



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



UNIVERSITE KASDI MARBAH OUARGLA

FACULTE DES SCIENCES APPLIQUEES
DEPARTEMENT DE GENIE DES PROCEDES

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de
MASTER

Domaine : Sciences et Techniques

Filière : Génie des Procédés

Spécialité : Génie chimique

Présenté par : KHADIR Ouïam

Thème :

**Production Du GPL/Unité de GLA-Haoud
Berkaoui : Contraintes et Résolutions**

Soutenu publiquement Le : 00/06/2022

Devant le jury composé de :

Benchikh Kamel	MCB	Université d'Ouargla	Président
Cherraye rida	MCB	Université d'Ouargla	Examinatrice
Sellami Mohamed Hassen	Pr	Université d'Ouargla	Encadreur

Année Universitaire : 2021 /2022



Remerciements

En premier lieu, je tiens à remercier notre Dieu, qui m'a donné la force pour accomplir ce travail.

J'adresse mes vifs remerciements à mon promoteur consultant, Pr. Sellami Med Hassen pour m'avoir dirigé, pour ses explications, remarques judicieuses et conseils qui m'ont été précieux pour la réalisation de ce travail.

Je présente mes chaleureux remerciements aux membres de jury, et aussi aux enseignants pour leur aides et orientation durant mes études.

Nous remercions tout le personnel de GLA-Haoud Berkaoui, du Service exploitation. En particulier messieurs: Ayoub Magroude, Moulay Rachid Kouadri et Mohamed Rida Menaa qui nous ont aidés et soutenus pendant toute la période de stage.

Je remercie également tous ceux qui m'ont aidé moralement à accomplir ce travail, et le plus beau des remerciements à tous mes enseignants tout au long de mon parcours académique à l'université.

Yaya KHADIR Wiam

Dédicace



Merci mon Dieu de m'avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la force d'y croire, la patience d'aller jusqu'au bout du rêve et le bonheur de lever mes mains vers le ciel et de dire "Elhamdulillah"

*Avec mes sentiments de gratitude les plus profonds, Je dédie ce modeste travail; à La lumière de ma vie; mes parents: qui me sont les plus chers au monde Mon très cher père **MOHAMED** mon exemple éternel, pour ses encouragements, son soutien moral et physique qui m'ont précieusement aidée à ce termine ce travail.*

*Ma très chère mère **MASOUDA BRAHMIA**,a la lumière de ma route, l'incomparable, l'unique et l'irremplaçable source de tendresse, la flamme de mon cœur, ma vie et mon Bonheur, pour son amour, son support physique et moral, ses prières pour m'avoir donnée la force de Continuer ce travail. Que Dieu grand et puissant les bénisse et leur accorde une très longue vie. Amen.*

*Mon adorable sœur, Mes chers frères :**AHLEM,SALSABEL**. Et À toute ma grande famille et à tous ceux que j'aime. Toutes mes camarades de la promotion de Génie des procédés 2021-2022.*

*Tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.(**MOULAY RACHID KOUADRI,MOKHTARI WIAM,AYOUB MAGROUDE** et **MOHAMED RIDA MENAA**).*

Résumé

Les unités de traitement de gaz naturel sont conçues pour plusieurs objectifs, parmi ces objectifs est de maximiser la récupération de GPL, mais la longue durée de fonctionnement et le changement de la composition de la charge ultérieurement ont causé une diminution de récupération du GPL.

L'objectif de notre travail consiste à faire un re-calcul de vérification des paramètres de fonctionnement de la colonne débutaniseur C-702 dans l'unité de traitement de gaz UTG/GLA-Houd Berkaoui ; afin d'augmenter la production de GPL.

D'après les résultats du calcul, il est recommandé d'augmenter le taux de rebouillage pour élever les températures du fond et du sommet et par conséquent élever la pression dans la colonne.

A noter qu'il faut aussi changer le taux de reflux en diminuant sa valeur à 0.77 au lieu de 1. En appliquant ces valeurs on gagne plus de : 40 tonnes/j de GPL à raison d'une augmentation de 16% dans la production.

Mots-clés : GPL, distillation, débutaniseur, optimisation des paramètres de fonctionnement, GLA/HBK.

Abstract

The processing units are designed for natural gas for several objectives, among these goals is to maximize the recovery of LPG, but the long operating time and the change in composition of the load caused a decrease in the recovery of LPG.

The objective of our work is to re-calculate to verify the operating parameters of the C-702 debutanizer column in a Gullala Gas Processing Unit (GPU/GLA) in Berkaoui Basin; In order to increase the production of LGP.

According to the results of the calculation, it is recommended to increase the reboil rate to raise the bottom and top temperatures and consequently raise the pressure in the column.

Note that it is also necessary to change the reflux rate by reducing its value to 0.77 instead of 1. By applying these values we gain more than: 40 tones/d of LPG at the rate of a 16% increase in production.

Keywords: GPL, distillation, debutanizer, optimization of operating parameters, GLA/HBK.

ملخص

صممت وحدات معالجة الغاز الطبيعي لعدة اهداف، ومن بينها هذا لاهداف هو تحقيقاً أقصى قدر من إنتاج غاز البترول للمسال، ولكن نضر الطول مدة تشغيل مزيل البوتانوكذا التغيير في تركيبة البترول الخام يسببان انخفاض في استرجاع كمية غاز البترول المسال. الهدف من عملنا هو اعادة اجراء حسابات للتحقق من معاملات التشغيل لعمود مزيل البوتان C-702 في وحدة معالجة الغاز قلالة بحوض بركاوي؛ وذلك بهدف الزيادة في إنتاج غاز البترول المسال. وفقاً لنتائج الحسابات، فانه ينصح بزيادة معدل إعادة الغلي لرفع درجات الحرارة السفلية وكذا العلوية وبالتالي رفع الضغط داخل برج التقطير، كما تجدر الإشارة الى أنه من الضروري أيضاً تغيير نسبة السائل المعاد الى برج التقطير من خلال خفض قيمتها إلى 0.77 بدلاً من 1. وعليه من خلال تطبيق هذه القيم، فإنه يمكن استرجاع أكثر من: 40 طنًا في اليوم من غاز البترول المسال أي بمعدل زيادة بنسبة 16% في الإنتاج.

الكلمات الدالة: غاز البترول المسال، التقطير، مزيل البوتان، تحسين معاملات التشغيل، قلالة / بركاوي.

Sommaire

Résumé	5
Sommaire	6
Liste des Tableaux	9
Liste des Figures	11
Liste des Abréviations	12
Nomenclatures	13
Introduction générale.....	1

Chapitre I

I. Introduction présentation de la région d'étude	3
I.1. Présentation de la SONTRACH.....	3
I.2. Présentations de la région de Haoud Berkaoui (HBK)	3
I.3. Situations géographique de la région d'étude	4
I.4. Les champs principaux.....	5
I.4.1. Champ de Haoud Berkaoui (HBK).....	5
I.4.2. Champ de Benkahla (BKH)	5
I.4.3. Champ de Guellala (GLA).....	6
I.5. Historique.....	7
I.6. Protection de l'environnement	8
I.7. Description de l'unité de traitement de gaz du Guellala	8
I.7.1. Section de Boosting	10
I.7.2. Section de stabilisation.....	11
I.7.3. Section de déshydratation	12
I.7.4. Section de réfrigération	13
I.7.5. Section de fractionnement.....	14
I.7.6. Section de compression de gaz de vente	15
I.7.7. Section de gaz lift.....	16

Chapitre II

II. Introduction sur les carburants véhicules	17
II.1. L'essence	18
II.1.2. Définition	18

II.1.2. Caractéristiques de l'essence.....	18
II.1.3. Propriétés Physiques.....	18
II.1.4. Propriétés Thermiques.....	20
II.1.5. Utilisations de l'essence.....	20
II.1.6. Les différentes formes d'essences.....	21
II.1.6.1. L'essence ordinaire.....	21
II.1.6.2. Le supercarburant au plomb.....	21
II.1.6.3. Les supers sans plomb.....	21
II.1.6.4. Les autres types d'essence.....	22
II.1.6.4.1 L'essence pour l'aviation.....	22
II.1.6.4.2. Autres essences.....	22
II.1.7. Production.....	22
II.2. Le gasoil.....	23
II.2.1. Définition.....	23
II.2.2. Utilisation du gasoil.....	24
II.2.3. Évolution du gasoil.....	24
II.2.4. Production du gasoil.....	24

Chapitre III

III.1. Introduction.....	26
III.2. Définition :.....	26
III.3. Origine des GPL.....	26
III.4. Les sources de GPL.....	27
III.5. Composition chimique de GPL.....	27
III.6. Caractéristiques de GPL.....	28
III.7. Avantages et inconvénients du GPL.....	30
III.7.1.A. Avantages et inconvénients techniques du GPL.....	30
III.7.1.B. Pollution évitée.....	30
III.7.2.A. Avantages écologiques du GPL.....	31
III.8. Utilisation du GPL.....	31
III.9. GPL dans le monde.....	33
III.10. GPL en Algérie.....	33

Chapitre IV

IV.1. Problématique.....	36
--------------------------	----

IV.2. Calcul de debethaniseur C-702	37
IV.2.1. Données de départ	37
IV.2.2. Composition et débit massique et molaire de la charge	37
IV.3. Bilan de matière	38
IV.3.1. Calcul du débit et de la composition du distillat et du résidu	38
IV.4. Calcul de la pression dans les différentes zones de la colonne	43
IV.4.1. La pression dans le ballon de reflux	43
IV.4.2. Pression au sommet de la colonne	43
IV.4.3. La pression au fond de la colonne	43
IV.4.4. La pression dans la zone d'alimentation	44
IV.5. Détermination de la température aux différentes zones de la colonne.....	44
IV.5.2. Température de rosée au sommet de la Colonne	45
IV.5.3. Température de bulle au fond de la colonne	45
IV.6. Détermination de la volatilité relative	46
IV.7.1. Taux de vaporisation de la charge.....	48
IV.7.2. Calcul du taux de reflux minimal	49
IV.7.4. Calcul de taux reflux optimal	50
IV.8.1. Calcul du taux de rebouillage.....	50
IV.8.2. Calcul de taux de rebouillage optimal.....	51
IV.9. Conclusion et interprétation des résultats	52
Conclusion générale	53
Références bibliographiques.	54

Liste des Tableaux

Chapitre I

Tableau I. 1. Condition Opératoire de la Section de Boosting.	10
Tableau I. 2. Condition opératoire de la Section de stabilisation.	12
Tableau I. 3. Condition opératoire de la section de réfrigération.	13
Tableau I. 4. Condition opératoire de Dééthaniseur.	14
Tableau I. 5. Condition opératoire de Débuthaniseur.	15
Tableau I. 6. Condition opératoire.	16

Chapitre II

Tableau II. 1. Liste de carburants.	17
Tableau II. 2. Caractéristiques de l'essence.	20
Tableau II. 3. Caractéristiques de gasoil.	23

Chapitre III

Tableau III. 1. Caractéristiques physico-chimiques des GPL.	29
--	----

Chapitre IV

Tableau IV. 1. Caractéristiques de la charge.	37
Tableau IV. 2. Composition de la charge.	38
Tableau IV. 3. Composition et les débits massique et molaire du distillat.	42
Tableau IV. 4. Composition et les débits massiques et molaires du résidu.	42
Tableau IV. 5. Détermination de la pression du ballon de reflux V702.	44
Tableau IV. 6. Détermination de la température de rosée au sommet de la colonne C702.	45
Tableau IV. 7. Détermination de la température du fond de la colonne C702.	45
Tableau IV. 8. Volatilité relative dans la zone d'alimentation.	46
Tableau IV. 9. Volatilité relative dans la zone de rectification.	47
Tableau IV. 10. Volatilité relative dans la zone d'épuisement.	47
Tableau IV. 11. Taux de vaporisation de la charge de la colonne C702.	48
Tableau IV. 12. Détermination de la constante d'Underwood.	49
Tableau IV. 13. détermination du taux de reflux minimal.	50
Tableau IV. 14. Détermination du taux reflux optimal.	50
Tableau IV. 15. Détermination du taux de rebouillage.	51
Tableau IV. 16. Détermination du taux rebouillage optimal.	51

Tableau IV. 17.Comparatif des paramètres des fonctionnements.....	51
Tableau IV. 18.Comparatif de production.....	52

Liste des Figures

Chapitre I

Figure I. 1. Situation géographique de la région d'étude.	4
Figure I. 2. Schéma centre de HBK.....	5
Figure I. 3. Schéma centre de BKH.....	6
Figure I. 4. Schéma centre de GLA.....	7
Figure I. 5. Schéma de l'usine de traitement du gaz Guellal.....	9
Figure I. 6. Schéma de la section de boosting.	11
Figure I. 7: Schéma de la section de déshydratation.	13
Figure I. 8. Schéma général de la section de fractionnement de GLA.....	15

Chapitre III

Figure III. 1. (B) Molécule de butane. (A) Molécule de propane.	28
--	----

Liste des Abréviations

BKA : Benkahla.

BP : Basse Pression.

CFPA : Compagnie Française Des Pétroles Algérie

CO : monoxyde de carbone.

DRT : DrâaTamra.

HBK : Haoud Berkaoui.

HP : Haute pression.

HC : hydrocarbures imbrûlés.

L'EMHV : ester méthylique d'huile végétale.

l'EEHV : ester éthylique d'huile végétale.

GPL : Gaz du pétrole liquéfié.

GNL : Gaz naturel liquéfié.

GLA : Guellala.

MP : Moyen pression.

MTBE : méthyl tert-butyl éther.

l'OFEFP : Office Fédéral de l'Environnement des Forêts et du Paysages.

PTE : Plom Tetra ethyle.

PCI : Pouvoir Calorifique Inférieur.

UTG : Usine de traitement de gaz.

RTO : Région Transport Ouest.

TAG : trias argilo gréseu.

TVR :tension de vapeur Reid.

Nomenclatures

Symbole	Désignation	Unité
D'	Débit de distillat	kmoles/h
e'_0	Taux de vaporization	-
e_{0i}	Taux de vaporization de l'élément I	-
L'	Débit d'alimentation	kmoles/h
K_i	Coefficient d'équilibre de l'élément i.	-
K_r	Coefficient d'équilibre de l'élément de référence.	-
K_i	Coefficient d'équilibre de l'élément i.	-
M_i	La masse moléculaire de constituant i	kg/kmol
M_{dmoy}	Masse molaire moyenne de distillat	kg/kmol
M_{rmoy}	Masse molaire moyenne de résidu	kg/kmol
nP	nombre de plateaux entre le sommet et l'alimentation	-
P_b	Pression de ballon de reflux	Bar
P_s	Pression de sommet de colonne	Bar
P_L	Pression d'alimentation	Bar
P_f	Pression de fond de colonne	Bar
ΔP_1	Pert de charge	-
ΔP_2	pertes de charges dues aux résistances des plateaux	-
$\Delta P'_i$	perte de charges au niveau de chaque plateau	-
R'	Débit de résidu	kmoles/h
$r_{f \min}$	Taux de reflux minimal	-
$r_{b \min}$	Taux de rebouillage minimal	-

$r_{f \text{ opt}}$	Taux de reflux optimal	-
$r_{b \text{ opt}}$	Taux de rebouillage optimal	-
$(r_f)_{\text{min}}$	taux de reflux minimal	-
$(r_f)_{\text{opt}}$	le taux de reflux optimal	-
$(r_b)_{\text{min}}$	Le taux de rebouillage minimal	-
$(r_b)_{\text{opt}}$	Le taux de rebouillage optimal	-
t_b	Température Dans le ballon de reflux	°C
t_s	Température de rosée au sommet de la Colonne	°C
t_f	Température de bulle au fond de la colonne	°C
Y'_{id}	Fraction molaire de distillat	-
Y_{0i}	Concentration molaire du constituant « i » dans la phase vapeur.	
X'_{II}	Fraction molaire d'alimentation	-
X'_{Ir}	Fraction molaire de résidu	-
X'_{0i}	: Concentration molaire du constituant « i » dans la phase liquide.	-
X'_{Li}	Concentration molaire du constituant « i » dans la charge.	-
$(r_b)_{\text{min}}$	Le taux de rebouillage minimal	-
$(r_b)_{\text{opt}}$	Le taux de rebouillage optimal	-
e_{0i}	Taux de vaporization de l'élément I	-

α_{im}	La volatilité relative dans la zone de rectification	-
α_{im}	La volatilité relative dans la zone d'épuisement	-
X'_{0i}	: Concentration molaire du constituant « i » dans la phase liquide.	-
Y_{0i}	Concentration molaire du constituant « i » dans la phase vapeur.	-
X'_{Li}	Concentration molaire du constituant « i » dans la charge.	-
$\alpha_{L,i}$	La volatilité relative dans la zone d'alimentation	-
α_{im}	La volatilité relative dans la zone de rectification	-
α_{im}	La volatilité relative dans la zone d'épuisement	-
α_i	la volatilité relative de de l'élément i	-
α_{im}	La volatilité relative dans la zone de rectification	-
α_{im}	La volatilité relative dans la zone d'épuisement	-
Φ	Constante qui variée entre les volatilités relatives des constituants clés lourds et volatils.	-

Introduction générale

L'énergie occupe une place prépondérante dans la vie de l'être humain. Les sciences et les progrès technique ont permis à l'homme de découvrir de nouvelles ressources énergétiques à savoir tous les produits à vocation énergétique dont nous citons le pétrole et le gaz naturel [1].

Les branches industrielles de l' énergie sont nombreuses, et parmi elles, celle des hydrocarbures dont la matière de base est le pétrole ainsi que le gaz, ces derniers sont les plus répandus et seuls capables de satisfaire l'accroissement des besoins en énergie.

Issu de la distillation du pétrole et du traitement du gaz, le GPL (gaz de pétrole liquéfié) s'est imposé essentiellement grâce à sa souplesse d'utilisation, en tant que combustible dans de nombreuses applications, le coût raisonnable que présente son stockage et son transport, sa sécurité d'approvisionnement, son prix compétitif, et d'autres avantages d'un point de vue écologique.

Plus de 60% des volumes des GPL produits dans le monde proviennent de champs de gaz, le reste issu du raffinage du pétrole brut. L'usage de cette source d'énergie est aujourd'hui largement répandu en raison de leur facilité de stockage et de transport. Leur distribution a débuté dans des bouteilles dès les années 1930 et s'est étendue avec le développement du stockage en citerne dans les années soixante.

Les GPL sont aujourd'hui largement exploités par les industriels, mais aussi par les particuliers dans leurs activités itinérantes [2].

On effet, l'obtention de produits pétroliers répondant à des spécifications données nécessite une séparation préalable en différentes fractions ou coupes, qui doivent être purifiées, ou subir des transformations, notamment en vue des besoins pétrochimiques ultérieurs.

Le pétrole et le gaz sont les richesses naturelles les plus importantes de notre pays, donc l'exploitation pétrolière et gazière en Algérie consiste principalement à maximiser les revenus en optimisant la récupération, et la valorisation de tous les dérivés, qui connaissent une hausse des prix et une libre vente sur le marché international.

Le gaz de pétrole liquéfié (GPL) à une grande importance dans la stratégie de commercialisation des hydrocarbures de la SONATRACH. Dans ce contexte, la société a investi dans un projet d'implantation d'une usine de traitement de gaz associé au pétrole

au niveau de Guellala (GLA) région Houd Berkaou ; produisant essentiellement du gaz lift, gaz de vente et du GPL.

La production du GPL (C_3 et C_4) à Guellala est basée sur le fractionnement des hydrocarbures lourds (C_5+). Cette opération se fait par une colonne de distillation (C-702). Dans cette usine, il a été constaté que le taux de récupération du GPL relativement faible par rapport aux résultats souhaités.

Dans le cadre de notre projet de fin d'étude, il nous a été proposé de recalculer les paramètres de fonctionnement du débutaniseur (C-702), à savoirs : taux de rebouillage, taux de reflux, la pression dans la colonne ... etc.

Notre but dans cette étude est d'augmenter la production de GPL, cela sans affecter les spécifications technico-commerciales requises pour le GPL.

Ce manuscrit de mémoire est organisé suivant quatre chapitres :

Dans le premier, on présente la région de Haoud Berkaoui, sa situation géographique, ces centres de production.

Le deuxième chapitre, s'oriente généralement sur l'essence et le gasoil.

Pour le troisième chapitre nous présentons des généralités sur les GPL.

Dans le quatrième chapitre, nous exposons la méthodologie de calcul et une série de calculs afin d'optimiser les paramètres de marche de débutaniseur.

Enfin, ce mémoire est clôturé par une conclusion générale décrivant les principaux résultats de ce travail de recherche.

Chapitre : I
Présentation de la région

I.Introduction présentation de la région d'étude

I.1. Présentation de la SONTRACH

La Société Nationale Algérienne de recherche, d'exploration, de transport par canalisation et de commercialisation des hydrocarbures « SONATRACH » est l'une des plus grandes sociétés énergétiques dans le monde. Les missions confiées à SONATRACH par l'Etat, unique actionnaire, sont les suivantes :

- Contribuer au développement national.
- Maximisation de la valeur long terme des ressources hydrocarbures en Algérie.
- Satisfaire les besoins actuels et futurs de l'Algérie en hydrocarbures et produits pétroliers [3].

I.2. Présentations de la région de Haoud Berkaoui (HBK)

La région de HAOUD BERKAOUI représente l'une des dix (10) principales zones productrices d'hydrocarbures du Sahara algérien.

Elle fait partie de la division Production Amont de SONATRACH. Le premier centre de traitement d'huile a été mis en service en 1967; aujourd'hui il existe 5 unités de traitement d'huile et 1 unité de traitement de gaz.

A ce jour, 95 puits sont en exploitation, répartis sur l'ensemble des champs, dont 49 puits en gaz 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. Il existe 3 centres principaux de production situés à Haoud Berkaoui, et Benkahla et Guellala.

Le gaz récupéré de la stabilisation est comprimé et acheminé vers l'usine de traitement de gaz de Guellala (UTG/GLA) qui en soutire du GPL, du condensat, du gaz de vente et du gaz-lift [4].

I.3. Situations géographique de la région d'étude

Sur la route numéro 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 Haoud Berkaoui. Cette région est située à 100 Km de 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 [5].

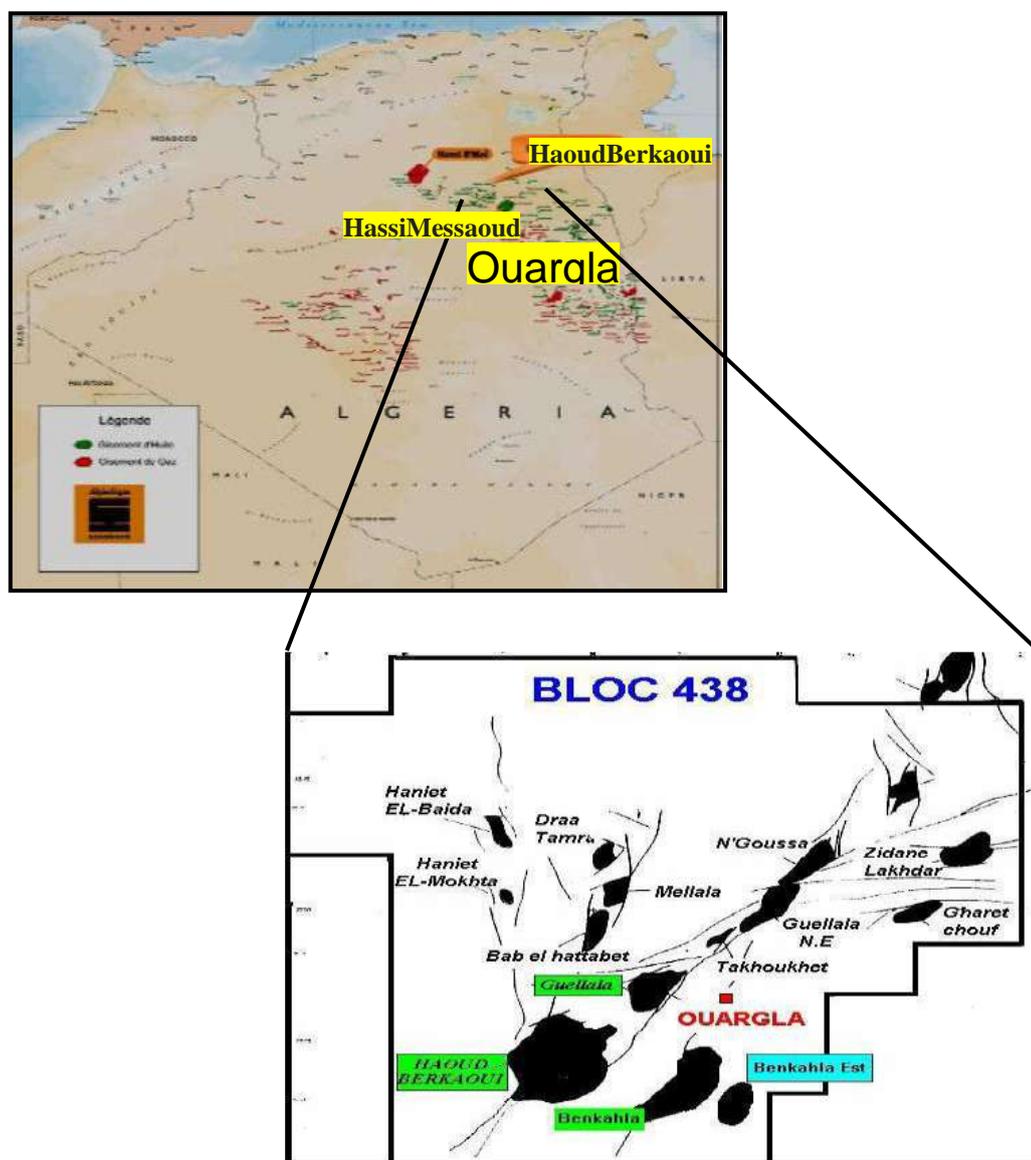


Figure I. 1. Situation géographique de la région d'étude.

I.4. Les champs principaux

Il existe trois centres principaux de production situés à Haoud Berkaoui, Benkahla Et Guellala.

I.4.1. Champ de Haoud Berkaoui (HBK)

Sur une superficie de 175 km², ce champ découvert en mars 1965 par la CFPA (compagnie française du pétrole algérien) par le forage du puits OK101, situé au sommet de l'anticlinal. La mise en production de ce gisement a eu lieu en janvier 1967, la production HBK se compose d'une unité de séparation d'huile avec une capacité de 8000 m³/j, d'une autonomie de stockage de 13000 m³, d'une unité de Boosting gaz de 1 million m³/J, et d'une unité de station d'injection d'eau à raison de 6000 m³/j [5].

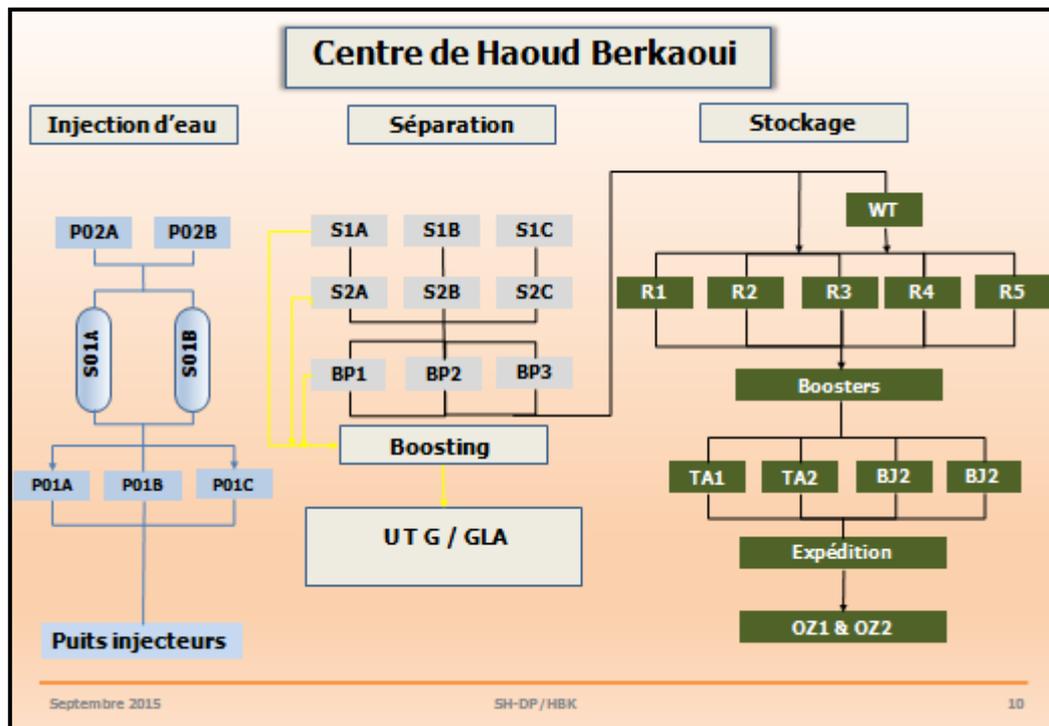


Figure I. 2. Schéma centre de HBK.

I.4.2. Champ de Benkahla (BKH)

Le gisement de BENKAHLA a été découvert en novembre 1966 par la même compagnie (FCPA) par le forage du puits OKP24.

Il s'étend sur une superficie de 72 km², le centre de production de BENKAHLA, est composé d'une unité de séparation d'huile de 5000 m³/J, et d'une unité de Boosting

Gaz de 560000 m³/j, toute la production d'huile de BENKAHLA est expédiée vers le centre de production HBK [6].

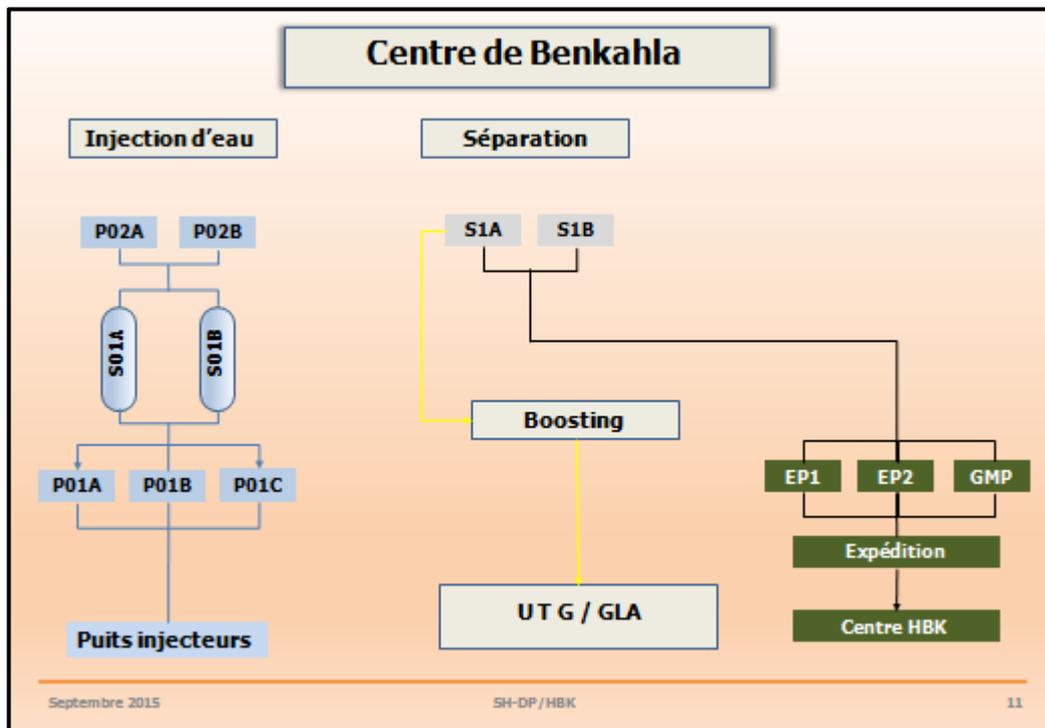


Figure I. 3. Schéma centre de BKH.

I.4.3. Champ de Guellala (GLA)

Son gisement a été découvert le 28 octobre 1969 par le forage de GLA01, sa mise en production date de février 1973. Il s'étend sur une superficie de 35 km².

Le centre de production GLA se compose d'une unité de séparation d'huiles d'une capacité de 7000 m³/J, d'une unité de stockage de 15000 m³/j, d'une unité d'injection d'eau d'une capacité de 250 m³/h, d'une unité de déshuilage d'une capacité de 10 m³/h, et d'une unité de boosting gaz de 762000 m³/j, sa capacité de récupération de GPL, est estimée aujourd'hui à 252tonnes par jour [7].

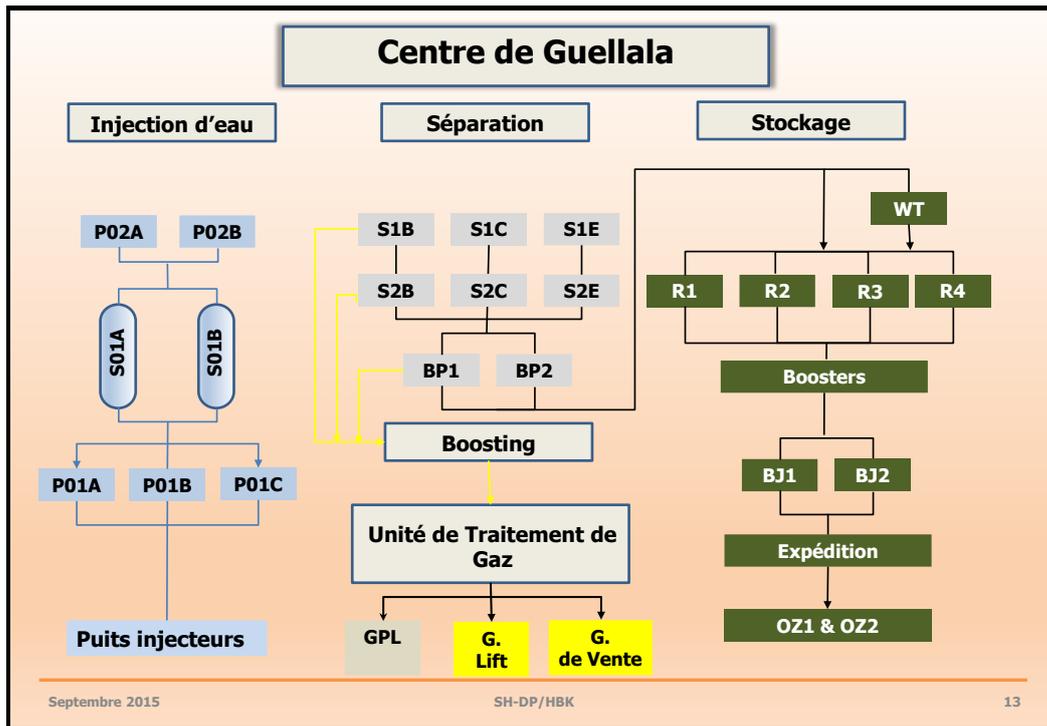


Figure I. 4. Schéma centre de GLA.

I.5. Historique

Les études géologiques réalisées à Ouargla ont permis de connaître l'existence de deux structures appelées Haoud Berkaoui, et Benkahla.

En mars 1965, un gisement d'huile fut localisé dans la série du trias argilo gréseux (TAG) plus exactement à Haoud Berkaoui par la compagnie (CFPA), la zone pétrolière de Haoud Berkaoui, est constituée de près de 20 champs pétroliers, répartis sur 63 km² sur le bord oriental de la dépression Ouaï Mya, les plus importants de cette région sont ceux de Haoud Berkaoui, Benkahla et Guellala, elle reforme les accumulations d'huile essentielle de cette zone, la série inférieure du trias argileux Gréseux située à une profondeur moyenne de 3350 m, est le principale réservoir, productif d'huile parmi les autres champs constituant la périphérie de cette région figurent Drâa Tamra (DRT) et Guellala -Nord-est [8].

La région de Haoud Berkaoui a été gérée par Hassi Messaoud jusqu'à 1977, l'année dans laquelle elle est devenue autonome. En l'espace de 30 ans, la région a connue des changements très importants au fur et à mesure de son développement.

I.6. Protection de l'environnement

La région de Haoud Berkaoui est l'une des premières régions à fournir de grands efforts dans le domaine de la protection de l'environnement, cette région est dotée:

- D'une station de déshuilage: pour purifier l'eau issue des différents séparateurs et l'utiliser par exemple pour arroser les espaces verts.
- D'une unité de récupération des gaz torchés: cela s'effectue grâce à l'unité de boosting qui permet de récupérer les gaz et les utilisés comme gaz-lift et comme gaz de vente.

I.7. Description de l'unité de traitement de gaz du Guellala

La figure (I.5) représente un schéma global de l'usine de traitement de gaz de Guellala. Six différentes sections construite le processus depuis l'entrée des gaz jusqu'à les sorties dans la forme de gaz de vente, de gaz lift ou de GPL, dans ce qui suit, on va donner une description détaillée de chacune de ces sections en montrant le rôle de chacune d'elles.

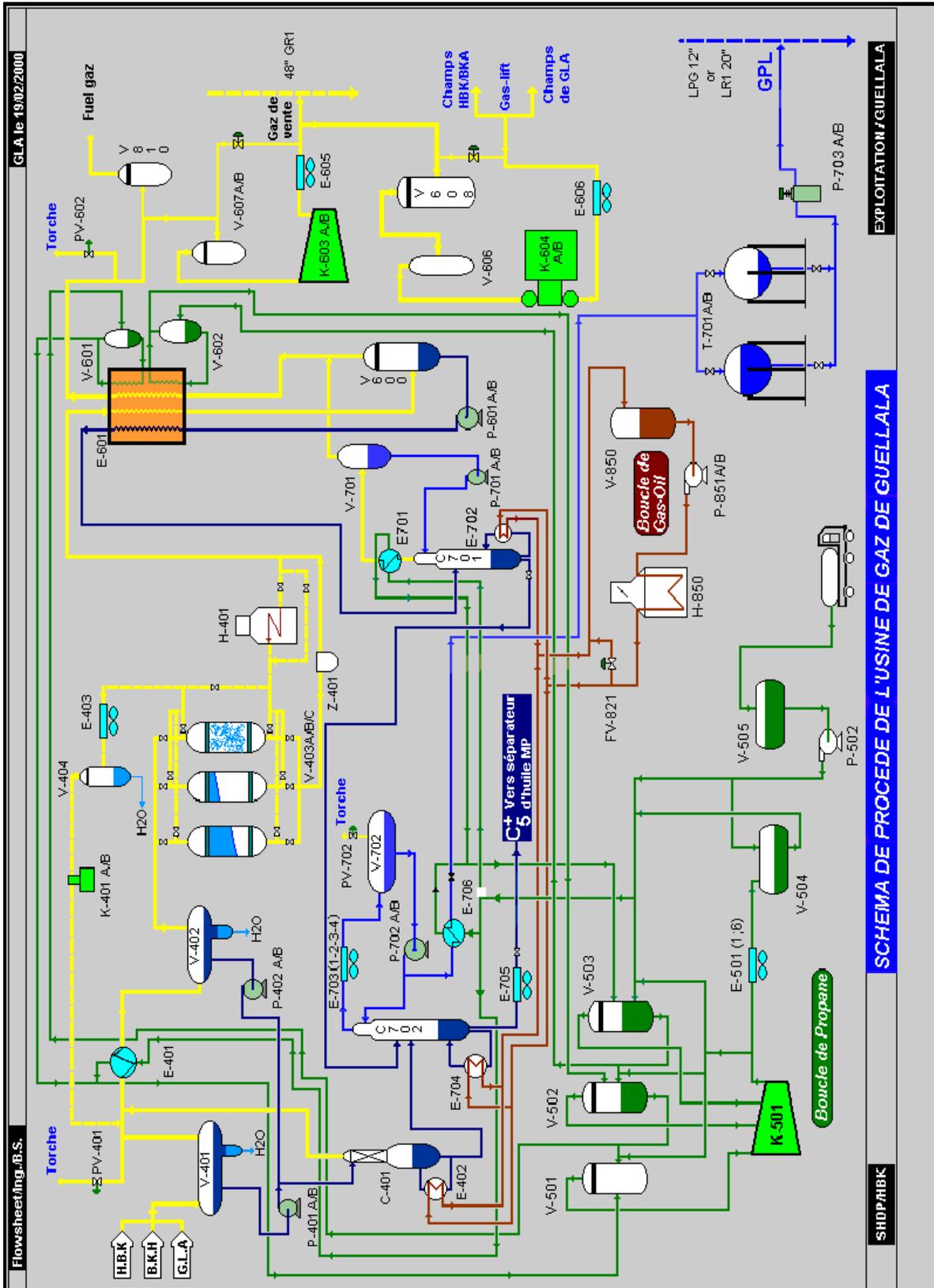


Figure I. 5. Schéma de l'usine de traitement du gaz Guellala.

I.7.1. Section de Boosting

La section de boosting de Guellala se compose d'un seul train de compression. Les gaz d'alimentation BP, MP et HP sont disponibles à partir des lignes de torches. Le gaz BP passe dans le ballon d'aspiration V-300 où les entraînements de pétrole brut sont enlevés et recueillis dans le ballon V-304 ensuite renvoyés aux séparateurs BP existant sous pression de gaz HP, puis le gaz est pressurisé jusqu'à la pression de gaz MP (2 bars) par la soufflante K-300, le gaz BP ainsi comprimé sera mélangé avec les gaz provenant des lignes de torche MP et d'appoint du V-401, et est introduit dans le ballon d'aspiration 1^{er} étage V-301 du compresseur K-301 où les gouttelettes d'huile entraînées sont éliminées et renvoyées vers le séparateur MP.

Le gaz HP provenant de la ligne de torche HP passe dans le ballon d'aspiration V-302 où les entraînements de pétrole brut sont enlevés et renvoyés vers le séparateur BP, puis le gaz pénètre dans le 2^{ème} étage du compresseur K-301 mélangé au gaz HP provenant du 1^{er} étage, sera comprimé jusqu'à 26 bars, à la sortie du compresseur le gaz est refroidi à l'aide de l'aéroréfrigérant E-301. Le gaz ainsi refroidi est envoyé vers l'usine de traitement UTG en passant par le ballon de rétention d'eau V-303 dans lequel l'eau est évacuée vers le borbier. Le Compresseur K-301, est de type centrifuge qui entraînée par moteur électrique [8].

Tableau I. 1. Condition Opératoire de la Section de Boosting.

Paramètre	Unité
Pression d'aspiration (MP +BP)	2.6 bars
Température d'aspiration (MP +BP)	47.6°C
Pression d'aspiration(HP)	10.3 bars
Température d'aspiration (HP)	37.5°C
Pression de refoulement	26 bars
Température de refoulement	137°C

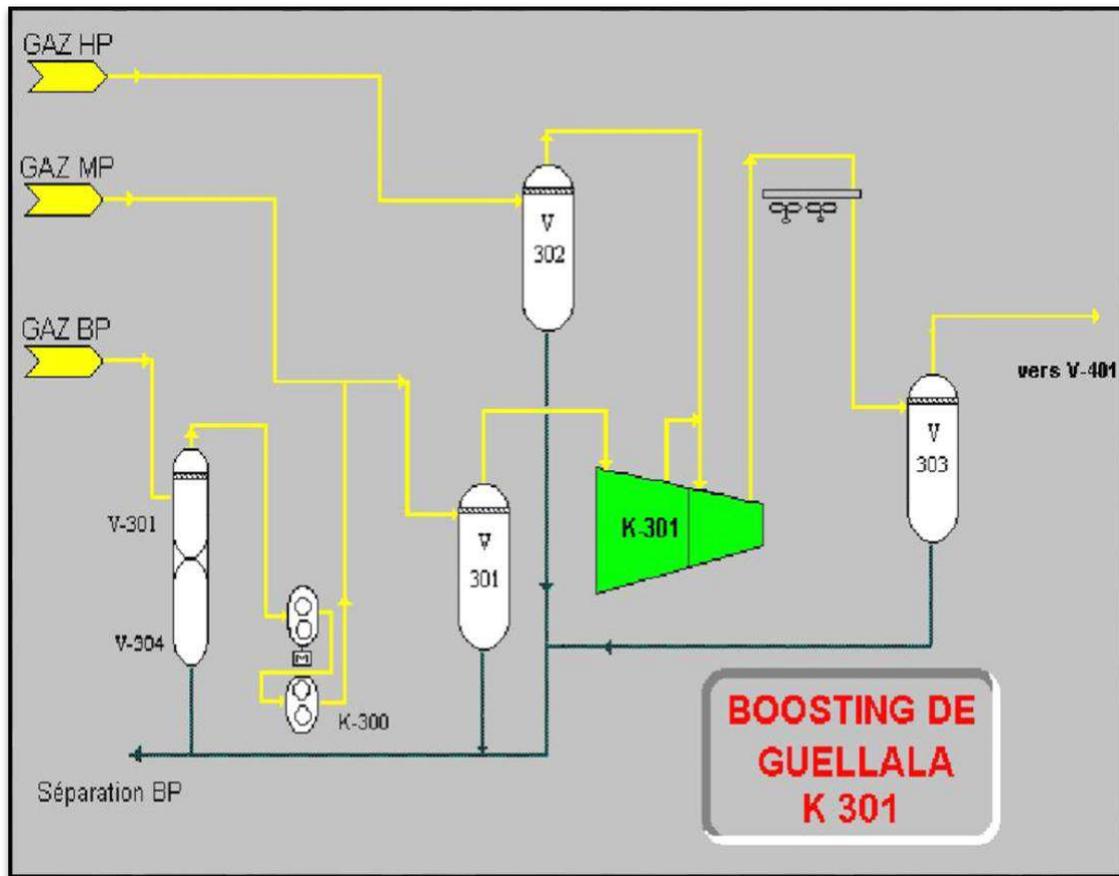


Figure I. 6.Schéma de la section de boosting.

I.7.2. Section de stabilisation

L'alimentation de l'usine de traitement de gaz UTG est assurée par le gaz provenant des stations de boosting de HBK, BKA et GLA mélangés au niveau du collecteur d'entrée puis introduits dans le ballon 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 borbier et les condensât sont récupérés du fond du ballon par les pompes P-402A/B. Les deux refoulements des pompes de condensât 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.

Tableau I. 2. Condition opératoire de la Section de stabilisation.

Paramètre	Unité
Température de tête	51°C
Pression de fond	26.5 bars
Température de fond	138.5°C

I.7.3. Section de déshydratation

Le gaz du ballon V-402 est envoyé aux sécheurs de gaz V-403A/B/C avant de passer dans la section de réfrigération E-601.

Le système de séchage est constitué de trois lits fixes dont deux en services et un en régime de régénération. Le gaz de régénération est porté à une température de 240 °C dans le réchauffeur de gaz H-401.

Le gaz de régénération après avoir été refroidi par le refroidisseur de gaz de régénération E-403 est envoyé au ballon séparateur de gaz de régénération V-404 et envoyé vers le compresseur de gaz de régénération K-401A/B puis recyclé vers le refroidisseur de gaz d'alimentation E-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 [9].

Conditions opératoires

- Débit: 4020 Nm³/h
- Température de service: 290 °C
- Pression de service: 22 bars
- Temps de régénération: 6 heures

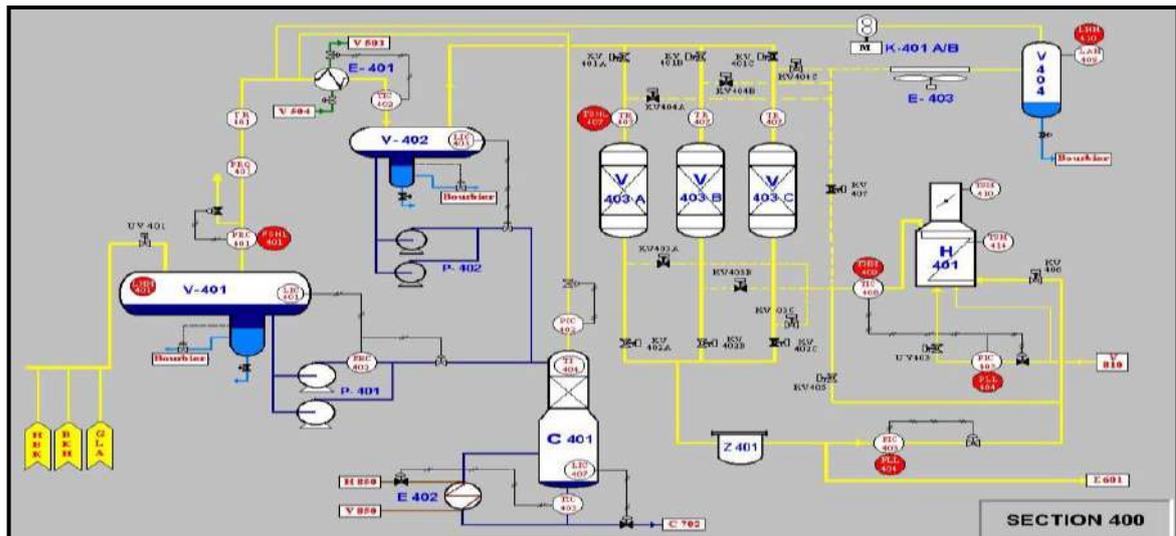


Figure I. 7: Schéma de la section de déshydratation.

1.7.4. Section de réfrigération

Le gaz séché est refroidi dans un échangeur de chaleur à plaque E-601 est envoyé au séparateur froid V-600. Le gaz du séparateur V-600 est mélangé avec le gaz du ballon de reflux V-701, est réchauffé dans l'échangeur à plaque et envoyé vers le compresseur de gaz de vente K-603 A/B [7].

Le liquide du séparateur V-600 après avoir été pompé par la pompe d'alimentation du dééthaniseur P-601A/B est réchauffé dans l'échangeur à plaque et utilisé comme alimentation du C-701.

Dans l'échangeur à plaque la réfrigération est réalisée par le propane.

Tableau I. 3. Condition opératoire de la section de réfrigération.

Type de gaz	Paramètre	Unité
Gaz séché	Température d'entrée	26,8°C
	Température de sortie	-18,5°C
Gaz froid du ballon V-600	Température d'entrée	-18,5°C
	Température de sortie	23°C

I.7.5. Section de fractionnement

1. Dééthaniseur

Le liquide provenant de la section de réfrigération alimente le dééthaniseur C-701 par la pompe P-601 A/B au niveau du 14^{ème} plateau. En tête de la colonne le gaz est partiellement condensé dans le condenseur 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 issu du V-701 est préchauffé dans la section de réfrigération et envoyé au compresseur de gaz de vente K-603 A/B. Les condensats du fond de C-701 sont stabilisés par le rebouilleur condensât/huile chaude E-702 et envoyé comme 2^{ème} charge au débuthaniseur C-702 sous contrôle de niveau [10].

Tableau I. 4. Condition opératoire de Dééthaniseur.

Paramètre	Unité
Pression de tête	24.4 bar
Température de tête	-5.7°C
Pression de fond	25.3 bar
Température de fond	89.6°C
Nombre des plateaux	38

2. Débuthaniseur

L'alimentation est assurée par les liquides provenant de dééthaniseur C-701 et la Colonne de stabilisation C-401.

Le gaz de tête est totalement condensé dans l'aérocondenseur E-703 A/B et séparé dans le ballon de reflux V-702, le liquide du ballon de reflux est pompé par la pompe P-702 A/B, une partie est utilisé comme reflux et l'autre partie c'est le GPL qui est envoyé vers le stockage dans les sphères T-701A/B après être refroidi à 45°C dans l'échangeur à propane E-706.

Les condensats du fond de C-702 sont stabilisés par le rebouilleur E-704 et envoyés vers le séparateur MP existant dans le centre de production de Guellala après être refroidi dans l'aéro E-705.

Tableau I. 5. Condition opératoire de Débuthaniseur.

Paramètre	Unité
Pression de tête	14 bars
Température de tête	65,7°C
Pression de fond	15,4 bars.
Température de fond	156,8 °C.
Nombre des plateaux	38

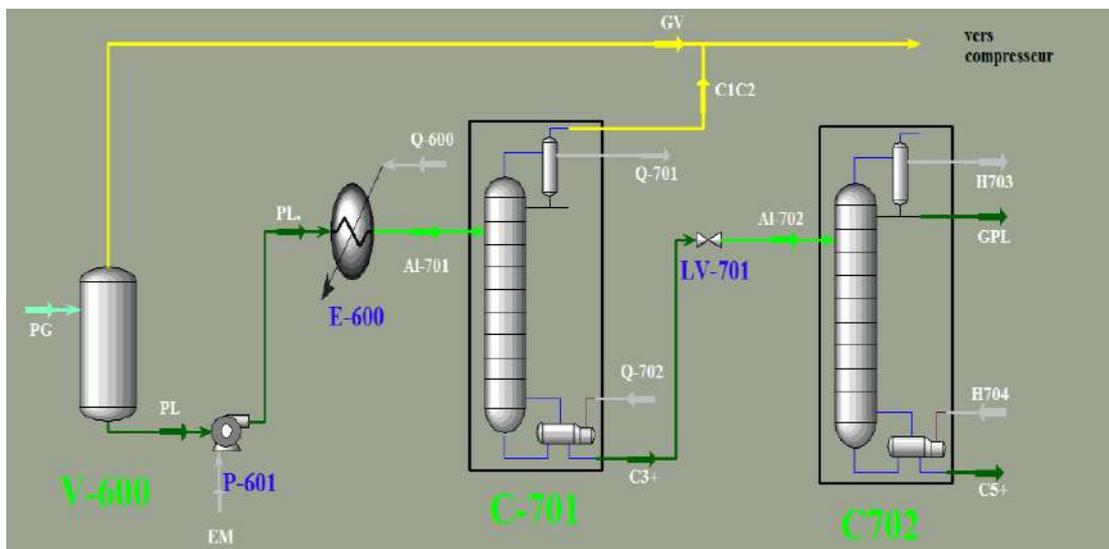


Figure I. 8. Schéma général de la section de fractionnement de GLA.

I.7.6. Section de compression de gaz de vente

Le gaz provenant du séparateur froid V-600 et du ballon de reflux du déethaniseur V-701 est évacué vers le compresseur de gaz de vente K-603 A/B chacun ayant une capacité de 50% du débit total nominal pour y être comprimé à 73 bars. A la sortie du compresseur le gaz est refroidi par l'aéro E-605, une partie est envoyée vers la ligne 48'' GR1 reliant ALRAR–Hassi R'mel, l'autre partie est comprimée, envoyée comme gaz-lift vers les trois champs HBK, BKA et GLA à une pression de 140 bars.

Tableau I. 6. Condition opératoire.

Paramètre	Unité
Pression d'aspiration	22,2 bars
Température d'aspiration	23°C
Pression de refoulement	75,7bars
Température de refoulement	60°C

I.7.7. Section de gaz lift

Le gaz provenant de la ligne de gaz de vente passe dans le ballon d'aspiration V-606 puis le gaz pénètre dans le compresseur de gaz lift K-604 A/B (compresseur alternatif) pour y être comprimé à une pression de 140 bars. Le gaz comprimé est refroidi par l'aéro E-606 est envoyé vers les lignes de gaz lift des champs.

Conclusion

Donc l'installations principales est:

- unités de séparation et traitement d'huile .
- Boosting de GLA : pour envoyer le gaz vers L'UTG
- L'UTG : pour récupérer le gaz torché et le gaz associé issu de la séparation du pétrole brute pour produire le gaz commercial , le GPL, le gaz lift , et le condensat .
- L'unité d'injection d'eau : pour injecter l'eau et maintenir la pression du gisement .
- L'unité de déshuilage : pour récupérer de l'huile et pour la protection de l'environnement .
- Stockage et expédition .

Chapitre II :
Généralités sur l'essence
et le gasoil

II.Introduction sur les carburants véhicules

Un carburant est un combustible qui alimente un moteur thermique. Celui-ci transforme l'énergie chimique du carburant en énergie mécanique.

Le moteur à essence et le moteur diesel sont des types de moteur à combustion interne, alors que la machine à vapeur est un moteur à décompression. Leur principal avantage est d'avoir une grande densité énergétique, c'est-à-dire qu'ils peuvent fournir beaucoup d'énergie pour une masse ou un volume donné (c'est ce qui permet à un véhicule d'avoir une grande autonomie). Comme son nom l'indique, un carburant contient du carbone. Dans le cas de l'hydrogène par exemple on parlera de combustible. Le carburant est souvent un liquide et parfois un gaz. Il est stocké dans le réservoir des véhicules. Un réservoir de voiture peut généralement contenir 50 litres.

Les carburants peuvent être classés de différentes manières. On peut par exemple distinguer les carburants fossiles des biocarburants.

Les carburants fossiles sont ceux qui proviennent de la transformation des matières organiques mortes mélangées à divers minéraux à de grandes profondeurs. Cette transformation nécessite plus d'un million d'années et se déroule à des températures et pressions très élevées. Les carburants fossiles sont en quantité limitée sur terre. La diminution future de la production de carburants est traitée dans l'article sur le pic de production. Les carburants issus du pétrole sont aussi appelés hydrocarbures [11].

Tableau II. 1. Liste de carburants.

Carburant	PCI
Essence (automobile)	43.8 MJ/Kg
Essence (aviation)	44.0 MJ/Kg
GPL	46.1 MJ/Kg
Fioul ou Gasoil	42.5 MJ/Kg
Kérosène	43.3 MJ/Kg
GNV	48.0 MJ/Kg
Dihydrogène	120.0 MJ/Kg
Isooctane	44.4 MJ/Kg
Iso-heptane	44.6 MJ/Kg

II.1.L'essence

II.1.2. Définition

L'essence est un liquide inflammable, issu de la distillation du pétrole, utilisé comme carburant dans les moteurs à combustion interne. C'est un carburant pour moteur à allumage commandé (moteur essence). C'est un mélange d'hydrocarbures, auxquels peuvent être ajoutés des additifs pour carburants. De nombreux types d'essence (dont essences spéciales) sont fabriqués et mis sur le marché. On y trouve en moyenne ; 20 à 30% d'alcane, hydrocarbures saturés de formule C_nH_{2n+2} . 5% de cyclo alcane, hydrocarbures saturés cycliques 30 à 45% d'alcènes, hydrocarbures insaturés 30 à 45% d'hydrocarbures aromatiques, de la famille du benzène...etc.

II.1.2. Caractéristiques de l'essence

Sous pression atmosphérique, l'essence s'évapore entre la température ambiante et 215°C. La densité moyenne des essences est d'environ 0.755, leurs vapeurs sont 3 fois plus lourdes que l'air. Les essences sont généralement caractérisées par leur indice d'octane (leur pouvoir détonant), et leur volatilité (qui détermine leur comportement dans les moteurs, à chaud et à froid).

L'essence est principalement composée d'alcane, alcènes, d'hydrocarbures aromatiques, et de quelques autres composés, issus de la distillation du pétrole ou des additifs (potassium, antidétonants...).

II.1.3. Propriétés Physiques

La masse volumique des essences fait l'objet d'un encadrement précis puisque, pour l'Euro-super, distribué partout en Europe, elle doit être comprise entre 0,720 et 0,775 kg/l à 15 °C.

Le respect de cet intervalle est nécessaire pour une utilisation satisfaisante du véhicule. En effet, les constructeurs automobiles en tiennent compte lors de la mise au point des systèmes d'alimentation du moteur et choisissent, en conséquence, les débits des différents organes mécaniques (injecteurs, pompe, etc.). Lors de l'utilisation réelle, une variation trop importante de masse volumique entre différents approvisionnements pourrait perturber les réglages, surtout dans les conditions de fonctionnement où la régulation est

difficile (démarrage, mise en action c'est-à-dire fonctionnement du véhicule pendant les premiers kilomètres, accélération) [12].

La volatilité des essences doit également être soigneusement contrôlée, afin d'obtenir à la fois un fonctionnement satisfaisant du véhicule et une réduction d'émission d'hydrocarbures par évaporation. Elle est définie, d'une part, par la pression de vapeur, et, d'autre part, par la courbe de distillation.

La pression de vapeur d'une essence (dite tension de vapeur Reid ou TVR) correspond à la pression créée par le passage à l'état gazeux des constituants les plus volatils dans une enceinte fermée – le réservoir – à une température donnée. Elle est généralement déterminée à 37,8 °C – c'est-à-dire à 100 °F (degrés Fahrenheit) – et s'exprime en valeurs relatives, à partir de la pression atmosphérique. Elle est comprise, selon les pays et les saisons, entre 450 et 1 000 hectopascals (hPa).

La courbe de distillation d'une essence représente quant à elle la fraction évaporée en volume, à pression atmosphérique, en fonction de la température. Le plus souvent, on définit quelques repères sur cette courbe : point initial (P.I.), point final (P.F.), fractions évaporées en pourcentage (volume) à 70 °C, 100 °C, 150 °C, désignées par les sigles E 70, E 100, E 150 (E pour évaporées).

Une volatilité minimale (pression de vapeur et repères sur la courbe de distillation) est nécessaire, surtout en période d'hiver, pour permettre le démarrage du véhicule et obtenir un fonctionnement satisfaisant. Inversement, par temps chaud, il faut limiter la volatilité pour éviter des phénomènes d'évaporation intempestive (percolation, zones de carburants gazeux, émissions par évaporation) et minimiser les rejets d'hydrocarbures légers dans l'atmosphère.

Ces contraintes sont prises en compte dans la fixation des spécifications de la volatilité des essences en Europe. Par exemple, pour l'Euro-super, six classes de volatilité sont définies en Europe. Chaque pays choisit celles qui sont les mieux adaptées à ses particularités climatiques et les utilise selon les saisons (été, automne-printemps, hiver).

Une dernière caractéristique de la volatilité des essences est le point final de distillation qui ne doit pas être trop élevé (210 °C au maximum), afin de limiter la formation de dépôts à l'intérieur du moteur, résultant d'une combustion incomplète [13].

II.1.4. Propriétés Thermiques

Dans ce domaine, la caractéristique la plus importante des essences est le pouvoir calorifique qui exprime la quantité d'énergie dégagée après combustion par unité de masse ou de volume.

Tableau II. 2. Caractéristiques de l'essence.

Identification	
N° CAS	86290-81-5
N° ECHA	100.081.080
N° CE	289-220-8
Apparence	Liquide mobile
Propriétés chimique	
Formule	Paraffines, cyclo-paraffines, hydrocarbures oléfiniques et aromatiques C ₃
Propriétés physiques	
T° fusion	< -60 °C
T° ébullition	20 à 200°C
Solubilité	100 à 250mg/L dans l'eau
Masse volumiques	680 à 790 kg /m ³ à 15°C
T° d'auto-inflammation	Environ 300 °C
Point d'éclair	-40 °C
Limites d'explosivité dans l'air	1,3_ 7,1 % vol

II.1.5. Utilisations de l'essence

L'essence est utilisée dans les moteurs à explosion à allumage commandé, c'est-à-dire les moteurs équipés de bougies.

L'essence est le principal carburant automobile dans le monde, même si sa part sur les marchés des carburants peut varier de manière importante. Ainsi, en France, depuis quelques années, c'est le Gazole qui est prédominant, grâce à une fiscalité qui lui est plus favorable (ou plutôt, moins défavorable, ce dernier étant moins taxé).

En dehors de l'automobile, l'essence est aussi utilisée comme carburant d'aviation.

Enfin, certains solvants chimiques issus de la distillation du pétrole entrent aussi dans la catégorie des essences.

II.1.6. Les différentes formes d'essences

Il existe plusieurs formes d'essence, dont certaines, comme l'essence ordinaire et le supercarburant(plombé), ont disparu ou sont en passe de disparaître.

Dans l'essence on trouve de l'essence légère de première distillation, de l'essence de craquage obtenue par transformation du fioul lourd, de l'essence de vapocraquage, de l'essence de reformage, du butane, et des additifs antidétonants. Les essences de craquage et de vapocraquage contiennent beaucoup de molécules insaturées (oléfiniques et aromatiques), qui améliorent la carburation de l'essence. Le butane donne au carburant la pression de vapeur souhaitée. Les additifs antidétonants augmentent l'indice d'octane.

II.1.6.1. L'essence ordinaire

L'essence ordinaire, initialement très utilisée dans l'automobile, a progressivement été supplantée par le supercarburant.

II.1.6.2. Le supercarburant au plomb

Le supercarburant (super) offre un pouvoir détonnant supérieur à l'essence ordinaire, qu'il progressivement remplacée en raison des meilleures performances qu'il offrait. Son pouvoir détonnant amélioré résidait dans l'ajout d'alkyles de plomb. L'apparition des pots catalytiques a signé son arrêt de mort :

Les catalyseurs sont inhibés par le plomb. Depuis, le super a été remplacé par des carburants sans plomb.

II.1.6.3. Les supers sans plomb

Les pots catalytiques, rendus obligatoires par l'évolution des normes anti-pollution (ou plutôt, des normes de pollution...), ont donc forcé l'introduction de super sans plomb. Pour ces carburants, le plomb est remplacé par des composés organiques.

Il existe deux types de super sans plomb, dont la dénomination peut varier suivant les pays. Le premier introduit sur le marché a été le sans plomb 98. Depuis est apparu le sans

plomb 95. 98 et 95 désignent l'indice d'octane ; le super sans plomb 98 offre donc un pouvoir détonant plus élevé que celui du sans plomb 95.

L'essentiel des véhicules essence fonctionnent désormais au sans plomb 95, puisqu'un litre de ce dernier est moins cher. Pourtant, à l'usage, il n'est pas rare de constater que le sans plomb 98, grâce à ses meilleures performances, permet de diminuer la consommation. Rouler au sans plomb 98 peut donc s'avérer plus économique que d'utiliser du sans plomb 95, contrairement aux apparences. Évidemment, tout cela dépend de la différence de prix constatés effectivement entre les deux, ainsi que de l'économie en consommation du carburant, qui varient d'un moteur à un autre.

II.1.6.4. Les autres types d'essence

II.1.6.4.1 L'essence pour l'aviation

Des essences spéciales, de qualité supérieure à celles utilisées dans l'automobile, sont utilisées dans l'aviation. Elles doivent respecter des normes différentes, notamment en ce qui concerne l'indice d'octane, et sont utilisées dans les moteurs à piston des avions à hélice.

II.1.6.4.2. Autres essences

Il existe d'autres formes d'essences, principalement utilisées dans la chimie. Elles sont classées suivant leur température de distillation. À noter que l'essence C est utilisée dans les briquets.

II.1.7. Production

La principale voie d'obtention des carburants les plus courants est le raffinage du pétrole (on appelle « raffinage » l'ensemble des opérations visant à transformer le pétrole brut extrait du gisement en produits utilisables : combustibles, carburants, produits de base de l'industrie chimique...).

Le pétrole brut contient toujours une certaine quantité d'eau salée, elle est extraite au cours de l'étape de dessalage. Il subit ensuite une séparation de ses constituants par distillation fractionnée sous pression atmosphérique. Les colonnes utilisées peuvent atteindre soixante mètres de haut le long desquelles la température varie entre 370 et 70 °C. Elles sont conçues pour que les produits puissent être retirés à différentes hauteurs ; on parle des « coupes de distillation ».

II.2. Le gasoil

II.2.1. Définition

Au départ, le gasoil pétrolier est un fioul léger qui est obtenu par le raffinage du pétrole. Il est composé :

- d'hydrocarbures saturés (à 75%);
- d'hydrocarbures aromatiques (à 25%).

Le gasoil issu du raffinage ne se fige qu'entre -19°C et -15°C . Son point d'éclair – la température à laquelle il s'enflamme – est situé entre 52°C et 96°C .

Le gasoil pétrolier n'est toutefois pas le seul carburant de ce type qui existe sur le marché. En effet, depuis un certain nombre d'année, on parle aussi de bio-gasoil. Ce terme renvoie soit :

- Au gasoil pétrolier mélangé à une faible proportion (environ 10%) de carburants d'origine végétale (bioéthanol, par exemple).
- À un carburant d'origine végétale utilisé dans les moteurs diesel (ester éthylique d'huile végétale ou de méthylique d'huile végétale).

Tableau II. 3. Caractéristiques de gasoil.

Propriétés Physiques	
T° ébullition	1170 à 390 °C
Solubilité	Pratiquement insoluble dans l'eau
Masse volumiques	820 à 860 Kg/m ³ à 15°C
T° d'auto-inflammation	220 °C
Point d'éclair	>55 °C ISO 2719 (contient de l'essence en hiver, donc le point d'éclair est plus bas)
Limites d'explosivité dans l'air	Inférieure : 0.6 % vol Supérieure : 6.5 % vol
Pression de vapeur saturante	1 mbar à 20°C

II.2.2.Utilisation du gasoil

Le gasoil est très largement utilisé comme carburant automobile dans les moteurs Diesel. Initialement largement utilisé pour les transports de marchandises et les transports en commun, il s'est depuis largement répandu dans le secteur de l'automobile individuelle. En France, la fiscalité allégée du gazole par rapport l'essence à accélérer le développement de ce marché. Les moteurs Diesel sont généralement plus économes, et cet aspect est encore renforcé par le prix inférieur du gazole. Ce n'est pas forcément le cas l'étranger, où le gasoil est au moins au prix de l'essence, voire plus cher.

II.2.3.Évolution du gasoil

Le gasoil en lui-même a très peu évolué au cours du temps, contrairement aux essences automobiles. Depuis 1996, les teneurs en soufre diminuent progressivement à cause de la législation. Depuis peu, des gazoles sans soufre sont apparus. Depuis 2009, les gasoils sans soufre (ou plutôt, à très basse teneur en soufre), sont la norme.

II.2.4.Production du gasoil

Le processus de production du gasoil est complexe. Il faudrait d'ailleurs plutôt parler des modes de fabrication du gasoil, puisqu'il en existe une version issue du pétrole, et une autre issue de divers végétaux.

Aujourd'hui, le gasoil représente 79,3% de la consommation totale de carburants en France. S'il est donc toujours très utilisé en France, le gasoil est pourtant largement méconnu. Sa fabrication et sa composition, en particulier, échappent à un grand nombre de consommateurs. Il faut dire que des procédés et réactions chimiques assez complexes doivent être mis en place pour parvenir à produire ce carburant

Le bio-gasoil est quant à lui fabriqué au départ de nombreuses huiles végétales différentes :

- Huile de colza.
- Huile de soja.
- Huile de palme.

Une autre forme de réaction chimique est nécessaire pour le produire : la « trans-estérification ». L'huile végétale est mise en contact avec un alcool (méthanol ou éthanol), ce qui permet de produire de l'EMHV (ester méthylique d'huile végétale) ou de l'EEHV (ester éthylique d'huile végétale).

Conclusion

Un carburant est un combustible qui , mélangé à un comburant , permet de mettre en combustion rapide un mélange gazeux dans un moteur en transformant l'énergie chimique du carburant en énergie mécanique ou en poussée.

La principale caractéristique des carburants est d'avoir une grande densité énergétique c'est-à-dire qu'ils contiennent beaucoup d'énergie pour une masse ou volume réduits , ce qui accorde au système motorisé une grande autonomie . Plusieurs produits pétroliers sont utilisés comme carburant dans de nombreux moteurs .

Chapitre III :
Généralités sur le GPL

III.1. Introduction

L'usage des GPL est aujourd'hui largement répandu en raison de leur facilité de stockage et de transport. Leur distribution a débuté dans les bouteilles dès les années 30 et s'est étendue avec le développement du stockage en citernes dans les années 60. Les GPL sont aujourd'hui largement exploités par les industriels mais aussi par les particuliers dans leurs activités itinérantes, grâce à leur avantage écologique, en n'émettant presque aucun carbone[14].

III.2. Définition :

Les gaz de pétrole liquéfiés (GPL) sont un mélange d'hydrocarbures légers stockés à l'état liquide et issus du raffinage et des gaz associés dans les gisements de

Pétrole avec (40% des ressources mondiales) et du traitement de gaz naturel et de la liquéfaction des GNL avec (60% des ressources mondiales). Les hydrocarbures atomes de carbone (éthylène, propylène, butadiène, propane, butane).

Les GPL étaient considérés comme un résidu de l'extraction du pétrole, directement brûlé au sommet de torchères. Actuellement ils sont récupérés par distillation, constituant les fractions légères, et le reste sert généralement de carburant (différents appareils). Le GPL-C (carburant) par exemple est utilisé pour les véhicules[15].

III.3. Origine des GPL

Le GPL provient de deux origines :

A / Fractions lourdes de l'extraction de gaz naturel

Les champs de gaz (pour plus de 60%). En moyenne, un champ de gaz naturel fournit près de 90% de méthane (CH₄) mais aussi 5% de propane et 5% d'autres gaz dont le butane. Schématiquement, on refroidit le gaz naturel extrait pour en séparer les différents constituants. On obtient alors des GPL (butane et propane à l'état liquide), alors que le méthane se trouve encore à l'état gazeux, ces gaz ayant des points de liquéfaction différents. Du butane et du propane sont également récupérés lors de l'extraction de pétrole, sous forme de gaz associés dissous (d'où l'appellation « de gaz de pétrole » liquéfiés). Les

pourcentages de butane et du propane contenus dans le gaz naturel et le pétrole brut sont très variables d'un gisement à un autre.

B/ Fractions légères du raffinage du pétrole

Lors du raffinage du pétrole brut, le butane et le propane constituent entre 2 et 3% de l'ensemble des produits obtenus. Ils constituent les coupes les plus légères issues de la distillation du pétrole brut. Ces gaz sont également récupérés à l'issue d'opérations de traitement « secondaires », après la phase de distillation. Selon sa provenance, une tonne de pétrole brut traitée produit 20 à 30 kg de GPL, dont 2/3 de Butane et 1/3 de Propane. Au total, les GPL ne pourront dépasser 5% de la ressource mondiale en hydrocarbure [16].

III.4. Les sources de GPL

Les gaz de pétrole liquéfié GPL proviennent des différentes sources, parmi elles on peut citer :

- Les champs pétroliers 34%.
- Les champs de gaz naturel 60%.
- Proviennent des raffineries du pétrole brut 3%.
- Proviennent des unités de traitement du gaz naturel 3%.

La charge d'alimentation est livrée par RTO (Région Transport Ouest) au complexe GP1Z, en GPL brut en provenance des différents champs du sud (Hassi Messaoud, Hassi R'mel, Adrar, In Amenas, Tin-Fouye Tabankort, et Rhourde Nous).

III.5. Composition chimique de GPL

La composition chimique du GPL est variable, selon les normes et sa provenance. Il peut contenir du propylène, du butène, une faible quantité en méthane, éthylène, pentane, et exceptionnellement du butadiène, de l'acétylène et du méthyle acétylène. Les atomes de butane et de propane sont tous reliés par des liaisons simples (ou covalentes), cela signifie que tous ces atomes liés entre eux mettent en commun un électron de leurs couches externes afin de former des doublets d'électrons qui maintiennent l'attraction entre atomes.

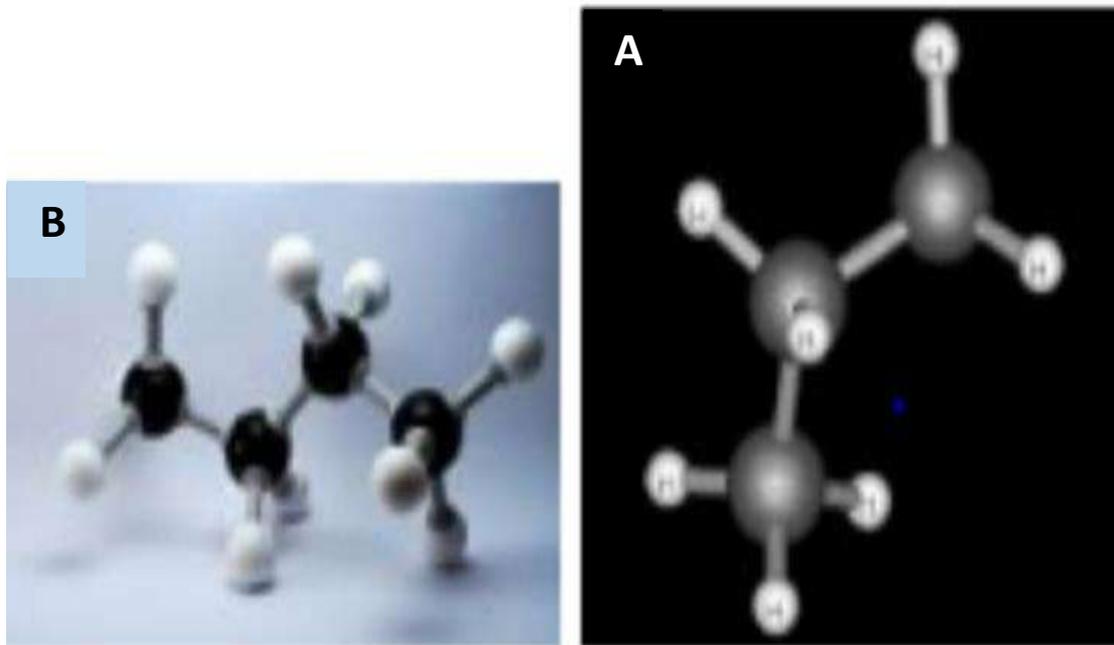


Figure III. 1.(B) Molécule de butane.(A) Molécule de propane.

III.6. Caractéristiques de GPL

Indication des dangers : gaz liquéfié extrêmement inflammable.

- **Gelures provoquées par le GPL** : Le GPL, lorsqu'il se répond sous sa forme liquide, hors d'un container sous pression, il s'évapore en produisant du froid : au contact de la peau, il provoque des brûlures caractéristiques appelées "brûlures froides". S'il y a risque de contact l'utilisateur devra faire usage de lunettes, gants ou toute autre revêtement de protection.
- **Odeur** : Le GPL est inodore à l'état naturel, mais on doit ajouter un odorant qui sont des composés sulfures tel que le di-éthyle mercaptan ou le diméthyle sulfide Pour des raisons de sécurité[16].
- **Toxicité** : Les GPL ne sont pas vraiment toxiques. Ils présentent tout au plus un léger pouvoir anesthésiant, s'ils sont inhalés longuement ils peuvent provoquer des migraines et des maux d'estomac, ne présentant aucun danger d'empoisonnement.
- **Dilatation** : A l'état liquide, les GPL ont un haut coefficient de dilatation, ils se dilatent de 0,25% par degré de température dont il faut tenir compte lors de leur

stockage dans les récipients que le remplissage ne doit jamais être dépassé au maximum 85% de sa capacité.

- **Réactivité :** Le propane et le butane sont chimiquement réactifs et ils peuvent détériorer certains caoutchoucs naturels ou certaines matières plastiques. Il est donné primordial de n'utiliser que des accessoires et des équipements spécialement congrus pour ces gaz.
- **Solubilité :** Les GPL sont insolubles dans l'eau, et ils n'ont pas de propriétés lubrifiantes, chose qui doit être prise en considération, lors du dimensionnement des compresseurs et des pompes.
- **Tension de vapeur :** La pression qui règne dans les récipients dépend :
 - De la température initiale du liquide.
 - Du soutirage éventuel effectué.

Le graphique donne les tensions de vapeur relatives en fonction de la température ambiante.

- **Inflammabilité et explosivité:** Les GPL raffinés sont extrêmement inflammables, étant donné leurs grandes volatilités, ils peuvent donner contact de l'air des mélanges explosifs.
- **Propriété lubrifiante:** Le GPL n'a aucune propriété de lubrification, ce qui doit être pris en considération lors de la conception des équipements pour GPL (pompe et compresseur).

Tableau III. 1. Caractéristiques physico-chimiques des GPL.

	Propane	Butane
Formule chimiques	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀
Equivalence (1L de gaz liquide est égale)	270 L De propane gazeux	239 L De butane gazeux
Température d'ébullition a pression ambiante (passage de l'état liquide à l'état gazeux)	-40°C	0°C
Pression de liquéfaction a 15 °C (passage de l'état gazeux a l'état liquide)	7.5 bars	1.5 bar

Densité	0.58	0.51
Pression de vapeur à 50 °C (absolue)	Max 19.3 bar	≤ 7.5 bar
Teneur en soufre	≤ à 0.005% en masse	-
Teneur en eau	Non décelable par l'essai au bromure de cobalt	Absence d'eau séparable par décantation
Température d'ébullition	- 44°C	- 0.5 °C
Limite inférieure d'inflammabilité dans l'air	2.4%	1.8%
Limite supérieur d'inflammabilité	9.3%	8.8%
La masse volumique (Kg/m³)	PCI : 12.78 kWh/Kg PCS : 13.80 kWh/Kg	PCI : 12.66 kWh/kg PCS : 13 kWh/Kg
Température d'auto-inflammation	480°C	420°C
Nombre d'octane	96	89

[17]

III.7. Avantages et inconvénients du GPL

III.7.1.A. Avantages et inconvénients techniques du GPL

L'homogénéité du mélange air-GPL donne une meilleure régularité du couple moteur aux bas régimes mais perd environ 5% de puissance à haut régime, les reprises se font plus souples. Le fonctionnement du moteur est plus silencieux et les vibrations diminuent contrairement aux carburants classiques. La combustion du GPL ne laisse aucuns dépôts (calamine) et procure au moteur et au lubrifiant une longévité accrue.

La surconsommation du GPL est de l'ordre de 15 à 20% par rapport aux carburants traditionnels.[18]

III.7.1.B. Pollution évitée

- Les gaz d'échappements sont exempts de poussières, de plomb et de soufre.
- Les émissions en oxyde de carbone sont réduites principalement en circulation urbaine.
- Le GPL carburant répond bien aux problèmes de pollution des villes.

Il existe un inconvénient majeur à l'encombrement, le réservoir peut amputer le volume du coffre. Toutefois, les constructeurs proposent dès la conception de leurs modèles une version GPL avec réservoir intégré[19].

III.7.2.A. Avantages écologiques du GPL

Toutes les études menées jusqu'à aujourd'hui ont abouti aux mêmes Conclusions :

Le GPL pollue moins que les autres carburants ; il n'y a aucun rejet de Plomb, de soufre ou de particules, car ils n'entrent pas dans sa composition chimique, faite uniquement de butane et de propane.

En outre, sa combustion dans le moteur est très complète, ce qui limite les rejets d'imbrûlés. Grâce à sa composition, le GPL permet de baisser les rejets de monoxyde de carbone (CO), responsable de troubles respiratoires et de maux de tête en empêchant l'oxygénation du sang, les hydrocarbures imbrûlés (HC), qui sont Cancérogènes et donnent des nausées, et surtout les oxydes d'azote (NOx).

Irritants Du système respiratoire et gros point faible du diesel, avec les particules.

Le fameux dioxyde de carbone (CO₂) n'est pas un polluant direct. Sur ce point, si le GPL est un peu plus performant que l'essence, les résultats obtenus par le diesel sont meilleurs, mais ce dernier génère d'autres polluants plus directement néfastes (NOx, ainsi que des particules et suies qui atteignent l'appareil respiratoire en se diffusant dans l'atmosphère).

Les mesures effectuées sur les oxydes d'azote (NOx), responsables lors des journées ensoleillées de la formation d'ozone, le monoxyde de carbone (CO) ou le Dioxyde de carbone (CO₂), contribuant à l'effet de serre, montrent une diminution sensible des rejets comparés à l'essence et au diesel. Les émissions de NOx seraient réduites de 40 à 75%, ceux de CO de 45 à 85% alors que le CO₂ diminuerait de l'ordre de 15%. [20]

III.8.Utilisation du GPL

Les domaines d'utilisation du GPL sont très nombreux et extrêmement variés, on peut citer les plus importants :

- **Source de chauffage:** Les appareils domestiques utilisés actuellement sont conçus pour s'adapter à l'utilisation de GPL. Une plus grande flexibilité, les aspirations de

la clientèle et la recherche du rapport prix /qualité sont les facteurs principaux de l'évolution de ces appareils.

- **GPL dans la climatisation :** Il est utilisé pour la construction des réfrigérateurs et des climatiseurs (moyenne capacité) grâce à sa détente d'absorption de la chaleur et de créer le froid.
- **GPL dans la pétrochimie:** 18% des GPL sont consommés comme charge pétrochimique (production de l'éthylène qui est un produit phare de la pétrochimie). La demande globale pétrochimique de GPL enregistre un taux de croissance de 10%.

L'utilisation du butane est liée essentiellement à la fabrication du MTBE utilisé comme booster des essences en substitution au PTE [20].

- **GPL pour la production d'électricité :** Les rythmes attendus de la croissance de la demande mondiale en électricité dépasseraient largement ceux des autres formes d'énergies finales. Elle atteindra 21,2% en l'an 2010.

Les GPL pour la production d'électricité s'avèrent être une solution privilégiée par rapport aux autres combustibles (Charbon, Fuel...), et ce tant du point de vue économique qu'écologique.

- **GPL carburant :** La pollution de l'air et du climat, le bilan écologique comparé des différents carburants attribue les meilleures notes, et de loin au GPL, et au gaz naturel.

Si on les généralisait, on soulagerait bien plus l'environnement qu'en améliorant la qualité de l'essence et de diesel. Les autres carburants examinés n'apportent guère des avantages comparés à ces derniers.

Parfois même ils sont moins favorables, tel est le résultat d'une étude réalisée à la demande de l'OFEFP (Office Fédéral de l'Environnement des Forêts et du Paysages) intitulée éco profils des carburants.

III.9.GPL dans le monde

Dans le monde l'énergie GPL constitue 2% de l'énergie consommée.

Au Moyen-Orient, la production du GPL s'est considérablement développée à la fin des années 70 lorsque l'augmentation du prix de l'énergie a rendu attractive la récupération du propane et du butane. Auparavant, ces produits étaient brûlés avec le gaz associé. Le Moyen-Orient est actuellement la principale source d'exportation des GPL dans le monde.

En Afrique, le GPL est surtout récupéré à partir du gaz naturel dans les unités de traitement de gaz humide. La production des raffineries assure le complément. Le propane et le butane sont récupérés au niveau de la distillation atmosphérique du pétrole brut et par craquage des molécules lourdes dans la plupart des unités de transformation et de conversion.

Les principaux flux de GPL transitent depuis le Moyen Orient vers le Japon et l'Asie du Sud-est. La production mondiale de GPL est passée de 177,8 millions de tonne en 1997 à 210 millions de tonnes en 2002, et allant jusqu'à 230 millions de tonnes en 2007.

La consommation mondiale de GPL en 2009 était 243,6 millions de tonnes et a atteint les 260 millions de tonnes en 2011.

Le GPL/c est le troisième carburant automobile au monde.

III.10.GPL en Algérie

L'Algérie a mené depuis les années 1980 une politique de développement du GPL carburant en substitution des carburants traditionnels et notamment les essences, en raison de ses réserves importantes en GPL et pour lutter contre la pollution.

Cette politique a actuellement atteint sa maturité du fait de :

- L'existence d'un parc relativement important de véhicules convertis au GPL.
- La mise en place à travers le territoire d'installateurs de kits GPL sur véhicules.
- La disponibilité d'un réseau important de stations-service distribuant le GPL.
- La demande croissante en ce produit.

Notons aussi que le prix du GPL/C à la pompe est très attractif (différentiel important avec les essences) et l'utilisation du bu-pro dont la teneur en butane autorisée peut atteindre 45%, rend possible l'usage du GPL provenant directement des unités de traitement du gaz naturel et de pétrole du Sud du pays.

Ce créneau, qui nécessite le renforcement du réseau de distribution, la mise en place de capacités de stockage et des moyens de transport adéquats est une opportunité certaine aux investisseurs [21].

Conclustin

GPL carburant La pollution de l'air et du climat, le bilan écologique comparé des différents carburants attribue les meilleures notes, et de loin au GPL, et au gaz naturel.

Si on les généralisait, on soulagerait bien plus l'environnement qu'en améliorant la qualité de l'essence et de diesel. Les autres carburants examinés n'apportent guère des avantages comparés à ces chapitre .

Chapitre IV :
Calcul des paramètres de
Fonctionnement de débuthaniseur

IV.1. Problématique

Au niveau de l'usine de GPL/GLA (HaoudBerkaoui), la quantité produite du GPL n'est pas suffisante vue la composition riche de la charge en C₃ et C₄ ; étant donné que la production moyenne de GPL est actuellement 295 tonnes /jour et 320 tonnes par jour en été c'est-à-dire avec une baisse de 40% par rapport au cas design qui est 500 tonnes par jour.

Alors il faut localiser le problème en vérifiant tous les paramètres de marche à savoir :

- Les colonnes de débuthaniseur, dépropaniseur et ledééthaniseur

Parfois la séparation dans ces colonnes n'est pas bien établie à cause de plusieurs paramètres tels que la variation de la charge qui nécessite un re-calcul de ces colonnes et la vérification de leurs paramètres de fonctionnement.

- La section de compression

La compression du C₃ et C₄ gazeux est obligatoire lors de la production du GPL pour éviter les températures très basses lors de refroidissement ; alors si cette compression est insuffisante le refroidissement par les aéro-réfrigérant demeure insuffisant.

- La section de refroidissement (Aéro-réfrigérants)

Généralement si la compression est suffisante la surface de refroidissement des aéro-réfrigérants ne pose pas de problème ; mais en cas d'une faible compression la surface de refroidissement conçue reste insuffisante et le mélange C₃ et C₄ reste à l'état gazeux. Dans notre cas les aéro-réfrigérants reçoivent le GPL à 64°C puis il sort à 44°C avec une chute de 20°C de sa température.

D'après le constat, ledééthaniseur et le dépropaniseur fonctionnent correctement ; donc il reste à vérifier le débuthaniseur et ses paramètres de marche puis la section de compression en vérifiant la pression finale de refoulement de gaz vers les aéro-réfrigérants.

Après cette vérification on doit recommander l'établissement des paramètres de marche calculés pour augmenter la production du GPL et résoudre ce problème.

IV.2.CALCUL DE DEBETHANISEUR C-702

IV.2.1. Données de départ

Remarque : Le références de tout les équations de cette calcul est [22].

Tableau IV. 1. Caractéristiques de la charge.

Constituants	Charge % Molaire
H ₂ O	0.0000
N ₂	0.0000
CO ₂	0.0000
C ₁	0.0000
C ₂	1.12
C ₃	45.87
iC ₄	10.24
nC ₄	28.18
iC ₅	3.38
nC ₅	5.71
nC ₆	3.75
nC ₇	1.58
nC ₈	0.18
T °C	75.71
P (bar g)	14.7
Débit(kg / h)	15860

- Teneur max en iC₅H₁₂. Dans le distillat : $Y'_{DiC5} = 0,0035$.
- Teneur max en nC₅H₁₂. Dans le distillat : $Y'_{DnC5} = 0,0015$.
- Teneur max en iC₄H₁₀. Dans le résidu : $X'_{RiC4} = 0,0005$.
- Teneur max en nC₄H₁₀. Dans le résidu : $X'_{RnC4} = 0,0095$.

IV.2.2.Composition et débit massique et molaire de la charge

La composition molaire et massique et la masse moléculaire moyenne de la charge ainsi que les débits molaires et massiques des constituants sont dans lestableaux suivants :

Tableau IV. 2.Composition de la charge.

1 ^{ere} Charge	Constituants	M _i (kg/kmol)	X' _{Li}	M _i .X' _{Li}	X _{Li}	L _i (Kg/h)	L' _i (Kmol/h)
1	C ₂	30,069	0.0112	0.3367	0.0061	96.746	3.2577
2	C ₃	44,096	0.4587	20.2268	0.3709	5882.474	133.3342
3	iC ₄	58,122	0.1024	5.9516	0.1091	1730.326	29.7849
4	nC ₄	58,122	0.2818	16.3787	0.3003	4762.758	81.9668
5	iC ₅	72,149	0.0338	2.4386	0.0447	708.942	9.8313
6	nC ₅	72,149	0.0571	4.1197	0.0755	1197.43	16.6086
7	nC ₆	86,175	0.0375	3.2315	0.0592	938.912	10.9075
8	nC ₇	100,202	0.0158	1.5831	0.0029	45.994	4.5957
9	nC ₈	114,229	0.0018	0.2596	0.0047	74.542	0.5235
Somme			1,0000	54.5263	1,0000	15438.124	290.8102

IV.3. Bilan de matière

IV.3.1.Calcul du débit et de la composition du distillat et du résidu

On doit prendre 4 éléments clés qui sont le :(i-Butane, n-Butane, i-Pentane, n-Pentane)

(iC₄H₁₀, nC₄H₁₀ et iC₅H₁₂, nC₅H₁₂) et que :

- Teneur max en iC₅H₁₂. Dans le distillat : Y'_{DiC5} = **0,0035**.
- Teneur max en nC₅H₁₂. Dans le distillat : Y'_{DnC5} = **0,0015**.
- Teneur max en iC₄H₁₀. Dans le résidu : X'_{RiC4} = **0,0005**.
- Teneur max en nC₄H₁₀. Dans le résidu : X'_{RnC4} = **0,0095**.

Remarque :

Dans notre calcul on a pris ; la teneur limite de C₅ dans le distillat (**0,5%**); Cette valeur présente l'optimal en qualité et en quantité[6].

- Bilan matière global :

$$L = D + R \dots\dots\dots (1)$$

- Bilan matière partiel :

$$L' \cdot X'_{L,i} = D' \cdot Y'_{D,i} + R' \cdot X'_{R,i} \dots\dots\dots (2)$$

Avec:

- L : débit molaire de la charge ;
- D : débit molaire du distillat (GPL) ;
- R : débit molaire du résidu (condensât) ;
- x'_{li} : Concentration molaire du constituant « i » dans la charge ;
- y'_{di} : Concentration molaire du constituant « i » dans le distillat ;
- x'_{ri} : Concentration molaire du constituant « i » dans le résidu.

Et pour chaque élément de la charge on aura :

$$L' \cdot X'_{L,C2} = D' \cdot Y'_{D,C2} + R' \cdot X'_{R,C2} \dots\dots\dots (3)$$

$$L' \cdot X'_{L,C3} = D' \cdot Y'_{D,C3} + R' \cdot X'_{R,C3} \dots\dots\dots (4)$$

$$L' \cdot X'_{L,iC4} = D' \cdot Y'_{D,iC4} + R' \cdot X'_{R,iC4} \dots\dots\dots (5)$$

$$L' \cdot X'_{L,nC4} = D' \cdot Y'_{D,nC4} + R' \cdot X'_{R,nC4} \dots\dots\dots (6)$$

$$L' \cdot X'_{L,iC5} = D' \cdot Y'_{D,iC5} + R' \cdot X'_{R,iC5} \dots\dots\dots (7)$$

$$L' \cdot X'_{L,nC5} = D' \cdot Y'_{D,nC5} + R' \cdot X'_{R,nC5} \dots\dots\dots (8)$$

$$L' \cdot X'_{L,nC6} = D' \cdot Y'_{D,C6} + R' \cdot X'_{R,C6} \dots\dots\dots (9)$$

$$L' \cdot X'_{L,nC7} = D' \cdot Y'_{D,C7} + R' \cdot X'_{R,C7} \dots\dots\dots (10)$$

$$L' \cdot X'_{L,nC8} = D' \cdot Y'_{D,C8} + R' \cdot X'_{R,C8} \dots\dots\dots (11)$$

Tableau IV. 3.Composition et les débits massique et molaire du distillat.

Distillat	Constituant	M_i	Y'_{Li}	$M_i.Y'_{Li}$	Y_{Li}	D_i	D'_i	
		(kg/kmol)				Kg/h	Kmol/h	
1	C2	30,069	0,0142	0,4269	0,0083	104,5955	3,5453	
2	C3	44,096	0,4953	21,8407	0,4296	5413,7627	123,6615	
3	iC4	58,122	0,1299	7,5500	0,1485	1871,3774	32,4321	
4	nC4	58,122	0,3554	20,6565	0,4063	5120,1391	88,7327	
5	iC5	72,149	0,0035	0,2525	0,0049	61,7491	0,8738	
6	nC5	72,149	0,0015	0,1082	0,0021	26,4639	0,3745	
Somme				1,0000	50,8348	1,0000	12598,0877	249,6199

$$MD_{moy} = 50,8348$$

Tableau IV. 4.Composition et les débits massiques et molaires du résidu.

Résidu	Constituant	M_i	X'_{Li}	$M_i.X'_{Li}$	X_{Li}	R_i	R'_i	
		(kg/kmol)				(Kg/h)	(Kmol/h)	
1	iC4	58,122	0,0005	0,0290	0,0005	1,1008	0,0206	
2	nC4	58,122	0,0095	0,5520	0,0102	22,4573	0,3914	
3	iC5	72,149	0,1458	10,5193	0,1947	428,6716	6,0069	
4	nC5	72,149	0,2682	19,3503	0,3582	788,6500	11,0498	
5	nC6	86,175	0,1761	15,1754	0,2809	618,4584	7,2553	
6	C7	100,202	0,0742	7,4349	0,1376	302,9543	3,0570	
7	C8	114,229	0,0084	0,9595	0,0177	38,9701	0,3460	
Somme				1,0000	54,0204	1,0000	2201,2625	28,127

$$MR_{moy} = 50,8348$$

IV.4.4.La pression dans la zone d'alimentation

$$P_L = P_S + \Delta P \cdot nP \dots\dots\dots(14)$$

ΔP : perte de charges au niveau de chaque plateau, égale à **0,01** ;

nP : nombre de plateaux entre le sommet et l'alimentation.

Alimentation

Le nombre de plateaux entre le sommet et l'alimentation est :

$$nP = 12 ;$$

$$P_L = 15 + 0,01 \cdot 12 ;$$

$$P_L = 15,12 \text{ bar.}$$

IV.5.Détermination de la température aux différentes zones de la colonne

IV.5.1. Température Dans le ballon de reflux

A la pression $P_b = 14,50 \text{ bars}$ la température Dans le ballon de reflux est déterminée par approximation successive selon l'équation de l'isotherme de la phase liquide. Et le monogramme de **JENNY** et **SCHEIBEL** et les courbes des constantes d'équilibre (phase liquide et phase vapeur). On a une condensation totale ($Y'_{D,i} = X'_{D,i}$) en utilisant l'isotherme de la phase liquide le résultats obtenus sont portés sur le tableau suivant :

Tableau IV. 5.Détermination de la pression du ballon de reflux V702.

$P_b = 14,50 \text{ bar et } t_b = 51,38 \text{ }^\circ\text{C}$			
Constituants	$Y'_{D,i} = X'_{D,i}$	K_i	$X'_{D,i} \cdot K_i$
C₂	0,0142	2,92	0,0414
C₃	0,4953	1,16	0,5745
iC₄	0,1299	0,59	0,0766
nC₄	0,3554	0,46	0,1634
iC₅	0,0035	0,24	0,0008
nC₅	0,0015	0,19	0,0002

Constituant	La charge		
	Ki	$\alpha_{L,i} = Ki/K_{nC5}$	$\alpha_{L,i}$
C ₂	3,75	9,2103	4,6051
C ₃	1,75	4,3100	2,155
iC ₄	1,01	2,4728	1,2364
nC ₄	0,83	2,0329	1,0164
iC ₅	0,47	1,1604	0,5800
nC ₅	0,41	1,0000	0,5
C ₆	0,20	0,5033	0,2516
C ₇	0,17	0,2609	0,1304
C ₈	0,06	0,1366	0,0683

Tableau IV. 9. Volatilité relative dans la zone de rectification.

Constituants	Ki	$\alpha_{D,i} = Ki/K_{nC5}$	$\alpha_{im} = 0.5(\alpha_{D,i} + \alpha_{L,i})$
C ₂	3,33	11,3084	7,9567
C ₃	1,45	4,9276	3,5413
iC ₄	0,80	2,6920	1,9642
nC ₄	0,64	2,1692	1,5928
iC ₅	0,35	1,1822	0,8812
nC ₅	0,30	1,0000	0,75

Tableau IV. 10. Volatilité relative dans la zone d'épuisement.

Constituants	Ki	$\alpha_{R,i} = Ki/K_{nC5}$	$\alpha_{im} = 0.5(\alpha_{R,i} + \alpha_{L,i})$
iC ₄	2,46	1,7254	1,4809
nC ₄	2,20	1,5426	1,2795
iC ₅	1,54	1,0774	0,8287
nC ₅	1,43	1,0000	0,75
C ₆	0,94	0,6555	0,4535
C ₇	0,62	0,4380	0,2842
C ₈	0,42	0,2955	0,3638

IV.7.1. Taux de vaporisation de la charge

En procédant par tâtonnement, c'est-à-dire qu'on prend des valeurs du taux de vaporisation, et on calcule les concentrations molaires de la phase liquide X'_{oi} , et la phase vapeur y'_{oi} dans la zone de flash jusqu'à : $\sum X'_{oi}=1$ et $\sum y'_{oi} = 1$

Tel que X'_{oi} et y'_{oi} sont calculés comme suit :

$$X'_{oi} = X'_{Li} / (1 + e'(K_i - 1)) \dots \dots \dots (19)$$

$$Y'_{oi} = K_i \cdot X'_{oi} \dots \dots \dots (20)$$

Le taux de vaporisation de l'alimentation et la composition des deux phases à l'équilibre est déterminé à l'aide de l'équation de **TREGOUBOV** :

$$\sum X'_{oi} = \sum X'_{Li} / (1 + e'(K_i - 1)) = 1, \text{ Avec:}$$

X'_{oi} : Concentration molaire du constituant « i » dans la phase liquide ;

Y_{oi} : Concentration molaire du constituant « i » dans la phase vapeur ;

X'_{Li} : Concentration molaire du constituant « i » dans la charge.

Tableau IV. 11. Taux de vaporisation de la charge de la colonne C702.

Constituants	$X'_{L,i}$	e_0	K_i	$1+e_0*(K_i-1)$	$X'_{i,0}$	$Y' = K_i * X'_{i,0}$
C₂	0.0112	0,8601	3,75	3,3648	0,0033	0,0123
C₃	0.4587	0,8601	1,75	1,6490	0,2781	0,4866
iC₄	0.1024	0,8601	1,01	1,0058	0,1018	0,1028
nC₄	0.2818	0,8601	0,83	0,8517	0,3308	0,2745
iC₅	0.0338	0,8601	0,47	0,5462	0,0618	0,0290
nC₅	0.0571	0,8601	0,41	0,4900	0,1165	0,0477
C₆	0.0375	0,8601	0,20	0,3161	0,1186	0,0237
C₇	0.0158	0,8601	0,17	0,2312	0,0683	0,0116
C₈	0.0018	0,8601	0,06	0,1877	0,0095	0,0005
Somme	1,0000	----	----	----	1,0000	0,9999

Tableau IV. 13.déterminationdu taux de reflux minimal.

Constituants	y'_{Di}	α_{Li}	$\alpha_{Li} - \varphi$	$y'_{Di}/\alpha_{Li} - \varphi$
C ₂	0,0142	4,6051	3,0353	0,0046
C ₃	0,4953	2,155	0,5852	0,8463
iC ₄	0,1299	1,2364	-0,3333	-0,3900
nC ₄	0,3554	1,0164	-0,5533	-0,6423
iC ₅	0,0035	0,5800	-0,9897	-0,0035
nC ₅	0,0015	0,5	-1,0697	-0,0014
Somme	1,0000	----	-----	-0,1863

Donc;

$$- (rf)_{\min} = -0,1863$$

$$(rf)_{\min} = 0,1863$$

IV.7.4. Calcul de taux reflux optimal

Le taux de reflux optimal est calculé par la formule GELLILARD :

$$(rf)_{\text{opt}} - (rf)_{\min} / (rf)_{\text{opt}} + 1 = 0,1 \div 0,33 \dots \dots \dots (23)$$

Donc le taux de reflux optimal pour chaque valeur est :

Tableau IV. 14.Détermination du taux reflux optimal.

Valeur	0,1	0,2	0,33
$(rf)_{\text{opt}}$	0,3181	0,4828	0,7705

IV.8.1.Calcul du taux de rebouillage

Le taux de rebouillage minimal est calculé par tâtonnement en utilisant la formule suivante :

$$\sum (\alpha_{L,i} \cdot X'_{Ri}) / (\alpha_{L,i} - \varphi) = - (rb)_{\min} \dots \dots \dots (24)$$

Tableau IV. 15.Détermination du taux de rebouillage.

Constituants	X'_{Ri}	α_{Li}	$\alpha_{Li} * X'_{Ri}$	$\alpha_{L,i} - \varphi$	$\alpha_{Li} * X'_{Ri} / (\alpha_{L,i} - \varphi)$
iC₄	0,0005	1,2364	0,0006	-0,3333	-0,0018
nC₄	0,0095	1,0164	0,0096	-0,5533	-0,0173
iC₅	0,1458	0,5800	0,0845	-0,9897	-0,0853
nC₅	0,2682	0,5	0,1341	-1,0697	-0,1253
C₆	0,1761	0,2516	0,0443	-1,3189	-0,0336
C₇	0,0742	0,1304	0,0096	-1,4393	-0,0066
C₈	0,0084	0,0683	0,0005	-1,5014	-0,0003
Somme	1,0000	----	----	----	-0,2702

Alors :

$$- (rb)_{\min} = - 0,2702$$

$$(rb)_{\min} = 0,2702$$

IV.8.2.Calcul de taux de rebouillage optimal

Le taux de rebouillage optimal est obtenu par la formule suivante :

$$(rb)_{\text{opt}} = ((D \cdot (rf)_{\text{opt}} / R) + L (1 - e'_{\theta}) / R) - 1 \dots \dots \dots (25)$$

Les résultats figurent sur le tableau suivant :

Tableau IV. 16.Détermination du taux rebouillage optimal.

Reflux optimal	0,3181	0,4828	0,7705
Rebouillage optimal	1,9153	2,9134	4,6568

Tableau IV. 17.Comparatif des paramètres des fonctionnements.

Paramètre	Actuellement	Après le calcul
Pression dans le ballon de reflux (bar)	13	14,50
Pression au sommet (bar)	13, 30	15

Pression au fond (bar)	14,35	15,40
Température dans le ballon de reflux (°C)	42,60	51,38
Température au sommet (°C)	63,00	69,47
Température au fond (°C)	135,6	183,50
Taux de reflux	1,00	0,7705
Taux de rebouillage	1,04	4,6568

Tableau IV. 18.Comparatif de production.

GPL	Actuellement (% molaire)	Après le calcul (% molaire)
C₂	1,31	01,42
C₃	53,73	49,53
iC₄	11,99	12,99
nC₄	32,85	35,54
iC₅	0,05	0,35
nC₅	0,07	0,015
nC₆	0,00	0,00
nC₇	0,00	0,00
nC₈	0,00	0,00
Débité (T/j)	250. 69	290.8102

IV.9. Conclusion et nterprétation des résultats

D'après les résultats du calcul regroupés dans les tableaux précédents il est recommandé d'augmenter le taux de rebouillage pour élever les températures du fond et du sommet et par conséquent élever la pression dans la colonne.

A noter qu'il faut aussi changer le taux de reflux en diminuant sa valeur à 0.77 au lieu de 1. En appliquant ces valeurs on gagne plus de ;40 T/j de GPL à raison d'une augmentation de 16% dans la production.

Conclusion générale

Le stage pratique est autant bénéfique pour l'étudiant que pour la société puisqu'il facilite son intégration rapide dans le milieu professionnel. Par ailleurs ce stage m'a permis d'approfondir mes connaissances théoriques et de maîtriser le fonctionnement de l'unité de traitement de gaz notamment le circuit de séparation de GPL.

Notre stage a été réalisé dans une unité de traitement de gaz (UTG/GUELLALA) ; cette unité a une grande importance dans la production des gaz dans le champ de HOUD BERKAOUI.

Au cours de ce stage nous avons mis le point sur plusieurs problèmes techniques qui ont causé la diminution de la production du GPL.

Parmi lesquels le problème de séparation au niveau de la colonne débutaniseur C-702, c'était le problème le plus proche de notre discipline.

Dans notre étude on a essayé de contribuer à la résolution de ce problème par le recalcul des paramètres de fonctionnement de la colonne de débuthaniseur C-702 pour avoir une bonne production de GPL.

D'après les résultats obtenus il est recommandé il est recommandé d'augmenter le taux de rebouillage pour élever les températures du fond et du sommet et par conséquent élever la pression dans la colonne.

A noter qu'il faut aussi changer le taux de reflux en diminuant sa valeur à 0.77 au lieu de 1.

En appliquant ces valeurs on gagne plus de : 40 tonnes/j de GPL à raison d'une augmentation de 16% dans la production.

Références bibliographiques.

- [1] Chebli Laid, Calcul Des Paramètres De Fonctionnement Du Dépropaniseur (Unité (38) ; Traitement De Gpl) Module III A HassiR'mel, Mémoire Master, Université Mohamed Khider Biskra, 2012.
- [2] Miles Adel, Optimisation Des Cycles De Liquéfaction Du Gaz Naturel, Mémoire Magister, UniversitéMontouri Constantine, 2009.
- [3] Belaid Hana, Etude De La Possibilité De Récupération Des Gaz Torchés Au Niveau Des Champs De Haoud Berkaoui, Mémoire Master, Université Kasdi Merbah Ouargla, 2019.
- [4] Maneul Opérateur De L'unité De Traitement De Gaz De Geullala/ UTG-GLA-HAOUD BERKAOUI- SONATRACH
- [5] Medjoudj Ahmed Belkacem, Optimisation Des Parametres de Marche De La Section De Fractionnement De L'UTG De Guellala, Mémoire Master, Université Kasdi-Merbah Ouargla, 2016.
- [6] Mouni Nasserredine, Simulation Et Optimisation Des Paramètres Technologiques De L'unité De Fractionnement Des Gpl À Haoud Berkaoui, Thèse De Doctorat, Université De Boumerdès-M'hamed Bougara, 2013.
- [7] Maneul Opérateur De L'unité De Traitement De Gaz De Geullala/ UTG-GLA-HAOUD BERKAOUI- SONATRACH.
- [8] Belaid Hana, Etude De La Possibilité De Récupération Des Gaz Torchés Au Niveau Des Champs De Haoud Berkaoui, Mémoire Master, Université Kasdi Merbah Ouargla, 2019.
- [9] Maneul Opérateur De L'unité De Traitement De Gaz De Geullala/ UTG-GLA-HAOUD BERKAOUI- SONATRACH
- [10] Belaid Hana, Etude De La Possibilité De Récupération Des Gaz Torchés Au Niveau Des Champs De Haoud Berkaoui, Mémoire Master, Université Kasdi Merbah Ouargla, 2019.
- [11] Bendaas Okba, Optimisation Des Paramètres De Fonctionnement Du Déethaniseur et Du Débutaniseur De La Section De Fractionnement Du Gaz A L'UTG De Guellala, Université M'hamed Bougara-Boumerdes, 2017

- [12] Belaid Hana, Etude De La Possibilité De Récupération Des Gaz Torchés Au Niveau Des Champs De Haoud Berkaoui, Mémoire Master, Université Kasdi Merbah Ouargla, 2019.
- [13] Kateb R, Production Gpl Etude Comparative, Mémoire Master Université Kasdi Merbah Ouargla, 2021.
- [14] Mouni Nasserredine, Simulation Et Optimisation Des Paramètres Technologiques De L'unité De Fractionnement Des Gpl À Haoud Berkaoui, Thèse De Doctorat, Université De Boumerdès-M'hamed Bougara, 2013.
- [15] Mouni Nasserredine, Simulation Et Optimisation Des Paramètres Technologiques De L'unité De Fractionnement Des Gpl À Haoud Berkaoui, Thèse De Doctorat, Université De Boumerdès-M'hamed Bougara, 2013.
- [16] Maneul Opérateur De L'unité De Traitement De Gaz De Geullala/ UTG-GLA-HAOU BERKAOUI- SONATRACH
- [17] Belaid Hana, Etude De La Possibilité De Récupération Des Gaz Torchés Au Niveau Des Champs De Haoud Berkaoui, Mémoire Master, Université Kasdi Merbah Ouargla, 2019.
- [18] Kateb R, Production Gpl Etude Comparative, Mémoire Master Université Kasdi Merbah Ouargla, 2021.
- [19] Belaid Hana, Etude De La Possibilité De Récupération Des Gaz Torchés Au Niveau Des Champs De Haoud Berkaoui, Mémoire Master, Université Kasdi Merbah Ouargla, 2019.
- [20] Kateb R, Production Gpl Etude Comparative, Mémoire Master Université Kasdi Merbah Ouargla, 2021.
- [21] Mouni Nasserredine, Simulation Et Optimisation Des Paramètres Technologiques De L'unité De Fractionnement Des Gpl À Haoud Berkaoui, Thèse De Doctorat, Université De Boumerdès-M'hamed Bougara, 2013
- [22] Yousfi Fouad, Optimisation Et Simulation Des Paramètres De Fonctionnement De L'unité De Fractionnement Des GPL A Guellala, M. Ecole De Boumerdes, 2017.