

UNIVERSITE KASDI MARBAH OUARGLA

Faculté des Sciences et Technologie et Sciences de la matière

Département de Génie des Procédés



Mémoire

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences et Techniques

Filière : Génie des Procédés

Spécialité : Ingénierie de gaz naturel

Présenté Par : Berretima El Hadj Belkacem & Aribi Lakhdar

Thème

LA DESHYDRATATION DU GAZ Techniques et Problèmes

Soutenu publiquement

Le : 18/06/2013

Devant le jury :

M. Skirifa M^{ed} Lamine

Président

UKM Ouargla

M^{elle}. Mokhbi Yasmina

Examinatrice

UKM Ouargla

M. Sellami M^{ed} Hassen

Encadreur

UKM Ouargla

Année Universitaire : 2012 /2013

Remerciement

En premier lieu, nous tenons à remercier notre Dieu, notre créateur, pour le courage et la patience qu'il nous donné pour accomplir ce travail.

*Nous remercions notre encadreur **Mr Sellami M^{ed} Hassen** pour ses orientations et conseils. Nous tenon à notifier un remerciement spécial à tous mes professeurs qui ont contribué à notre formation de master.*

Nous tenons aussi à exprimer nos profonds remerciements au membres de jury qui ont accepté de juger ce modeste travail. Nous tenons aussi à remercier nos enseignants de département de génie des procédés pour la formation que nous avons reçue.

Nos derniers remerciements et qui ne sont pas les moindres, vont à tous ceux qui ont contribué de prés ou de loin pour l'aboutissement de ce travail.

El Hadj Belkacem & Lakhdar

Dédicace

*J'ai le grand honneur de dédier ce travail a celui qui fait de moi un homme, Ma très chère mère **Saliha** mon très cher père **Lahcene**.*

Et

*A Ma chère sœur **Meriem** et a mes frères : **Mohamed seghir, Nabil, Zohir, Abdelssamed, Bilal et Lokman**.*

*A toute ma famille **BERRETIMA**.*

*A notre Encadreur **Sellami Mohamed Hassen**.*

*A tous mes amis: **Houssem, Madjed, walid, Ahmed Essedik, Abdelali, yasser, Abdelbasset, Azzou, sadok, Hicham, lakhdar, Ahmed, Tahar, Amine et Laid**.*

A tous ceux qui sèment le bonheur sur mon chemin.

A toutes les enseignantes et tous les enseignants de génie de gaz naturel et Tous le groupe I.G.N.

*A tous les habitants de **M'rara et Djamaa**.*

A tous ceux que j'aime.

EL HADJ BELKACEM

Dédicace

*J'ai le grand honneur de dédier ce travail A celui qui fait de moi un homme, Ma très chère mère **Zohira** mon très cher père **Djamel eddine**.*

Et

*A Mes chère sœurs **Amina et Karima** et a mes frères : **Ilyes, Aymen, Abdelmonaim**.*

*A toute ma famille **Aribi**.*

*A notre Encadreur **Sellami Mohamed Hassan**.*

*A tous mes amis : **Walid, Chrif, Elhadj, Housseem, Madjed, Ramzy, Sédik, Abdelali, sadok, Hicham, Tahar, Amine, Abdelhak, bilal, Salmen, Mouataz, Nabil, Ahmed, Ibrahim, toufik, Sami, Yazid, Boubaker, Abdelaziz, Zobir, Othman Ayoub, Moussa, Messaoud, Basset, Rabah, youssef et Natra**.*

A tous ceux qui sèment le bonheur sur mon chemin.

A toutes les enseignantes et tous les enseignants de génie de gaz naturel et Tous le groupe I.G.N.

*A tous les habitants de **Zaoualiya, et Djamaa**.*

A tous ceux que j'aime.

Lakhdar

SOMMAIRE

Remerciement	
Dédicace	
Nomenclature	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction générale.....	01
Chapitre I : Généralité	
I. Présentation de la région	02
I-1 Situation géographique	02
I.2. Généralités sur le gaz naturel	03
I.2.1. Définition du gaz naturel	03
I.2.2. Les sources du gaz naturel	03
I.2.3. Origine des constituants du gaz naturel	03
I .2.4.Caractéristiques du gaz naturel	04
I.2.5 .Les différents types de gaz naturel	04
I .2.6.Technique du traitement du gaz naturel	05
Chapitre II : Description de l'UTG	
II. Process	07
II.1. Introduction	07
II.2. Section de stabilisation	08
II.3. Section de déshydratation	08
II.4. Section de réfrigération	10
II.5. Section de compression de gaz de vente	10
II.6. Section de gaz lift	10
II.7. Section de fractionnement	10
II.8. Utilités	11
Chapitre III : Déshydratation	
III. Le séchage de gaz	13
III.1. Les Hydrates	13
III.1.1. Définition	13
III.1.2. Structures des hydrates	13

III.1.3. Prévention des hydrates	13
III.1.3.1. Chauffage	14
III.1.3.2. Réduction de pression	14
III.1.3.3. Utilisation des inhibiteurs	14
III.2. Méthodes de Déshydratation	15
III.2.1. Séchage par refroidissement ou compression	15
III.2.2. Séchage par absorption	15
III.2.3. Déshydratation par membrane	15
III.2.4. Déshydratation par Adsorption (cas de Guellala)	15
III.3. Types d'adsorbant	16
III.4. Adsorption sur les tamis moléculaires (cas de Guellala)	17
III.4.1. Description sur les tamis moléculaires	17
III.4.2. Principe de l'adsorption	20
III.4.3. Régénération des tamis moléculaires	22

Chapitre IV : partie calcul

Introduction	24
IV.1.L'équipement	25
IV.1.1. L'adsorbent	25
IV.1.2. Système d'adsorption à tamis moléculaires	26
IV.1.3. Conception de la zone de transfert de masse	26
IV.1.4. Durée de cycle	27
IV.1.5. L'efficacité thermique du procédé de régénération	27
IV.2. La contamination des tamis moléculaire	27
IV.3. Le dimensionnement d'un déshydrateur (sécheur V 403 A/B/C) de gaz à base de tamis moléculaires (1/16")	29
IV.4. Calcul de la quantité de chaleur nécessaire pour la régénération	33
IV.5. Régénération sur tamis moléculaires (1/16")	35
IV.6. Interprétations et commentaires	39
Conclusion	40

Nomenclature

BKA : Benkahla.

BP : Basse pression.

C_p : Chaleur spécifique (kcal/kg. °C).

D : Diamètre du lit (ft).

G : Vitesse massique admissible (lb/hft²).

GLA : Guellala.

$H_{\text{éq}}$: La longueur de la zone saturée (ft).

HBK : Haoud Berkaoui.

HP : Haute pression.

H_t : Hauteur total de lit (ft).

H_z : La longueur de ZTM (ft).

M_w : Poids moléculaire (kg).

MP : Moyen pression.

P : Pression de gaz en (psi).

Q : Débit de gaz (ft/jour).

q : quantité d'eau adsorbée par unité de temps et unité de surface en (lb H₂O/ft².h).

R_s : Saturation relative de l'alimentation en %.

R° : Rankine.

T : Température de gaz en R° .

UTG : Usine de traitement de gaz.

V_g : Vitesse superficielle du gaz en (ft/h).

W : Quantité d'eau adsorbée par cycle (lbH₂O/cycle).

X : Capacité d'adsorption.

Y_w : Teneur en eau dans la charge en ppm.

Z : Facteur de compressibilité.

ZTM : la zone de transfert de masse (ft).

ρ_g : masse volumique du gaz (lb/ft³).

ρ_b : masse volumique du dessicant (lb/ft³).

Liste des tableaux

Tableaux	Page
Tableau (II.1) : Spécification des produits d'unité de traitement de gaz GLA.	07
Tableau (III.1) : Différents types des tamis moléculaires.	18
Tableau (III.2) : les dimensions critiques de certaines molécules.	19
Tableau (III.3): représente la polarité des tamis moléculaires.	20
Tableau (III.4) : cycle de d'adsorption et régénération.	22
Tableau (IV.1) : représente la composition de gaz entrée sécheur.	29
Tableau (IV.2) : caractéristique des adsorbants.	30
Tableau (IV.3) : Résultats de calcul de dimensionnement de sécheur (v403 A/B/C).	33

Liste des figures

Les figures	Page
Figure (I.1): Schéma descriptif de la région de Haoud – Berkaoui.	02
Figure (II.2) : Schéma de boosting de Guellala.	08
Figure (II.3) : Schéma de la section de déshydratation.	09
Figure (III.2): Adsorption idéale en colonne (ZTM).	21

Introduction
Générale

Introduction générale

Quelques années auparavant le gaz associé sortant des gisements de pétrole était brûlé au niveau des torches de la section de séparation, sachant que les infrastructures nécessaires permettant sa récupération et son recyclage n'étaient pas rentables du point de vue économique.

Le progrès technologique et le souci de valoriser ce gaz nous permettent aujourd'hui d'investir dans ce domaine afin de récupérer ce gaz et de le traiter pour produire le GPL et le gaz de gaz lift qui contribue à l'augmentation de la production pétrolière, vu qu'en comprimant celui-ci et en le réinjectant dans les puits de pétrole, on augmente de ce fait la pression de la colonne d'où l'augmentation du débit de production du puits c'est ce qu'on appelle la production assistée d'un puits de pétrole.

Dans ce domaine l'entreprise nationale SONATRACH vient d'installer une nouvelle usine de gaz au centre de production de GUELLALA (région de Haoud Berkaoui) pour la récupération et le traitement du gaz des trois principaux champs de cette région : HBK, BKA, GLA, dont l'expédition de ces trois champs vers cette usine est assurée par trois stations de compression.

Le gaz naturel joue un rôle énergétique croissant, l'importance de ses réserves et les avantages qu'il présente sur le plan d'environnement favorisent son utilisation, notamment dans des secteurs à forte valeur ajoutée : industrie de précision, production d'électricité.

Dés le début de siècle, l'exploitation du gaz naturel, s'est heurtée à des difficultés liées au bouchage des canalisations par dépôts de cristaux, d'abord considérés comme étant de la glace. Ces cristaux sont, en fait, constitués par des hydrates de gaz naturel apparaissent bien au dessus de la température de la formation de la glace.

Le problème posé par la formation d'hydrates dans les conduites a pris une importance croissante ces dernières années. La recherche d'une optimisation technico-économique nécessite une amélioration des connaissances dans le domaine. La mise au point de nouvelles techniques, pour éviter la formation ou tout au moins la prise en masse des hydrates, représente un enjeu économique majeur.

Chapitre I

Généralités

I. Présentation de la région

I.1 Situation géographique

La région de HAUD BERKAOUI représente l'une des dix (10) principales zones productrices d'hydrocarbures du Sahara Algérien ; sur la route RN° 49 dites des pétroliers reliant Ghardaïa à Hassi Messaoud, et à 35 Km au sud-ouest d'Ouargla, un carrefour indique la présence d'un champ pétrolier, il s'agit de la région de HAUD BERKAOUI.

Cette région est située à 100 Km d'Hassi Messaoud, à 770 Km au sud de la capitale (Alger), elle est très importante en raison de sa part de production des hydrocarbures du pays.

Elle s'étend du sud-est de Ghardaïa jusqu'au champ extrême Boukhzana, près de la route de Touggourt.

A ce jour là, 100 puits sont en exploitation, répartis sur l'ensemble des champs, dont 73 puits en gas lift, et 27 éruptifs.

La production cumulée depuis l'origine est de 86 millions de m³, pour des réservoirs globaux en place de 472 millions de m³. Toutes les quantités d'huiles et de gaz récupérés sont acheminées vers les différents centres de production de la région [1].

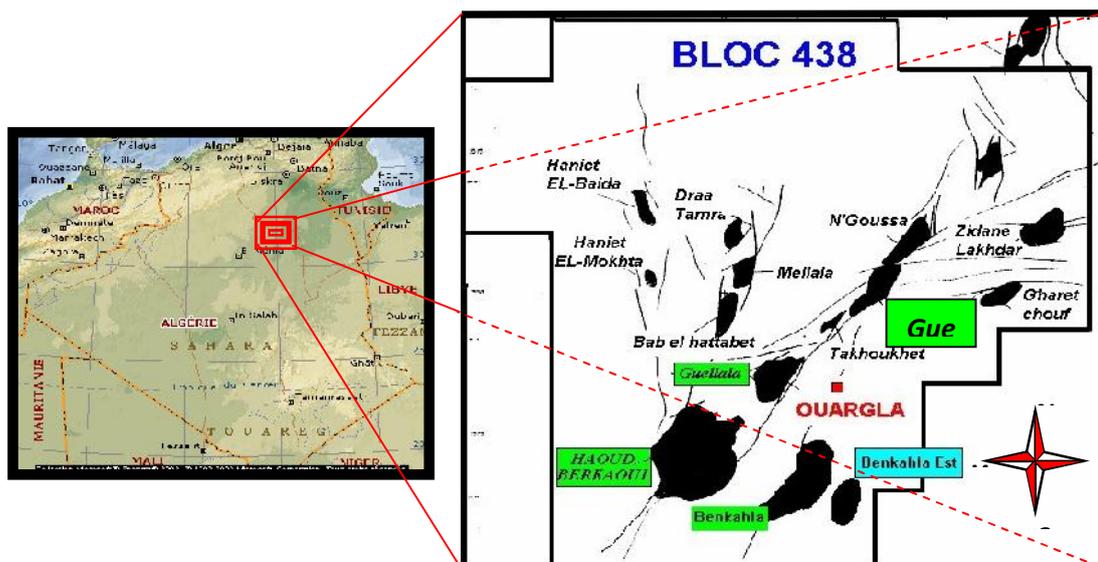


Figure (I.1): Schéma descriptif de la région de Haoud – Berkaoui [1].

I.2. Généralités sur le gaz naturel

I.2.1. Définition du gaz naturel

Le gaz naturel est une énergie primaire non renouvelable bien répartie dans le monde propre et de plus en plus utilisé. Dispose de nombreuses qualités : abondance relative, souplesse d'utilisation, qualités écologiques, prix compétitifs. La mise en œuvre de cette énergie repose sur la maîtrise technique de l'ensemble de la chaîne gazière, qui va de production, de traitement et de transport. Le gaz naturel, matière première de plus en plus recherchée tant pour des raisons d'environnement que d'efficacité, est désormais considéré comme une énergie de premier choix pour les 21^{ème} siècle, en raison de sa disponibilité et de sa qualité d'énergie propre qui joue un rôle de plus en plus grand dans la génération électrique.

Le gaz naturel est une énergie fossile comme l'huile ou le charbon présent naturellement dans des roches poreuses sous forme gazeuse. C'est un mélange dont le constituant principal, de 70 % à 95% est de méthane (CH₄). Il est donc composé majoritairement d'hydrogène et de carbone, d'où son nom d'hydrocarbure [2].

I.2.2. Les sources du gaz naturel

Le gaz naturel remplit les pores et les fractures des roches sédimentaires par les profondeurs de la terre et des fonds marins. La partie d'une formation sédimentaire qui renferme le gaz naturel est souvent désignée sous les noms de "réservoir", "champ" ou "gisement".

Le gaz naturel existe partout dans le monde, seul ou associé à du pétrole brut. Il peut être piégé dans différents types de roches sédimentaires, notamment des grès, des carbonates, des filons couches de charbon et des lits de schistes argileux ou "shales" [3].

I.2.3. Origine des constituants du gaz naturel

➤ Constituants hydrocarbures

Il existe trois modes possibles pour la formation des hydrocarbures gazeux naturels :

- **Gaz bactérien**

Ce mode est dû à l'action de bactéries sur les débris organiques qui accumulent le sédiment, le gaz formé est appelé gaz bactérien ou organique.

- **Gaz inorganique**

Ce mode reste très secondaire. Les gaz volcaniques ou les sources hydrothermales contiennent parfois du méthane et les inclusions fluides des roches métamorphiques ou magmatiques renferment souvent des hydrocarbures légers, principalement du méthane.

- **Gaz thermique**

Au cours de l'évolution des sédimentaires, les sédiments sont portés à des températures et pressions croissantes, vont subir une dégradation thermique qui va donner à cote des hydrocarbures une large gamme de composés non hydrocarbonés [3].

I.2.4. Caractéristiques du gaz naturel

- **La densité du gaz naturel**

En faisant l'hypothèse que dans les conditions de références considérées, une mole du gaz étudié occupe le même volume qu'une mole d'air, alors, elle est définie comme étant le rapport de sa masse molaire à celle de l'air dans les conditions normales de température et de pression.

- **Le pouvoir calorifique (PC)**

C'est la quantité de chaleur dégagée par la combustion complète d'une quantité unitaire du gaz, la combustion étant effectuées à la pression atmosphérique et à une température [3].

Le pouvoir calorifique s'exprime en joules par mètre cube (J/m^3), il se divise en deux:

- Pouvoir calorifique supérieur (PCS) ;
- Pouvoir calorifique inférieur (PCI).

I.2.5. Les différents types de gaz naturel

L'apparition d'une phase liquide dépend des conditions de température et de pression dans le réservoir et en surface, ce qui conduit à distinguer les types suivants :

- **Gaz sec** : ne forme pas de gaz liquide dans les conditions de production.
- **Gaz humide** : forme une phase liquide au cours de production dans les conditions de surface, sans qu'il y ait condensation rétrograde dans le gisement.
- **Gaz a condensât** : forme une phase liquide dans le réservoir lors de productions par condensation rétrograde.
- **Gaz associé** : Coexistant dans le réservoir avec une phase « huile ». Le gaz associé comprend le gaz de couverture et le gaz dissous [3].

I.2.6. Technique du traitement du gaz naturel

Le traitement du gaz naturel consiste à séparer au moins partiellement certains des constituants présents à la sortie du puits, tel que l'eau, les gaz acides, et les hydrocarbures lourds, pour amener le gaz à des spécifications de transport ou à des spécifications commerciales.

Les procédés de traitement du gaz sont multiples de par le monde, et le choix de l'une d'elles se base sur les critères suivants :

- qualité de l'effluent brut.
- taux de récupération des hydrocarbures liquides visés.
- spécification des produits finis.
- coût global des investissements.

Certains composants du gaz naturel doivent être extraits soit pour des raisons imposées par les étapes ultérieures de traitement ou de transport, soit pour se conformer à des spécifications commerciales ou réglementaires. Il peut être ainsi nécessaire d'éliminer au moins partiellement :

- L'hydrogène sulfuré H_2S toxique et corrosif.
- Le dioxyde de carbone CO_2 corrosif.
- Le mercure corrode les équipements fabriqués en aluminium.
- L'eau conduisant à la formation des hydrates.
- Les hydrocarbures lourds condensant dans les réseaux de transport.

Les spécifications à respecter pour le gaz traité sont liées soit aux conditions de transport, soit aux conditions d'utilisation (gaz commercial).

Dans le cas de transport par gazoduc, les spécifications de transport visent à éviter la formation d'une phase liquide, le bouchage de conduite par des hydrates et une corrosion trop importante. On impose dans ce cas une valeur maximale au point de rosée des hydrocarbures qui dépend des conditions de transport et peut être par exemple fixée à $0^\circ C$, pour éviter tout risque de formation de la phase liquide par condensation en ligne.

Dans le cas d'un gaz commercial les spécifications sont plus sévères et comprennent également une fourchette dans laquelle doit se situer le pouvoir calorifique. Des spécifications typiques pour un gaz commercial.

Le gaz associé du pétrole est un mélange (gaz + hydrocarbures liquides) contenant une forte proportion d'eau de gisement.

Les étapes de traitement d'un gaz sont les suivantes :

A) Elimination de l'eau

L'eau libre contenue dans la charge est éliminée par décantation au niveau des ballons de séparation et ce après un refroidissement.

L'eau de saturation des hydrocarbures est éliminée par adsorption sur des tamis moléculaires.

B) Extraction des hydrocarbures liquides

Elle se fait par abaissement progressif de la température du gaz associé suivant des procédés de refroidissement tels que :

❖ Procède de RITCHARD

Il est basé sur le refroidissement du gaz par échanges thermiques et par détente avec utilisation d'une boucle de propane comme système réfrigérant et une détente par une vanne dite vanne **Joule Thomson**, en fin de cycle la température voisine de **- 23°C**.

❖ Procède de HUDSON

Il est basé sur le refroidissement du gaz par échanges thermiques et par une série de détente à travers une vanne **Joule Thomson** et une machine dynamique appelée « **Turbo Expander** » qui permet d'atteindre un niveau de **-40°C** [4].

Chapitre II
Description
de l'UTG

II. Process

II.1. Introduction

L'usine de traitement de gaz UTG de Guellala est conçue pour la récupération des gaz associés issus de la séparation du pétrole brut HP, MP et BP des champs de HBK, GLA et BKA au lieu d'être torchés, elle a pour but de produire des produits conformes aux spécifications suivantes :

Tableau (II.1) : Spécification des produits d'unité de traitement de gaz GLA [4].

	Gaz commercial	GPL	Gaz Lift	Condensât
Capacité	1236 103 Nm ³ /j	500 T/J	424 000 Sm ³ /j	90 T/J
Teneur en H ₂ O	50 ppm max à 10°C et 80,5 bars	50 ppm max	50 ppm vol. max	/
Point de bulle	/	/	/	45°C à 2,5 bars
Teneur en C ₅ ⁺	0,5 % mol. Max.	0,5 % max	0,5 % mol. max.	/
Pression	74 bars	50 bars	140 bars	10 bars
Température	60°C	60°C	60°C	/
Point de rosé	/	/	10°C à 80,5 bars	/
Teneur en C ₂ ⁻	/	3 % max	/	/

La capacité de traitement de l'UTG est de $2\,369\,10^3$ std m³/j de gaz brut provenant des trois champs réparti comme suit :

1) Boosting de Haoud Berkaoui

Deux trains de compression K-101A/B de capacité : $1,042 \times 10^3$ std m³/j.

2) Boosting de Benkahla

Un train de compression HP K-201 de capacité : 562×10^3 std m³/j.

3) Boosting de Guellala

Un train de compression K-301 de capacité : 765×10^3 std m³/j.

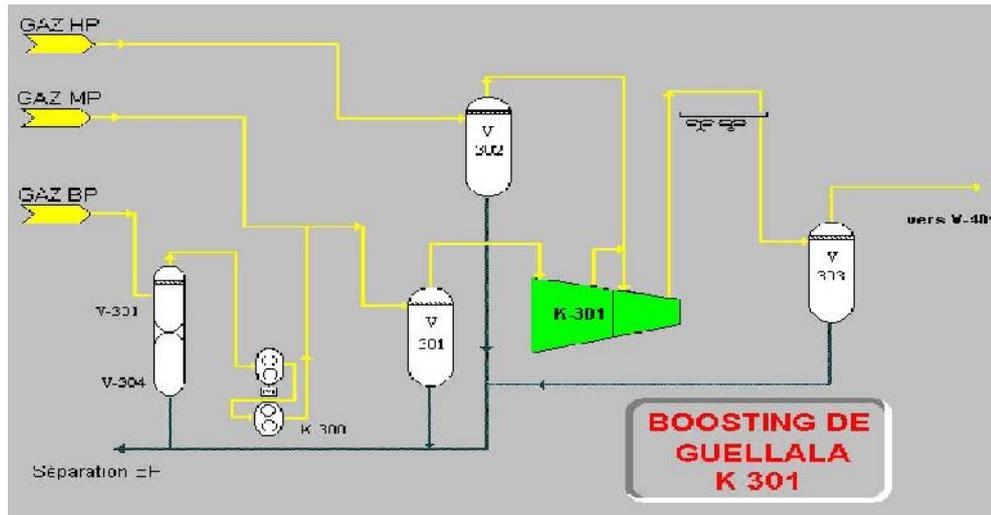


Figure (II.2) : Schéma de boosting de Guellala [4].

II.2. Section de stabilisation

L'alimentation de l'usine de traitement de gaz UTG est assurée par les gaz bruts provenant des trois stations de boosting de HBK, BKA et GLA, mélangée au niveau du collecteur d'entrée puis introduits dans le ballon piège à liquide V-401 pour éliminer l'eau et récupérer le maximum de condensât du fond du ballon par les pompes P-401A/B.

Le gaz sortant du ballon V-401 est refroidi à 25°C dans le refroidisseur à propane E-401 puis envoyé vers le ballon séparateur V-402 situé en amont des sécheurs, l'eau est évacuée vers bourbier et les condensats sont récupérés du fond du ballon par les pompes P-402A/B, les deux refoulements des pompes de condensats alimentent la colonne de stabilisation C-401 où le fond est réchauffé à 138°C par un rebouilleur E-402 à huile chaude (gas-oil) et les vapeurs de tête sont recyclées en amont du refroidisseur à propane E-401. Les condensats ainsi stabilisés sont acheminés vers la colonne de débutaniseur C-702.

II.3. Section de déshydratation

Le gaz débarrassé des hydrocarbures liquides en provenance du ballon séparateur V-402 est envoyé vers les sécheurs de gaz V-403A/B/C avant de passer dans la section de réfrigération E-601.

Le système de séchage consiste à éliminer l'humidité à un seuil de 04 ppm, il est constitué de trois lits fixes à tamis moléculaires dont deux en service et le troisième en régénération. Le gaz de régénération est porté à une température de 290°C dans le réchauffeur de gaz H-401 dans la phase de chauffage.

Le gaz de régénération, après avoir été refroidi par l'aéroréfrigérant de gaz de régénération E-403 est envoyé au ballon séparateur de gaz de régénération V-404 pour y extraire l'eau, puis recyclé en amont du refroidisseur de gaz d'alimentation E-401 par le compresseur K-401.

Le gaz une fois séché passe à travers un filtre à poussière Z-401 pour éliminer les impuretés fines susceptibles de créer des problèmes de bouchage des équipements en aval.

Conditions opératoires

Débit	: 4020 Nm ³ /h ;
Température de service	: 290 °C ;
Pression de service	: 22 bars ;
Temps du cycle de régénération	: 6 heures.

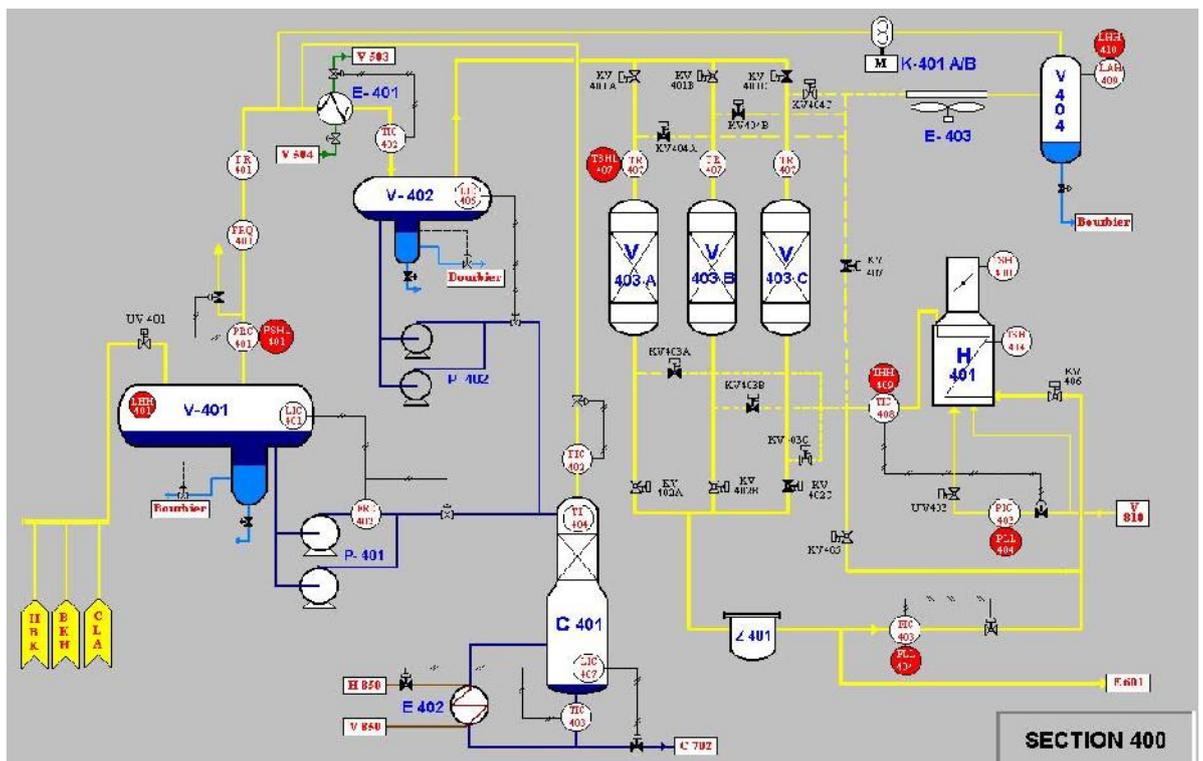


Figure (II.3) : Schéma de la section de déshydratation [4].

II.4. Section de réfrigération

Le gaz séché est refroidi dans un échangeur à plaques compact E-601/E-602/E-603 à -18°C , puis envoyé au séparateur froid V-600. Le gaz sortant du haut du séparateur V-600 est mélangé avec le gaz du ballon de reflux V-701, ensuite réchauffé dans l'échangeur à plaque à contre courant à 23°C puis dirigé vers les ballons d'aspiration V-607A/B* des compresseurs de gaz de vente K-603 A/B.

Les hydrocarbures liquides du séparateur V-600 sont pompés par la pompe d'alimentation du dééthaniseur P-601A/B, réchauffés dans l'échangeur à plaque à 23°C et sont utilisés comme alimentation de la colonne de dééthanisation C-701.

Dans l'échangeur à plaque la réfrigération est réalisée par la boucle de propane :

* Ballons de protection des compresseurs nouvellement installés dans le cadre de l'exploitation de l'UTG sans boucle de propane.

II.5. Section de compression de gaz de vente

Le gaz provenant du séparateur froid V-600 et du ballon de reflux du dééthaniseur V-701 est évacué vers les ballons d'aspiration des compresseurs de gaz de vente K-603 A/B, chaque compresseur ayant une capacité de 50% du débit nominal portent le gaz à 73 bars. A la sortie des compresseurs le gaz est refroidi par les aéroréfrigérants E-605A/B de 130°C à 60°C , une partie est envoyé vers les lignes 48'' GR1/GR2 reliant ALRAR Hassi R'mel, l'autre partie est envoyée vers la section gaz lift.

II.6. Section de gaz lift

Une partie du gaz de vente $424 \cdot 10^3 \text{ Nm}^3/\text{j}$ passe dans les ballons d'aspiration V-608* et V-606 montés en série pour être comprimé par le compresseur alternatif de gaz lift K-604 A/B à une pression de 142 bars. Le gaz ainsi comprimé est refroidi par l'aéroréfrigérant E-606 de 118°C à 60°C puis il est envoyé vers les puits de pétrole équipés du système de gaz lift des trois champs de HBK, BKA et GLA.

II.7. Section de fractionnement

1) Dééthaniseur C-701

Les hydrocarbures liquides provenant de la section de réfrigération alimentent le dééthaniseur C-701 au moyen de la pompe P-601 A/B au niveau du 14^{ème} plateau.

En tête de colonne le gaz est partiellement condensé dans le condenseur de tête E-701 par du propane réfrigérant et séparé dans le ballon de reflux du dééthaniseur V-701.

Le liquide du ballon de reflux totalement pompé par la pompe P-701 A/B vers le plateau de tête comme reflux froid, le gaz sortant du haut du V-701 est préchauffé dans la section de réfrigération et envoyé aux compresseurs de gaz de vente K-603 A/B en passant par les ballons d'aspiration V-607A/B. Les condensats du fond de C-701 sont stabilisés par le rebouilleur condensât/huile chaude E-702 et envoyés comme 2^{ème} charge au débuthaniseur C-702 sous contrôle de niveau.

2) Débuthaniseur C-702

L'alimentation est assurée par les hydrocarbures liquides provenant des fonds des colonnes de stabilisation C-401 et dééthaniseur C-701. Le gaz de tête est totalement condensé dans l'aérocondenseur E-703 A/B/C/D et recueilli dans le ballon de reflux V-702, la pompe P-702 A/B assure un débit de reflux pour maintenir la température de tête de colonne et véhicule le GPL produit vers les sphères de stockage T-701A/B après refroidissement à 45°C dans l'échangeur à propane E-706. Les condensats du fond de C-702 sont stabilisés par le rebouilleur E-704 à huile chaude et envoyés vers le séparateur MP existant dans le centre de production de Guellala après refroidissement dans l'aéroréfrigérant E-705.

II.8.Utilités

1) Système de réfrigération à propane

Le système de réfrigération à propane est prévu pour fournir le froid au refroidisseur de gaz d'alimentation, échangeur à plaques, condenseur de tête du dééthaniseur et au refroidisseur de GPL. La boucle de propane est composée d'un compresseur centrifuge à 3 étages K-501, de 3 ballons d'aspiration V-501, V-502 et V-503 et d'une batterie de six aéroréfrigérant E-501.

2) Système d'huile chaude

Un système d'huile chaude (gas-oil) est prévu pour fournir de la chaleur aux rebouilleurs des colonnes de stabilisation C-401, dééthanisation C-701 et débutanisation C-702. La boucle d'huile chaude comprend une pompe P-851A/B qui aspire le gas-oil du ballon tampon V-850 et le refoule vers un four cylindrique H-850 qui réchauffe le gas-oil à 240°C pour fournir la chaleur nécessaire aux trois rebouilleurs. Le gas-oil est recyclé vers le ballon tampon V-850 à 140°C.

3) Système de gaz combustible

Un réseau d'alimentation en gaz combustible est prévu pour assurer l'alimentation en fuel gaz des turbines à gaz KT-501, KT-603A/B, des réchauffeurs (fours) H-401 et H-850, des pompes d'huile d'étanchéité de secours des turbines à gaz du pilote de torche.

Chapitre III
Déshydratation

III. Le séchage de gaz

La présence d'eau entraîne différents problèmes pour les exploitants, suivants les conditions de température et de pression qui règnent dans une installation. La vapeur d'eau peut se condensée et provoquer la formation d'hydrates, se solidifier ou favoriser la corrosion, si le gaz contient des composants acides. Pour éviter ces phénomènes, il est nécessaire de réduire la teneur en eau du gaz au moyen de la technique de traitement approprié [5].

III.1. Les Hydrates

III.1.1. Définition

Un hydrate est une combinaison physique de l'eau et d'autres petites molécules de gaz, produisant un solide qui à une apparence semblable à la glace, mais de structure différente de celle-ci.

III.1.2. Structures des hydrates

En présence d'un gaz léger, les molécules d'eau peuvent former une structure cristalline régulière comprenant des cavités ou cages, dans laquelle sont piégées les molécules de gaz.

Il y a deux structures cristalline pour les hydrates sont:

- Les petites molécules des gaz (C_2H_6 , C_3H_8 , et H_2S) forment avec l'eau, un corps centré de structure cubique s'appelle (structure -I).
- Les grandes molécules (C_3H_8 et $\text{i-C}_4\text{H}_{10}$) forment la (structure-II) avec 17 molécules d'eau par une molécule du gaz (voir l'annexe) [3].

III.1.3. Prévention des hydrates

La formation d'hydrates peut être évitée en se placent en de hors des conditions thermodynamiques de formation. Ceci peut être réalisé en augmentant la température à une pression donnée, ou en abaissant la pression à une température donnée.

Si c'est impossible, il est nécessaire pour éviter la formation des hydrates, soit de réduire la teneur en eau du gaz par une opération de séchage, soit d'utilisé des inhibiteurs [3].

III.1.3.1. Chauffage

Pour maintenir le gaz au-dessus de la température de formation d'hydrates, une première solution particulièrement appropriée dans le cas d'une ligne de collecte de faible longueur, consiste à isoler la conduite. Si le transport est effectué sur une distance relativement importante, cette méthode en général, ne suffit pas, ou devient d'un coût prohibitif.

III.1.3.2. Réduction de pression

L'abaissement de pression effectué à température fixée représente un des moyens pour sortir de domaine de formation des hydrates. Toute fois une détente de gaz s'accompagne généralement d'une baisse de température qui va à l'encontre de l'effet recherché.

La dépressurisation n'est en général effectuée que sur un tronçon de conduite qu'il faut pouvoir isoler. Elle doit être menée simultanément de part et d'autre du bouchon, de manière à éviter les risques de projection de ce bouchon.

III.1.3.3. Utilisation des inhibiteurs

Les inhibiteurs agissent comme des antigels, se sont des solvants miscibles en phase gazeuse, qui en modifiant la fugacité de l'eau, permettant d'abaisser la température de formation des hydrates.

- ✓ **Sels** : les plus efficaces comme inhibiteurs correspondant aux cations suivants :
 Al^{3+} , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Na et K^{+} .
- ✓ **Alcools** : Les alcools, notamment les glycols et le méthanol, sont très largement utilisés comme inhibiteurs.

III.1.3.4. Autres inhibiteurs

- ✓ L'ammoniac : est un inhibiteur très efficace, mais il est corrosif, toxique et forme avec le dioxyde de carbone en présence de l'eau des carbonates qui risquent de constituer un dépôt solide ;
- ✓ Le MEA (mono-éthanol amine) : a été préconisé comme inhibiteur, à une concentration massique donnée ;
- ✓ De nouveaux types d'additifs qui sont utilisés en faible concentration, évitent la prise en masse des hydrates.

III.2. Méthodes de Déshydratation

La déshydratation des gaz est réalisée par différents types de procédés :

III.2.1. Séchage par refroidissement ou compression

La teneur en eau saturée du gaz baisse avec la montée de la pression ou la baisse de la température. Les gaz chauds saturés en eau peuvent être facilement séchés par refroidissement direct ou par compression suivi d'un refroidissement.

III.2.2. Séchage par absorption

Le séchage des gaz est assuré dans ce cas par lavage à contre courant avec un solvant présentant une forte affinité pour l'eau, ce solvant est un glycol. Le gaz déshydraté sort en tête de colonne, le glycol sort en fond, et régénéré par distillation et recyclé.

III.2.3. Déshydratation par membrane

Il n'existe pas à l'heure actuelle de procédé industriel de déshydratation par membrane.

La déshydratation par membrane permet de séparer des mélanges gazeux par transfert sélectif, sous l'effet de différences de pression, à travers une couche mince et continue d'un polymère sélectif. Le perméateur est donc alimenté par le mélange gazeux à séparer sous haute pression (plusieurs dizaines de bars). Le retentât est récupéré à une pression égale (aux pertes de charge près) à celle de l'alimentation, le perméat est lui récupéré à une pression très inférieure à celle de l'alimentation, ce transfert basé sur la théorie de la diffusion.

III.2.4. Déshydratation par Adsorption (cas de Guellala)

L'adsorption est un phénomène de surface qui correspond à la fixation des molécules d'un fluide à la surface d'un solide. Lorsque les molécules gazeuses sont en contact avec une surface solide, la vapeur d'eau dissoute dans le gaz est d'abord condensée dans les pores puis maintenues à la surface des pores par des forces qui dépendent des réactions ou des interactions physiques [6, 7].

D'une façon générale on admet deux types d'adsorption :

1. L'adsorption physique : utilisée pour le traitement de gaz, caractériser par :
 - ✓ Mise en jeux des forces résiduelles de Van Der Waals ;
 - ✓ Elle est exothermique (dégagement de chaleur).
2. L'adsorption chimique : utiliser dans le domaine catalytique, caractériser par :
 - ✓ Mise en jeux des forces d'attraction dues aux liaisons chimiques ioniques ;
 - ✓ Elle est sélective mais la désorption nécessite une température élevée [7].

III.3. Types d'adsorbant

La majorité d'adsorbants industriels sont capables d'adsorber les gaz ou les fluides organiques ou inorganiques mais leurs caractéristiques d'adsorption rendent chacune plus ou moins spécifique à une application particulière. Dans l'industrie de traitement de gaz, il existe différents types d'adsorbants à savoir :

❖ **Les selica gel(SiO_2NH_2)**

C'est un produit dur, granulaire, très poreuses et disponible sous forme de poudre ou des grains, utilisé généralement pour la déshydratation de l'air.

❖ **Les charbons actifs**

Ils sont préparés à partir des matières organiques. Sont caractérisés par une porosité importante pour adsorber les hydrocarbures paraffiniques et les produits organiques. Utilisés généralement pour l'adsorption des matières organiques contenues dans les eaux usées.

❖ **Les alumines actives(Al_2O_3)**

Commercialisées sous forme de poudre granulée. Utilisées comme déshydratants pour les gaz et les liquides. Capacité d'adsorption est pratiquement faible.

❖ **Les tamis moléculaires**

Ce sont des cristaux de zéolithe synthétique de métal alumino-silicate et leur régénération exige une température très élevée. Une large utilisation dans le domaine de déshydratation du gaz naturel [8].

III.4. Adsorption sur les tamis moléculaires (cas de Guellala)

III.4.1. Description sur les tamis moléculaires

Les tamis moléculaires contrairement aux autres adsorbants leurs pores sont d'une précision uniforme en dimension, suivant la dimension de ces pores les molécules peuvent être facilement adsorbées, lentement adsorbées ou complètement rejetées.

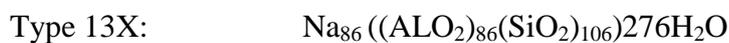
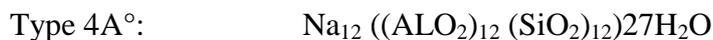
Cette sélectivité de tamisage qui repose sur la taille des molécules à laquelle il a été ajouté une préférence sélective pour les molécules polaires ou polarisables, augmentée d'une haute capacité dans des larges conditions opératoires, donne aux tamis moléculaires un très haut degré de sélectivité d'adsorption.

Les tamis moléculaires sont des zéolites cristallines ayant une formule chimique de base :



Où M : cation de valence n.

Plusieurs espèces de zéolites sont connues, qui diffèrent dans leurs composition chimique, leur structure cristalline et leur propriétés d'adsorption.



Dans les deux cas l'ion de sodium peut être échangé afin de former d'autres produits utilisables [9].

Les avantages des tamis moléculaires :

- 1) Une dégradation lente avec le temps ;
- 2) La diminution de la capacité d'adsorption avec l'augmentation de la température est moins prononcée ;
- 3) Une capacité d'adsorption élevée à des concentrations faibles de l'adsorbat ;
- 4) Les tamis sont plus recommandés pour la déshydrations des liquides. par ailleurs, les tamis moléculaires présentent les avantages de pouvoir être régénéré et réutilisé d'où leur utilisation dans les installations fonctionnant en continue.

En remplaçant partiellement les cations de sodium du tamis moléculaires du type 4A° par les cations de potassium, on obtient les tamis de type 3A°.

Si le cation de substitution est le calcium et non le potassium on obtient les tamis de type 5A°.

Les tamis moléculaires de type 10X sont obtenus dans la synthèse de la zéolite de type 13X.

Tableau (III.1) : Différents types des tamis moléculaires [11].

Type	Diamètre des pores (Å)	Molécules adsorbées	Applications
3A	3	molécules avec diamètre effectif < 3Å° H ₂ O, NH ₃	utilisé pour sécher les liquides polaires tels que le méthanol.
4A	4	molécules avec diamètre effectif < 4Å° CO ₂ , SO ₂ , C ₂ H ₆	utilisé pour le séchage des vapeurs des hydrocarbures insaturés.
5A	5	molécules avec diamètre effectif < 5Å°	sert à séparer les paraffines normales des cycles hydrocarbonés par un processus d'adsorption sélective.
10X	8	isoparaffines, oléfines, C ₄ H ₁₀ molécules des diamètres effectifs < 8Å°	sert à la séparation des hydrocarbures pour le séchage des gaz et la purification de l'air

Pour avoir si une molécule peut ou non passer à travers un pore et pénétrer à l'intérieur de réseau cristallin, il faut connaître sa forme géométrique, car pour une molécule sphérique. L'Argon par exemple, le diamètre critique est égal au diamètre effectif du tamis, alors que pour une molécule linéaire, le cas des paraffines de diamètre critique est déterminé à partir de la section de la molécule.

Le tableau suivant présente les dimensions critiques de certaines molécules :

Tableau (III.2) : les dimensions critiques de certaines molécules [11].

Molécules	Diamètre (Å°)
Hydrogène, acétylène	2,4
Eau, Oxygène, CO, CO ₂	2,8
Azote	3,0
Ammoniac, Hydrogène sulfuré	3,6
Méthane	4,0
Ethylène, Oxyde d'éthylène	4,2
Ethane, Méthanol, Ethanol	4,4
Méthyle, Mercaptan	4,5
Propane, n Butane	4,9
Propylène,	5,0
toluène,	6,7
benzène,	6,8

Tableau (III.3): la polarité décroissante des tamis moléculaires [11].

Polarité décroissante	L'eau
	L'ammoniac
	Le dioxyde de soufre
	L'acide de soufre
	Les alcynes
	Les alcènes
	Le dioxyde de carbone
	Les alcanes
	Le méthane

III.4.2. Principe de l'adsorption

L'adsorption sur les tamis moléculaires constitue un procédé de séparation physique très efficace qui peut souvent remplacer la distillation fractionnée. Le tamis moléculaire est utilisé pour l'adsorption des molécules d'eau du gaz.

Le procédé d'adsorption le plus employé est l'adsorption dans un ballon, le gaz à déshydraté traverse un ballon rempli de tamis moléculaires en granulés. Le composé à adsorbé (l'eau) est fixé et retenue par les pores de tamis moléculaires sur une couche d'épaisseur relativement faible. Au fur et à mesure que le gaz hydraté continue d'entrer dans le ballon, cette couche se sature en eau et le gaz finit alors de se déshydrater sur le reste du tamis moléculaires.

L'adsorption se fait à chaque instant dans une zone bien définie du lit, à l'entrée de cette zone la teneur en eau du gaz est encore à son niveau de départ, tandis qu'à la sortie, ce niveau est réduit aux spécifications du gaz traité [10].

Cette portion du lit (zone où se produit l'adsorption) est appelée : **zone de transfert de matière (ZTM)**. Ce dernier est la distance que doit parcourir un gaz pour que sa concentration en H_2O chute à zéro.

A mesure que la durée d'adsorption augmente la zone de transfert de matière se déplace lentement de l'entrée vers la sortie du ballon, lorsque la partie inférieure de la ZTM atteint l'extrémité, le point de rosée du gaz traité commence à s'élever assez lentement d'abord et puis très rapidement : C'est le point de saturation, le lit est dit (saturé), et il est nécessaire de procéder à la régénération des tamis moléculaires.

L'importance de la zone de transfert de matière dépend principalement :

- 1) De la cinétique de l'adsorption de l'adsorbat ;
- 2) Des caractéristiques thermodynamiques du fluide vecteur ;
- 3) De la vitesse linéaire superficielle ;
- 4) Des types, de la forme et de granulométrie du tamis moléculaires ;
- 5) Des concentrations C_0 et C_s .

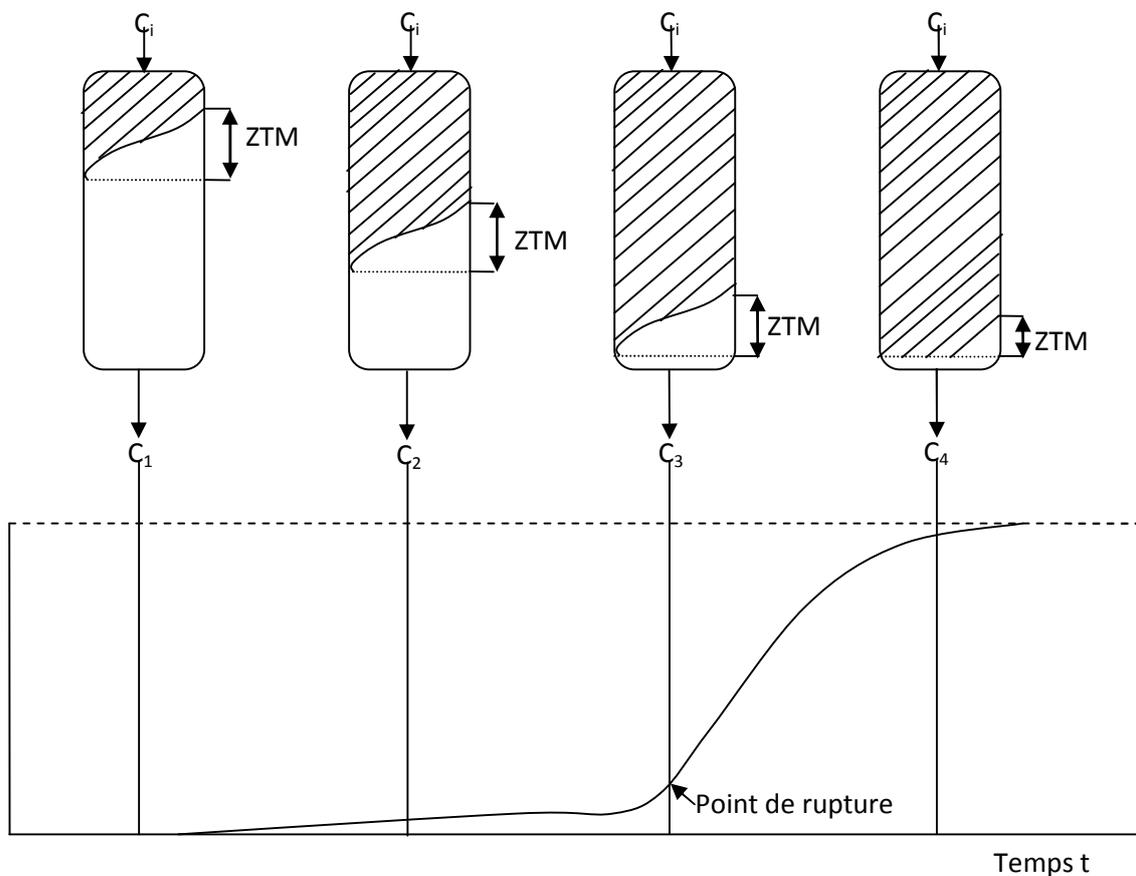


Figure (III.2): Adsorption idéale en colonne (ZTM).

III.4.3. Régénération des tamis moléculaires

Un tamis moléculaires saturé peut retrouver sa capacité initiale par le procédé connu sous le nom de régénération. La régénération consiste à restituer au tamis moléculaires saturé sa capacité d'adsorption initiale par extraction des corps fixés dans la structure poreuse du tamis moléculaires à la fin de la phase d'adsorption. Afin de maintenir la continuité du procédé de déshydratation, le gaz à déshydraté est dirigé vers un autre déshydrateur précédemment régénéré. Il existe dans le domaine de traitement du gaz quatre (04) méthodes de régénération à savoir [9]:

- ❖ Régénération par chauffage (Thermal Swing) ;
- ❖ Régénération par dépressurisation (Pressure Swing) ;
- ❖ Régénération par entrainement ;
- ❖ Régénération par déplacement.

A) Régénération par chauffage (Thermal Swing) Cas de Guellala

Cette méthode consiste à porter le déshydrateur à une température élevée, le corps adsorbé quitte la surface du tamis moléculaires et se trouve rapidement éliminé par un courant gazeux qui traverse le déshydrateur du bas vers le haut. Ce type de régénération peut être réalisé à une température légèrement inférieure et une température de l'ordre de 200 à 300°C.

Généralement ce type de régénération est composé de trois phases :

- 1) Phase de chauffage ;
- 2) Phase de refroidissement ;
- 3) Phase de stand by.

Généralement le cycle de régénération est lent peut prendre plusieurs heures, exemple cas de Guellala le cycle de régénération est de 06 heures.

Tableau (III.4) : cycle de d'adsorption et régénération [12].

Heure	0 à 6	6 à 12	12 à 18	18 à 00
1 ^{ère} sécheur	Service	Service	Régénération	Service
2 ^{ème} sécheur	Régénération	Service	Service	Régénération
3 ^{ème} sécheur	Service	Régénération	Service	Service

B) Régénération par dépressurisation (Pressure Swing)

Est basée sur la diminution de la capacité d'adsorption par abaissement de la pression, la température demeurant inchangée. Ce type de régénération est pratiquement obtenu en purgeant le déshydrateur à régénérer par une partie du gaz traité détendu à travers des vannes.

Généralement le cycle de régénération est courts peut prendre quelque minutes.

Exemple pour le cas de Guellala le cycle de régénération du déshydrateur de l'air service (déshydrateur à selica gel) est de cinq (05) minutes.

C) Régénération par entrainement

Cette méthode permet d'éliminer le composé adsorbé grâce à l'entrainement par un fluide non adsorbable, il est soit soluble, soit miscible. Ce procédé ne nécessite pas une variation de pression ou de température.

D) Régénération par déplacement

Cette méthode consiste à faire circuler un fluide contenant une forte concentration d'un corps facilement adsorbé qui est capable de déplacer le composé précédemment adsorbé. Il ne reste plus qu'à régénérer ensuite le tamis moléculaire par l'une des trois premières méthodes [8].

Chapitre IV
Partie calcul

Introduction

Suite à la chute de pression dans les gisements de Haoud Berkaoui, Guellala et Benkahla avec la diminution de débit de gaz bruts dans l'UTG ($2369 \cdot 10^3 \text{ Sm}^3/\text{jour}$ à $1100 \cdot 10^3 \text{ Sm}^3/\text{jour}$). La composition de la charge tend vers un changement graduel et significatif avec la diminution de la richesse en hydrocarbures liquides (GPL et condensat). Puisque la pression du gaz naturel diminue avec le temps, et la teneur en eau augmente à l'entrée de l'UTG à cause de l'épuisement de gisement du gaz naturel, ce dernier est réfrigéré de plus en plus dans des échangeurs pour récupérer assez des hydrocarbures liquides et ajuster le point de rosée des hydrocarbures.

Pour éviter la formation des hydrates au cours du refroidissement, le gaz doit passer dans un sécheur, ce dernier va diminuer la teneur en eau dans le gaz de 250 ppm à l'entrée jusqu'à 50 ppm de la sortie de déshydrateur.

Dans ce chapitre, on va :

- Définir le problème rencontré au cours du séchage par tamis moléculaires.
- Vérifier des résultats obtenus par la méthode de calcul utilisée afin de faire la comparaison entre les données de design et les données utilisées pour le cas actuel (le redimensionnement).

IV.1. L'équipement

IV.1.1. L'adsorbteur : est une colonne constituée principalement de :

1. Deux distributeurs, entré sortie ;
2. Plusieurs tubulaires (évent, trou d'homme) ;
3. Un support pour le lit d'adsorption.

On peut prévoir des supports intermédiaires si le lit est important.

Ce support est un facteur important pour assurer les performances satisfaisantes constituée des poutres et de grilles capables de supporter le lit de dessicant, et de la toile de mzsch d'une hauteur de 10 à 20 cm placé sur les dessiccants dont les paramètres calfeutrés avec un cadran d'amiante, au dessus de ces toiles se trouvent des billes céramiques (de 15cm de hauteur) qui peuvent être disposées en plusieurs couches.

Généralement une seule couche suffit dans la partie supérieure du lit à fin d'éviter les mouvements de turbulence de l'adsorbat à la surface, qui peuvent être causé par un débit d'alimentation trop élevé (formation de dune environ 30 cm) d'où une hauteur du lit suffisante pour l'adsorption.

Dans la partie inférieure du lit, les billes céramiques sont disposées en deux couches de différentes granulométries. La première couche est de diamètre suffisamment grand pour être retenue sur la grille, la seconde, elle retiendra l'adsorbat.

Ces billes céramiques auront aussi fonction de :

1. Diminue la formation de poussière au niveau de la surface métallique.
2. Eviter le colmatage des ouvertures des grilles qui aura pour conséquence la diminution du débit.
3. Permettre une meilleure distribution du gaz.

IV.1.2. Système d'adsorption à tamis moléculaires

Les tamis moléculaires sont très onéreux pour n'être utilisés qu'une seule fois par conséquent, ils doivent être recyclés de nombreuses fois (environ 4000 cycles pendant 3 ans) pour retirer l'eau d'un lit saturé, il faut augmenter la température ou diminuer la pression.

En pratique, les deux sont utilisés en chauffant le lit à une température comprise entre 340 et 315°C avec un gaz relativement sec.

Le niveau auquel le gaz est séché est une fonction de la température et de la teneur en eau du gaz de régénération, car un lit totalement régénéré sera en équilibre avec le gaz de régénération.

La concentration d'eau restant dans le lit à la fin de la régénération influe sur la performance de lit au cours du prochain cycle d'adsorption.

Le lit pendant l'adsorption fonctionne comme une colonne chromatographique très efficace avec le composant le plus fortement adsorbé se trouve à l'entrée et le composant de plus faiblement adsorbé se trouve à proximité de la sortie. L'eau est le composant le plus fortement adsorbé que l'on puisse trouver dans le gaz naturel.

Lorsque le gaz naturel entre de lit, l'eau est diffusée à l'intérieur des pores de la structure du tamis moléculaires en une couche relativement mince.

Au fur à mesure que le gaz pénètre dans la colonne, il passe à travers cette couche jusqu'à un niveau légèrement inférieur ou une quantité supplémentaire d'eau est adsorbé.

IV.1.3. Conception de la zone de transfert de masse

La zone de transfert de masse ZTM correspond à longueur du lit nécessaire au phénomène d'adsorption c'est-à-dire la distance que doit parcourir une unité de gaz pour que la concentration d'eau à essentiellement zéro.

Au fur et à mesure que le procédé d'adsorption continue, une portion plus importante de la section d'entrée de lit devient saturée et la ZTM se déplace de plus en plus vers la sortie de lit.

Par conséquent, un déshydrateur aura au moins deux zones, une zone en équilibre ou saturé, et une zone de transfert de masse.

Lorsque la limite aval de la zone ZTM atteint la sortie du lit, ceci est dit être saturé ou épuisé et le point est défini comme point de saturation ou break through.

IV.1.4. Durée de cycle

Le cycle de déshydratation s'effectue en 12 heures, tandis que le cycle de régénération s'effectue en 6 heures. Si le cycle de régénération est long et le temps de vie (durée de vie) de l'adsorbant augmentent.

IV.1.5. L'efficacité thermique du procédé de régénération

L'efficacité précise de chauffage varie généralement entre 40 et 50% la corrélation suivante est utilisée par la compagnie **DAVISON** pour estimer l'efficacité de régénération.

$$E = (100/2.25) - (0.0311) * t$$

Ou t : c'est le temps de chauffage en heure.

IV.2. La contamination des tamis moléculaire

La large utilisation des tamis moléculaires a présenté l'adsorption comme un outil de procédé dans nombreuses installations, et a introduit de nouveaux paramètres auras d'un bon nombre d'entre nous qui étions déjà familiarisés avec les systèmes d'adsorption utilisant le gel de silice, l'alumine activée et le charbon actif. Il n'est donc pas surprenant que certains opérateurs aient exprimé leurs inquiétudes et même leur mécontentement au sujet des tamis moléculaires, en ce qui concerne soit les performances routinières, soit la durée de vis du lit qui était plus courte que prévue.

Parmi les problèmes les plus fréquemment rencontrés, le plus important est le vieillissement prématuré du lit par contamination. Cette contamination est généralement causée par l'entrée, et l'adsorption, de composée qui a un effet résiduel sur l'adsorbant, même après régénération.

IV.2.1. Huile

Ce terme comprend toutes les entités à point d'ébullition élevées qui peut provenir des systèmes de graissage des compresseurs ou des installations d'adsorption. Ce sont aussi tous les composés hydrocarbures à point d'ébullition élevée qui entre dans le lit d'adsorbant sous forme gouttelettes ou d'aérosols. Au mieux, ils seront adsorbés par le liant ou dans les macropores des tamis moléculaires. Ces composants ne sont pas complètement résorbés au cours de la régénération.

IV.2.2. Glycols, diglycolamine, di-isopropanolamine et produits associés

Les éléments qui sont souvent entérinés depuis les étapes de traitement précédentes ont un comportement similaire à celui des huiles lourdes. Ils sont très facilement adsorbés dans les macropores, ou même les micropores des certains tamis. Pendant les cycles normaux de régénération, ils se décomposent, et passent en fin de compte, par diverses réactions de condensation ou de polymérisation, qui se traduisent par un dépôt de coke important sur la surface des tamis, un blocage des macropores.

IV.2.3. Sel

Le sel dissout dans l'eau, pénètre en adsorbant, il général sur les lits d'adsorbants, il reste sur le lit une fois l'eau éliminée par la phase de régénération. Ainsi le sel solide s'accumule et bloque les pores et les macropores, et dans les cas extrêmes, tout l'espace vide entre la capacité d'adsorption en dessous de sa valeur minimum déterminée.

IV.2.4. Eau

Aussi invraisemblable que cela puisse paraître à première vue, l'eau peut être un "contaminant" sérieux pour une unité d'adsorption en quantité superflue. Cette situation de surcharge se présente lorsque l'alimentation véhicule plus d'eau prévue dans les conditions de conception.

IV.2.5. Impuretés

Certaines molécules organiques présentes dans le fluide à traiter ou dans le gaz de régénération (oléfines ou aromatique) peuvent être des poissons pour les tamis moléculaires. Les impuretés adsorbées et accumulées réduisent l'efficacité et les performances de l'adsorbant.

IV.3. Le dimensionnement d'un déshydrateur (sécheur V 403 A/B/C) de gaz à base de tamis moléculaires (1/16")

Pour dimensionner un sécheur, il est nécessaire avant tout de déterminer le diamètre interne, cette caractéristique est un indispensable pour la suite du calcul.

Elle est basée sur le débit massique, et pour la plupart des adsorbants elle est limitée par la résistance de l'adsorbant à l'érosion ou à la perte de charge engendré à travers le lit.

Tableau (IV.1) : représente la composition de gaz entrée sécheur.

Élément	% molaire	Masse moléculaire (g/mol)	Poids moléculaires M_i	Facteur de compressibilité Z
N ₂	2.83	28.013	0.7927	0.9997
CO ₂	0.55	44.01	0.2420	0.9944
CH ₄	62.36	16.049	10.0084	0.9980
C ₂ H ₆	20.48	30.08	6.1603	0.9915
C ₃ H ₈	9.55	44.11	4.2125	0.9821
i-C ₄ H ₁₀	0.83	58.141	0.4825	0.9680
n-C ₄ H ₁₀	2.44	58.141	1.4186	0.9650
i-C ₅ H ₁₂	0.33	72.17	0.2381	0.9480
n-C ₅ H ₁₂	0.62	72.17	0.4474	0.9370
n-C ₆ H ₁₄	0.01	86.202	0.008	0.9130
Méthode de calcul	Y_i		$Y_i M_i$	$Z_i Y_i$
Total	100	M_i	24.01	0.9936

Tableau (IV.2) : caractéristique des adsorbants.

Caractéristiques	(1/16")
Type de tamis	4°A
Diamètre des pores (°A)	4.2
Masse volumique (lb/ft ³)	43
Diamètre des particules (ft)	0.0052
Longueur des particules	0.0131
Capacité d'adsorption lb H ₂ O/100lb adsorption	22
Capacité résiduelle d'adsorption après régénération	2.4
Efficacité(%)	70

➤ **Paramètre de service**

- Température de service : $25^{\circ}\text{C} = (25 \times 1.8) + 32 + 460 = 537^{\circ}\text{R}$;
- Pression de service : $25 \text{ bars} = 25.145 = 362.5 \text{ psi}$.

Le gaz d'alimentation de l'UTG est un gaz réel donc il accepte l'équation :

$$PV = ZNRT \dots \dots \dots (IV.1)$$

$$PV = ZRT (m / M_w) \dots \dots \dots (IV.2)$$

$$P = \rho_g (ZRT / M_w) \dots \dots \dots (IV.3)$$

$$\rho_g = (P \times M_w) / (Z \times R \times T) \text{ la masse volumique du gaz}$$

$$Z = 0.9936$$

$$M_w = 24.01 \text{ (g/mol)}$$

$$R = 10.73 \text{ (psi/ft}^3\text{°R)}$$

Débit de gaz $Q_V = 52000 \text{ (m}^3/\text{h)}$

1. calcul de la vitesse massique permissible (max)

Pour le calcul de cette vitesse, LEDOUX a imposé l'équation empirique suivante :

$$G = 3600 \times (C \times D_p \times \rho_g \times \rho_b)^{0.5} \dots\dots\dots \text{(IV.4)}$$

Avec :

- $C = 1,06$: Constante comprise entre (0.81 et 1.06)
- $\frac{\rho_g}{\rho_b} = 1,520248$: masse volumique de l'alimentation (lb/Cu ft)
- $\frac{C}{\rho_b} = 43$: masse volumique de l'adsorbant tassé (lb/Cu ft)
- $D_p = 0,0052$: diamètre moyen des particules de l'adsorbant (ft)
- $M_w = 24,01$: masse moléculaire du gaz

$$G = 2160,969083 \text{ (lb/hft}^3\text{)}$$

2. Calcul de vitesse superficielle permissible admise

$$V_g^{\max} = G / \rho_g \text{ vitesse linéaire max (ft/h)} \dots\dots\dots \text{(IV.5)}$$

$$V_g^{\max} = 1421,458264 \text{ (ft/h)}$$

$$V_g^{\max} = 23,69097106 \text{ (ft/min)}$$

3. Calcul du diamètre minimal de la colonne

$$D_{\min} = [C_1 \times Q_V \times Z \times T / (P \times V_g)]^{0.5} \dots\dots\dots \text{(IV.6)}$$

- Q_V : débit de la charge gazeuse (SMft³/jour).
- $Q_V = 52000 \text{ (m}^3/\text{h)} = 44054400 \text{ (ft/jour)}$.
- C_1 : constante égale 3,27 (S.I) et 25.05 dans le système (A.S).

$$D_{\min} = 8,28029 \text{ (ft)}.$$

$$D_{\min} = 2,5238 \text{ (m)}.$$

4. Calcul de la quantité d'eau dans la charge

$$q = 0.054 \times Q_V \times Y_w / D^2 \text{ (lb adsorbat/h ft)} \dots\dots\dots \text{(IV.7)}$$

Ou:

- Q_V : débit de la charge gazeuse (SMft³/jour).
- D : diamètre de la colonne (ft).
- $Y_w = 75 \text{ ppm}$: quantité d'eau contenue dans le gaz en (lbH₂O/SMft³) après l'hygromètre.

$$q = 2,602281464 \text{ (lb adsorbat/hft}^2\text{)}.$$

5. Calcul de la zone de transfert de masse (ZTM)

SIPON et GUMING ont estimé cette hauteur pour les tamis moléculaires par :

$$H_z = 225 \times [q^{0.7895} / (V_g^{0.5506} \times R_s^{0.2646})] \quad (\text{in}) \dots \dots \dots (\text{IV.8})$$

R_s : saturation relative en %

$$R_s = (m_a/m_b) \times 100\%$$

Où:

m_a : masse d'eau contenue dans l'alimentation à T (°C) en ppm.

m_b : masse d'eau contenue dans l'alimentation à la saturation T (°C) en ppm.

$$H_z = 24,77760683 (\text{in}).$$

$$H_z = 2,064718127 (\text{ft}).$$

6. Calcul de la hauteur d'équilibre

$$H_{\text{éq}} = (127.4 \times W) / (D^2 \times \rho_d \times X) \dots \dots \dots (\text{IV.9})$$

- **X** : capacité d'adsorption du tamis neuf (lbH₂O/100 lb adsorbant).
- **ρ_d** : masse volumique du dessicant (lb/ft³)
- **W** : quantité H₂O adsorbé par cycle (lbH₂O/cycle)

$$H_{\text{éq}} = 3,244955941 (\text{ft}).$$

7. Calcul de la hauteur totale

$$H_t = H_{\text{éq}} + 0.45 H_z \dots \dots \dots (\text{IV.10})$$

H_t : hauteur totale du lit (ft) ;

$H_{\text{éq}}$: hauteur d'équilibre (ft) ;

0.45 H_z : hauteur de lit non utilisé (ft).

$$H_t = 4,174079098 (\text{ft})$$

$$H_t = 1,272259309 (\text{m})$$

8. Calcul du temps de service

$$T_s = 0.01 \times \rho_b \times X \times h_{\text{éq}} / q \dots \dots \dots (\text{IV.11})$$

ρ_b : masse volumique d'adsorbant tassé (lb/ft³)

$$T_s = 11,7962963 (\text{h}).$$

9. Calcul du temps de saturation

$$T_{\text{sat}} = 0.01 \times \rho_b \times X \times H_t / q \dots \dots \dots (\text{IV.12})$$

$$T_{\text{sat}} = 13,08262474 (\text{h})$$

Tableau (IV.3) : Résultats de calcul de dimensionnement de sécheur (v403 A/B/C).

Grandeur	Valeur (1/16")
Vitesse massique admissible G (lb/hft ³)	2160,969083
Vitesse superficielle V_g^{\max} (ft/mm)	23,69097106
Diamètre minimal D_{\min} (ft)	8,28029
Quantité d'adsorbant adsorbé par unité de temps et de surface q (lbH ₂ O/h ft ²)	2,602281464
Hauteur de zone de transfert de masse H_Z (ft)	2,064718127
Capacité d'adsorption à la saturation X (lbH ₂ O/100 adsorbant)	22
Temps de cycle t_c (h)	12
Quantité d'adsorbant adsorbé par cycle W (lbH ₂ O/cycle)	1652,04
Hauteur d'équilibre H_{eq} (ft)	3,244955941
Hauteur totale de lit H_t (ft)	4,174079098
Le temps de service t_s (h)	11,7962963
Le temps de saturation t_{sat} (h)	13,08262474

IV.4. Calcul de la quantité de chaleur nécessaire pour la régénération

Généralement, l'adsorption d'un lit fixe fait le cycle de la régénération par chauffage.

Le chauffage d'une substance adsorbé par un courant de gaz chaud (caloporteur) augmente sa pression de vapeur jusqu'au point où les forces d'attraction d'adsorbant deviennent sans effet. La température du gaz chaud utilisé pour la régénération des tamis moléculaires oscille entre 200 et 300°C. La quantité de chaleur nécessaire pour la régénération est la somme de quantité de chaleurs suivantes :

1. Chaleur nécessaire pour le chauffage des dessicants.
2. Chaleur nécessaire pour le chauffage de la colonne vide.
3. Chaleur nécessaire pour le chauffage des billes céramiques.
4. Chaleur nécessaire pour le chauffage de l'eau.
5. Chaleur nécessaire pour le chauffage des hydrocarbures.
6. Chaleur nécessaire pour l'évaporation des hydrocarbures.

Les pertes de chaleurs à travers les parois de la colonne et les grilles qui supportent le lit sont estimées par (10%) de la quantité totale de la chaleur.

Le cycle de régénération peut être divisé en quatre (04) périodes différentes.

La température de chaque période dépend de la température du gaz de régénération et de son débit.

Selon les données pratiques T_H température maximale qui est 240°C .

1. Pendant la période (A) presque tous les hydrocarbures adsorbés sont extraits de l'adsorbant en atteignant la température $T_2=110^\circ\text{C}$;
2. Pendant la période (B) la totalité de l'eau contenue dans le lit atteint la température T_3
3. Pendant la période (C) se déroule l'épuration définitive du lit entre la température T_3 et T_H ;
4. Pendant la période (D) correspondant au refroidissement du lit jusqu'à la température $T_5=25^\circ\text{C}$.

1. Chaleur nécessaire pour le chauffage des déssicants

$$Q_1 = M_{TM} * C_{PTM} * (T_F - T_1) \quad (\text{kcal}) \dots\dots\dots(\text{IV.13})$$

Où :

- M_{TM} : masse de tamis placé dans un sécheur (kg)
- C_{PTM} : chaleur spécifique du tamis moléculaires (kcal/kg. $^\circ\text{C}$).
- T_F, T_1 : température finale et initiale ($^\circ\text{C}$).

2. Chaleur nécessaire pour le chauffage de la colonne vide

$$Q_2 = M_{cv} * C_{Pa} * (T_F - T_1) \quad (\text{kcal}) \dots\dots\dots(\text{IV.14})$$

Où :

M_{cv} : la masse de la colonne vide (kg).

C_{Pa} : chaleur spécifique de l'acier (kcal/kg. $^\circ\text{C}$).

3. Chaleur nécessaire pour le chauffage des billes céramiques

$$Q_3 = M_{BC} * C_{PBC} * (T_F - T_1) \quad (\text{kcal}) \dots\dots\dots(\text{IV.15})$$

Où :

M_{BC} : masse des billes céramiques (kg).

C_{PBC} : chaleur spécifique des billes céramiques (kcal/kg. $^\circ\text{C}$).

4. Chaleur nécessaire pour le chauffage de l'eau (désorption)

$$Q_4 = M_{Eau} * C_{PEau} * (T_F - T_1) \quad (\text{kcal}) \dots\dots\dots(\text{IV.16})$$

Où :

M_{Eau} : masse de l'eau adsorbée par cycle (kg).

C_{PEau} : chaleur spécifique de l'eau (kcal/kg. $^\circ\text{C}$).

5. Chaleur nécessaire pour le chauffage des hydrocarbures

$$Q_5 = M_{\text{Hc}} * C_{\text{PHc}} * (T_F - T_1) \quad (\text{kcal}) \dots\dots\dots (\text{IV.17})$$

Où :

$M_{\text{Hc}} = 0.1 M_{\text{Eau}}$: masse des hydrocarbures adsorbée par cycle (kg).

C_{PHc} : chaleur spécifique des hydrocarbures (kcal/kg. °C).

6. Chaleur nécessaire pour l'évaporation des hydrocarbures

$$Q_6 = M_{\text{Hc}} * Q_{\text{vap}} * (T_F - T_1) \quad (\text{kcal}) \dots\dots\dots (\text{IV.18})$$

Où :

Q_{vap} : chaleur latente de vaporisation des hydrocarbures (kcal/kg).

IV.5. Régénération sur tamis moléculaires (1/16'')**1. Données de calcul**

Température du gaz de régénération T :	240°C
Pression de régénération :	18 bars
Poids moléculaire du gaz de régénération M_W :	24,68 kg
Débit volumique Q_V :	26,5mmscuft/d= 750000Sm ³ /j
masse totale du dessicant M_t :	4320 Kg
masse des billes céramiques M_{BC} :	680Kg
quantité d'eau adsorbée par cycle M_{Eau} :	36,04 Kg
chaleur spécifique des tamis moléculaires C_{PTM} :	0,22 kcal/kg°C
chaleur spécifique des billes céramiques C_{PBC} :	0,24 kcal/kg°C
chaleur spécifique de l'acier C_{PA} :	0,12 kcal/kg°C
chaleur spécifique de l'eau C_{Eau} :	1 kcal/kg°C
chaleur spécifique des hydrocarbures C_{pHc} :	0,65 kcal/kg°C
chaleur spécifique latente des hydrocarbures Q_{VAP} :	111 kcal/kg°C
masse de la colonne vide M_{CV} :	18000 Kg

2. Débit de régénération nécessaire pour le chauffage

2.1. La quantité de chaleur consommée pendant la période (A)

$T_1=25^\circ\text{C}$ température du gaz d'alimentation.

$T_2=110^\circ\text{C}$ température du palier.

$$Q_A=M \cdot C_p \cdot (T_2-T_1) \quad (\text{kcal})$$

$$Q_{AT}=80784 \text{ kcal} \quad \text{dessicant}$$

$$Q_{ABC}=13872 \text{ kcal} \quad \text{billes céramiques}$$

$$Q_{ACv}=183600 \text{ kcal} \quad \text{colonne vide}$$

$$Q_{AEau}=3063.4 \text{ kcal} \quad \text{quantité d'eau adsorbé}$$

$$Q_{AHc}=1991.21 \text{ kcal} \quad \text{hydrocarbure adsorbé } M=0.1M_{Eau}$$

$$Q_{AvHc}=34003.74 \text{ kcal} \quad \text{chaleur latent pour les hydrocarbures}$$

$$Q_A=1.1 \sum_1^6 Q_{Ai} = 349045.785 \text{ kcal}$$

2.2. La quantité de chaleur consommée pendant la période (B)

$T_1=110^\circ\text{C}$ température du palier.

$T_2=190^\circ\text{C}$ température de vaporisation des hydrocarbures.

$$Q =M \cdot C_p \cdot (T_3-T_2) \quad (\text{kcal})$$

$$Q_{BTM}=76032 \text{ kcal} \quad \text{dessicant}$$

$$Q_{BBC}=13056 \text{ kcal} \quad \text{billes céramiques}$$

$$Q_{BCv}=172800 \text{ kcal} \quad \text{colonne vide}$$

$$Q_{BEau}=2883.2 \text{ kcal} \quad \text{quantité d'eau adsorbé}$$

$$Q_{BHc}=187.408 \text{ kcal} \quad \text{hydrocarbure adsorbé } M=0.1M_{Eau}$$

$$Q_{BvHc}=32003.52 \text{ kcal} \quad \text{chaleur latent pour les hydrocarbures}$$

$$Q_B=1.1 \sum_1^6 Q_{Bi} = 326658.3408 \text{ kcal}$$

2.3. La quantité de chaleur consommée pendant la période (C)

$T_3=190^\circ\text{C}$ température de vaporisation des hydrocarbures.

$T_H=240^\circ\text{C}$ température de régénération du gaz.

$$Q=M \cdot C_P \cdot (T_H - T_3) \quad (\text{kcal})$$

$$Q_{CTM}=47520 \text{ kcal} \quad \text{dessicant}$$

$$Q_{CBC}=720 \text{ kcal} \quad \text{billes céramiques}$$

$$Q_{CCV}=108000 \text{ kcal} \quad \text{colonne vide}$$

$$Q_{CEau}=1802 \text{ kcal} \quad \text{quantité d'eau adsorbé}$$

$$Q_{CHc}=117.13 \text{ kcal} \quad \text{hydrocarbure adsorbé } M=0.1M_{Eau}$$

$$Q_{CvHc}=20002.2 \text{ kcal} \quad \text{chaleur latent pour les hydrocarbures}$$

$$Q_C=1.1 \sum_1^6 Q_Ci = 178161.33 \text{ kcal}$$

Les pertes des chaleurs à travers les parois sont estimées à 10% de la quantité de chaleur du système.

2.4. La Chaleur spécifique

Calculer par la formule :

$$C_{pi} = 4,63 \cdot 10^{-1} + 3,88 \cdot 10^{-4} \cdot T_i + 2,25 \cdot 10^{-6} \cdot T_i^2 - 3,75 \cdot 10^{-9} \cdot T_i^3$$

$$T_A = (T_1 + T_2)/2 = 67.5^\circ\text{C}$$

$$T_B = (T_2 + T_3)/2 = 150^\circ\text{C}$$

$$T_C = (T_3 + T_H)/2 = 215^\circ\text{C}$$

Donc les chaleurs spécifiques seront égale à :

$$C_{PA}=0.498288262 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$$

$$C_{PB}=0.55916875 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$$

$$C_{PC}=0.613157343 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$$

On a:

$$G \cdot t_A = Q_A / C_{PA} \cdot (T_H - T_A) = 4060.809745 \text{ kg/h}$$

$$G \cdot t_B = Q_B / C_{PB} \cdot (T_H - T_B) = 6490.951292 \text{ kg/h}$$

$$G \cdot t_C = Q_C / C_{PC} \cdot (T_H - T_C) = 11622.55216 \text{ kg/h}$$

Débit de gaz de régénération pour le chauffage total :

$$G_{ch} * (t_A + t_B + t_C) = Q_A / C_{PA} (T_H - T_A) + Q_B / C_{PB} (T_H - T_B) + Q_C / C_{PC} (T_H - T_C)$$

Et:

$(t_A + t_B + t_C)$ = temps de chauffage en heure.

Où :

$$t_A + t_B + t_C = 3h$$

Le temps de régénération est de 6 heures (3h de chauffage, 2.75h de refroidissement et 0.25 en stand by)

$$G_{ch} = 7391.4377 \text{ kg/h}$$

3. Débit de gaz de régénération nécessaire pour le refroidissement

Débit de gaz de refroidissement (G_{ref}) et de température $T_5 = 25^\circ\text{C}$

$$G_{ref} * (t_d) = Q_D / C_{pr} * (T_D - T_5)$$

Avec :

$$T_D = (T_H + T_5) / 2$$

$t_d = 2.75h$ temps de refroidissement

$$T_H = 240^\circ\text{C}$$

$$T_5 = 25^\circ\text{C}$$

$$T_D = 132.5^\circ\text{C}$$

3.1. La chaleur spécifique

$$C_{pi} = 4,71 * 10^{-1} + 4,6 * 10^{-4} * T_i + 4,17 * 10^{-6} * T_i^2 - 2,49 * 10^{-9} * T_i^3$$

$$C_{pr} = 0.63875491 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$$

$$Q = M * C_p * (T_H - T_5) \text{ (kcal)}$$

$$Q_{D1} = 568080 \text{ kcal (colonne vide)}$$

$$Q_{D2} = 249955.2 \text{ kcal (dessicant)}$$

$$Q_{D3} = 42921.6 \text{ kcal (billes céramiques)}$$

$$Q_D = 0.9 \sum_{i=1}^3 Q_{Di}$$

$$Q_D = 774861.12 \text{ kcal}$$

$$G_{ref} = 3354.526075 \text{ kg/h}$$

IV.6. Interprétations et commentaires

La diminution de débit d'alimentation 50% par rapport au débit de design nous à obliger à recalculer les dimensions des sécheurs (V403 A/B/C) pour obtenir une bonne qualité de GPL/gaz lift /gaz de vente, après les calculs on trouve les résultats suivants :

- Le diamètre de sécheur deviendra $D=2,52\text{m}$;
- La hauteur de sécheur deviendra $H=1,27\text{m}$;
- Le temps de saturation $T_{\text{sat}}=13,1\text{h}$.

Comparés aux dimensions des sécheurs existants : $D=2\text{m}$, $H=2\text{m}$, $T_{\text{sat}}=13\text{h}$ on déduit que les nouvelles dimensions assurent un bon fonctionnement des sécheurs et un temps de saturation plus grand que celui du design, ce qui nous rassure de ne plus avoir de molécule d'eau à la sortie du sécheur.

Conclusion

Conclusion

L'exploitation du gaz naturel se heurte à des difficultés majeures citons comme exemple la présence de l'eau (sous forme liquide ou vapeur) qui peut entraîner des problème de corrosion et/ou de bouchage due à la formation d'hydrates , alors il est nécessaire de réduire la teneur en eau dans le gaz par séchage dans des déshydrateurs à tamis moléculaires qui sont généralement dimensionnés pour traiter une charge donnée quelque soit la saison .

L'étude de la section de déshydratation (UTG/GLA) nous a permis de recalculer les dimensions des sécheurs existants au niveau de l'unité.

Les calculs nous ont montrés que les dimensions trouvées, ainsi que le temps de saturation nous assurent une bonne efficacité de déshydratation.

Annexes

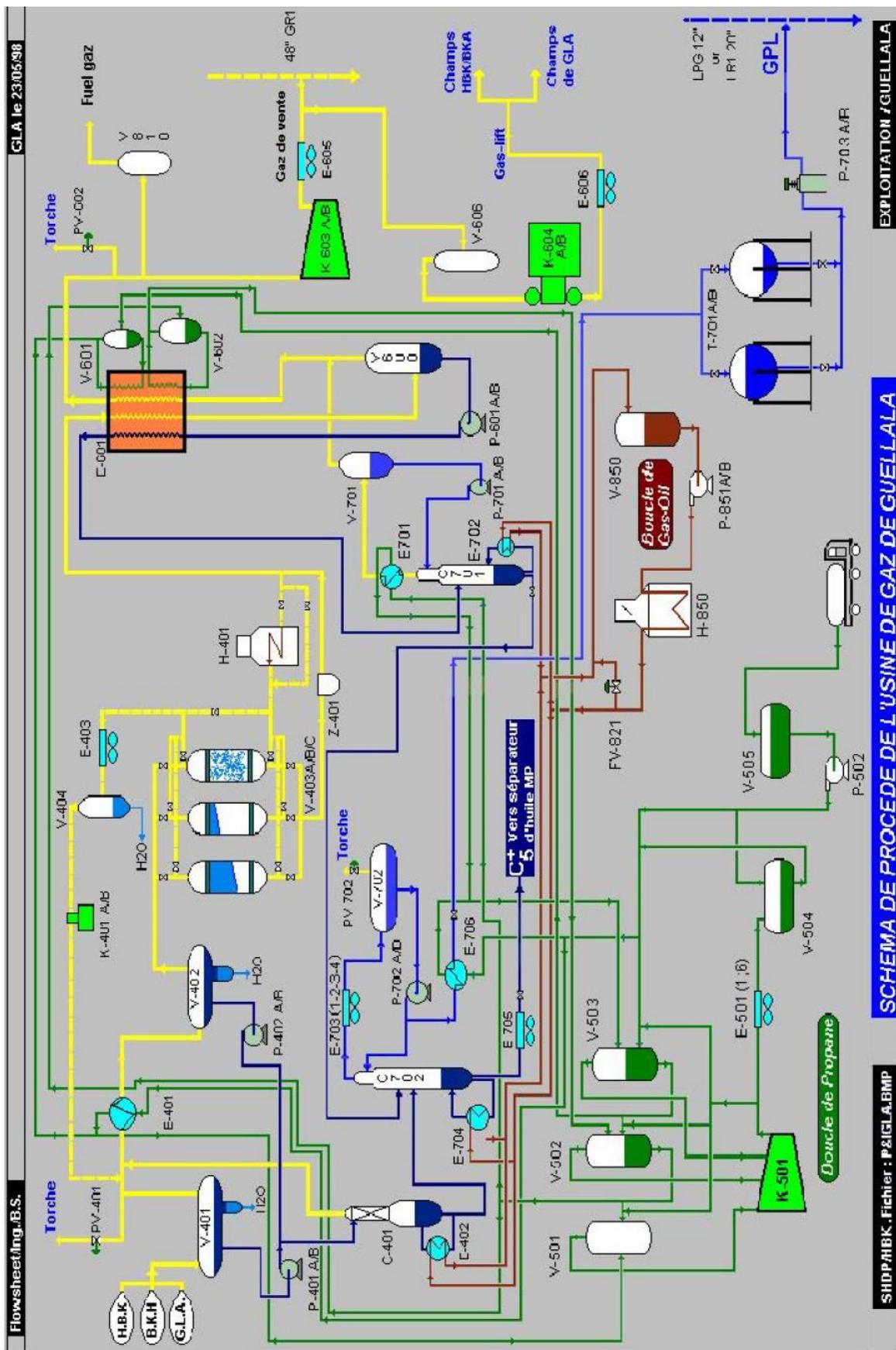


Figure (II.1) : schéma de procédé de l'UTG.

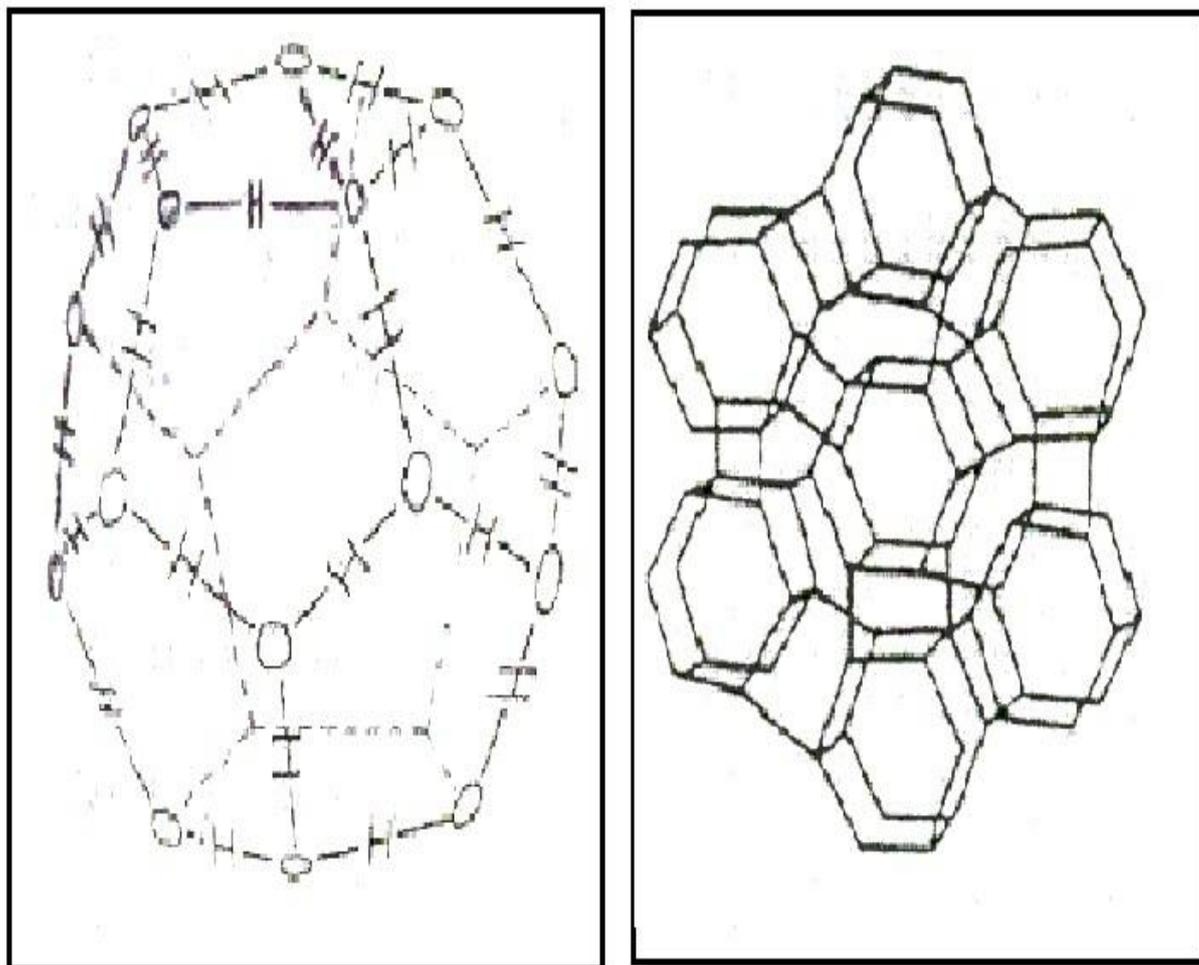


Figure (III.1) : différents types des hydrates.

Bibliographie

- [1] : Document de l'entreprise SONATRACH HBK ,2007.
- [2] : SONATRACH. La Revue de SONATRACH. Edition N°54.Djenane el Malik Hydra-Alger : la Direction Communication et Stratégie d'Image, octobre 2007.46p. (Publication de l'Entreprise SONATRACH).ISSN 1111-1070.
- [3] : ROJEY, Alexandre. Le gaz naturel, production traitement transport.27 Rue Ginoux – 75737 Paris cedex 15 : TECHNIP, 1994.430p. (L'Institut Français du Pétrole).
- [4] : Manuel opératoire de l'UTG Guellala.
- [5]: Gas Process Suppliers Association. Engineering Data Book. Edition N°12, volume I et II.6526 east 60 th street Tulsa, Oklahoma 74145: Gas process Suppliers Association, 2004.821 p. (FPS version).
- [6] : [www.fremer.fr/exploitation/ en jeux/ hydrates/ index.htm/ 2004/16.04.2011/](http://www.fremer.fr/exploitation/en_jeux/hydrates/index.htm/2004/16.04.2011/) à la découvertes des grands fonds.
- [7]: COULSON and RICHARDSON'S. Chemical Engineering, particles technologies and separation process. Fifth edition, volume 2. Butterworth Heinemann, 2002.1208p. ISBN 0-7506-4445-1.
- [8] : mémoire: étude de l'effet de changement du diamètre des tamis moléculaires sur le système de séchage (unité GLA/HBK).
- [9] : Mémoire : étude de la déshydratation dans l'unité de GPL/CIS/HMD recalcul de la quantité des tamis moléculaire université Ouargla 2008.
- [10]: Jimmy-Humphrey, George E-Keller, procédés de separation, tome2, edition 2002 p (76,205).
- [11]: Mémoire: Redimensionnements des sécheurs au niveau de Guellala Haoud Berkaoui. Université Ouargla 2010.
- [12] : M. Sellami. Cours de traitement du gaz naturel. Université Ouargla. 2012.

Résumé

La teneur en eau dans le gaz est une exigence importante à respecter.

L'objectif principal de cette étude est de déterminer le rôle de la section déshydratation par tamis moléculaires (1/16") afin d'optimiser les paramètres de fonctionnement des sécheurs pour atteindre une teneur en eau inférieure à 5ppm.

Après le redimensionnement des sécheurs existant au niveau de l'unité de (GLA/HBK) avec 50% de la charge on a trouvé les résultats suivants :

- Le diamètre de sécheur : $D=2,52\text{m}$;
- La hauteur de sécheur : $H=1,27\text{m}$;
- Le temps de saturation $T_{\text{sat}}=13,1\text{h}$.

D'après les résultats obtenus on remarque que les redimensionnements des sécheurs ne sont pas loin de ceux du design et que le temps de saturation est plus grand, ce qui nous assure une bonne déshydratation.

Mots clés : Le gaz, Déshydratation, Tamis moléculaires, Sécheurs.

Abstract

The amount of water contained in the gas is important to meet requirement.

The main objective of this study is to determinate the role of dehydration section by molecular sieves (1/16") to optimize the parameters of the dryer to reach a moisture value of 5 ppm.

After calculations resizing dryers exist in (GLA / HBK) unit with 50% of the load, the following results were found:

- The diameter of the dryer: $D = 2,52\text{m}$;
- The height of dryer: $H = 1.27\text{ m}$;
- The saturation time $T_{\text{sat}} = 13,1\text{ hour}$.

From the results we can see that the sizes of the dryers are not far from those of the design and the saturation time is larger, which gives us a good dehydration.

Key words: The gas, Dehydration, Molecular sieves, Dryers.