

# Sommaire :

<b>Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b>I. Le gaz naturel</b>	
1. Généralités sur le gaz naturel .....	3
1.1. Introduction.....	3
1.2. Qu'est –ce que le gaz naturel ?.....	3
1.3. Comment le gaz naturel se forme –t-il?.....	4
1.4. Ou trouve –t-on le gaz naturel?.....	4
1.5. Comment produit-on le gaz naturel?.....	4
1.6. En quoi consiste le traitement du gaz naturel?.....	4
1.7. Qu'est-ce que les hydrate de gaz naturel ?.....	5
1.8. Comment le gaz naturel est-il transporté?.....	5
2. Contrôle de la qualité du gaz naturel.....	6
3. Gaz naturel dans le monde .....	7
3.1. Réserves de gaz.....	7
3.2. Durée de vie des réserves gazières.....	7
3.3. Production mondiale du gaz naturel .....	8
3.4. Demande mondiale en gaz naturel.....	10
4. Le gaz naturel en Algérie.....	13
4.1. Richesse Algérienne en gaz naturel.....	13
4.2. Les réserves gazières en Algérie .....	14
5. Caractéristiques du gaz naturel .....	15
6. Traitement du gaz naturel.....	17
6.1. Les procédés de traitement de gaz .....	19
6.2. Techniques de réinjections de gaz .....	21

7. Produits finis de traitement de gaz naturel.....	21
7.1. Gaz sec .....	21
7.2. Gaz pétrole liquéfié GPL.....	22
7.3. Le condensât .....	22
8. Utilisation du gaz naturel, l'importance de ses dérivés.....	23
8.1. Conversion chimique du gaz naturel .....	23
8.2. Production du gaz de synthèse .....	24
8.3. Production du méthanol .....	24
8.4. La production de l'essence à partir du méthanol .....	25

## **II. Théorie du transfert de chaleur**

1. Définition.....	26
2. Différents modes de transfert de chaleur .....	26
2.1. Transfert par Conduction (ou Conductibilité) .....	26
2.2. Transfert par Convection .....	26
2.3. Transfert par Rayonnement thermique (ou radiation) .....	27
3. Lois Fondamentales de transfert de chaleur .....	27
3.1. Loi générale .....	27
3.2. La loi de FOURIER .....	28
4. Classification des appareils de transfert de chaleur .....	30

## **III. Les fours dans l'industrie pétrolière**

1. types des fours dans l'industrie pétrolière .....	32
1.1. Les fours de réchauffage de liquide avec vaporisation partielle .....	32
1.2. Les fours de réchauffage de fluide avec réaction chimique .....	32
2. Description d'un four classique .....	33
3. principaux types des fours .....	35
3.1. Fours cylindriques à tubes verticaux .....	36
3.2. Fours cabines à bruleur sur la sole .....	38
3.3. Fours cabines à brûleur sur les parois .....	38
4. Critères de choix d'un four .....	40

5. Rendement des fours .....	40
5.1. Bilan thermique .....	40
5.2. Définition .....	41
5.3. Paramètres dont dépend le rendement d'un four .....	42
6. La combustion dans le four.....	43
6.1. Généralités .....	43
6.2. Définition de la chaleur de combustion .....	43
6.3. Réaction de combustion .....	43
6.4. Composition théorique des fumées .....	44
6.5. Teneur théorique en produits agressifs .....	45
6.6. Pouvoir calorifique supérieur et inférieur .....	45
6.7. Enthalpie des fumées .....	46
6.8. Excès d'air .....	46
6.9. Température théorique de combustion (de la fumée) .....	47
7. Transfert de chaleur dans les fours .....	47
7.1. Introduction.....	47
7.2. Calculs thermiques .....	48
7.2.1. Radiation .....	48
7.2.2. Convection .....	54
7.3. Perte de charge .....	54

#### **IV. Reformage des hydrocarbures**

1. Historique.....	58
2. Thermodynamique et cinétique de la réaction.....	58
2.1. Principales réactions observées.....	58
2.2. Problème du dépôt de carbone.....	60
2.3. Constantes d'équilibre .....	60
2.4. Cinétique de la réaction.....	61
3. Catalyseurs de reformage .....	62
3.1. Différents types de catalyseurs .....	62
3.2. Poisons des catalyseurs.....	63

4. Définition des équipements de reformage.....	64
4.1. Mise en œuvre industrielle et exploitation.....	64
4.2. Définition des conditions opératoires du four de reformage.....	65
4.3. Conduite industrielle de la réaction.....	66
4.4. Conditions de mise en service du catalyseur.....	66
4.5. Technologie.....	67
4.5.1. Tubes de reformage.....	67
4.5.2. Liaisons.....	68
4.5.3. Brûleurs.....	68
4.5.4. Zone de convection.....	69
4.6. Reformage secondaire.....	70
5. Conceptions des fours de reformage.....	71
5.1. Fours à brûleurs en voûte .....	71
5.2. Fours à brûleurs latéraux.....	71
5.3. Fours à brûleurs en sole.....	72
6. Préreformage et reformeur-échangeur.....	72
6.1. Préreformage.....	72
6.2. Reformeur-échangeur.....	73
7. Conversion de CO par la vapeur d'eau.....	75
7.1. Présentation générale.....	75
7.2. Mise en œuvre et exploitation industrielles.....	75
7.3. Critères de définition des conversions.....	76
7.4. Technologie des réacteurs.....	78
7.5. Mode opératoire des conversions.....	79

## **Partie calcul**

I. Données de calcul.....	81
I.1-Les équilibres de steam reforming.....	81
I.2.Réactions principales de steam reforming .....	81
I.3. Calcule de l'équilibre sortie four de steam reforming .....	88
I.4. Etude de la conversion.....	92

II.Cas pratique .....	106
II.1.Calcul de la composition du mélange sortant du four ( $T=810^{\circ}\text{C}$ ).....	108
II .2.Calcul de la composition du gaz sec (sans eau) .....	109
II. 3.Calcul de la composition réelle du gaz humide sortie du four.....	110
III. Calcul de l'approche à l'équilibre du catalyseur de team Reforming.....	112
III.1.Conditions opératoires de Reforming (actuelles) .....	115
III.2.Calcul des constantes d'équilibres.....	124
Conclusion.....	146
<b>Conclusion.....</b>	<b>147</b>

## **Références bibliographiques**

**Liste des tableaux**

**Liste des figures**

**Annexes**