

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

UNIVERSITE SALAH BOUBNIDER CONSTANTINE 3



*Faculté du Génie des procédés*

*Département Génie chimique*

*Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de master en génie des procédés*

*Option : Génie chimique*

**Thème**

**SIMULATION ET DIMENSIONNEMENT D'UNE UNITE DE  
PRODUCTION DU 1,3-DICHLOROPROPENE**

**Dirigé par :**

**Dr. BEZAZE Hassina**

**Présenté par :**

**- CHIAL Aya**

**- MELAHA Samah**

Année Universitaire : 2016/2017

Session : juin

## Sommaire

<b>Titre</b>	<b>Page</b>
Liste des figures	
Liste des tableaux	
<b>Introduction générale</b>	1
<b>Chapitre 1 : Généralités sur le 1,3-dichloropropène</b>	
1.1. Introduction	3
1.2. Propriétés physico-chimiques	4
1.3. Caractéristiques	5
1.4. Utilisations	5
1.5. Chemins d'exposition	5
1.6. Effets sur la santé	6
1.7. Manipulation et stockage	6
1.7.1. Manipulation	6
1.7.2. Protection contre l'incendie et l'explosion	7
1.7.3. Stockage	7
1.8. Premiers secours en cas de contact avec le dichloropropène	7
Bibliographie	7
<b>Chapitre2 : Présentation du logiciel de simulation HYSYS</b>	8
2.1. introduction	9
2.2. présentation du logiciel de simulation	
2.3. Etapes de simulation	10
2.3.1. Choix des composés	10
2.3.2. Choix des modèles thermodynamique (fluide package)	11
2.3.3. Etablir le diagramme du procédé (PFD process flow diagram)	11
2.4. Simulation du procédé	12
2.4.1. Conditions opératoires	12
2.4.2. Etapes de simulation et convergence des appareils	15
2.4.3. Appareillage utilisé dans le procédé	15
2.4.3.1. Le mélangeur	15
2.4.3.2. Réacteur catalytique	16
2.4.3.3. Echangeur tubulaire	16
2.4.3.4. Séparateur flash	16
2.4.3.5. La pompe	17
2.4.3.6. La colonne de distillation	17
2.5. Résultats et discussion	18

2.6. Conclusion	18
Bibliographie	19
<b>Chapitre 3 : Description du procédé</b>	19
3.1. Description du procédé	20
3.2. Chimie du procédé	
3.2.1. Capacité calorifique de la réaction et l'enthalpie de a réaction	21
3.3. La cinétique catalytique	23
3.3.2. Les étapes de la réaction catalytique hétérogène	23
Bibliographie	23
<b>Chapitre 4 : Bilans de matière</b>	24
4.1. Introduction	25
4.2. Notions préliminaires	
4.2.1. Fraction molaire	26
4.2.2. Fraction massique	26
4.3. La réaction du procédé	26
4.4. Le réacteur	26
4.4.1. Bilan de matière global	27
4.4.2. Bilan de matière partiel	27
4.4.3. Calculs des débits et fractions entrant et sortant du réacteur	28
4.5. Le flash	28
4.5.1. Bilan de matière global	29
4.5.1.1. Conditions opératoires dans le flash	30
4.5.2. Bilan massique partiel	30
4.6. La colonne de distillation	31
4.6.1. Bilan massique global sur la colonne de distillation	31
4.6.2. Bilan massique partiel	32
4.7. Conclusion	33
Bibliographie	33
<b>Chapitre 5 : Dimensionnement du réacteur</b>	35
5.1. Introduction	36
5.2. Bilan de matière sur le réacteur	
5.3. Propriétés du catalyseur utilisé	37
5.4. Propriétés physiques du mélange gazeux	38
5.4.1. Calcul du coefficient de diffusion effectif	39

5.4.2. Calcul du coefficient de diffusion binaire porté à basse pression :	39
5.5. Calcul du volume du réacteur	40
5.5.1. Bilan de masse sur le réacteur	40
5.5.2. Calcul du coefficient d'efficacité global	41
5.5.2.1. Calcul de la surface externe des grains (a)	43
5.5.2.2. Calcul du module de Theile	43
5.6. Calcul de la masse du catalyseur $m_T$	43
Bibliographie	44
<b>Chapitre 6 : Dimensionnement du condenseur partiel</b>	44
6.1. Introduction	46
6.2. Définition	
6.3. Mode de transfert	47
6.4. Types d'appareilles d'échange de chaleur	47
6.5. Dimensionnement du condenseur	48
6.5.1. Températures d'entrée et de sortie du condenseur partiel	48
6.5.2. Propriétés physiques des différents fluides	49
6.5.3. Propriétés physiques du fluide chaud	49
6.5.3.1. Calcul de la conductivité thermique	50
6.5.3.2. Calcul de la viscosité du condensat	50
6.5.3.3. Calcul de la capacité calorifique du mélange	51
6.5.4. Propriétés physiques du fluide froid	51
6.5.4.1. Calcul de la capacité calorifique de l'eau	52
6.5.4.2. Calcul de la quantité de chaleur cédée par le fluide chaud	52
6.5.4.3. Calcul du débit massique de l'eau	52
6.5.5. Calcul de la différence logarithmique moyenne de la température	52
6.5.6. Calcul du facteur correctif F	53
6.5.7. Calcul du coefficient de transfert global	53
6.5.7.1. Calcul de la surface d'échange totale	53
6.5.7.2. Calcul de la surface d'échange d'un seul tube	53
6.5.7.3. Calcul du nombre total des tubes	54
6.5.7.4. Calcul du coefficient global de transfert de chaleur U	54
6.5.7.5. Calcul du coefficient d'échange à l'intérieur	54
6.5.7.6. Calcul du coefficient de transfert de chaleur externe	54
6.5.7.6.1. Résistances d'encrassement interne et externe	55

6.6. Algorithme de calcul du condenseur partiel	55
6.7. Résultats du dimensionnement	57
Bibliographie	57
<b>Chapitre 7 : Dimensionnement du flash</b>	58
7.1. Introduction	59
7.2. Définition d'un flash	
7.3. Utilité d'un flash	60
7.4. Bilan de matière sur le flash	60
7.5. Dimensionnement du flash	60
7.5.1. Les propriétés physiques du mélange	61
7.5.2. Les débits volumiques du liquide et de la vapeur sortant du flash	62
7.5.3. La vitesse limite	62
7.5.4. Section libre	63
7.5.5. Calcul du diamètre	64
7.5.6. Estimation de la vitesse entre vapeur-liquide	64
7.5.7. Estimation de la hauteur du liquide	65
7.6. Résultats du dimensionnement du flash	65
Bibliographie	65
<b>Chapitre 8 : dimensionnement de la pompe</b>	65
8.1. Introduction	67
8.2. Les pompes	
8.3. Pompe centrifuge	68
8.4. Dimensionnement de la pompe	68
8.4.1. Calcul de la puissance de la pompe	69
8.4.2. Théorème de Bernoulli généralisé pour un fluide réel	69
8.4.3. Calcul des pertes de charge linéaires	69
8.4.3.1. Expression de la perte de charge linéaire	70
8.4.3.1.1. Le calcul du coefficient de frottement pour un régime turbulent	72
8.4.3.2. Pertes de charges singulières	72
8.5. Résultats du dimensionnement	72
8.6. Efficacité de la pompe	73
Bibliographie	74
<b>Chapitre 9 : Dimensionnement de la colonne de distillation</b>	75
9.1. Introduction	76

9.2. Définition	
9.3. Calcul d'une colonne de distillation	77
9.3.1. Coefficient de partage (K)	77
9.3.2. Volatilités relatives	78
9.3.3. Loi de Dalton	79
9.3.4. Loi de Raoult et d'Henry	79
9.3.5. Point de bulle	80
9.3.6. Point de Rosé	80
9.3.7. Clé légère	80
9.3.8. Clé lourde	80
9.3.9. Calcul des volatilités relatives	80
9.3.10. Equation de la courbe d'équilibre en fonction de la volatilité	80
9.4. Bilan de matière	81
9.4.1. Bilan de matière sur la section d'enrichissement	81
9.4.1.1. Bilan global	81
9.4.1.2. Bilan de matière par rapport au constituant le plus volatil	81
9.4.2. Bilan de matière dans la section d'épuisement	81
9.4.2.1. Bilan global	82
9.4.2.2. Bilan de matière par rapport au constituant le plus volatil	82
9.5. Etapes de dimensionnement de la colonne de distillation	82
9.5.1. Détermination du nombre d'étage minimal	82
9.5.2. Détermination du taux de reflux minimal	83
9.5.3. Détermination du nombre d'étage théorique	84
9.5.3.1. Méthode analytique	86
9.5.3.2. Méthode de Lewis Matheson	87
9.5.4. Détermination du nombre d'étage réel ( $N_r$ )	87
9.5.4.1. Calcul de la viscosité	87
9.5.5. Calcul de la quantité de chaleur à extraire du condenseur	89
9.5.5.1. Bilan thermique	89
9.5.5.1.1. Calcul de l'enthalpie du distillat ( $h_p$ )	90
9.5.5.1.2. Calcul de l'enthalpie de la phase vapeur entrant le condenseur	90
9.5.6. Calcul de la quantité de chaleur à fournir au rebouilleur	91
9.5.7. Calcul du diamètre de la colonne	91
9.5.7.1. Calcul du débit de la vapeur	93

9.5.7.2. Détermination de la masse volumique de la vapeur	94
9.5.7.3. Détermination de la masse volumique du liquide	95
9.5.8. Détermination de la hauteur de la colonne	95
Bibliographie	96
<b>Conclusion générale</b>	97
Annexe 1	98
Annexe 2	99

## Résumé

Notre projet de fin d'études est basé sur la simulation et le dimensionnement de l'unité de production du 1,3dichloropropène avec le logiciel de simulation HYSYS qui est un simulateur modulaire séquentiel qui contient des modèles de procédés unitaires ainsi qu'une base de données très étendue incluant les propriétés physiques et chimique des matières. Ce choix a permis de démontrer la faisabilité de ce logiciel dans le domaine du génie chimique, et le langage de programmation fortran.90, où chaque équipement a été passé en revue (calculé ou simulé), ayant pour but de définir les caractéristiques de cette installation.

**Mots clés :** dimensionnement, procédé, simulation, ASPEN HYSYS.

## الملخص

مشروع تخرجنا يستند أساسا على محاكاة وتصميم وحدة إنتاج 1,3-ديكلوروبروبين مع برنامج HYSYS و هو عبارة عن محاكاة وحدات متتابعة يحتوي على نماذج وحدات عملية وقاعدة بيانات واسعة النطاق بما في ذلك الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمواد. وقد أثبت هذا الاختيار جدوى هذا البرنامج في مجال الهندسة الكيميائية. أما البرمجة تمت باستعمال برنامج fortran.90 بحيث تم استعراض كل المعدات (عن طريق الحساب أو المحاكاة) و تهدف إلى تحديد خصائص هذا التثبيت.

**كلمات مفتاحية :** تصميم، وحدة، محاكاة، أسبن HYSYS