé par :

**Dr. ZEHIOUA Raouf**

Présenté par :

**KHALOUCHE Aziza**

**MERABET FILALI Fouzia**

Année Universitaire : 2018/2019

Session : Juin

<b>Sommaire</b>	<b>Page</b>
<b>Introduction générale</b>	
Introduction générale.....	1
<b>Chapitre 1 : Généralité sur le Cumène</b>	
1.1. Introduction.....	2
1.2. Propriétés physico-chimiques.....	3
1.3. Différents procédés de fabrication du Cumène .....	3
1.4. Utilisations.....	5
1.5. Toxicité .....	6
1.6. Sécurité.....	6
<b>Chapitre 2 : Description du procédé</b>	
2.1. Introduction.....	8
2.2. Description du procédé.....	8
2.3. Chimie de procédé.....	11
2.3.1 Considération thermodynamique.....	11
2.3.1.1. Capacité calorifique.....	11
2.3.1.2. Enthalpie de la réaction.....	12
<b>Chapitre 3 : bilans de matière</b>	
3.1. Introduction.....	15
3.2. Bilan de matière sur chaque équipement.....	15
3.2.1. Bilan de matière sur le réacteur.....	15
3.2.1.1. Bilan de matière global.....	16
3.2.1.2. Bilan de matière individuel.....	16
3.2.2 Bilan de matière sur le flash.....	20
3.2.2.1. Bilan de matière global.....	20
3.2.2.2. Condition physique dans le flash.....	20
3.2.2.3. Bilan de matière individuel .....	20
3.2.3 Bilan de matière sur la première colonne de distillation .....	22
3.2.3.1 Bilan de matière global .....	22
3.2.3.2 Bilan de matière individuel .....	22
3.2.3.3 Bilan de matière sur la deuxième colonne de distillation.....	23

<b>Chapitre 4 : dimensionnement du réacteur</b>		
4.1.	Introduction.....	26
4.2.	Bilan de matière sur le réacteur.....	27
4.3.	Propriétés du catalyseur utilisé.....	27
4.4.	Calcul des propriétés physiques du mélange gazeux.....	28
4.4.1.	Calcul de la masse volumique du mélange.....	28
4.4.2.	Facteur de compressibilité.....	29
4.4.3.	Calcul du débit volumique du mélange.....	30
4.4.3.1	Calcul de la viscosité du mélange.....	30
4.4.3.2	Approche de Lucas pour un mélange gazeux .....	32
4.4.4	Calcul de la conductivité thermique du mélange gazeux .....	33
4.4.5	Calcul du coefficient de diffusion.....	35
4.4.5.1.	Calcul du coefficient de diffusion du propylène à travers le mélange gazeux	35
4.4.5.2.	Calcul du coefficient de diffusion de Kundsén .....	36
4.4.6.	Calcul du coefficient de diffusion effectif .....	36
4.5.	Calcul du volume réactionnel du réacteur.....	37
4.5.1.	Bilan massique sur le réacteur.....	37
4.6.	Calcul de la masse du catalyseur .....	43
4.7.	Calcul de la quantité de chaleur dégagé par la réaction .....	44
4.8.	Calcul du coefficient de transfert de chaleur global.....	44
4.8.1.	Calcul du coefficient de transfert de chaleur du film coté lit .....	45
4.8.2.	Propriétés physiques du fluide d'échange .....	46
4.8.3.	Calcul du coefficient de transfert de chaleur du filme coté fluide d'échange.....	46
4.8.3.1.	Choix du positionnement des tubes et calcul des paramètres géométriques...	47
4.8.3.2.	Calcul du diamètre équivalent.....	48
4.8.3.3.	Calcul du coefficient de transfert coté fluide d'échange .....	48
4.9.	Calcul des pertes de charge dans le réacteur.....	50
<b>Chapitre 5 : Dimensionnement du flash</b>		
5.1.	Introduction.....	52
5.2.	Calcul du flash isotherme liquide-vapeur.....	52
5.3.	Equilibre liquide - vapeur pour obtenir la constante d'équilibre.....	54
5.3.1	Calcul de coefficient de fugacité à l'état de référence.....	56
5.3.2	Calcul du coefficient d'activité.....	57
5.3.3	Calcul du coefficient de fugacité en phase vapeur.....	57

5.4	Résultats de calculs du flash.....	58
<b>Chapitre 6 : Dimensionnement des colonnes de distillation</b>		
6.1.	Introduction .....	60
6.2.	Calcul d'une colonne de distillation à Plateaux.....	61
6.2.1	Coefficient de partage(K).....	61
6.2.2	Volatilités relatives .....	61
6.2.3	Loi de Dalton.....	62
6.2.4	Loi de Raoult et d'Henry .....	62
6.2.5	Point de Bulle .....	62
6.2.6	Point de rosée .....	62
6.2.7	Clé légère.....	62
6.2.8	Clé lourde .....	63
6.2.9	Calcul des volatilités relatives.....	63
6.2.10	Equation de la courbe d'équilibre en fonction de la volatilité.....	63
6.3.	Bilan de matière.....	63
6.3.1.	Bilan de matière sur la section d'enrichissement.....	63
6.3.1.1.	Bilan globale.....	63
6.3.1.2.	Bilan de matière par rapport au constituant le plus volatil.....	64
6.3.2.	Bilan de matière dans la section d'épuisement.....	64
6.3.2.1.	Bilan globale.....	64
6.3.2.2.	Bilan de matière par rapport au constituant le plus volatil .....	64
6.4.	Étapes de dimensionnement de la 1 <sup>ère</sup> colonne de distillation .....	65
6.4.1.	Détermination du nombre d'étage minimal.....	65
6.4.2.	Détermination du taux de reflux minimal ( $r_m$ ) .....	67
6.4.3.	Détermination du nombre d'étage théorique( $N_t$ ) .....	68
6.4.3.1.	Méthode analytique .....	68
6.4.3.2.	Méthode de Lewis et Matheson.....	68
6.4.4.	Détermination du nombre d'étage réel ( $N_r$ ).....	69
6.4.5.	Calcul de la quantité de chaleur à l'extraire du condenseur .....	71
6.4.5.1.	Bilan thermique.....	71
6.4.6.	Calcul de la quantité de chaleur à fournir au rebouilleur.....	73
6.4.7.	Calcul du diamètre de la colonne .....	74
6.4.7.1.	Calcul du débit de la vapeur (V).....	75
6.4.7.2.	Détermination de la masse volumique de la vapeur .....	75

6.4.7.3. Détermination de la masse volumique du liquide .....	76
6.4.8. Détermination de la hauteur de la Colonne.....	76
6.5. Les résultats de Dimensionnement de la 2 <sup>ème</sup> colonne de distillation.....	77
<b>Conclusion générale</b>	
Conclusion générale.....	84
<b>Annexes</b>	
Annexe 1 : Programmes Fortran	
Annexe 2 : Tableaux utilisées	
<b>Bibliographie</b>	
Bibliographie du chapitre 1.....	7
Bibliographie du chapitre 2.....	14
Bibliographie du chapitre 3.....	25
Bibliographie du chapitre 4.....	51
Bibliographie du chapitre 5.....	59
Bibliographie du chapitre 6.....	83

<b>Tables des figures</b>	<b>Page</b>
Figure 1.1 : Structure chimique de cumène.....	<b>2</b>
Figure 2.1 : Schéma représentatif du procédé de production de cumène.....	<b>10</b>
Figure 3.1 : Schéma représentatif d'un réacteur.....	<b>16</b>
Figure 3.2 : Schéma représentatif d'un Flash.....	<b>20</b>
Figure 3.3 : Schéma représentatif d'une colonne de distillation.....	<b>22</b>
Figure 4.1 : Schéma d'un réacteur multitubulaire à lit fixe.....	<b>27</b>
Figure 4.3 : Positionnement des tubes suivant un pas triangulaire ou un pas carré...	<b>47</b>

## Résumé

Le Cumène est un produit pétrochimique utilisé dans la fabrication de plusieurs produits chimiques, notamment le phénol et l'acétone, qui est connu sous le nom l'isopropylbenzene.

Le but de ce mémoire consiste à dimensionné l'unité de production de Cumène qui contient tous les étapes essentiel pour produire le produit final de pureté 99.9 % en utilisant la programmation en Fortran. L'étude de dimensionnement concerne principalement les équipements suivantes : réacteur à lit fixe multitubulaire, flash isotherme, et enfin deux colonne de distillation.

**Les mots clés :** Cumène, réacteur à lit fixe multitubulaire, flash isotherme, colonne de distillation.

## المخلص

الكيمان هو احد البتروكيمياويات المستخدمة في تصنيع العديد من المواد الكيميائية، بما في ذلك الفينول والأسيتون، و الذي يعرف باسم الإزوبروبيل بنزان.

ولذلك فان الغرض من هذه المذكرة هو حساب أبعاد و تصميم وحدة انتاج الكيمان، أين تطرقنا إلى جميع الخطوات الأساسية للحصول على المنتج النهائي بدرجة تصل إلى 99.9% و ذلك باستخدام الحساب الرقمي المعتمد على نظام البرمجة فورترن. عملية حساب أبعاد تشمل أساسا المعدات الأساسية التالية : مفاعل دو قاعدة ثابتة، وحدة فصل سائل-غاز متساوي درجة الحرارة، وحدتين للتقطير

**الكلمات المفتاحية :** كيمان، حساب الأبعاد، ، مفاعل كيميائي، وحدة فصل.