

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ KASDI MERBAH OUARGLA

Faculté des sciences appliquées

Département de Génie des procédés

Mémoire

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Industries pétrochimique

Spécialité : Génie pétrochimique/Génie du raffinage

Présenté Par :

AIDLI Mohamed Amine

BOUZIDI Walid

Thème :

**Optimisation des paramètres de
fonctionnement du Debutaniseur de l'unité de
traitement GPL au niveau du Complexe
industriel ZCINA Hassi Messaoud**

Soutenu publiquement le :

Devant le jury composé de :

M _r CHENNOUF Nasreddine	Pr (UKM Ouargla)	Président
M _r ACHI Fethi	Pr (UKM Ouargla)	Examineur
M _r BENABIDI Bilal	MCB (UKM Ouargla)	Encadreur

Année Universitaire : 2022/2023

Dédicace

« Louange à Dieu, le seul et unique »

Je dédie ce modeste travail

A ma famille,

A tous mes amis,

A tous ceux qui ont participé de près et de loin à sa réalisation.

Mohamed Amine

Dédicace

Je dédie ce travail à ma famille, elle qui m'a doté d'une éducation digne, son amour a fait de moi ce que je suis aujourd'hui.

Particulièrement à mon père, pour le gout de l'effort qu'il a suscité en moi, de par sa rigueur.

A toi très chère mère, ceci est ma profonde gratitude pour ton éternel amour, que cette thèse soit le meilleur cadeau que je puisse t'offrir.

A vous mes sœurs et mes frères qui m'avez soutenu et encouragé durant ces années d'études.

A mes chers beaux-frères, pour leurs appuis et leurs encouragements.

Merci à tous d'être toujours là pour moi.

Walid

Remerciements

La fameuse page des remerciements. On y pense beaucoup pendant la rédaction, mais il y a beaucoup de travail avant d'y arriver. C'est enfin le moment d'exprimer notre gratitude envers tous ceux et toutes celles qui ont contribué à ce travail. Nous exprimons notre profonde gratitude à : Notre ALLAH tout puissant qui nous a donné le courage d'effectuer ce modeste travail et nous a éclairé dans le chemin du savoir. Nous exprimons notre profonde gratitude envers notre encadrant docteur Benabidi Bilal pour la qualité de sa supervision, ces nombreux conseils et sa bienveillante disponibilité. Nos sincères remerciements vont également à tous les membres du jury qui nous ont fait l'honneur de participer à l'évaluation de notre travail Pr Chennouf Nasreddine et Pr Achi Fethi . Sans oublier l'équipe de l'unité Zcina Yacine Hadj Yahia et Massinissa Djouaher .Nombreux sont les personnes dont nous n'avons pas pu citer les noms et que nous remercions vivement.

في هذه الدراسة، نقدم تحسيناً لمعاملات تشغيل عمود إزالة البوتان داخل وحدة معالجة الغاز المرتبطة زادسينا حاسي مسعود، من أجل تحسين إنتاج الغاز المكثف.

تم إجراء التحسين باستخدام برنامج محاكاة هايسيس، باستخدام نموذج بينج روبينسون الحراري، وهو مناسب لدراسة سلوك الغازات. بعد ضبط العمود، تكون درجة الحرارة المثلى التي يتم الحصول عليها 172 درجة مئوية، بمعدل سحب إيزوبنتان يبلغ 80 طنًا يوميًا. أدى هذا إلى زيادة إنتاج الغاز المكثف بمقدار 344 طنًا يوميًا وإنتاج غاز البترول المسال بمقدار 16 طنًا يوميًا، مع تلبية المواصفات التجارية لكلا المنتجين. تتضمن هذه المواصفات درجة ضغط البخار ربيد لي الغاز المكثف أقل من 10 بسي ومحتوى C5+ من غاز البترول المسال أقل من 0.4% مولار

Abstract

In this study, we present an optimization of the operating parameters of the deethanizer column within the gas processing unit GPL Zcina–Hassi Messaoud, aiming to improve condensate production.

The optimization was performed using the HYSYS simulation software, employing the Peng Robinson thermodynamic model, which is suitable for studying gas behavior. After configuring the deethanizer column, the optimal temperature obtained was 172°C, with an isopentane withdrawal rate of 80 tons per day. This resulted in an increase in condensate production by 344 tons per day and GPL production by 16 tons per day, while still meeting the commercial specifications for both products. These specifications include a condensate RVP below 10 psi and a C5+ content in GPL below 0.4 mol %.

Résumé

Dans cette étude, nous présentons une optimisation des paramètres de fonctionnement de la colonne de débutanisation au sein de l'unité de traitement des gaz associés GPL Zcina–Hassi Messaoud, dans le but d'améliorer la production de condensat.

L'optimisation a été réalisée à l'aide du logiciel de simulation HYSYS, en utilisant le modèle thermodynamique Peng Robinson, qui est adapté pour l'étude du comportement des gaz. Après avoir paramétré la colonne de débutanisation, la température optimale obtenue est de 172°C, avec un débit de soutirage de l'isopentane de 80 tonnes par jour. Cela a permis d'augmenter la production de condensat de 344 tonnes par jour et la production de GPL de 16 tonnes par jour, tout en respectant les spécifications commerciales de ces deux produits. Ces spécifications comprennent une TVR du condensat inférieur à 10 psi et une teneur en C5+ du GPL inférieure à 0,4% molaire.

Mots Clés :

Condensat, GPL, traitement des gaz, colonne débutaniseur, logiciel de simulation hysys.

Liste des tableaux

Tableau I.1 les composants du gpl.....	7
Tableau I.2 Caractéristiques principales du propane et du butane.....	7
Tableau I.3 Comparaison des rejets d'un moteur fonctionnant au GPL et d'un moteur diesel .	9
Tableau I.4 Bilan énergétique national 2021.	11
Tableau II.1 Capacité de production de LDHP ZCINA	13
Tableau II.2 Capacité de production de l'unité GPL ZCINA	16
Tableau III.1 Charge après la section déshydratation	20
Tableau III.2 Paramètres de la charge d'alimentation de l'absorbeur	22
Tableau III.3 Composition de la charge d'alimentation de l'absorbeur	22
Tableau III.4 Paramètres de la tête et du fond de l'absorbeur	23
Tableau III.5 Composition de tête et du fond de l'absorbeur	23
Tableau III.6 Paramètres des charges d'alimentation du déethaniseur.....	24
Tableau III.7 composition de l'alimentation du déethaniseur	25
Tableau III.8 Paramètres du fond et tête du déethaniseur.....	25
Tableau III.9 Composition du fond et tête déethaniseur.....	26
Tableau III.10 Composition du GPL produit.....	27
Tableau III.11 Débits molaire du GPL produit.....	27
Tableau III.12 Paramètres du GPL produit.....	27
Tableau III.13 Compositions du condensat stabilisé	28
Tableau III.14 Débits molaire du condensat stabilisé.....	28
Tableau III.15 Paramètres du condensat stabilisé.....	28
Tableau III.16 Compositions de l'isopentane soutiré	29
Tableau III.17 Débits molaire d'isopentane.....	29
Tableau III.18 : Paramètres d'isopentane soutiré	29
Tableau III.19 TVR du condensat stabilisé et isopentane soutiré.....	30
Tableau III.20 charge d'alimentation de débutanisuer	31
Tableau III.21 Vérification du cas actuel tête de débutanisuer.....	32
Tableau III.22 Vérification du cas actuel pour le débit de débutanisuer	33
Tableau III.23 Influence de la température du plateau sensible sur le GPL	34

Tableau III.24 Influence de la température du plateau sensible sur le condensat.....	35
Tableau III.25 Influence de la température sur le débit de soutirage.....	36
Tableau III.26 Influence débit de soutirage sur le GPL.....	38
Tableau III.27 Influence débit de soutirage sur le condensat	40
Tableau III.28 Paramètres de la colonne après optimisation	40
Tableau III.29 paramètre de la colonne débutaniseur	41

Liste des figures

Figure I.1 : Carte géographique du champ de Hassi Messaoud.....	2
Figure II.1 Schéma synoptique procédés LDHP ZCINA	15
Figure II.2 Schéma Général Procédé GPL ZICNA	17
Figure III.1 Variation de la TVR au cours de l'année (donnés de laboratoire de Zcina)	19
Figure III.2 PFD de la simulation section absorbeur	21
Figure III.3 : PFD de la simulation section dééthanisation.....	24
Figure III.4 Gradient de température dans la colonne débuthaniseur	35
Figure III.5 variation de la TVR en fonction de la température du plateau sensible	36
Figure III.6 variation du débit de condensat et d'isopentane en fonction de la température..	37
Figure III.7 Influence du débit de soutirage sur la température du 8eme plateau	39
Figure III.8 Influence de débit de soutirage sur la production du GPL	39

Liste des abréviations

CIS : Centre Industriel Sud

CINA : Centre Industriel Nord Naili Abdelhalim

UTBS : Unité de Traitement de Brut Sud

LDHP/ZCINA : Ligne Directe Haute Pression /nouvelle Zone du Centre Industriel
Nord Naili Abdelhalim

MD : Hassi Messaoud

OM : Oued Mya

DCS : System de Control Commandé

BSW : Teneur en Sédiment et en Eau

APG : Gaz Associés du Pétrole

GPL : Gaz de Pétrole Liquéfié

HEH : Haoud El Hamra

Sommaire

CHAPITRE I : GENERALITES SUR LE GPL ET LE CONDENSATS.....	2
I.1 SITUATION GEOGRAPHIQUE DU CHAMP HASSI MESSAOUD [1]	2
I.2 DESCRIPTION DU GISEMENT	3
I.3 PRINCIPALES ETAPES DE DEVELOPPEMENT DU CHAMP DE HASSI-MESSAOUD	3
I.4 INTRODUCTION :	5
I.5 GENERALITES SUR LE GPL.....	5
<i>I.5.1 Définition du GPL [3].....</i>	<i>5</i>
I.6 LES SOURCES DE GPL	6
I.7 COMPOSITION ET CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DU GPL [3].....	6
I.8 UTILISATION DU GPL [5]	8
I.9 AVANTAGES ECOLOGIQUES DU GPL [5]	8
I.10 DANGER DU GPL [5].....	9
I.11 GENERALITES SUR LE CONDENSAT	10
<i>I.11.1 Définition [6].....</i>	<i>10</i>
<i>I.11.2 Caractéristiques du condensât [6]</i>	<i>10</i>
<i>I.11.3 Utilisation du condensât : [6].....</i>	<i>11</i>
I.12 LE GPL ET LE CONDENSAT EN ALGERIE [7].....	11
I.13 PROCEDES DE PRODUCTION DE GPL ET CONDENSATS : [9]	12
CHAPITRE II : DESCRIPTION DE L'UNITE DE TRAITEMENT GAZ ZCINA	13
II.1 INTRODUCTION	13
II.2 UNITE DE SEPARATION LDHP (LIGNE DIRECTE HAUTE PRESSION).....	13
II.3 DESCRIPTION DU PROCEDE [3]	14
<i>II.3.1 Séparation tri-phasique</i>	<i>14</i>
<i>II.3.2 Expédition du gaz.....</i>	<i>14</i>
<i>II.3.3 Système d'export d'huile vers CINA.....</i>	<i>14</i>
<i>II.3.4 Système de dégazage de l'eau de production.....</i>	<i>14</i>
<i>II.3.5 Système d'export d'eau vers CINA.....</i>	<i>14</i>
<i>II.3.6 Systèmes d'injection de produits chimiques.....</i>	<i>15</i>
<i>II.3.7 Injection de dés-émulsifiant.....</i>	<i>15</i>
<i>II.3.8 Injection d'inhibiteur de corrosion (multiphasique).....</i>	<i>16</i>

II.3.9 Injection d'inhibiteur de corrosion (phase gaz).....	16
II.3.10 Système de torche	16
II.4 UNITE D'EXTRACTION DES LIQUIDES DE GAZ ASSOCIE GPL ZICNA.....	16
II.5 DESCRIPTION DU PROCEDE DE TRAITEMENT GPL ZCINA [3].....	17
CHAPITRE III : SIMULATION ET RESULTATS.....	19
III.1 INTRODUCTION PROBLEMATIQUE [13] :	19
III.2 PROCEDURE DE LA SIMULATION DE LA COLONNE DE DISTILLATION [10].....	19
III.3 . VERIFICATION DU CAS DESIGN:	20
III.4 SIMULATION DE LA SECTION ABSORBEUR G11-CA-32-01 :	21
III.5 SIMULATION DE LA SECTION DEETHANIATION G11-CE-32-01 :	23
III.6 SIMULATION DE LA SECTION DEBUTHANISEUR G11-CB-32-01 :	26
III.7 VERIFICATION DU POINT DE SOUTIRAGE D'ISOPENTANE DESIGN :	30
III.8 CONCLUSION :	30
III.9 VERIFICATION DE LA SIMULATION DU CAS ACTUEL :	31
III.9.1 Spécifications de la charge d'entrée actuelle :	31
III.10 COMPARAISON ENTRE CAS ACTUEL ET CAS SIMULE :	32
III.11 OPTIMISATION DES PARAMETRES DE FONCTIONNEMENT DE LA COLONNE DEBUTANISEUR :	33
III.11.1 Température du plateau sensible :	34
III.12 CHOIX DE L'OPTIMUM :	40
CONCLUSION GENERALE	42
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :	43
ANNEXE A	44
ANNEXE B	45
ANNEXE C:.....	46

Introduction générale

Introduction générale

Le pétrole et le gaz représentent plus de 80% de la balance énergétique de l'Algérie aujourd'hui le GPL est considéré comme une grande source d'énergie qui présente plusieurs avantages.[7]

Depuis une dizaine d'années, la société nationale SONATRACH a lancé un ambitieux programme de développement, en vue d'augmenter la contribution de ces produits dans les exportations globales d'hydrocarbures.

L'un des champs qui ont bénéficié de ce programme est le champ nord de Hassi Messaoud, et cela a été concrétisé par la construction d'une nouvelle unité GPL Zcina mis en fonction en 2013 pour améliorer la production en GPL et condensat à partir des gaz associés.

Dans le cadre de mon projet de fin d'étude spécialisé en pétrochimie, j'ai effectué mon stage à l'unité LDHP/GPLZCINA où il m'a été proposé l'étude des paramètres de fonctionnement de la colonne debutaniseur. Nous avons établi le plan de travail comme suit :

- Présentation du champ de Hassi Messaoud ;
- Généralités sur le GPL et le Condensat ;
- Description de l'unité de traitement de LDHP/ GPL ZCINA ;
- Vérification cas design de la colonne débutaniseur par Simulation avec le simulateur HYSYS 11.0 et comparaison avec les données du constructeur
- Simulation du débutaniseur avec les paramètres réels (compositions, paramètres) et comparaison au analyses réels obtenus au laboratoire ainsi que les données affichées sur DSC
- Conclusion générale et recommandations.

Chapitre 1 : Généralités sur le GPL et le condensat

Chapitre I : Généralités sur le GPL et le condensats

I.1 Situation géographique du champ Hassi Messaoud [1]

Le champ de Hassi Messaoud se situe à environ 850 Km au Sud Est d'Alger et à 350 Km de la frontière Tunisienne voir la figure (1.1). La surface du champ atteint 2500 km² avec une surface imprégnée d'huile d'environ 1600 km². Sa localisation en coordonnées géographiques :

- Au nord par latitude 32 15° - A l'ouest par la longitude 5 40°
- Au Sud par latitude 31 30° - A l'Est par la longitude 6 35°

Le champ a été divisé par les sociétés d'exploration SN. REPAL et CFPA ; en deux parties : Champ Sud et champ Nord.



Figure I.1 : Carte géographique du champ de Hassi Messaoud

I.2 Description du gisement

Le gisement de Hassi Messaoud se caractérise par son réservoir cambro-ordovicien, il présente les caractéristiques suivantes :

- La profondeur varie entre 3100 et 3380m, et l'épaisseur va jusqu'à 200 m
- La pression du gisement varie de 120 à 400 bars.
- Son huile est légère avec un degré API de 45,4 et GOR de 219 m³/m³ sauf pour les puits en percée où le GOR peut atteindre 800 m³/m³ et plus : cas d'OML 63 et 633)
- La porosité en moyenne varie de 5 à 10% avec une perméabilité est assez faible.
- Le champ HMD fait partie de la province orientale de la plateforme saharienne. Cette province contient les principales accumulations des hydrocarbures du Sahara.

I.3 Principales étapes de développement du champ de Hassi-Messaoud

Le gisement de Hassi Messaoud a été découvert le 16 janvier 1956 par le premier forage MD1 ; Implanté suite à une campagne sismique réfraction non loin du puits chamelier de Hassi Messaoud.

Le 15 juin de cette même année, ce forage a découvert à 3338 mètres de profondeur de l'huile dans les grès du Cambrien.

En mai 1957 et à 7 km au Nord - nord-ouest de MD1, le forage OM1 foré par la C.F.P.A confirmait l'existence d'une quantité très importante d'huile dans les grès du Cambrien.

Le gisement fut donc couvert par deux concessions distinctes :

- Au Nord la CFPA.
- Au Sud la SN. REPAL.

Les installations de collecte et traitement des effluents des puits ont été construites selon l'ordre chronologique suivant :

- 1960 : Création du CIS et CINA
- 1960-1970 : Réalisation de 05 Unités de séparation; 02 Unités de Réinjection de gaz ; 01 unité de topping et 02 unités de Stabilisation.
- 1970-1980 : Réalisation de 02 Unités GPL ; 07 Unités de séparation Satellites ; 01 Raffinerie ; 01 unité d'injection d'eau ; 05 unités Boosting et 05 unités de Réinjection de gaz.
- 1980-1990 : Réalisation de 02 unités de Réinjection d'eau ; 01 unité de séparation Satellites ; 06 Unités Boosting ; 01 Unité de séparation et 02 Unités d'injection de gaz.

Chapitre I : Généralités sur le GPL et le condensat

- 1990-2000 : Réalisation de 17 Unités Boosting ; 06 Unités de Réinjection de gaz ; Unité de séparation de gaz ; 01 Unité de GPL et 02 Unités d'azote.
- 2000 à ce jour : Réalisation de 02 Unités de Traitement des eaux Huileuse ; 01 Unité de valorisation des Condensats ; 01 Unité de stabilisation d'huile « UTBS » ; 01 Unité de production de GPL, Condensat et Unité de séparation LDHP « ZCINA ».

I.4 Introduction :

Le Gaz associé s'agit du gaz naturel présent en solution dans le pétrole, il est séparé lors de l'extraction de ce dernier. Pendant longtemps, il était considéré comme un déchet et détruit en torchère, ce qui constitue un gaspillage de ressources énergétiques non renouvelables et une pollution inutile. Aujourd'hui, une partie est soit réinjectée dans les gisements (contribuant à y maintenir la pression et à maximiser l'extraction du pétrole), soit valorisée.

Le gaz naturel peut exister séparément du pétrole en tant que gaz libre ou peuvent être dissous dans le pétrole brut, une fois séparés du pétrole brut, ils sont couramment des mélanges d'hydrocarbures tels que le Méthane, l'éthane, le propane, le butane, le pentane et plus. En outre, ces gaz non traités contiennent de la vapeur d'eau, du sulfure d'hydrogène H₂S, du dioxyde de carbone CO₂, de l'azote N₂ et d'autres composants.

Les gaz associés qui contiennent de telles impuretés ne peuvent pas être facilement transportés, et ne peuvent pas non plus être utilisés sans traitement à cause de leur médiocre qualité.

Techniquement, plusieurs options existent pour gérer les gaz associés :

- Production d'électricité pour transmission ou pour les besoins sur site
- Traitement en tant que GNL ou GPL et exportation via des pétroliers
- Conversion en produit d'alimentation pour la pétrochimie
- Les préparer en tant que combustible sous diverses formes (par ex : gaz riche sec, GPL ,...)

I.5 Généralités sur le GPL

I.5.1 Définition du GPL [3]

Le terme GPL ou gaz de pétrole liquéfié désigne un mélange d'hydrocarbures, qui sont gazeux aux conditions normales de température et de pression et qui ont la propriété de passer de l'état liquide par un abaissement de température. Il s'agit essentiellement de butane et de propane. Cette propriété permet de stocker dans un volume réduit (1 m³ de GPL liquide occupe un volume de

225 m³ à l'état gazeux)

Les GPL appartiennent à la famille des paraffines et sont composés essentiellement du propane C₃H₈, butane C₄H₁₀ avec de faibles proportions de méthane CH₄, éthane C₂H₆ , et

pentane C₅H₁₂ Gazeux dans des conditions normales de température et de pression, les GPL peuvent être facilement liquéfiés. C'est ce caractère particulier qui rend leur transport et leur commercialisation aisés, il se gazéifie au moment de son utilisation .

I.6 Les sources de GPL

Les Gaz de Pétrole Liquéfiés proviennent :

Des champs de gaz naturel, pour plus de 60 % :

- Les champs de gaz naturel qui est composés à 90 % de méthane (CH₄) et éthane (C₂H₆). Les 10 % restants se répartissent entre 5 % de propane (C₃H₈) et 5 % d'autres gaz dont le butane (C₄H₁₀).

Le pétrole brut contient aussi, en sortie de puits, des fractions souvent importantes de gaz associés dissous, parmi lesquels des GPL. Les pourcentages de GPL contenus dans le brut et le gaz naturel sont extrêmement variables d'un gisement à un autre.

Le gaz naturel, dont la production a très fortement augmenté depuis plus d'une décennie, est devenu la première source de fourniture de GPL avec plus de 60 % des volumes produits dans le monde.

- Des raffineries de pétrole, pour moins de 40 %
Lors du raffinage du pétrole brut, les GPL sont séparés en partie supérieure des colonnes de distillation, au cours des opérations « primaires ». Des volumes supplémentaires sont également récupérés au cours d'opérations de traitements « secondaires ».

Les GPL représentent entre 2 et 3 % de l'ensemble des produits obtenus. Selon sa provenance, une tonne de pétrole brut traitée donne 20 à 30 kg de GPL.

I.7 Composition et caractéristiques principales du GPL [3]

Les gaz de pétrole liquéfiés sont des hydrocarbures composés majoritairement de coupes de butane et propane (les principaux composants) ainsi que des traces de méthane, éthane et isopentane, la composition donnée dans le Tableau I représente les limites maximales en lourds (iC₅ et plus) ainsi qu'on légers (C₁ + C₂).

Chapitre I : Généralités sur le GPL et le condensat

Tableau I.1 les composants du gpl

Les composants du GPL	% Molaire
Methane + Ethane	3
Propane+ Iso-butane+ N-butane	96
Iso-pentane et plus	0.4

Vu que le GPL est composé principalement de butane et de propane, ces caractéristiques dépendent de la teneur en ces derniers, leurs caractéristiques principales sont illustrées dans le Tableau II .

Tableau I.2 Caractéristiques principales du propane et du butane

	Butane	Propane
Pression de vapeur à 50 °C	≤7,5 bars	Max 19,3 bar
Teneur en soufre	-	≤0,005% en masse
Teneur en eau	Absence d'eau séparable par Décantation	Non décelable par l'essai au Bromure de cobalt
Température d'ébullition	0°C	-44 °C
Odeur	Caractéristique	Caractéristique
Limite inférieure D'inflammabilité dans l'air	1,8 %	2,4 %
Limite supérieure d'inflammabilité	8,8 %	9.3 %
Pouvoir calorifique à 15°C et 1013 mbar	PCI : 12,66 KWh/Kg PCS : 13,7 KWh/Kg	PCI : 12,78 KWh/Kg PCS : 13,80 KWh/Kg
La masse volumique (kg/m ³) à 15 °C	Liquide : 585 Gaz :2,5	Liquide : 515 Gaz :1,85

I.8 Utilisation du GPL [5]

Le GPL est une énergie exceptionnelle en raison de ses origines, de ses caractéristiques, de ses applications. En tant qu'énergie moins polluante, faiblement émettrice de CO₂, performante et novatrice, le GPL offre de nombreux avantages pour les consommateurs et les secteurs professionnels comme pour l'environnement. Avec une disponibilité immédiate et en tous points du globe, des atouts environnementaux, son origine double (gaz – pétrole), sa facilité de transport et sa variété d'usages, le GPL permet d'assurer et de contribuer, sans délai, à un modèle énergétique durable, compétitif et plus sûr.

La combustion du GPL est propre, il est accessible et indispensable à des centaines de millions de personnes dans le monde aujourd'hui. C'est une énergie multi usages bénéficiant de milliers d'applications. Elle est facilement transportable, stockable et utilisable quasiment partout dans le monde et ses ressources sont assurées pendant plusieurs décennies. A usage équivalent, le GPL produit moins de gaz à effet de serre que l'essence, le gazole et l'électricité d'origine thermique.

On donne ici une liste des quelques utilisations du GPL:

- Utilisation comme carburant pour les véhicules.
- Dans la pétrochimie (Oléfines, MTBE, alcoylation....)
- Production d'électricité
- Secteur domestique (cuisine, chauffage,)

I.9 Avantages écologiques du GPL [5]

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.

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 cancérigènes et donnent des nausées, et surtout les oxydes d'azote (NO_x), 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 (NO_x, ainsi que des particules et suies qui atteignent l'appareil respiratoire en se diffusant dans l'atmosphère).

Chapitre I : Généralités sur le GPL et le condensat

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%.

Tableau I.3 Comparaison des rejets d'un moteur fonctionnant au GPL et d'un moteur diesel

	Emissions d'un moteur (en g/kWh)		
	GPL	Diesel	Pourcentage
Oxydes d'azote (NOx)	0.40	7.00	15 fois moins
Particules	0.015	0.15	10 fois moins
Hydrocarbures imbrûlés	0.01	1.10	100 fois moins
Oxyde de carbone (CO)	0.25	4.00	16 fois moins

I.10 Danger du GPL [5]

Le GPL n'est pas toxique mais il possède des propriétés anesthésiques. Etant plus lourd que l'air, il risque, en cas de fuite de s'accumuler au niveau du sol et dans les parties basses comme les caves, cela entraîne un danger d'explosion lorsque l'accumulation permet un mélange GPL/air adéquat et qu'il y a une source d'inflammation. Cela entraîne également un danger d'asphyxie, le GPL remplaçant l'air et diminuant donc la concentration en oxygène. La réglementation impose donc que tout local dans lequel se trouve un appareil à gaz (naturel ou GPL) soit bien ventilé.

Pour faciliter la détection des fuites, un gaz odorant est ajouté aux gaz (naturel ou GPL): cette odeur caractéristique d'œuf pourri" permet de détecter à l'odeur une concentration de gaz dans l'air très inférieure à la limite inférieure d'explosibilité (L.I.E).

On devra prendre toutes les précautions nécessaires pour éviter que le GPL n'entre en contact avec la peau étant donné qu'il peut provoquer de sévères gelures par évaporation, des vêtements de protection doivent être portés (gants, lunettes).

I.11 Généralités sur le Condensat

I.11.1 Définition [6]

Un condensât est un mélange liquide d'hydrocarbures lourds obtenu par condensation de certains gaz naturels bruts.

Le condensât est constitué de molécules qui existent à l'état gazeux dans un gisement de gaz naturel mais qui se condensent par détente et refroidissement lors de la production de ce dernier, on récupère ainsi des quantités importantes de propane et de butane (GPL) mais également de produits constitués de molécules comportant de 5 à 10 ou 15 atomes de carbone : le condensât proprement dit, on distingue le condensât léger (C5 à C10 environ) et le condensât lourd (C10 à C15 environ).

I.11.2 Caractéristiques du condensât [6]

Les principales caractéristiques du condensât sont :

- La TVR : La tension de vapeur de Reid (à 37.80C) est la caractéristique principale du condensât, elle doit être inférieure à 0.69 bar (10 psi-a) en Hiver et inférieure à 0.5 bar (7 psi-a) à 37.8 0C en été.
- Aspect : C'est un liquide incolore, avec une odeur d'essence
- Poids spécifique : Le poids spécifique du condensât est compris entre 0,7 à 0,8.
- Point d'éclair : Son point d'éclair est inférieur à -40 °C
- Limites d'inflammabilité : Il est très inflammable, car il a un point d'éclair inférieur à zéro, ses limites d'inflammabilité sont approximativement : 1.4 et 7.6 % (dans l'air)
- Explosivité et inflammabilité : Le condensât est un fluide hautement inflammable, la température d'auto-inflammabilité est de 380 à 4500C
- Toxicité physiologique : Les vapeurs du condensât sont toxiques lorsqu'un homme s'y expose. Le premier symptôme constaté sera l'irritation des yeux suivi de symptômes névropathies. La victime peut éventuellement avoir du mal à marcher. Lorsque les concentrations du condensât (vapeur) sont de l'ordre de 0.025 à 0.05% en volume dans
- Précautions hygiéniques : Pour prévenir l'intoxication, une ventilation convenable est réalisée dans les locaux de travail pour maintenir la concentration des vapeurs du condensât à moins de 300 ppm .

I.11.3 Utilisation du condensât : [6]

La particularité du condensât réside dans son utilisation dans deux secteurs industriels entièrement stratégiques : le raffinage et la pétrochimie.

- Utilisation du condensât dans le raffinage : Le condensât est utilisé dans la production des carburants notamment les essences, leurs prix de revient est plus bas que les essences produites à partir de pétrole brut car la séparation et la transformation du condensât est moins coûteuse, et sa composition chimique riche en éléments légers.

Le condensât est aussi utilisé dans le procédé d'isomérisation pour produire l'essence transformant les normales paraffines en iso-paraffines qui ont un indice d'octane élevé.

- Utilisation du condensât dans la pétrochimie : La valorisation du condensât se fait principalement dans le domaine de la pétrochimie, où la demande est très importante, le vapocraquage est ainsi la principale voie pour la production des oléfines, l'intérêt de ce produit dans la pétrochimie est justifié par les considérations suivantes :
 - Le condensât est riche en hydrocarbures paraffiniques et naphthéniques C5 à C7 ayant un bon potentiel de production d'oléfines.
 - Une faible quantité en hydrocarbures aromatiques qui se transforment en poly-aromatiques lors du vapocraquage.

I.12 Le GPL et le condensat en Algérie [7]

L'Algérie est l'un des leaders mondiales du GPL, environ 79 % de la production sont exportés, en majorité vers l'Europe. On remarque la quantité exportée a augmenté durant l'année 2021 par rapport à 2020.

	Années	GPL(K tonnes)	Condensât (k tonnes)
Production	2020	7361	7607
	2021	7816	7696
Transformation	2020	-	4231
	2021	-	4305
Echanges	2020	5574	3253
	2021	5896	3145
Consommation	2020	2381	28
	2021	2632	21

Tableau I.4 Bilan énergétique national 2021.

I.13 Procédés de production de GPL et Condensats : [9]

D'une façon générale, le traitement du gaz consiste soit à retirer spécifiquement certains constituants présents dans les gaz « bruts » en sortie des puits de production pour rendre le gaz compatible avec les spécifications requises pour son transport et/ou pour le rendre compatible avec des spécifications de qualité commerciales (contractuelles) et réglementaires ou à fractionner le gaz brut saturé par une séparation triphasique qui permet de dissocier le gaz (composé le plus léger) des liquides, c'est-à-dire du condensat et de l'eau (composés les plus lourds). Suivi par un refroidissement (traitement cryogénique) où le gaz est fractionné en Condensats, GPL et gaz sec.

Suivant le mode de refroidissement, il existe trois procédés le traitement du gaz naturel se compose de trois types de procédés :

- Procédé Pritchard : Basé sur le refroidissement du gaz par échanges thermiques et par détente simple isenthalpique (vanne joule Thompson), avec l'utilisation du propane comme fluide réfrigérant permet d'atteindre des températures en fin de cycle voisines de -23°C .
- Procédé Hudson : Basé sur le refroidissement du gaz par échanges thermiques et complétée par une détente isentropique à travers une machine dynamique appelée "turbo-expander" permet d'atteindre un niveau de température relativement plus bas -55°C . Ce procédé permet une meilleure récupération des hydrocarbures liquides.
- Procédés Mixtes : Ces procédés sont les plus performants car ils utilisent le turbo-expander, la vanne joule Thompson et la boucle de propane, où on atteint les -66°C . Ils permettent une meilleure récupération des hydrocarbures liquides.

Chapitre 2:
Description de l'usine
GPL LDHP ZCINA

Chapitre II : Description de l'unité de traitement gaz Zcina

II.1 Introduction

ZCINA (nouvelle Zone Centre Industriel Naili Abdelhalim) est une nouvelle usine qui a pour objectifs la Collecte et la séparation tri-phasique de l'huile haute pression du champs de Hassi Messaoud Nord (LDHP) ainsi que l'extraction des liquides de gaz associés ; Cette nouvelle zone est située à environ 5 km au nord du CINA contenant deux unités :

- Unité de séparation LDHP : (Ligne Directe Haute Pression)
- Unité d'extraction des liquides de gaz associés GPL ZCINA

II.2 Unité de séparation LDHP (Ligne Directe Haute Pression)

L'unité de séparation LDHP ZCINA collecte, au travers d'une vingtaine de manifolds, sous- manifolds, lignes d'interconnexion et de 5 trunklines, la production en huile de 200 puits situés aussi sur le champ de Hassi Messaoud nord (actuellement 86 puits qui sont en production), le tableau 3.1 représente la capacité de production de cette unité.

Cette unité comprend :

- Un réseau de collecte de 5 trunklines (OMP 53, OMO13, CINA, OMKZ72, OML 75)
- Une batterie de 03 séparateurs tri-phasique identiques.
- Un Ballon Dégazeur d'eau.
- Un ballon de torche et une torche chaude.
- Trois pipelines d'expédition d'huile, de gaz et d'eau (18'', 36 et 6'') vers CINA.
- Des systèmes d'utilités provenant de GPL ZCINA (air comprimé, eau de service, azote, ...)
- Trois packages d'injections de produits chimiques.

Tableau II.1 Capacité de production de LDHP ZCINA

Produits	Capacité Design	Production actuelle
Huile (m ³ /jr)	22542	5000/7000
Gaz (sm ³ /jr)	22 millions	12/13 millions
Eau (m ³ /jr)	1577	200/500

II.3 Description du Procédé [3]

Le schéma procédé de LDHP ZCINA est donné dans la figure 2 , les principales opérations réalisées dans cette unité sont décrite ci-dessous.

II.3.1 Séparation tri-phasique

La production provenant du collecteur d'entrée est répartie dans les séparateurs tri-phasiques P10-VA-20-10 A/B/C afin de séparer le gaz, l'huile et l'eau de production.

La séparation s'opère à une pression d'environ 32 barg lorsque le gaz est envoyé vers GPL ZCINA et à 33.3 barg lorsque le contrôleur de pression 20-PIC-90008 commence à envoyer du gaz vers le pipeline de gaz résiduel (excès de gaz).

II.3.2 Expédition du gaz

Le gaz sortant des trois séparateurs tri-phasiques est collecté dans le collecteur d'export avant d'être expédié dans une ligne 36" vers GPL ZCINA, où il arrive dans le collecteur de distribution du gaz de charge en amont de l'unité de compression sous contrôle de pression de ce dernier. L'excès de gaz est expédié vers le collecteur de gaz résiduel sous contrôle de pression.

II.3.3 Système d'export d'huile vers CINA

L'huile séparée est envoyée vers le complexe CINA (distant d'environ 6 km) par une ligne d'expédition dédiée de 18".

II.3.4 Système de dégazage de l'eau de production

Afin de désorber le gaz qui y est contenu, l'eau de production est envoyée des séparateurs tri-phasiques vers le ballon de dégazage atmosphérique 4K0-VD-44-10.

La ligne de sortie gaz du ballon de dégazage est reliée directement au ballon de torche LDHP à travers un collecteur de décharge 6", permettant de maintenir une pression quasi-atmosphérique dans le ballon de dégazage.

II.3.5 Système d'export d'eau vers CINA

Des pompes d'export d'eau dégazée 4K0-PA-44-10 A/B (2x100 %) permettent d'envoyer sous contrôle de niveau, l'eau de production depuis le ballon de dégazage 4K0-VD-44-10 vers le bassin de décantation API de la zone CINA via un pipeline d'expédition dédié.

La pression d'arrivée à CINA est de 1 atm et la pression de calcul du pipeline d'export de l'eau dégazée vers CINA est de 18 barg (compatible avec la pression vanne fermée des pompes d'expédition). Le pipeline d'eau produite est enterré.

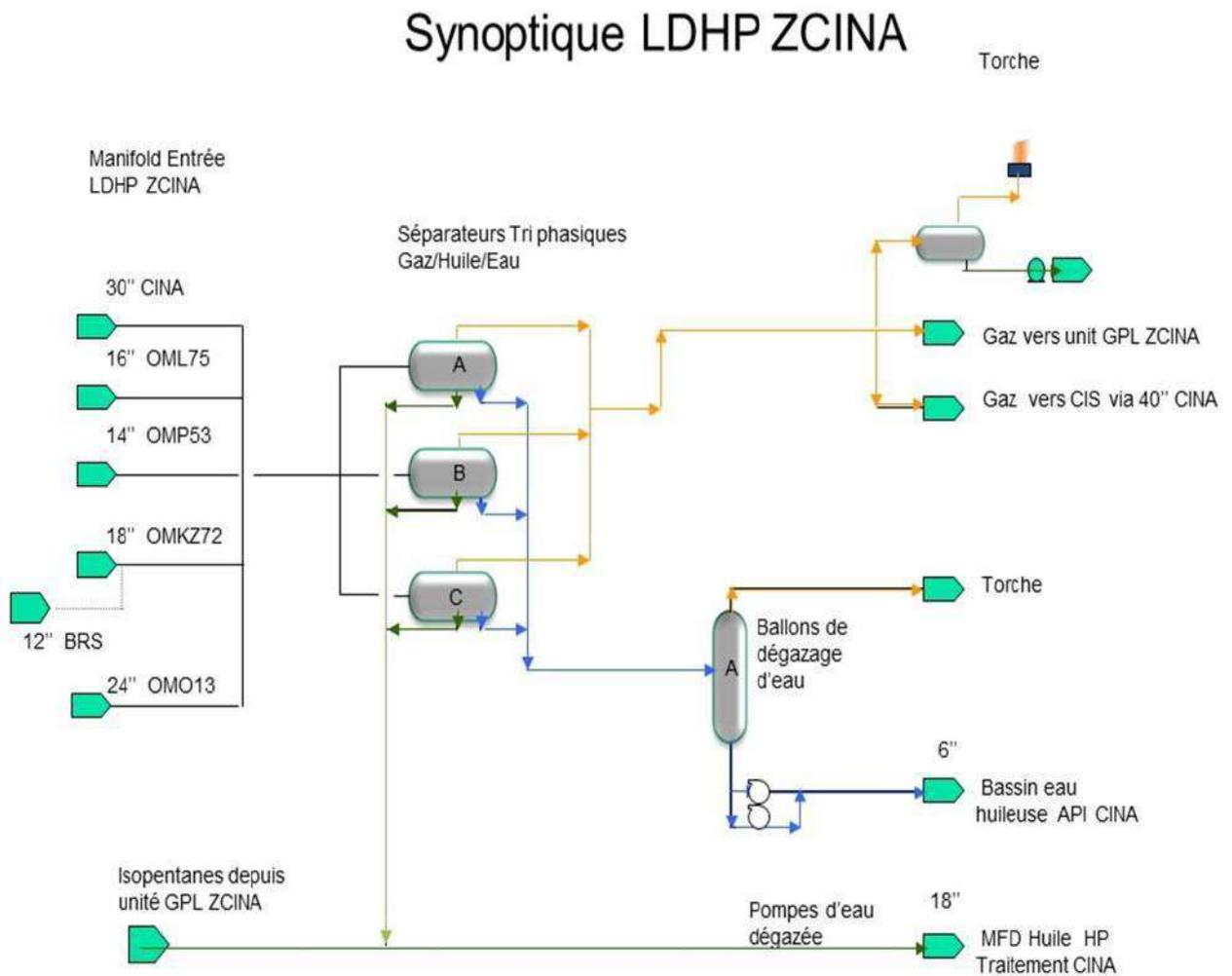


Figure II.1 Schéma synoptique procédés LDHP ZCINA

II.3.6 Systèmes d'injection de produits chimiques

Les produits chimiques sont injectés en différents points du procédé à l'aide de packages d'injection comportant chacun un bac de stockage d'une autonomie de 15 jours et des pompes doseuses (2 x 100 %). Les taux de dosage sont réglés manuellement pour chaque pompe grâce à un pot de calibration. Chaque bac de stockage est alimenté en produit chimique, à partir de fûts, à l'aide d'une pompe pneumatique mobile dédiée.

II.3.7 Injection de dés-émulsifiant

La charge multiphasique de LDHP est traitée en continu avec du dés-émulsifiant juste avant son entrée dans les séparateurs tri-phasiques afin de casser l'émulsion et faciliter la séparation eau/huile.

Chapitre II : Description de l'unité de traitement gaz Zcina

II.3.8 Injection d'inhibiteur de corrosion (multiphasique)

La charge multiphasique de LDHP et l'huile produite sont traitées en continu avec de l'inhibiteur de corrosion afin de prévenir tout risque de corrosion des canalisations et équipements de LDHP ainsi que dans la canalisation d'expédition d'huile vers CINA.

II.3.9 Injection d'inhibiteur de corrosion (phase gaz)

Le gaz séparé au niveau de chaque séparateur tri-phasique est traité en continu avec de l'inhibiteur de corrosion afin de prévenir tout risque de corrosion dans les lignes d'interconnexion vers GPL ZCINA ainsi que dans la canalisation de gaz résiduel vers CINA.

II.3.10 Système de torche

L'unité LDHP ZCINA possède un système de torche haute pression comprenant :

- Une torche multi-bras sonique 800-FC-43-01.
- Un ballon de torche 800-VD-43-01 pour assurer la séparation gaz/liquide.
- 2 pompes Barrel associées au ballon de torche LDHP, 800-PA-43-01 A/B.

II.4 Unité d'extraction des liquides de gaz associé GPL ZICNA

GPL ZCINA est une unité d'extraction des liquides de gaz associés destinée à recevoir des gaz associés valorisables du champ de Hassi Messaoud nord.

Cette unité est destinée pour traiter :

- Le gaz produit au niveau du traitement de brut CINA et les séparateurs sur champs Comprimés par les unités de Boosting R5 à 32 bars.
- Le gaz produit au niveau de la séparation LDHP ZCINA.

Le GPL et le condensat stabilisé extraits du gaz de charge sont expédiés tandis que le gaz appauvri (gaz résiduel) est envoyé vers CINA et CIS pour être utilisé comme gaz lift et réinjection.

La capacité de production de l'usine GPL ZCINA est donnée dans le Tableau VI .

Tableau II.2 Capacité de production de l'unité GPL ZCINA

Produits	Capacité Design	Production actuelle
Gaz d'alimentation (sm ³ /jr)	24 millions	24 millions
GPL (Tonnes/jr)	4600	3100 /4000 (3 trains)
Condensat stabilisé (Tonnes/jr)	330	300 à 600
Condensat non stabilisé (T/jr)	770	400 à 800

Chapitre II : Description de l'unité de traitement gaz Zcina

L'usine GPL ZCINA comprend :

Les unités de traitement et expédition des produits :

- Systèmes d'alimentation en gaz :
- Canalisation de gaz de charge depuis CINA (Unité 27)
- Séparation d'entrée (Unité 20)
- Compression du gaz de charge (Unité 23)
- Déshydratation du gaz de charge (Unité 24)
- Import & distribution de condensats M4 de CINA (Unité 37)
- Trains de traitement des liquides (Unité 32) :
- Section de refroidissement & Section de dééthanisation
- Section de débutanisation
- Stockage et expédition des produits liquides :
- Stockage, export et recyclage de GPL (Unité 33)
- Canalisation d'export de GPL (Unité 36)
- Stockage, export et recyclage des condensats (Unité 35)
- Canalisation d'export des condensats (Unité 37)
- Système d'expédition des produits gazeux :
- Canalisation d'export de gaz résiduel (Unité 34)

Des unités utilités :

- Système gaz combustible (Unité 45)
- Système d'huile chaude (Unité 41)
- Systèmes de torche (Unité 43)
- Système d'injection de produits chimiques (Unité 42)
- Air instrument / Air service (Unité 63)
- Azote (Unité 64)
- Drains fermés (Unité 57)
- Drains ouverts (Unité 56)
- Traitement des eaux huileuses (Unité 44)
- Diesel (Unité 62)
- Eau brute et eau potable (Unités 50 & 53)

Chapitre 3 :

Simulation et résultats

Chapitre III : Simulation et résultats

III.1 Introduction problématique [13] :

Dans ce chapitre, nous entamons l'étude d'optimisation de la colonne débutaniseur. Cette dernière a comme objectif d'améliorer la production en condensat et de minimiser le débit de soutirage de l'isopentane tout en gardant les spécifications du GPL et du condensat dans les normes de commercialisation. En effet, actuellement le condensat produit possède une TVR comme le montre la figure 4.1 ne dépassant pas 6,53 psi ce qui laisse une marge pour une fraction supplémentaire de l'isopentane dans le condensat allant à une TVR de 10 psi en hiver pour le condensat. Par contre la TVR du condensat en été est à sa limite maximale.

Dans un premier temps nous présentons une série de résultats obtenus par simulation numérique que nous avons menée à l'aide du logiciel hysys pour établir les caractéristiques des fluides circulants dans le train de traitement GPL et condensat. La première étape consiste à valider notre simulation en comparant nos résultats avec le cas design en hiver, donné par le constructeur, et le cas actuel.



Figure III.1 Variation de la TVR au cours de l'année (données de laboratoire de Zcina)

III.2 Procédure de la simulation de la colonne de distillation [10]

La procédure de calcul du débutaniseur dans le simulateur HYSYS nécessite les données suivantes :

- La composition, débit, température et pression de la charge ;
- La position du plateau d'alimentation ;

- Spécification des produits (distillat, résidu).

Le simulateur nécessite la spécification de trois d'autres paramètres opératoires qui représentent le degré de liberté de la colonne :

- Température dans le condenseur ;
- Température dans le rebouilleur ;
- Le débit de rebouilleur.

III.3. Vérification du cas design:

Le tableau III.1 ci-dessous représente la composition molaire de la charge de l'alimentation du train de fractionnement après la section de déshydratation. (Cas design)

Tableau III.1 Charge après la section déshydratation

Paramètres	
T (°C)	36,10
P (barg)	93,10
Débit massique (kg/h)	319169,00
Débit molaire (kgmole/h)	13783,10
Débit volumique (m ³ /h)	2571.90
Poids moléculaire	23,16
Composition molaire	
Constituants	Pourcentage molaire (%)
N ₂	2,52
CO ₂	1,87
C ₁	67,37
C ₂	16,68
C ₃	7,89
iC ₄	0,68
nC ₄	1,97
iC ₅	0,31
nC ₅	0,43
nC ₆	0,21
nC ₇	0,07
nC ₈	0,00
H ₂ O	0,00
La somme	100

Tableau III.2 Paramètres de la charge d'alimentation de l'absorbeur

Paramètres	Sortie expander			Fond de VL-32-01		
	D	S	Erreur (%)	D	S	Erreur (%)
T (°C)	-48,3	-48,5	0,41	-31,1	-29,01	6,72
P (barg)	22	22	0	22	22	0
Débit massique (kg/h)	272143	271800	0,13	47026	47370	0,73
Densité (kg/m ³)	39,85	39,96	0,28	64,22	62,4	2,83
Débit molaire (kgmole/h)	12164,1	12150	0,12	1619	1631	0,74
Poids moléculaire	22,37	22,37	0	29,05	29,04	0,03

Le tableau III.3 représente la composition molaire de l'alimentation de l'absorbeur dans le cas design et le cas simulé.

Tableau III.3 Composition de la charge d'alimentation de l'absorbeur

Constituants	Sortie Expander			Fond de VL-32-01		
	Design	Simulé	Erreur(%)	Design	Simulé	Erreur(%)
	Composition molaire (%)					
N ₂	2,69	2,68	0,37	1,26	1,26	0
CO ₂	1,87	1,87	0	1,85	1,84	0,54
C ₁	69,68	69,69	0,01	50,03	50,04	0,02
C ₂	16,03	16,02	0,06	21,58	21,57	0,05
C ₃	6,97	6,96	0,14	14,8	14,79	0,07
iC ₄	0,56	0,55	1,79	1,62	1,61	0,62
nC ₄	1,55	1,54	0,65	5,14	5,13	0,19
iC ₅	0,22	0,21	4,55	0,99	0,99	0
nC ₅	0,29	0,29	0	1,47	1,47	0
nC ₆	0,12	0,12	0	0,9	0,89	1,11
nC ₇	0,03	0,03	0	0,36	0,35	2,78
La somme	100	100	-	100	100	-

Les données représentées dans le tableau III.4 montrent une comparaison entre les paramètres thermodynamiques de la colonne absorbeur pour les deux cas design et simulé.

Tableau III.4 Paramètres de la tête et du fond de l'absorbeur

Paramètres	Tête de l'absorbeur			Fond de l'absorbeur		
	Design	Simulé	Erreur(%)	Design	Simulé	Erreur(%)
T (°C)	-56,5	-56,51	0,02	-47,53	-47,53	0
P (barg)	21,8	21,8	0	22	22	0
Débit massique (kg/h)	226640	227200	0,25	148847	148600	0,17
Densité (kg/m ³)	30,83	30,87	0,13	-	-	-
Débit molaire kmole/h	11546,9	11570	0,2	4245,5	4237	0,2
Poids moléculaire	19,63	19,64	0,05	35,06	35,06	0

Le tableau III.5 montre la comparaison des compositions molaires des produits de tête et du fond de l'absorbeur entre le cas design et simulé.

Tableau III.5 Composition de tête et du fond de l'absorbeur

Constituants	Tête de l'absorbeur			Fond de l'absorbeur		
	Design	Simulé	Erreur(%)	Design	Simulé	Erreur(%)
	Composition molaire (%)					
N ₂	2,95	2,94	0,34	0,20	0,21	5
CO ₂	2,07	2,02	2,42	1,84	1,84	0
C ₁	76,48	76,41	0,09	22,45	22,47	0,09
C ₂	18,08	18,16	0,44	35,63	35,59	0,11
C ₃	0,42	0,4	4,76	27,95	27,94	0,04
iC ₄	0	0	-	2,21	2,21	0
nC ₄	0	0	-	6,4	6,41	0,16
iC ₅	0	0	-	1,01	1,01	0
nC ₅	0	0	-	1,40	1,40	0
nC ₆	0	0	-	0,68	0,68	0
nC ₇	0	0	-	0,23	0,22	4,35
la somme	100	100	-	100	100	-

III.5 Simulation de la section déethanation G11-CE-32-01 :

Données de départ :

- ✓ Nombre de plateaux 41
- ✓ Le diamètre de la colonne : tête de la colonne 2,30 m, fond de la colonne : 3,50 m
- ✓ La hauteur de la colonne : 33,20 m

Les résultats obtenus dans cette section sont représentés dans les tableaux suivants :

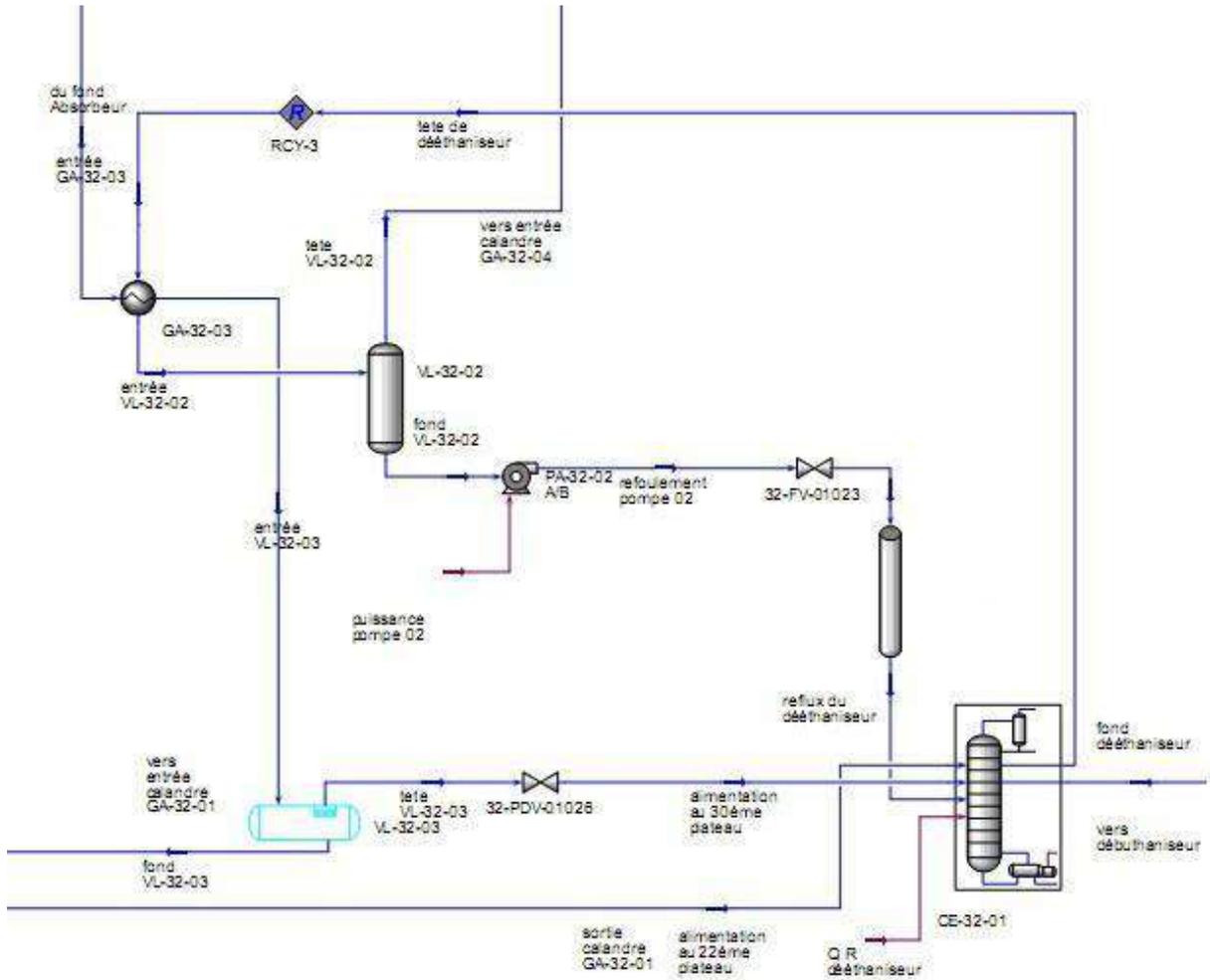


Figure III.3 : PFD de la simulation section dééthanisation.

Le tableau III.6 montre la comparaison du cas simulé avec le cas design des paramètres thermodynamiques des deux charges d'alimentation du dééthanneur.

Tableau III.6 Paramètres des charges d'alimentation du dééthanneur

Paramètres	30 ^{ème} plateau			22 ^{ème} plateau		
	Design	Simulé	Erreur(%)	Design	Simulé	Erreur(%)
T (°C)	-5	-5	0	25	24,56	1,76
P (barg)	28,1	28,2	0,36	28,6	28,6	0
Débit massique (kg/h)	17610	17600	0,06	131236	131100	0,1
Densité (kg/m ³)	39,04	39,24	0,51	144,5	147,2	1,87
Débit molaire kgmole/h	738,2	737,9	0,04	3507,3	3502	0,15
Poids moléculaire	23,86	23,85	0,04	37,42	37,43	0,03

Le tableau III.7 représente la comparaison entre les compositions molaires des charges d'alimentation du dééthaniseur résultantes de notre simulation et les résultats donnés par le constructeur.

Tableau III.7 composition de l'alimentation du dééthaniseur

Constituants	30 ^{ème} plateau			22 ^{ème} plateau		
	Design	Simulé	Erreur(%)	Design	Simulé	Erreur(%)
	Composition molaire (%)			Composition molaire (%)		
N ₂	0,81	0,82	1,23	0,08	0,08	0
CO ₂	2,89	2,88	0,35	1,62	1,62	0
C ₁	57,44	57,45	0,02	15,09	15,08	0,07
C ₂	29,62	29,59	0,1	36,9	36,83	0,19
C ₃	8,2	8,2	0	32,1	32,14	0,12
iC ₄	0,3	0,29	3,33	2,61	2,61	0
nC ₄	0,63	0,63	0	7,61	7,61	0
iC ₅	0,05	0,05	0	1,21	1,21	0
nC ₅	0,05	0,05	0	1,68	1,68	0
nC ₆	0,01	0,01	0	0,82	0,82	0
nC ₇	0	0	0	0,27	0,27	0
La somme	100	100	-	100	100	-

Le tableau III.8 nous renseigne sur la précision de notre simulation en comparant les résultats obtenus par cette dernière et les données du design. Cela pour les paramètres thermodynamiques du produits de tête et du fond du dééthaniseur.

Tableau III.8 Paramètres du fond et tête du dééthaniseur

Paramètres	Fond dééthaniseur			Tête dééthaniseur		
	Design	Simulé	Erreur(%)	Design	Simulé	Erreur(%)
T (°C)	92,5	92,56	0,06	-	-	-
P (barg)	28,3	28,4	0,35	-	-	-
Débit massique (kg/h)	78916	79080	0,21	130242	127400	2,18
Densité (kg/m ³)	406,5	406	0,12	-	-	-
Débit molaire kgmole/h	1581,9	1586	0,26	4555,5	4471	1,85
Poids moléculaire	49,89	49,87	0,04	28,59	28,49	0,35

Dans le tableau III.9 nous montrons une comparaison entre la composition molaire du produit de tête et du produit de fond du dééthaniseur dans le cas design et simulé.

Tableau III.9 Composition du fond et tête dééthaniseur

Constituants	Fond dééthaniseur			Tête dééthaniseur		
	Design	Simulé	Erreur(%)	Design	Simulé	Erreur(%)
	Composition molaire (%)					
N ₂	0	0	0	0,21	0,21	0
CO ₂	0	0	0	2,4	2,41	0,42
C ₂	2,64	2,64	0	24,99	25,25	1,04
C ₃	65,39	65,46	0,11	60,32	60,48	0,27
iC ₄	5,92	5,91	0,17	12,08	11,63	3,73
nC ₄	17,16	17,12	0,23	0	0	0
iC ₅	2,7	2,7	0	0	0	0
nC ₅	3,75	3,73	0,53	0	0	0
nC ₆	1,83	1,82	0,55	0	0	0
nC ₇	0,61	0,61	0	0	0	0
La somme	100	100	-	100	100	-

III.6 Simulation de la section débuthaniseur G11-CB-32-01 :

Les résultats obtenus dans cette section sont représentés dans les tableaux suivants :

Données de départ :

- ✓ Nombre de plateau 43
- ✓ Le diamètre de la colonne : tête de la colonne 3,2. fond de la colonne 2,2 m
- ✓ La hauteur de la colonne : 35,35 m

GPL produit :

Dans les tableaux suivants une série de résultats est présentée en vu de comparer les résultats de notre simulation avec celles du design dans la section débutanisation.

Tableau III.10 Composition du GPL produit

Constituants	GPL (% molaire)		
	Design	Simulé	Erreur(%)
C ₁	0	0	0
C ₂	2,89	2,89	0,1
C ₃	71,53	71,57	0,06
iC ₄	6,48	6,46	0,31
nC ₄	18,71	18,67	0,21
iC ₅	0,32	0,33	3,13
nC ₅	0,06	0,06	0
H ₂ O	0,01	0,01	0
La somme	100	100	-

Tableau III.11 Débits molaire du GPL produit

Constituants	GPL (kgmole /h)		
	Design	Simulé	Erreur(%)
C ₁	0	0	0
C ₂	41,8	41,86	0,14
C ₃	1034,4	1037,76	0,32
iC ₄	93,7	93,67	0,03
nC ₄	270,6	270,71	0,04
iC ₅	4,6	4,78	3,91
nC ₅	0,9	0,87	3,33
H ₂ O	0,1	0,1	0
La somme	1446	1450	0,28

Tableau III.12 Paramètres du GPL produit

Paramètres	Design	Simulé	Erreur(%)
T (°C) sortie colonne	73,00	71,88	1,53
P (barg) sortie colonne	17,90	17,90	0,00
Densité (kg/m ³)	454,90	456,70	0,40
Poid moléculaire	47,33	47,33	0,00
Débit massique (kg/h)	68440	68630	0,28

Condensat stabilisé :

Tableau III.13 Compositions du condensat stabilisé

Constituants	Condensat (%molaire)		
	Design	Simulé	Erreur(%)
nC ₄	0,05	0,05	0
iC ₅	13,63	13,35	2,05
Nc ₅	29,56	29,67	0,37
nC ₆	40,18	40,4	0,55
nC ₇	15,24	15,2	0,26
nC ₈	1,33	1,33	0
La somme	100	100	-

Tableau III.14 Débits molaire du condensat stabilisé

Constituants	Condensat (kgmole/h)		
	Design	Simulé	Erreur(%)
nC ₄	0	0,04	0
iC ₅	10,7	10,47	2,18
nC ₅	23,2	23,26	0,26
nC ₆	31,5	31,67	0,55
nC ₇	11,9	11,92	0,14
nC ₈	1	1,04	4,27
La somme	78	78,4	-

Tableau III.15 Paramètres du condensat stabilisé

Paramètres	Design	Simulé	Erreur(%)
T (°C) sortie colonne	194,00	187,80	3,20
P (barg) sortie colonne	18,30	18,30	0,00
Densité (kg/m ³)	636.4	636,6	0,031
Poid moléculaire	82.62	82,64	0,024
Débit massique	6475	6479	0,06
TVR (bara)	0,68	0,65	4,41

Isopentane soutiré à partir de plateau n°8 :

Tableau III.16 Compositions de l'isopentane soutiré

Constituants	isopentane (% molaire)		
	Design	Simulé	Erreur(%)
iC ₄	0,03	0,03	0
nC ₄	0,87	0,87	0
iC ₅	36,44	36,5	0,16
nC ₅	52,57	52,64	0,13
nC ₆	9,11	9	1,21
nC ₇	0,97	0,99	2,06
La somme	100	100	-

Tableau III.17 Débits molaire d'isopentane

Constituants	isopentane (kgmole /h)		
	Design	Simulé	Erreur(%)
iC ₄	0,03	0,03	0
nC ₄	0,88	0,88	0
iC ₅	37,02	36,97	0,14
nC ₅	53,41	53,32	0,17
nC ₆	9,26	9,11	1,57
nC ₇	0,99	1	1,47
nC ₈	0	0	0
La somme	101,6	101,3	-

Tableau III.18 : Paramètres d'isopentane soutiré

Paramètres	Design	Simulé	Erreur (%)
T (°C) sortie colonne	161,00	160,80	0,12
P (barg) sortie colonne	18,83	18,22	3,24
Densité (kg/m ³)	615,1	614,8	0,05
Poid moléculaire	73,57	73,56	0,01
Débit massique	7475	7449	0,34
TVR (bara)	1,13	1,13	0,00

III.7 Vérification du point de soutirage d'isopentane design :

Afin de valoriser le condensat produit au niveau de l'unité GPL ZCINA ; le design a prévu un soutirage d'isopentane au 8eme plateau de la colonne débutaniseur pour stabiliser le condensat produit au fond de colonne.

Ci-après le tableau récapitulant Les résultats de la simulation représentant les paramètres de soutirage d'isopentane comparés aux données design.

Tableau III.19 TVR du condensat stabilisé et isopentane soutiré

Paramètres	Design	Simulé	erreur (%)
TVR (bara) Condensat stabilisé	0,68	0,65	4,41
TVR (bara) Isopentane soutiré	1,13	1,13	0

III.8 Conclusion :

Les résultats récapitulés dans les tableaux précédents de vérification du design avec la simulation du train de production du GPL et du condensat nous permettent de valider notre simulation.

En effet, les simulations indiquent que les caractéristiques des flux entrant et sortants des colonnes absorbeur, dééthaniseur et débuthaniseur enregistrent des faibles erreurs qui ne dépassent pas 7% par rapport au donnés du design. Ce qui nous réconforte de la fiabilité de notre simulation ainsi que le choix du modèle thermodynamique Peng-Robinson « P-R» pour la suite de notre travail.

III.9 Vérification de la simulation du cas actuel :

III.9.1 Spécifications de la charge d'entrée actuelle :

La simulation du cas réel nécessite des données telles que la composition, le débit, la température et la pression de l'alimentation de Débutaniseur, qui sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau III.20 charge d'alimentation de débutaniseur

CHARGE D'ENTREE DEBUTANISEUR		
PROPRIETES	Fraction vapeur	0,87
	Débit masse [tonne/j]	1585
	Débit mol [kgmol/h]	1258
	Température [°C]	93
	Pression [bar]	17
	Poids moléculaire	52,55
	Densité	0,04
Constituants		
COMPOSITION MOLLAIRE %	N ₂	0
	CO ₂	0
	C ₁	0
	C ₂	1,81
	C ₃	59,40
	iC ₄	6,23
	nC ₄	18,31
	iC ₅	3,01
	nC ₅	5,35
	nc ₆	3,41
	nc ₇	1,96
	nc ₈	0,49

NB: La deuxième alimentation, condensat M4, qui a été mentionné dans la vérification du cas design n'est pas opératoires dans des conditions actuelles.

III.10 Comparaison entre cas actuel et cas simulé :

Tête débutanisuer :

Tableau III.21 Vérification du cas actuel tête de débutanisuer

GPL Produit				
		Cas actuel	Cas simule	Erreur %
Propriétés	Débit masse [tonne/j]	1232,00	1233,00	0,08
	PCS [kcal/m3]	24192,00		100,00
	TVR [bar]	11,29	10,78	4,52
	Poids moléculaire	47,00	47,82	1,74
Constituants				
Composition molaire %	N ₂	0,00	0,00	0,00
	CO ₂	0,00	0,00	0,00
	C ₁	0,00	0,00	0,00
	C ₂	2,11	2,11	0,00
	C ₃	69,24	69,32	0,12
	iC ₄	7,27	7,30	0,41
	nC ₄	21,32	21,20	0,56
	iC ₅	0,06	0,06	0
	nC ₅	0,01	0,01	0,00
	nC ₆	0,00	0,00	0,00
	nC ₇	0,00	0,00	0,00
nC ₈	0,00	0,00	0,00	

Fond débutanisuer (Condensat) :

Condensat				
		Cas actuel	Cas simule	Erreur %
Propriétés	Débit masse [tonne/j]	143,6	148,1	3,13
	TVR [bar]	0,38	0,39	2,63
	Poids moléculaire	90,56	90,83	0,3
	Densité (15°C)	0,69	0,65	5,36
Constituants				
Composition molaire %	N ₂	0	0	0
	CO ₂	0	0	0
	C ₁	0	0	0
	C ₂	0	0	0
	C ₃	0	0	0
	iC ₄	0	0	0
	nC ₄	0	0	0
	iC ₅	4,61	4,6	0,22
	nC ₅	14,27	13	8,9
	nc6	40,23	40,7	1,17
	nc7	31,52	32,7	3,74
nc8	9,37	9	3,95	

Soutirage au niveau huitième plateau (Isopentane) :

Tableau III.22 Vérification du cas actuel pour le débit de débutanisuer

Isopentane				
Propriétés		Cas actuel	Cas simule	Erreur %
	Débit masse [tonne/j]	202	196	2,62
	TVR [bar]	1,00	1,02	2
	Poids moléculaire	75	75,43	0,57
	Densité (15°C)	0,64	0,62	3,13
Constituants				
Composition molaire %	N ₂	0	0	0
	CO ₂	0	0	0
	C ₁	0	0	0
	C ₂	0	0	0
	C ₃	0	0	0
	iC ₄	0	0	0
	nC ₄	0,45	0,4	0,11
	iC ₅	30,31	30,38	0,23
	nC ₅	50,8	50,42	0,04
	nc6	15,17	15	1,12
	nc7	3,12	3,2	2,56
	nc8	0,6	0,6	0

Conclusion :

D'après les différents résultats, récapitulés ci-dessus, portant sur les propriétés du GPL et condensat un accord quantitatif et qualitatif est constatable entre les résultats obtenus via la simulation et ceux affiché en DCS ainsi que les analyses obtenues au laboratoire.

III.11 Optimisation des paramètres de fonctionnement de la colonne debutanisuer :

Dans cette section, nous allons étudier l'influence de la température du plateau inférieur du débutanisuer (voir data sheet [Annexe A]) et du soutirage au niveau du huitième plateau sur les spécifications commerciales du GPL et du condensat produits.

Le choix de ces paramètres est basé sur leur accessibilité à manipuler sur DCS.

La température dans de rebouilleur est contrôlée via la température du plateau sensible (premier plateau), puisque cette dernière est ajustable sur DCS à travers une boucle dérégulation en cascade qui agit sur le débit d'huile chaude prévenant du four.

Le débit de l'isopentane soutiré au niveau du huitième plateau est contrôlé sur DCS à travers la vanne régulatrice de débit 32.FV.91002.

L'influence de ces paramètres est présentée dans les tableaux suivants.

III.11.1 Température du plateau sensible :

Influence de la température du plateau sensible sur la production du GPL :

Tableau III.23 Influence de la température du plateau sensible sur le GPL

Propriétés	produit de tête GPL							
	T=194°	T=193°	T=184°	T=181°	T=177°	T=173°	T=172°	T=171°
% C2-	2,11	2,11	2,11	2,11	2,11	2,11	2,11	2,11
% (C3+C4)	97,81	97,81	97,81	97,81	97,81	97,81	97,81	97,81
% C5+	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06
TVR bar	10,34	10,34	10,34	10,34	10,34	10,34	10,34	10,34
densité kg/m3	462,13	462,13	462,13	462,13	462,13	462,13	462,13	462,13
MW	47,83	47,83	47,83	47,83	47,83	47,83	47,83	47,83
PCS kcal/kg	11907,7	11907,7	11907,7	11907,7	11907,7	11907,7	11907,7	11907,7
Q [t/j]/ train	1233,14	1233,14	1233,14	1233,14	1233,14	1233,14	1233,14	1233,14
Duty condenseur kW	-9411,7	-9411,7	-9411,7	-9411,7	-9411,7	-9411,7	-9411,7	-9411,7

L'influence de la température du plateau sensible sur les spécifications du GPL produit est représentée dans le tableau III.23. Nous constatons que la variation de la température de chauffe n'a pas d'influence sur les spécifications du GPL. Cela est du à la présence du soutirage d'isopentane au niveau du 8^{ème} plateau. En outre on fixera dans un premier temps les spécifications actuelles du GPL tout en analysant l'influence de la température sur le condensat et le débit d'isopentane soutiré.

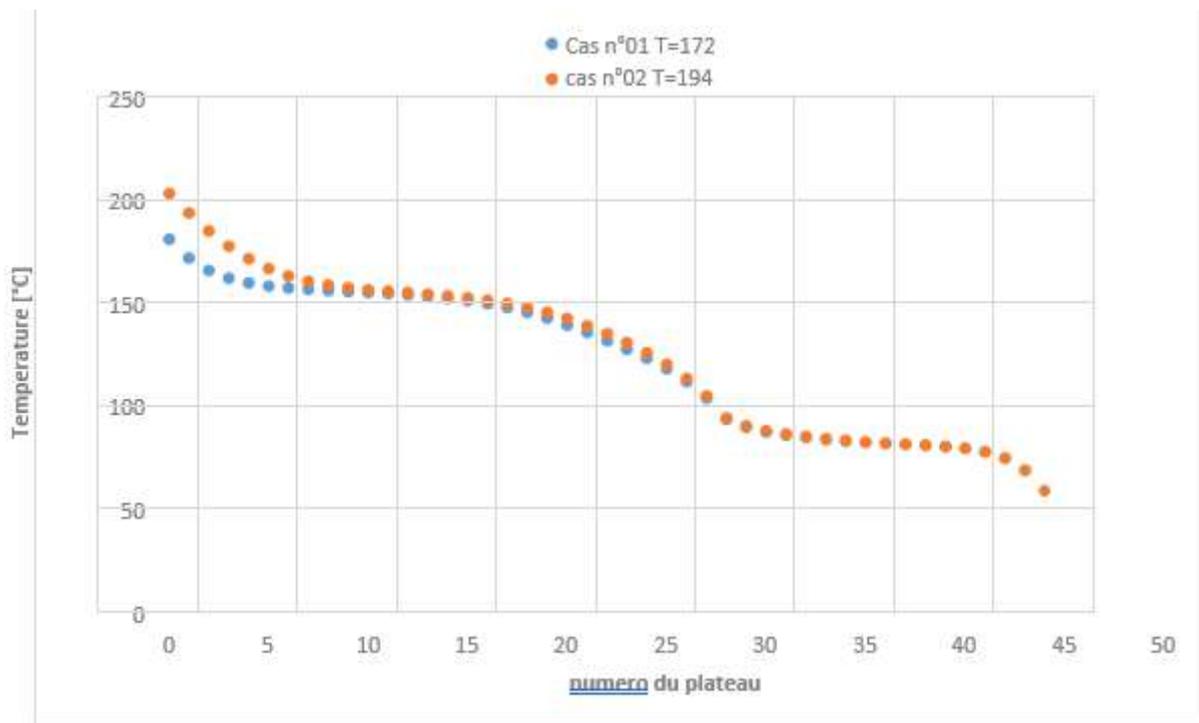


Figure III.4 Gradient de température dans la colonne débuthaniseur

La figure III.4 illustre le gradient de température dans la colonne débuthaniseur dans les deux cas actuel et optimisé. On observe que la variation de la température du plateau sensible n'influence que les huit premiers plateaux du débuthaniseur. Au delà du 8^{ème} plateau, plateau de soutirage, les deux courbes se superposent ce qui justifie que du 8^{ème} au 43^{ème} plateau aucun changement n'a été repéré et les spécifications du GPL restent identiques à celle du cas actuelle.

Influence de la température du plateau sensible sur le condensat :

Le tableau III.24 montre l'influence de la température du plateau sensible respectivement sur la composition du condensat, TVR, la production et l'énergie consommée par le rebouilleur.

Tableau III.24 Influence de la température du plateau sensible sur le condensat

Propriétés	Condensat							
	T=194 °C	T=193 °C	T=184 °C	T=181 °C	T=177 °C	T=173 °C	T=172 °C	T=171 °C
% (C3+C4)	0	0	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
% C5+	99,99	99,99	99,98	99,98	99,98	99,97	99,97	99,97
TVR [bar]	0,381	0,39	0,49	0,53	0,59	0,65	0,67	0,69
Débit du condensat [t/j]/ train	145,4	148,31	180,4	194	218,1	249,8	257,6	268,6
Duty rebouilleur kW	5239	5233	5223	5217	5211	5206	5200	5198

Influence de la température du plateau sensible sur l'iso pentane :

Tableau III.25 Influence de la température sur le débit de soutirage

Propriétés	Isopentane							
	T=194	T=193°	T=184°	T=181°	T=177°	T=173°	T=172°	T=171°
% (C3+C4)	0,42	0,43	0,48	0,51	0,56	0,66	0,67	0,74
% (IC5+NC5)	80,69	81,2	85,03	86	87,1	87,97	88,15	88,32
%C6+	18,74	18,22	14,33	13,32	12,17	11,19	10,98	10,77
TVR bar	1,03	1,04	1,08	1,09	1,1	1,12	1,12	1,13
Q [t/j]/ train	199,4	196,7	164,4	150	126,7	95,08	87,27	76,32

Un effet notable est constatable pour les spécifications du condensat en particulier la TVR et le débit de l'isopentane.

Le tableau III.24 montre qu'au fur et à mesure que la température du plateau sensible diminue, les composants plus lourds (C6+) sont d'avantage retenus au fond de la colonne, causant une diminution de 18,74% à 10,98% des C6+ dans l'isopentane. Par conséquence le la production du condensat a considérablement augmenté (de 145,4 t/j à 257,6 t/j), ce qui représente une augmentation de 76% tout en respectant les spécifications requises (tableau IV.25). Par conséquence la TVR de l'isopentane enregistre une faible augmentation qui est due au fait que la fraction de IC5+nC5 a augmenté dans cette coupe.

Le tableau III.25 montre que aucun gain en énergie de rebouillage n'a été constaté dans le rebouilleur cela et du à la forte augmentation du débit du condensat.

La figure suivante illustre la variation de la TVR du condensat en fonction de la température du plateau sensible.

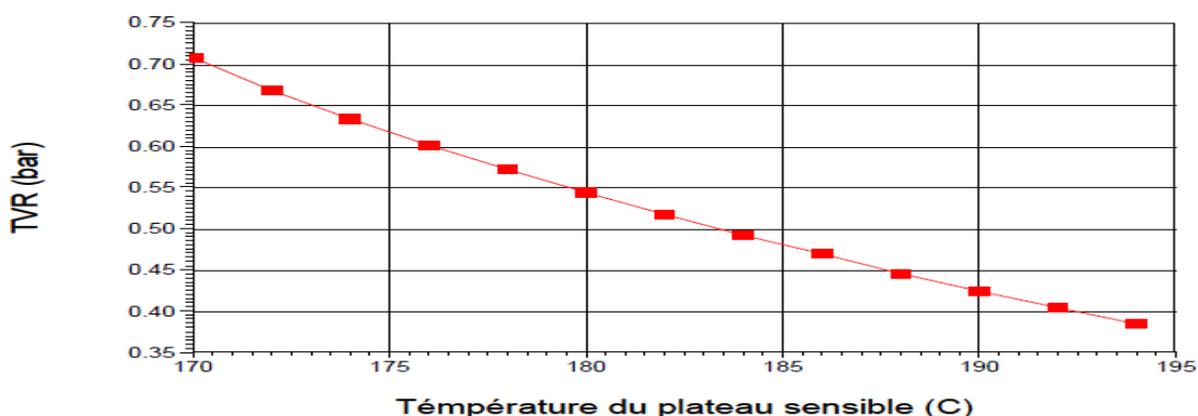


Figure III.5 variation de la TVR en fonction de la température du plateau sensible

Cette récupération avantageuse, en termes de débit, des C6+ dans le condensat, s'accompagne d'une augmentation dans la TVR. Si dessus, la figure IV.5 représente l'influence de la température du plateau sensible sur la TVR du condensat. La figure nous laisse observer que la TVR augmente presque linéairement avec la diminution de la température de 0,38 bar, qui est le cas actuel, à 0,71 bar à une température de 170. En effet, la courbe TVR (T) nous renseigne que 172°C est la température minimale du plateau sensible que la colonne peut fonctionner avec, tout en respectant les normes de stockage et du transport du condensat à travers une TVR qui ne dépasse pas 0,68 bar. Par conséquent le débit de L'isopentane est réduit, allant de 199,4 tonne/jour à une température de 194°C jusqu'à 87,26 tonne/jour à une température de 172°C, cela enregistre une diminution de 56% de production de l'isopentane, dont le but de cette optimisation.

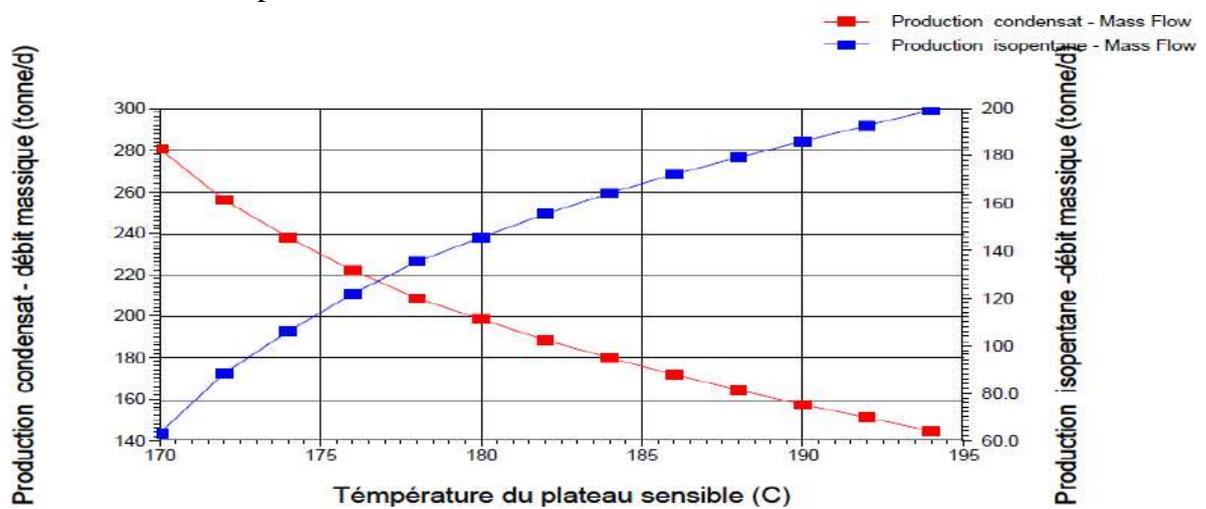


Figure III.6 variation du débit de condensat et d'isopentane en fonction de la température

La variation de débit de soutirage d'isopentane et du débit de condensat en fonction de la température est mise en évidence dans la figure III.6. Celle-ci montre clairement une conservation du débit massique entre le condensat et l'isopentane. De ce fait, en variant la température de 194°C à 172°C un débit de 112 tonne/jour sera extrais en isopentane pour y être récupéré dans le condensat sans affecter les spécifications de GPL comme mentionné auparavant.

Influence du débit de soutirage [12] :

Dans cette section, nous allons examiner l'influence du débit d'isopentane sur le fonctionnement de la colonne débutaniseur et la qualité de GPL et du condensat.

Cette partie de l'optimisation est principalement consacré à l'amélioration de la production en GPL. La composition actuelle de GPL a un pourcentage molaire de C5 d'environ 0,06%, il est considéré comme trop inférieur à la valeur de spécification commerciale qui a comme limite supérieur une fraction de 0,4% molaire.

L'objectif de cette étude est de trouver le débit optimal de soutirage de l'isopentane en vue d'augmenter la production de GPL en augmentant la fraction de C5 à sa limite commerciale.

Tableau III.26 Influence débit de soutirage sur le GPL

GPL					
Débit de soutirage [t/j]	70	75	80	85	90
% C2-	2,11	2,11	2,11	2,11	2,11
% (C3+C4)	97,23	97,4	97,58	97,75	97,84
% (IC5+NC5)	0,68	0,5	0,32	0,14	0,05
% C6+	0	0	0	0	0
TVR [bar]	10,27	10,29	10,31	10,33	10,35
Production GPL [t/j]	1245,06	1241,68	1238,3	1234,91	1231,83
Duty Condenseur kW	-9534,47	-9499,62	-9464,73	-9429,93	-9401,55

L'influence du débit de soutirage sur les spécifications du GPL est illustrée dans le tableau IV.26. En diminuant progressivement le débit de l'isopentane des fractions C5⁺ montent au sommet du débutaniseur. Cela est le résultat d'une légère augmentation de la température au plateau de soutirage (plateau n°8) qui est mit en évidence dans la figure 3.9. L'intérêt de cette partie de l'optimisation est observé dans la production du GPL qui enregistre une augmentation de celle-ci de 5 tonne/jour pour chaque train comme le montre la figure 4.10, et cela en respectant ses spécifications commerciales (%C2⁻<3% et %C5⁺<0,4%).

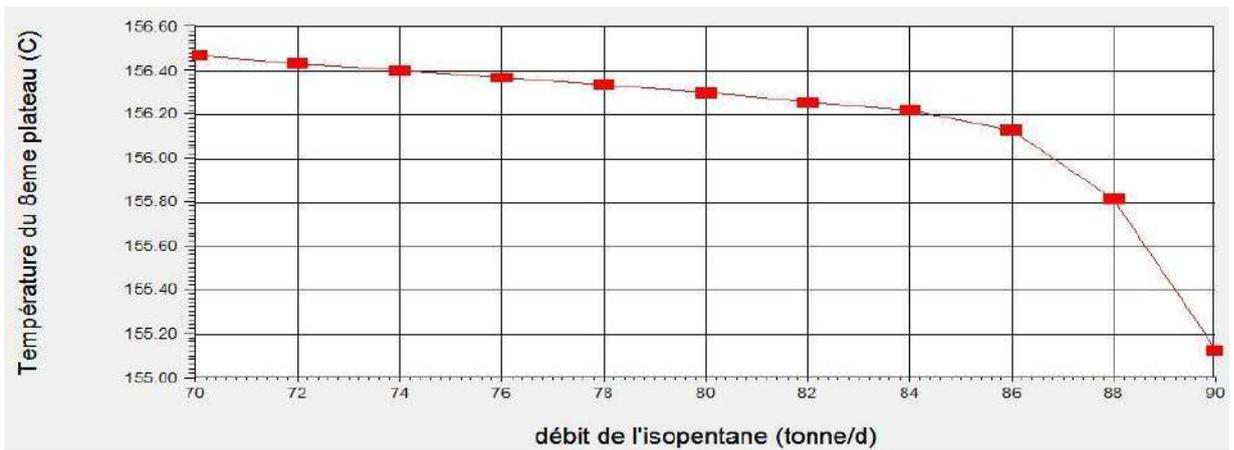


Figure III.7 Influence du débit de soutirage sur la température du 8eme plateau

La figure III.7 nous renseigne sur l'augmentation de la production du GPL en fonction de la diminution du débit de soutirage de l'isopentane.

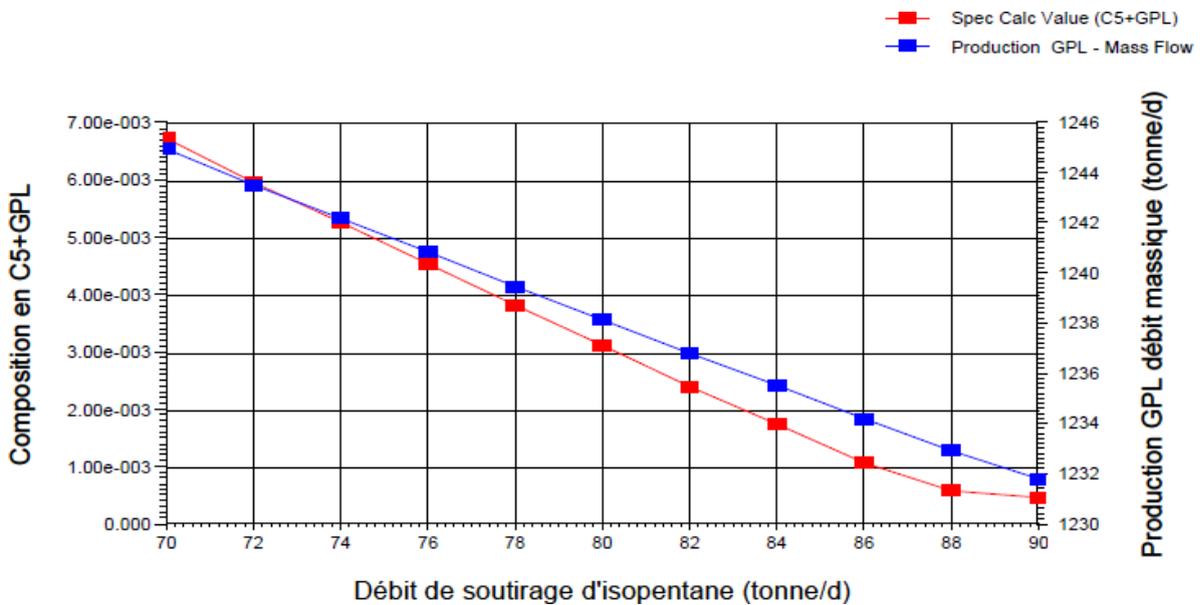


Figure III.8 Influence de débit de soutirage sur la production du GPL

Il a été également constaté que la variation de débit d'isopentane a une influence peu significative sur le condensat comme représenté sur le tableau III.26 où nous remarquons une très légère augmentation dans la fraction C6⁺ qui conduit une récupération supplémentaire de condensat d'environ de 2T / j pour chaque train.

Tableau III.27 Influence débit de soutirage sur le condensat

Condensat					
Débit de soutirage [T/j]	70	75	80	85	90
% C2-	0	0	0	0	0
% (C3+C4)	0	0	0	0,01	0,06
% (IC5+NC5)	47,68	47,58	47,49	47,40	47,18
% C6+	52,32	52,41	52,51	52,60	52,76
TVR [bar]	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
Q [t/j]	262,95	261,32	259,71	258,09	256,2
Duty rebouilleur KW	5301,48	5272,52	5243,59	5214,82	5187,27

III.12 Choix de l'optimum :

Le choix de l'optimum se fait en tenant compte des spécifications suivantes :

- La teneur du GPL en C2 - doit être inférieure à 3% molaire.
- La teneur du GPL en C5 + doit être inférieure à 0,4% molaire.
- la TVR du condensat ne doit pas dépassé 10 psi (0,68 bar).

Le tableau récapitulatif suivant (Tableau IV.28) regroupe les nouveaux paramètres de la colonne après optimisation respectant ainsi les spécifications des produits.

Tableau III.28 Paramètres de la colonne après optimisation

Comparaison cas actuel et optimisé			
paramètres	CAS ACTUEL	CAS OPTIMISE	Ecart
pression de tête [bar-g]	16	16	0
pression de fond [bar-g]	16,5	16,5	0
température de tête [°C]	68,85	69,23	0,38
température De Plateau sensible [°C]	194	172	22
taux de reflux	1,2	1,2	0
température de soutirage [°C]	158	156	2
TVR de condensat [bar]	0,38	0,67	0,29
production condensat [tonne/j]	145	259,6	114,6
production de GPL [tonne/j]	1233	1238,4	5,4
Production de l'isopentane [tonne/j]	200	80	120
Q condenseur [KW]	-9411,7	-9464,73	53,03
Q rebouilleur [KW]	5239	5243,59	4,59

Conclusion :

Après avoir effectué les vérifications précédentes, nous avons établi le tableau récapitulatif suivant qui regroupe les nouveaux paramètres de la colonne respectant toutes les contraintes liées au spécification des produits ainsi que les contraintes liées au limite du fonctionnement des équipement de la colonne débutaniseur.

Tableau III.29 paramètre de la colonne débutaniseur

Comparaison cas actuel et optimisé			
paramètres	CAS ACTUEL	CAS OPTIMISE	Ecart
pression de tête [bar-g]	16	16	0
pression de fond [bar-g]	16,5	16,5	0
température De Plateau sensible [°C]	194	172	22
taux de reflux	1,2	1,2	0
débit de soutirage de l'isopentane	200	80	120

Conclusion générale

Conclusion générale

A travers notre étude, nous avons pu montrer la possibilité d'améliorer le fonctionnement de la colonne débutaniseur au niveau du GPLZCINA tout en respectant les spécifications des produits et les conditions de sécurité des unités de traitement sans apporter des modifications aux installations actuelles.

L'étude est basée sur la simulation de la colonne par le logiciel de simulation Aspen HYSYS 7.0, en tenant compte de la composition actuelle de la charge de la colonne, des conditions opératoires et des contraintes actuelles du process.

Les résultats de la simulation montrent que le fonctionnement de la colonne de stabilisation peut s'améliorer en diminuant la température du rebouillage et le débit de soutirage de l'isopentane, ce qui permet de récupérer un maximum de condensat avec un gain de 343,8 tonnes/jour ce qui représente une augmentation de 79% par rapport à de la production actuelle, ainsi qu'un gain de 15 tonnes/jour du GPL, équivaut à un gain de 24300 \$/jour selon les prix de février 2023 [14].

A l'issu de notre étude et pour une meilleure exploitation des installations, nous recommandons:

- 1** - De faire une vérification par simulation des diverses sections des unités de traitement.
- 2** - De veiller à déterminer d'une manière périodique les nouvelles conditions opératoires adaptées à la nouvelle charge à traiter.
- 3** - L'isopentane produit peut faire l'objet d'une étude de valorisation au niveau de l'unité de valorisation des condensats (UVC) situé au niveau du Centre Industriel sud (CIS) Hassi Messaoud.

D'une manière générale, ce travail nous a permis d'apprendre comment s'adapter favorablement aux nouvelles situations professionnelles et aux contraintes du procédé.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

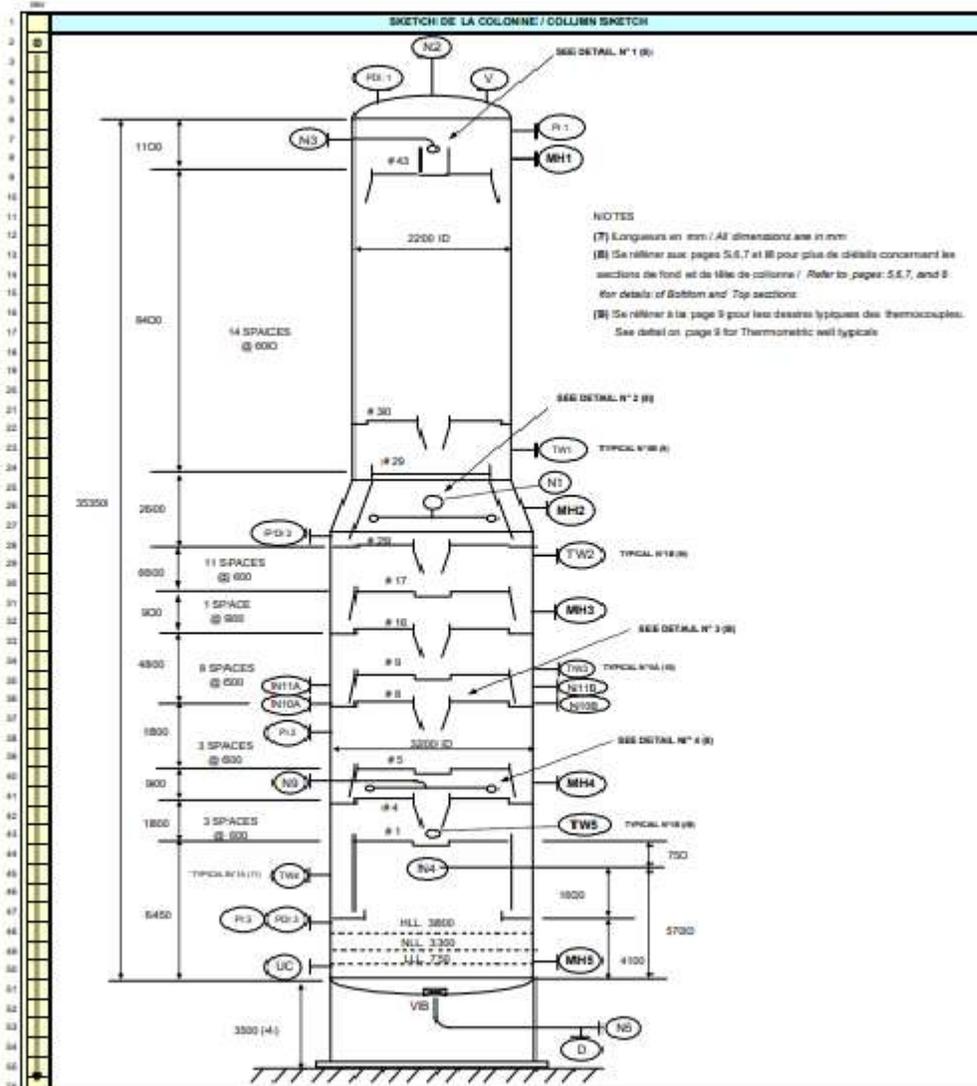
Références bibliographiques :

- [1] Amata .A « Caractérisation de la fracturation du gisement de Hassi Messaoud, impact sur la qualité de réservoir
» IAP Boumerdes ,2002
- [2] Manuel opératoire d'exploitation ZCINA
- [3] Comité français du butane et du propane : <http://www.cfbp.fr>
- [4] Livre : « La combustion dans les fours et les chaudières » (G.MONNOT)
- [5] GPL une énergie exceptionnelle <http://fr.exceptionalenergy.com>
- [6] Livre « le raffinage du pétrole, exploitation et gestion de la raffinerie » Vol 5 (J.-PFavenec)
- [7] Revue « bilan énergétique national de l'année 2021 Edition 2022».7
- [8] commission de la santé et de la sécurité du travail <http://www.csst.qc.ca>
- [9] Livre «Le gaz naturel production traitement transport »
(A.Rojey,B.Durand/C.Jaffret,S.Jullian/M.Valais).
- [10] Cours « Initiation au simulateur HYSYS (IAP) » (Mme : N.Rebai).
- [11] Igor J.Karassik; Joseph P.Messina; Paul Cooper; Charles C.Heald « pump handbook ».
- [12] Norm Lieberman « A Working guide to Process Equipments ».
- [13] Données de laboratoire de Zcina
- [14] EPRINC-Condensate-Primer, LPG-in-World-Markets-February-2023

Les annexes

Annexe A: DATA SHEET de la colonne debutaniseur

	EXTRACTION DES GPL HASSI MESSAOUD ET SEPARATION D'HUILE LDHP ZCINA - ALGERIE COLONNE / COLUMN						Date : 24/05/2009
	FEUILLE DE DONNEES PROCEDE / PROCESS DATA SHEET						Rev. : 0
	Ref: F 10163	SSA	PCS	DTS	000005-M		Page : 4 / 9
Job code	Origin	Unit code	Description	Type of doc.	Change		



0	18/04/2009	EMG (POUR REVUE)	MLJ	SMO	SPD			24/05/2009	00 POUR CONSTRUCTION	MLJ	SMO	SPD
A	30/01/2009	EMG (POUR REVUE)	MLJ	SMO	SPD							
REV	DATE	DESCRIPTION	ETABLI	VERIFIE	APPROUVE	REV	DATE	DESCRIPTION	ETABLI	VERIFIE	APPROUVE	
			ISSUED	CHECKED	APPROVED				ISSUED	CHECKED	APPROVED	

This document is the property of the Company who will safeguard its rights according to the civil and general provisions of the law.

Les annexes

Annexe B: DATA SHEET du rebouilleur du debutaniseur

   		MECHANICAL DATA SHEET HEAT EXCHANGER ITEM G11/G12/G13-GA-32-06		F10163-SSA-EQP-DTS-000016-E REF. NUMBER					
		<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3 / 10</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">REV</td> <td style="text-align: center;">PAGE</td> </tr> </table>		2	3 / 10	REV	PAGE		
2	3 / 10								
REV	PAGE								
CLIENT : SONATRACH		CLIENT REFERENCE : 1046Z-00-FA-MO-32GA-000016-E							
LOCATION : ALGERIE - HASSI MESSAOUD		PLANT : EXTRACTION DES LIQUIDES DES GAZ ASSOCIES HASSI MESSAOUD ET SEPARATION D'HUILE LDHP ZCINA							
REV									
1	SERVICE : DEBUTANISER REBOILER (DESIGN CASE: RICH WINTER 2010)			NUMBER REQUIRED : 3					
2	TEMA TYPE : BKU			QUANTITY OF SHELL : 1 per train					
3	SETTING LEVEL : +6950 mm			TOTAL HEAT TRANSFERT AREA : 471 m ²					
STUDY DOCUMENTS									
5	DESIGN CODES : ASME VIII division1 (Edition 2007 + Addenda 2008) ; TEMA R ; API 660 ; ALGERIAN DECREE N° 90-245								
6	SPECIFICATIONS : AS PER REQUISITION F10163-SSA-EQP-REQ-000005-E Technical requisition - Shell & tubes heat exchangers								
7	ENVIRONMENTAL LOADS : AS PER F10163-SSA-ENG-PHY-000001-M DONNEES DE DESIGN INGENIERIE (BEDD) - GPL								
OPERATING CONDITIONS									
PARTS									
		SHELL SIDE		TUBE SIDE					
10	FLUID		MIXED LIQUID/VAPOR HC	HOT OIL	(note 23)				
11	DENSITY in / out	kg/m ³	436.8 / 434.3	713.8 / 746.2	DENSITY OF LIQUID PHASE				
12	TOTAL VOLUME	m ³	19	2.5	To be confirmed by VENDOR				
13	PRESSURE : INTERNAL / EXTERNAL	MPa a	1.9 / --	0.65 / --					
14	TEMPERATURE : IN / OUT	°C	193.8 / 202.5	275 / 220					
DESIGN CONDITIONS									
16	PRESSURE : INTERNAL / EXTERNAL	MPa g	2.15	2.1	(note 7) (note 26)				
17	TEMPERATURE : MIN / MAX	°C	-5 / 220	-5 / 290	(note 7) (note 26)				
18	MDMT	°C	-5	-5					
19	HYDRAULIC TEST PRESSURE	MPa g	3.2	3.2					
20	PED : TYPE OF FLUID		N/A	N/A					
21	GROUP / CATEGORY / MOOUL		N/A	N/A					
22	CODE CATEGORY		N/A	N/A					
23	JOINT EFFICIENCY		0.85	0.85					
24	CORROSION ALLOWANCE	mm	3	3					
25	CLAD THICKNESS	mm	N/A	N/A					
26	STAMP		N/A	N/A					

This document is the property of SAIPEM s.a. It shall not be changed or reproduced without authorization.

3V 021 | A | 1 / 4 | 09/2004 | 09/2004 | 09/2004 | 09/2004
 Standard form GTG 02 - Rev. 1 (dated 19/NOV/2002)

Les annexes

Annexe C: DATA SHEET de l'aérorefrégerant du condensates



Saipem s.a.

Saipem Contracting Algérie

**AEROREFRIGERANT
AIR COOLER
FEUILLE DE DONNEES THERMIQUE
THERMAL DATA SHEET
REPERE / ITEM
G11/G12/G13-GC-32-04 (1)**

F10163-SSA-EQP-DTS-000009-E

N° A RAPPPELER / Ref. Number

2	4/9
REV	PAGE

This document is the property of SAIPREM S.A.
email: info@saiprem.com or rev@saiprem.com

082003
01408387
A 93
GTV 011-1
(Forme standard GTG 02 - Rev.1 du 10/01/2007)

CLIENT : SONATRACH		REFERENCE CLIENT : 1046Z-00-FA-MO-320C-000009-E	
LIEU : ALGERIE - HASSI MESSAOUD		UNITE : EXTRACTION DES LIQUIDES DES GAZ ASSOCIES	
LOCATION :		PLANT : HASSI-MESSAOUD ET SEPARATION D'HUILE	
		LDHP ZCINA	
SERVICE : CONDENSATE COOLER (DESIGN CASE: LEAN WINTER 2010)		CONSTRUCTEUR / MFR : GEA BTT	
TYPE : INDUIT / INDUCED		FORCE / FORCED : <input checked="" type="checkbox"/>	
ENCOMBREMENT PAR APPAREIL / SIZE PER ITEM m		9.5 (L) x 2.8 (W) (9)	
SURFACE PAR APPAREIL / SURFACE PER ITEM m ²		TUBES NUS / BARE TUBES 62 (2) AILETEE / FINNED 1322 (2)	
PERFORMANCES THERMIQUES / THERMAL PERFORMANCES			
CHALEUR ECHANGEE / HEAT DUTY MW		1.2 (3)	
DTLM CORRIGEE / LMTD CORRECTED °C		53.6	
COEFFICIENT DE TRANSFERT / TRANSFER RATE W / m ² K		TUBES NUS / BARE TUBES 378.77 AILETEE / FINNED 17.77	
CARACTERISTIQUES DU FLUIDE / FLUID CHARACTERISTICS			
		ENTREE / IN	
		SORTIE / OUT	
CONDENSATE (3)			
FLUIDE CIRCULANT / FLUID CIRCULATING			
DEBIT TOTAL / TOTAL FLOWRATE kg / h		10 612	
DEBIT VAPEUR / VAPOR FLOWRATE kg / h			
DEBIT LIQUIDE / LIQUID FLOWRATE kg / h		10 612	
DEBIT VAPEUR D'EAU / STEAM FLOWRATE kg / h			
DEBIT INCONDENSABLES / NON CONDENSABLE FLOW RATE kg / h			
FLUIDE CONDENSE / CONDENSED FLUID			
VAPEUR D'EAU CONDENSEE / CONDENSED STEAM kg / h			
MASSE VOLUMIQUE / DENSITY kg / m ³		V: L: 438.7 V: L: 638.7	
VISCOSITE / VISCOSITY cP		V: L: 0.07 V: L: 0.24	
MASSE MOLEAIRE VAPEUR / MOL. WT VAP. g/mole			
MASSE MOL. INCONDENSABLES / MOL. WT NON CONDENSABLE g/mole			
CAPACITE THERM. MASS / SPEC. HEAT kJ / kg.K		V: L: 3.496 V: L: 2.381	
CONDUCTIVITE THERMIQUE / THERMAL CONDUCTIVITY W / m.K		V: L: 0.038 V: L: 0.107	
CHALEUR LATENTE / LATENT HEAT kJ / kg			
TEMPERATURES °C		187.8 40.0	
PRESSION ABS. A L'ENTREE / ABS. INLET PRESSURE bar a		19.3	
VITESSE / VELOCITY m / s		(*) (*)	
PERTE DE CHARGE / PRESSURE DROP bar		ALLOUEE / ALLOWED: 0.50 (6) CALCULEE / CALCULATED: 0.25 (6)	
FACTEUR D'ENCRASSEMENT / FOULING FACTOR m ² K/W		0.0002 (C)	
CARACTERISTIQUES DE L'AIR / AIR CHARACTERISTICS (3)(9)			
DEBIT TOTAL / TOTAL FLOW RATE kg / h		138 036	
TEMP. D'ENTREE / INLET TEMP (design dry bulb) °C		25.0	
TEMP. DE SORTIE / OUTLET TEMP °C		56.4	
PRESSION STATIQUE / STATIC PRESSURE Pa		185	
DEBIT VENTILATEUR / FLOW RATE FAN Actual m ³ / s		41.4	
VITESSE FACIALE / FACE VELOCITY Std.m / s		3.70	
ALTITUDE ABOVE SEA LEVEL m		163	
TEMP. MINI / MINI TEMP °C		-5.0	