

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

**UNIVERSITE CONSTANTINE 3**



**FACULTE DE GENIE DES PROCEDES  
DEPARTEMENT : GENIE CHIMIQUE**

N° d'ordre : .... .... ....

Série : .... .... ....

**Mémoire de Master**

Filière : Génie des procédés Spécialité : Génie Chimique

**CAPTAGE ET VALORISATION DU DIOXYDE DE  
CARBONE CO<sub>2</sub> REJETE VERS L'ATMOSPHERE AU  
NIVEAU DU COMPLEXE GNL/K.**

Dirigé par:

**Dr : MOUDJARI YOUSSEF**

Présenté par :

**BOUCHERIT NESRINE MALAK**

**BOUDEN LIDIA MALAK**

**BOUDERSA OUALA**

Année Universitaire 2024/2025.

Session : (juin)

# Table des matières

Liste des tableaux.....	i
Liste des figures.....	ii
Liste des abréviations.....	iii
Introduction générale .....	1

## CHAPITRE I :

### **Partie I : Généralités sur le gaz naturel**

I.1.Historique.....	03
I.1.1. Le gaz naturel dans le monde.....	03
I.1.2. Le gaz naturel en Algérie.....	04
I.2. L'importance du gaz naturel.....	04
I.3. Les caractéristiques du gaz naturel.....	04
I.3.1. La composition du gaz naturel.....	04
I.3.2. Les propriétés physiques.....	05
I.3.3. Les propriétés chimiques.....	06
I.3.4. Le pouvoir calorifique.....	06
a) Le pouvoir calorifique inférieur (PCI) .....	06
b) Le pouvoir calorifique supérieur (PCS) .....	06
I.4. Les différents types du gaz naturel .....	06
I. 4.1. Gaz conventionnel non associé.....	07
I. 4.2. Gaz associé.....	07
I.4.3. Le gaz sec .....	07
I.4.4. Le gaz humide .....	07
I.4.5. Gaz Naturel Liquéfié (GNL).....	07
I.4.6. Gaz de Pétrole Liquéfié (GPL).....	07
I.5. Stockage et transport du gaz naturel.....	08
I.5.1. Le stockage du gaz naturel.....	08
I.5.2. Le transport du gaz naturel.....	10
I.5.2.1. Le transport par gazoduc .....	10
I.5.2.2. Le transport par méthaniers .....	11
I.6. Utilisation du gaz naturel.....	11

I.6.1. Le marché du gaz naturel.....	11
I.6.2. Le secteur industriel.....	11
I.6.3. La production d'électricité.....	12
I.7. Les risques du gaz naturel.....	12
I.7.1. Risques directs.....	12
I.7.2. Risques indirects.....	12
I.8. Gaz naturel liquéfié (GNL).....	13
I.8.1. Définition du gaz naturel liquéfié .....	13
I.8.2. Historique du gaz naturel liquéfié.....	13
I.8.3. Composition du gaz naturel liquéfié.....	13
I.8.4. Propriétés physiques.....	14
I.8.5. Chaîne du gaz naturel liquéfié.....	14

## **Partie II : description du complexe GNL/K**

I.9. Présentation du complexe GNL/K .....	15
I.9.2. Historique du complexe (GL1/K) .....	15
I.9.3. Situation géographique .....	15
I.9.4. Présentation du complexe GL1/k .....	16
I.9.5. Présentation des unités existantes .....	16
I.9.5.1. Centrale auxiliaire .....	17
I.9.5.2. Stockage et expédition .....	18
I.9.5.3. Unité GPL .....	18
I.9.5.4. Méga train .....	19

## **CHAPITRE II**

### **Partie I : Liquéfaction du gaz naturel**

Introduction.....	20
II.1. Traitement de gaz naturel .....	20
II.1.1. Déshydratation .....	20
II.1.1.1. Déshydratation par Absorption.....	21
II.1.1.1.1. Description du procédé.....	21
II.1.1.1.2. Types d'absorbants .....	22
II.1.1.2. Déshydratation par adsorption .....	22

II.1.2. Décarbonatation.....	23
II.1.2.1. Décarbonatation du gaz naturel par membrane .....	23
II.1.2.2. Décarbonatation du gaz naturel par adsorption.....	24
II.1.2.3. Décarbonatation du gaz naturel par Absorption.....	24
II.1.2.4. Absorption du dioxyde de carbone (CO <sub>2</sub> ) par la (MDEA).....	25
II.1.3. Démercurisation.....	25
II.1.4. Désulfuration.....	26
II.2. Liquéfaction du gaz naturel .....	26

## **Partie II : Localisation du problème**

Introduction.....	28
II.3 Le captage du CO <sub>2</sub> .....	28
II.3.1. Techniques de captage de CO <sub>2</sub> en post combustion .....	29
II.3.1.1. Captage par Absorption .....	29
II.3.1.2. Le captage par Adsorption .....	30
II.3.1.3. Le captage par cycle calcium .....	31
II.3.1.4. Le captage par voie cryogénique (ou Anti sublimation) .....	31
II.3.1.5.le captage par séparation membranaire .....	32
II.4. Le stockage du CO <sub>2</sub> .....	32
II.4.1. Les structures géologiques de stockage.....	32
II.4.2. Les capacités de stockage .....	32
II.4.3. Durée et fiabilité du stockage .....	32
II.5. La valorisation du CO <sub>2</sub> , une issue meilleure que le captage ?.....	33
II.5.1. La valorisation directe du CO <sub>2</sub> .....	33
II.5.2. La valorisation chimique du CO <sub>2</sub> .....	34
II.5.3. La valorisation biologique du CO <sub>2</sub> .....	34

## **CHAPITRE III**

### **Partie I : Procédé proposé**

III.1. Procédés de récupération de CO <sub>2</sub> proposé.....	35
III.1.1. Choix des équipements .....	35
III.1.1.1. Les Echangeurs .....	35
III.1.1.2. Ballons séparateurs à deux phases (Gaz-Liquide) .....	36

III.1.1.3. Le compresseur.....	38
--------------------------------	----

## **Partie II : Dimensionnement du procédé**

III.2. Dimensionnement du procédé proposé.....	39
III.2.1. Dimensionnement de l'échangeur 1.....	39
III.2.2. Ballon de séparation .....	48
III.2.2.1. Calcul de la hauteur dimensionnement des séparateurs liquide-gaz verticaux.....	48
III.2.3. Compresseurs centrifuges .....	54
III.2.3.1. Calculs des performances des compresseurs centrifuges .....	54
III.2.3.2. Calcul de l'exposant adiabatique théorique à l'admission .....	54
III.2.3.3. Calcul de débit volumétrique à l'admission .....	55
III.2.3.4. Calcul du refoulement .....	56
III.2.4. Dimensionnement de l'échangeur 2.....	59
III.2.4.1. Calcul thermique.....	60

## **Partie III : Simulation du procédé par HYSYS**

III.3. Simulation du procédé proposé par HYSYS.....	60
III.3.1. Présentation du logiciel HYSYS.....	60
III.3.2. Etapes de simulation.....	60
III.3.3. Simulation des procédés .....	64
III.3.3.1. Echangeur 1.....	64
III.3.3.2. Ballon de séparation .....	66
III.3.3.3. Compresseur .....	67
III.3.3.4. Echangeur 2.....	69
Conclusion générale .....	73

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

## الملخص :

يتمثل عملنا في المقام الأول في اقتراح عملية جديدة لاسترجاع غاز ثانوي أكسيد الكربون المنبعث في الغلاف الجوي على مستوى وحدة إزالة الكربونات ضمن مجمع تسييل الغاز الطبيعي في سككدة GNL/K.

ت تكون هذه المنشأة الجديدة المقترحة لاسترجاع  $\text{CO}_2$  من أربعة تجهيزات وهي: مبدلان حراريان، فاصل وضاغط.

في المقام الثاني، تم إجراء الحسابات يدوياً لتحديد أبعاد هذه العملية الجديدة، كما تم إجراء محاكاة باستخدام برنامج HYSYS وتوصلنا إلى أن النتائج جاءت مطابقة بشكل جيد.

إن تنفيذ هذه الدراسة وتركيب هذه العملية الجديدة يمكن مجمع GNL/K من استرجاع 6522.65 كغ/ساعة من غاز ثانوي أكسيد الكربون مما يساهم بشكل مهم في حماية البيئة من خلال تقليل انبعاثات الغازات الدفيئة من جهة، ومن جهة أخرى يوفر مصدراً مالياً جديداً وربحًا للمجمع من خلال تثمين كمية ثانوي أكسيد الكربون المسترجعة.

**الكلمات المفتاحية:** تسييل الغاز الطبيعي، الغازات المسبيبة للاحتباس الحراري ، ثاني أكسيد الكربون، احتجاز غاز ثانوي أكسيد الكربون، تثمين غاز ثانوي أكسيد الكربون.

## Résumé :

Notre travail consiste en premier lieu à proposer un nouveau procédé de récupération de  $\text{CO}_2$  rejeté vers l'atmosphère au niveau de la section de décarbonatation au sein du complexe de liquéfaction du gaz naturel GNL/K de Skikda.

Cette nouvelle installation de récupération de  $\text{CO}_2$  proposée se compose en quatre équipements essentiels à savoir : deux échangeurs, un ballon de séparation et un compresseur. Et en second lieu, des calculs ont été effectués manuellement pour le dimensionnement de ce nouveau procédé proposé et une simulation par HYSYS a été fait. On conclut que les résultats sont en bonne conformité.

La mise en œuvre de cette étude et l'installation de ce nouveau procédé permet au complexe GNL/K de récupérer **6522.65 kg/h** de  $\text{CO}_2$  qui contribue d'une façon importante à la protection de l'environnement par la réduction des gaz à effet de serre d'un côté. Dans l'autre côté, une nouvelle entrée financière et un nouveau gain pour le complexe GNL/K en valorisant cette quantité de gaz carbonique récupérée.

**Mots-clés :** liquéfaction du gaz naturel, gaz à effet de serre ;  $\text{CO}_2$ , captage de  $\text{CO}_2$ . Valorisation de  $\text{CO}_2$