

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

UNIVERSITE SALAH BOUBNIDER CONSTANTINE 3



FACULTE DE GENIE DES PROCÉDES

DEPARTEMENT DE GENIE CHIMIQUE

Mémoire de Master

Filière : génie chimique

**THEME**

**Dimensionnement et simulation d'une unité de production  
du 1,2-dichloroéthane**

Dirigé par:

**BEZAZE hassina**

mcb

Présenté par :

**BEN MOUBAREK chahira**

**BOUMENIKHE soumia**

Année Universitaire 2016/2017

Session : (juin)

# Sommaire

---

Liste des figures.....	I
Liste des tableaux.....	II

## **Introduction générale**

Introduction générale.....	1
Introduction générale.....	2

## **Chapitre I : Généralité sur le 1,2- Dichloroéthane**

I.1.Introduction.....	3
I.2.Propriété du L'éthylène .....	3
I.3.Propriété du chlore .....	4
I.4.Propriété physique .....	5
I.5.Propriétés chimiques.....	5
I.6. Utilisations de 1,2-dichloroéthane .....	6
I.7. Principales sources de 1,2-dichloroéthane .....	6
I.8. Récipient de stockage .....	6
I.9. Procédés de production .....	7
I.9.1.Chloration directe de l'éthylène.....	7
I.9.2. L'oxychlorination.....	7
I.10. Toxicité .....	8
I.11.Hygiène et sécurité.....	9
Bibliographie.....	10

## **Chapitre II : La Simulation par HYSYS**

II.1.Introduction à la simulation.....	11
II.1.1.La Simulation en génie des procédés .....	11
II.2. Utilisation de la simulation .....	12
II.3.Types de simulation et autres concepts .....	12
II.3.1. Simulation statique .....	13
II.3.2.Simulation dynamique .....	13
II.4.Présentation de HYSYS.....	13
II.5.Les modèles thermodynamiques .....	15
II.5.1.Les équations d'état /Equations Of State (EOS) .....	16
II.5.2.Peng-Robinson (PR).....	16
Bibliographie .....	17

## Sommaire

---

### Chapitre III : Description du procédé

III.1.Introduction .....	18
III.2.Description du procédé .....	18
III.3.La Cinétique de la réaction.....	19
III .4.La Chimie de La procédé.....	20
III .4.1. Capacités calorifiques .....	20
III.4.2.L'Enthalpie de la réaction.....	21
III .3.3.La cinétique catalytique.....	21
III .3.3.1.Le Catalyseur .....	21
III .3.3.2.Classification des catalyseurs solides .....	22
Bibliographie .....	25

### Chapitre IV : Bilan de matière

IV.1. Introduction .....	26
IV.2. Bilan de matière sur le réacteur .....	26
IV.2.1. Bilan de matière global.....	27
IV.2.2. Bilan de matière individuel .....	27
IV.3. Bilan de matière sur le flash.....	28
IV.3.1 Bilan de matière global .....	29
IV.3.2. Conditions physiques dans le flash.....	29
IV.3.3. Bilan de matière individuel.....	29
IV.4. Bilan de matière sur la colonne de distillation .....	30
IV.4.1. Bilan de matière global .....	30
IV.4.2. Bilan de matière individuel .....	30
Bibliographie.....	32

### Chapitre V : Dimensionnement du réacteur

V.1.Introduction .....	33
V.2.Les réacteurs catalytiques .....	33
V.3.Les Réacteurs à lit fixe .....	33
V.4.Bilan de matière sur le réacteur .....	34
V.6.Propriétés du catalyseur utilisé.....	35
V.7.Calcul des propriétés physiques du mélange gazeux .....	35
V.7.1.La masse volumique du mélange gazeux .....	35
V.7.2.Le débit volumique du mélange gazeux .....	36
V.7.3.La viscosité du mélange gazeux .....	36

## Sommaire

---

V.7.4. La conductivité thermique du mélange gazeux .....	36
V.7.5. Le coefficient de diffusion .....	36
V.7.5.1. Calcul du coefficient de diffusion effectif .....	36
V.7.5.2. Calcul du coefficient de diffusion du chlore à travers le mélange gazeux...	37
V.8. Calcul du volume réactionnel du réacteur .....	38
V.8.1 Bilan massique sur le réacteur .....	38
V.8.2. Calcul de $V_0$ .....	41
V.8.3. Calcul de l'intégrale I .....	42
V.8.4. Calcul de la masse du catalyseur.....	42
V.9. Les résultats de dimensionnement .....	42
V.10. Calcul des pertes de charge dans le réacteur.....	43
Bibliographie.....	44
<b>Chapitre VI : Dimensionnement du condenseur</b>	
VI.1. Introduction.....	45
VI.2. Principe général.....	45
VI.3. Définition.....	46
VI.4. Type d'appareils d'échange de chaleur .....	46
VI.5. Etude d'un condenseur partiel.....	47
VI.5.1. Dimensionnement du condenseur.....	47
VI.5.1.1. Les différentes températures d'entrée et de sortie de l'échangeur .....	47
VI.5.2. Propriétés physiques des différents fluides.....	49
VI.5.2.1. Propriétés physiques du fluide chaud.....	49
VI.5.2.2. Propriétés physiques du fluide froid .....	50
VI.6. Calcul de la quantité de chaleur cédée par le fluide chaud.....	51
VI.7. Calcul du débit massique de l'eau refroidissement.....	51
VI.8. Calcul de la différence logarithmique moyenne de la température .....	52
VI.9. Correction de la valeur de $\Delta T_{lm}$ par le facteur F .....	52
VI.10. Méthode de calcul du coefficient du transfert global .....	53
VI.10.1. Calcul de la surface d'échange globale .....	53
VI.10.2. Calcul de la surface d'échange d'un seul tube .....	53
VI.10.3. Détermination du nombre des tubes .....	53
VI.10.4. Calcul du coefficient global de transfert de chaleur U.....	53
VI.10.4.1. Calcul du coefficient d'échange à l'intérieur des tubes .....	54
VI.11. Calcul du coefficient de transfert thermique externe.....	55

## Sommaire

---

VI.11.1.calcul de $\Gamma_h$ .....	55
VI.11. 2.Calcul du nombre des tubes dans le rangé central.....	56
VI.12.Résistances d'encrassements interne et externe .....	58
VI.13.Algorithme de calcul d'un condenseur partiel.....	59
VI.14.Résultats du dimensionnement.....	60
VI.15.Conclusion.....	60
Bibliographie.....	61

### Chapitre VII : Dimensionnement du flash

VII .1. Introduction.....	62
VII .2. Définition d'un séparateur flash .....	62
VII.3. La description d'un séparateur flash .....	63
VII.4. Les différents procédés des séparateurs.....	63
VII.4.1. Séparateur Horizontal.....	63
VII.4.2. Séparateur vertical.....	64
VII.5. Bilan de matière .....	65
VII.6. Calcul des propriétés physiques du mélange.....	66
VII. 6.1. Facteur de compressibilité.....	66
VII. 6.1. a. Calcul de la température critique et la pression critique.....	66
VII. 6.1. b. Calcul du coefficient de compressibilité.....	66
VII. 6.2. Pression et température critique du mélange gazeux.....	66
VII. 6.3. Masse molaire du mélange.....	66
VII. 6.4. Masse volumique du vapeur.....	66
VII. 6.5. Masse volumique du liquide.....	67
VII.6.6. Les débits volumiques du liquide et de la vapeur sortant du flash.....	68
VII.6.7. Vitesse limite.....	69
VII.6.8. Section libre.....	69
VII.6.9. Calcul du diamètre.....	69
VII.6.10. Estimation de la vitesse entrée vapeur-liquide.....	69
VII.6.11 Estimation de la hauteur du liquide .....	70
VII.6.12 Résultats de dimensionnement du flash.....	70
Bibliographie.....	71

### Chapitre VIII : Dimensionnement de la pompe

VIII.1.Introduction .....	72
VIII.2.Définition de la pompe .....	72

## Sommaire

---

VIII.3. Le principe de fonctionnement .....	72
VIII.4. Types de pompes.....	73
VIII .4.1. Pompes volumétriques.....	73
VIII .4.2. Pompes centrifuges.....	74
VIII.5. Description d'une pompe centrifuge.....	75
VIII.6. Pourquoi utiliser une pompe centrifuge.....	75
VIII.7. Etude de la pompe centrifuge.....	76
VIII.7.1 Description du problème.....	76
VIII.7.2. Calcul de la puissance de la pompe .....	76
VIII.7.2.1. Puissance mécanique.....	76
VIII.7.2.2. Puissance hydraulique.....	77
VIII.7.3. Théorème de Bernoulli généralisé pour un fluide réel et en présence d'une machine hydraulique (la pompe) .....	77
VIII.7.4. Calcul des Pertes de Charge .....	78
VIII.8. Les pertes de charge linéaires.....	79
VIII.8.1 Expression de la perte de charge linéaire.....	79
VIII.8.2 Le calcul de coefficient de frottement.....	80
VIII.9. Pertes de charge singulières.....	81
VIII.10. Données du problème.....	82
VIII.11. Résultats de calculs.....	82
VIII.12. L'efficacité de la pompe centrifuge.....	82
Bibliographie.....	83

### **Chapitre IX : Dimensionnement de colonne de distillation**

IX.1. Introduction.....	84
IX.2. Définition .....	84
IX.3. Appareillage .....	85
IX.4. Mécanisme de la distillation .....	85
IX.5. Calcul d'une colonne de distillation à Plateaux.....	86
IX.5.1. Lois fondamentales .....	86
IX.5.1.1. Titres molaires.....	86
IX.5.1.2. Loi de Dalton.....	86
IX.5.1.3. Loi de Raoult et d'Henry.....	87
IX.5.2. Coefficient de partage (K) .....	87

## Sommaire

---

IX.5.3. Volatilités relatives.....	87
IX.5.4. Point de Bulle.....	88
IX.5.5. Point de rosée.....	88
IX.5.6. Clé légère.....	88
IX.5.7. Clé lourde.....	88
IX.5.8. Calcul des volatilités relatives.....	88
IX.5.9. Equation de la courbe d'équilibre en fonction de la volatilité.....	89
IX.6. Bilan de matière.....	89
IX.6.1. Les bilans sur la colonne.....	89
IX.6.2. Bilan de matière sur la section d'enrichissement.....	90
IX.6.2.1. Bilan global.....	90
IX.6.2.2. Bilan de matière par rapport au constituant le plus volatil.....	90
IX.6.3. Bilan de matière dans la section d'épuisement.....	91
IX.6.3.1. Bilan globale.....	91
IX.6.3.2. Bilan de matière par rapport au constituant le plus volatil.....	91
IX.7. Étapes de dimensionnement de la colonne de distillation.....	92
IX.7.1. Détermination du nombre d'étage minimal.....	93
IX.7.2. Détermination du taux de reflux minimal ( $r_m$ ).....	95
IX.7.3. Détermination du nombre d'étage théorique ( $N_t$ ).....	96
IX.7.3.1. Méthode analytique.....	96
IX.7.3.2. Méthode de Lewis et Matheson.....	96
IX.7.4. Détermination du nombre d'étage réel ( $N_r$ ).....	98
IX.7.5. Calcul de la quantité de chaleur à l'extraire du condenseur.....	99
IX.7.5.1. Bilan matière.....	99
IX.7.5.2. Bilan thermique.....	99
IX.7.6. Calcul de la quantité de chaleur à fournir au rebouilleur.....	102
IX.7.7. Calcul du diamètre de la colonne.....	103
IX.7.7.1. Calcul du débit de la vapeur ( $V$ ).....	104
IX.7.7.2. Détermination de la masse volumique de la vapeur.....	104
IX.7.7.3. Détermination de la masse volumique du liquide.....	105
IX.7.8. Détermination de la hauteur de la Colonne.....	106
Bibliographie.....	107

# Sommaire

---

## Conclusion général

Conclusion.....	108
Annexe I : Les étapes de simulation par HYSYS.....	A
Annexe II : Les programmes fortran .....	I



## Résumé

Dans notre travail on a dimensionner et simuler l'unité de production de 1,2-dichloroéthane, en utilisant le logiciel « **ASPEN HYSYS V.3.2** ». C'est un simulateur modulaire séquentiel. Ce choix de simulation a permis de démontrer la faisabilité de ce logiciel dans le domaine du dimensionnement des différents processus en génie chimique.

Après une étude rapide des principales propriétés et applications du produit désiré, nous avons choisi un procédé de fabrication, et déterminé les principales caractéristiques de l'installation nécessaire, étudié les réactions mises en jeu. Afin de déterminer les conditions optimales menant à l'amélioration de la production de DCE par la chloration directe de l'éthylène.

**Mots clés :** dimensionnement, procédé, simulation, ASPEN HYSYS V.3.2.

### ملخص

في هذا العمل قمنا بمحاكاة و تحديد ابعاد الوحدة الانتاجية لثنائي كلور الايثان باستخدام برنامج

« **ASPEN HYSYS V.3.2** »

وهو جهاز تصميمي. هذا الاختيار ساعدنا على تبين فعالية هذا البرنامج في مجال قياس الابعاد لمختلف الطرق في الهندسة الكيميائية.

بعد دراسة سريعة للتطبيقات والخواص الاساسية للمنتوج الرغوب. اخترنا طريقة انتاج. وقمنا بتحديد اهم الخصائص للتركيبات الضرورية. مع دراسة التفاعلات التي تلعب دور اساسي. بعد الانتهاء من تحديد الشروط المثلى التي تؤدي الى تحسين انتاج ثنائي كلور الايثان بالكلورة المباشرة للايثان

### الكلمات المفتاحية

ASPEN HYSYS V.3.2, محاكات, طريقة, تحديد الابعاد