

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université 8 Mai 1945 Guelma
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département Génie des Procédés



Mémoire de Projet de Fin d'Etudes
2^{ème} Année Master

***Optimisation des paramètres de marche du debutaniseur de
l'unité de traitement GPL/LDHP ZCINA – SONATRACH -
HASSI MESSAOUD***

Filière : Génie des Procédés
Spécialité: Génie Chimique

Présenté par
FORTAS Salah-eddine

Sous la direction de
Dr. Bendjaballah. M

Juin 2018

18/379

Remerciements

Tous mes remerciements à DIEU tout puissant de m'avoir donné l'énergie, la volonté et la patience pour achever mes études avec succès.

Mes sincères remerciements à mon encadreur Dr. Ben djaballah M, pour m'avoir guidé tout le long de la réalisation de ce travail.

Je remercie tous les enseignants du département, génie des procédés et pour leur soutien tout au long de notre formation.

Tous mes remerciements les plus sincères à toute l'équipe d'ingénieurs, contremaîtres et opérateurs de GPL/LDHP ZCINA pour leur aide précieuse au cours de mon stage.

Egalement, mes remerciements, envers tous mes amis et camarades de promotion ainsi que tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Fortas salah eddine

Résumé

L'unité de traitement des gaz associés GPL Zcina-Hassi Messaoud, Sonatrach est confrontée à une baisse de 25% de sa production en condensât due à un dysfonctionnement des paramètres opératoires de la colonne dite débutaniseur: G11-6B32-01, nous nous sommes ainsi essayés de porter notre contribution en étudiant et optimisant les paramètres de fonctionnement de la colonne débutaniseur au sein de cette unité dont l'objectif est d'améliorer la production en condensât et le GPL.

Le condensât produit dans cette unité possède une TVR de 0,4 bar, le rendant ainsi beaucoup plus stable que la spécification exigée pour le transport, le stockage et la commercialisation qui recommande une TVR de 0,68 bar la production en condensât est réduite par perte, conséquence de cette sur-stabilisation due à une modification de la composition, ainsi notre objectif principale est d'améliorer la production en condensât au sein de cette unité et cela en ramenant sa TVR à 0,68 bar.

Le débutaniseur de l'unité Zcina est une colonne de distillation avec reflux et rebouillage comportant 43 plateaux et une alimentation au niveau du 28^{ème} plateau et un soutirage au niveau du 8^{ème} plateau, les nouveaux paramètres de la colonne débutaniseur ont été estimés en étudiant l'influence de la température du plateau sensible, premier plateau, et du débit de soutirage au niveau du 8^{ème} plateau du débutaniseur sur les spécifications du condensât et du GLP produit.

Une étude d'optimisation des paramètres opératoires a été menée moyennant le logiciel de simulation HYSYS V8, 0 en utilisant le modèle thermodynamique Peng Robinson qui est un modèle adéquat pour l'étude du comportement des gaz.

Après avoir paramétré la colonne débutaniseur, la température optimale obtenue est de 172°C avec un débit de soutirage de condensât qui est l'isopentane de 80 tonne/jour, cela nous a permis de récupérer une production supplémentaire en condensât de 344 tonnes/jour et de 16 tonnes/jour du GPL tout en respectant les spécifications commerciales de ces deux derniers, à savoir la TVR du condensat inférieure à 0,68 bar équivalent à 10 psi (et la teneur du GPL en C₅₊ qui est inférieure à 0,4% molaire).

Mots clés :

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

Table des Matières

Introduction générale

Chapitre 1 : Présentation du champ Hassi Messaoud	3
1.1 Situation géographique du champ Hassi Messaoud	4
1.2 Le gisement de Hassi Messaoud.....	5
1.3 Historique	5
1.4 Description des installations.....	6
Chapitre 2 : Généralités sur le GPL et le condensat	7
2.1 Généralités sur le GPL	9
2.1.1 Définition du GPL.....	9
2.1.2 Les sources de GPL.....	9
2.1.3 Composition et caractéristiques du GPL	10
2.1.3.1 Composition du GPL.....	10
2.1.3.2 Caractéristiques principales du GPL.....	11
2.1.3.2.1 Toxicité de GPL	11
2.1.3.2.2 Gelures provoqués par le GPL	11
2.1.4 Utilisation du GPL.....	12
2.1.4.1 Le GPL carburant	12
2.1.4.2 Le GPL dans la pétrochimie	13
2.1.4.3 Le GPL dans la production d'électricité	13
2.1.4.4 Le GPL dans les ménages.....	13
2.1.4.5 Le GPL dans la climatisation	14
2.1.4.6 Le GPL dans L'agriculture.....	14
2.1.5 Avantages écologiques du GPL	14
2.1.6 GPL au niveau international.....	15
2.2 Le condensât	15
2.2.1 Définition.....	15
2.2.2 Caractéristiques du condensât	16
2.2.3.1 Utilisation du condensât	17
2.2.3.2 Utilisation du condensât dans le raffinage.....	17
2.3 Le GPL et le condensat en Algérie.....	18

2.4 L'isopentane	20
2.4.1 Définition et utilisation d'isopentane	20
2.4.2 Propriétés physiques d'isopentane	20
2.4.3 Inflammabilité et explosibilité.....	21
Chapitre 3 : Description de l'unité de traitement de gaz Zcina	22
3.1 Présentation de l'usine GPL LDHP Zcina.....	23
3.2 Composition du gaz traité par l'usine.....	26
3.3 Description du procédé de traitement.....	26
3.4 Description des systèmes utilisés.....	45
Chapitre 4 : Simulation et résultats	50
4.1 Generalite sur la simulation... ..	51
4.2 Vérification du cas design	55
4.2.1 Simulation de la section Absorbeur G11-CA-32-01	56
4.2.2 Simulation de la section déethanation G11-CE-32-01	59
4.2.3 Simulation de la section débuthaniseur G11-CB-32-01	63
4.2.3.a GPL produit	65
4.2.3.b Condensat stabilisé	66
4.2.3.c Isopentane soutiré à partir de plateau n°8	68
4.2.3.d Vérification du point de soutirage d'isopentane design	69
4.2.4 Conclusion.....	69
4.3 Vérification de la simulation du cas actuel.....	70
4.3.1 Spécifications de la charge d'entrée actuelle	70
4.3.2 Comparaison entre cas actuel et cas simulé	71
4.3.2.a Tête débuthanisuer.....	71
4.3.2.b Fond débuthanisuer (Condensat).....	72
4.3.2.c Soutirage au niveau huitième plateau (Isopentane)	73
4.3.3 Conclusion 2.1 Généralités sur le GPL	73
4.4 Optimisation des paramètres de fonctionnement de la colonne débuthanisuer	73
4.4.1 Température du plateau sensible 2.1 Généralités sur le GPL.....	74
4.4.1.a Influence de la température du plateau sensible sur la production du GPL.....	74
4.4.1.b Influence de la température du plateau sensible sur le condensat	75
4.4.1.c Influence de la température du plateau sur l'isopentane	76
4.5 influence du débit de soutirage.....	78
4.6 Choix de l'optimum	81
4.6.1 Vérification de la capacité d'évacuation de la ligne du condensat vers le bac.....	82
2.6.2 Vérification de l'engorgement	82

4.6.3 Vérification du NPSH de la pompe d'isopentane.....	84
4.6.4 Conclusion.....	84
Conclusion générale	89
Bibliographie	90
Annexe A : DATA SHEET de la colonne débutaniseur	91
Annexe B : DATA SHEET du rebouilleur du débutaniseur	92
Annexe C : DATA SHEET de l'aéroréfrigérant des condensats	93
Annexe D : DATA SHEET des pompes de l'isopentane	94

Liste des abréviations

TVR : Tension de vapeur

GPL : Gaz de Pétrole Liquéfié

HMD:Hassi- Messaoud

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

CIS : CentreIndustrielSud

CINA : Centre Industriel Nord Naili Abdelhalim

UTBS : Unité de Traitement de Brut Sud

OM : Oued Mya

DCS : System de Control Commande

BSW : Teneur en Sédiment et en Eau

APG : Gaz Associés du Pétrole

D : design

S : Simulation

Liste des tableaux

Tableau 2.1 : Composition molaire du GPL.....	10
Tableau 2.2 : Caractéristiques principales du propane et butane	11
Tableau 2.3 : Comparaison des rejets d'un moteur fonctionnant au GPL et d'un moteur diesel	15
Tableau 2.4 : Bilan énergétique national 2013.....	18
Tableau 2.5 : Propriétés physique d'isopentane	20
Tableau 3.1 : Composition de la charge d'alimentation.....	26
Tableau 4.1 : Charge après la section déshydratation	55
Tableau 4.2 : Paramètres de la charge d'alimentation de l'absorbeur	56
Tableau 4.3 : Composition de la charge d'alimentation de l'absorbeur	58
Tableau 4.4 : Paramètres de la tête et du fond de l'absorbeur.....	58
Tableau 4.5 : Composition de tête et du fond de l'absorbeur.....	59
Tableau 4.6 : Paramètres de la charge d'alimentation du déétaniseur	61
Tableau 4.7 : composition de l'alimentation du dééthaniseur	61
Tableau 4.8 : Paramètres du fond et tête du déétaniseur	62
Tableau 4.9 : Composition du fond et tête déétaniseur	62
Tableau 4.10 : Composition du GPL produit.	65
Tableau 4.11 : Débits molaire du GPL produit	65
Tableau 4.12 : Paramètres du GPL produit	66
Tableau 4.13 : Compositions du condensat stabilisé.....	66
Tableau 4.14 : Débits molaire du condensat stabilisé	67
Tableau 4.15 : Paramètres du condensat stabilisé	67
Tableau 4.16 : Compositions de l'isopentane soutiré	68
Tableau 4.17 : Débits molaire d'isopentane	68
Tableau 4.18 : Paramètres d'isopentane soutiré	69
Tableau 4.19 : TVR du condensat stabilisé et isopentane soutiré	69
Tableau 4.20 : Charge d'alimentation de débutaniseur	70
Tableau 4.21 : Vérification du cas actuel tête de débutaniseur	71
Tableau 4.22 : Vérification du cas actuel fond de débutaniseur	72
Tableau 4.23 : Vérification du cas actuel pour le débit de debutanisuer	73
Tableau 4.24 : Influence de la température sur le GPL	74
Tableau 4.25 : Influence de la température sur le condensât.....	76
Tableau 4.26 : Influence de la température sur le débit de soutirage	76
Tableau 4.27 : Influence débit de soutirage sur le GPL	79
Tableau 4.28 : Influence débit de soutirage sur le condensât.....	80

Tableau 4.29 : Paramètres de la colonne après optimisation	81
Tableau 4.30 : Caractéristique de perte de charge linéaire.....	87
Tableau 4.31 : Caractéristique de perte de charge singulière	87
Tableau 4.32 : Paramètre de la colonne débutaniseur 88

Liste des figures

Figure 1.1 Situation géographique du Champs HMD	4
Figure 2.1 Représentation du butane et de propane.....	10
Figure 2.2 Répartition de la production d'énergie	19
Figure 2.3 Répartition de consommation d'énergie	19
Figure 2.4 Représentation d'isopentane	20
Figure 3.1 Organigramme du GPL ZCINA	24
Figure 3.2 Schéma bloc de l'unité.....	25
Figure 3.3 Schéma séparation d'entrée	28
Figure 3.4 Schéma compression de gaz de charge	31
Figure 3.5 Schéma déshydratation du gaz de charge.....	33
Figure 3.6 Schéma section de refroidissement (turbo expander)	36
Figure 3.7 Schéma section déethanisation.....	38
Figure 3.8 Schéma section débutanisation	40
Figure 3.9 Schéma section stockage, export et recyclage du GPL.....	42
Figure 3.10 Schéma section stockage, export et recyclage du condensat	44
Figure 4.11 Variation de la TVR au cours de l'année	51
Figure 4.12 Vue synoptique de la simulation.....	54
Figure 4.13 Vue synoptique de la simulation section absorbeur.....	57
Figure 4.14 Vue synoptique de la simulation section déethanisation.....	60
Figure 4.15 Vue synoptique de la simulation section débutanisation	64
Figure 4.16 Gradient de température dans la colonne débuthaniseur.....	75
Figure 4.17 Variation de la TVR en fonction de la température du plateau sensible.....	77
Figure 4.18 Variation du débit de condensat et d'isopentane en fonction de la température.....	78
Figure 4.19 Influence de débit de soutirage sur la température du 8 ^{eme} plateau	79
Figure 4.20 Influence de débit de soutirage sur la production de GPL.....	80
Figure 4.21 Taux d'engorgement dans la colonne débutaniseur	83
Figure 4.22 Schéma représentatif de l'expédition de l'isopentane	86

Liste des annexes

Annexe A : Data sheet de la colonne débutaniseur	80
Annexe B : Data sheet du rebouilleur du débutaniseur	81
Annexe C : Data sheet de l'aéroréfrigérant des condensats	82
Annexe D : Data sheet des pompes de l'iso pentane	83

Introduction générale :

L'exploitation pétrolière 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 notamment le condensât et le GPL.

En effet, 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 GPLZcina mis en fonction en 2013 pour améliorer la production en GPL et condensât à partir des gaz associés.

Cette unité utilise un procédé baptisé « HUDSON" basé sur le refroidissement du gaz par échanges thermiques ensuite par une détente via "turbo-expander" suivi par un fractionnement dans trois colonnes de rectification appelées respectivement : absorbeur, déétaniseur et débutaniseur.

La section débutaniseur produit du GPL, condensât stabilisé et un soutirage intermédiaire d'isopentane aspiré par une pompe pour être envoyé vers l'unité de traitement de brut CINA via la séparation LDHP/ZCINA.

Dans le cadre de notre projet de fin d'étude PFE, nous avons effectué notre stage à l'unité ZCINA-HMD- Sonatrach en vue de notre mise en situation professionnelle où il nous a été proposé l'étude d'optimisation des paramètres de la colonne débutaniseur dans le but d'améliorer la production totale de l'unité et cela sans affecter les spécifications technico-commerciales requises pour le GPL et le condensât.

Sachant qu'actuellement le condensât produit possède une TVR de 0,4 bar engendrant ainsi une perte importante dans la production en condensât ce qui laisse une marge pour une fraction supplémentaire de l'iso pentane dans le condensât allant à une TVR de 0,68.

Chapitre 1

Présentation du champ Hassi- Messaoud

1.1 Situation géographique du champ Hassi Messaoud :

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). Il a pour coordonnées Lambert :

X : 790 000 à 840 000 m

Y : 110 000 à 150 000 m

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

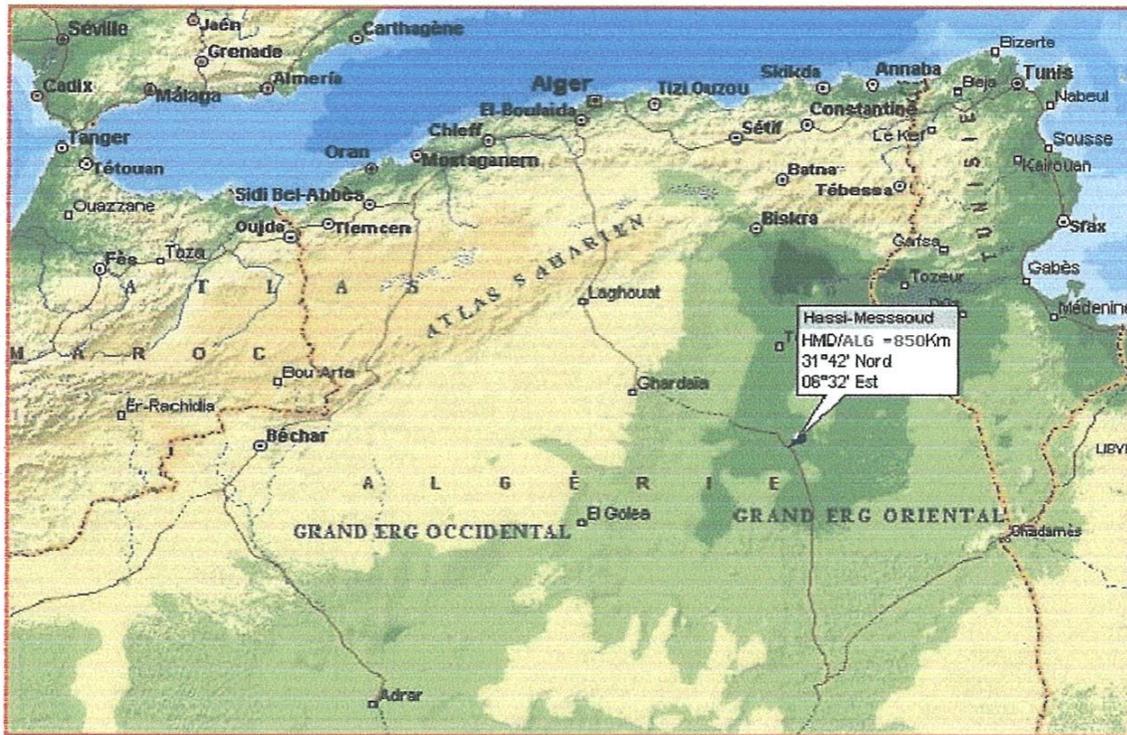


Figure 1.1: Situation géographique du Champs HMD

1.2 Le Gisement de Hassi Messaoud :

Le 15 Janvier 1957, le premier forage MD1 a mise en évidence la présence d'huile à 3338 m de profondeur dans les Grés du Cambrien.

En mai 1957, à 7 km au NNW de MD1, le forage OM1 a confirmé l'existence d'huile dans les Grés Cambrien.

Actuellement, le champ est divisé en 25 zones en fonction de l'évolution de la pression des puits et de leur production. SUPERFICIE : 3300 KM²

FORMATION : CAMBRO-ORDOVICIEN PROFONDEUR : entre 3250 et 3500 M

EPELSEUR : jusqu'à 300M.

HUILE LEGERE DE DENSITE API = 45,4

1957 : découverte (MD1).

1958 : début de la production en juillet .

1993 : premier forage horizontal (MDZ 453).

1996 : premier reprise en short-radius (MD 218).

1.3 Historique :

1956 : Découverte du champ (Forage de MD 01)

1958 : Mise en exploitation du champ Sud

1959 : Mise en exploitation du champ Nord

1960 : Création du CIS et CINA

1970 : Réalisation de 05 Unités de séparation : 02 Unités de Réinjection de gaz : 01 Topping et 02 Unités de Stabilisation.

1980 : Réalisation de 02 Unités GPL : 07 Unités de séparation Satellites : 01 Raffinerie1 unité d'injection d'eau : 05 Unités Boosting et 05 Unités de Réinjection de gaz

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.

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 et de condensât et Unité de séparation LDHP (Ligne Direct Haute Pression) « ZCINA ».

1.4 Description des installations :

La production d'un puits est un mélange triphasique composé d'hydrocarbures liquide et gaz, d'eau et impuretés, cette production subit un traitement niveau des complexes industriels CIS et CINA avant d'être expédiée.

Les quatre complexes CIS et UTBS et CINA et ZCINA composés d'une chaîne de procédé plus ou moins complexes ont pour fonction le traitement des effluents provenant des puits producteurs.

Ces procédés sont faits pour prendre en charge :

- Le traitement du pétrole brut : séparation huile-eau gaz, dessalage et stabilisation pour la production d'un pétrole brut conforme aux normes commerciales (TVR, Salinité, Densité et BSW).
- Le traitement des gaz associés produits aux cours du processus du traitement du pétrole brut pour la production des GPL et condensât.
- Le traitement des eaux huileuses générées lors du processus traitement de pétrole brut pour la protection de l'environnement.
- Le raffinage d'une partie du brut pour la production de carburants approvisionnement du marché local.
- La réinjection des gaz résiduels et l'injection d'eau pour le maintien de la pression du gisement.

Chapitre 2

Généralités sur le GPL et le condensat

Les gaz associés au pétrole (APG) sont également appelés gaz de torchère, les (APG) peuvent être convertis en énergie à haut rendement, cette énergie peut être utilisée pour l'alimentation en électricité, en chauffage et en froid de tout site existant (ou à créer) en supprimant les coûts d'approvisionnement en diesel dans les zones isolées et/ou éloignées. L'utilisation des APG tant que carburant pour un générateur est un excellent moyen de réduire les émissions de dioxyde de carbone CO_2 provenant de la consommation de carburant diesel et de l'utilisation massive de torchères.

Les gaz naturels provenant des puits de pétrole sont généralement appelés gaz associés, ces gaz peuvent exister séparément du pétrole en tant que gaz libre ou peuvent être dissous dans le pétrole brut, indépendamment de la source des gaz naturels, et une fois séparés du pétrole brut, ils existent couramment en mélanges avec d'autres hydrocarbures tels que l'éthane, le propane, le butane et les pentanes, en outre, les gaz naturels non traités contiennent de la vapeur d'eau, du sulfure d'hydrogène H_2S , du dioxyde de carbone CO_2 , de l'azote N_2 ainsi que 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 soit à cause de leur médiocre qualité, soit à cause de leur faible quantité.

Pendant longtemps, les producteurs de pétrole ont simplement brûlé à la torche ce sous-produit de pétrole indésirable, 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 exemple: gaz riche sec, GPL).
- Conversion sous d'autre forme d'énergie thermique par exemple.

2.1 Généralités sur le GPL:

2.1.1 Définition du GPL :

Le terme « GPL » ou « Gaz de Pétrole Liquéfiés » est utilisé pour désigner des mélanges d'hydrocarbures essentiellement composés de butane ou de propane , le GPL carburant, destiné aux véhicules automobiles ou marins, est un mélange de butane et de propane. 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.

2.1.2 Les sources de GPL :

Les gaz de pétrole liquéfiés proviennent :

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

Les champs de gaz naturel sont composés à 90 % de méthane (CH_4), les 10 % restants se répartissent entre 5 % de propane (C_3H_8) et 5 % d'autres gaz dont le butane (C_4H_{10}). 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.

2.1.3 Composition et caractéristiques du GPL :

2.1.3.1 Composition du GPL :

Le GPL est un hydrocarbure saturé dont les molécules sont composées d'atomes d'hydrogène et de carbone.

Les gaz de pétrole liquéfiés sont des hydrocarbures composés majoritairement de coupes en C_3 et C_4 , le butane et le propane étant les principaux composants (figure 2.1), ces produits, gazeux dans les conditions normales de température et de pression, peuvent être facilement liquéfiés, rendant aussi leur manipulation et leur transport très aisés.

Représentation du propane et de butane.

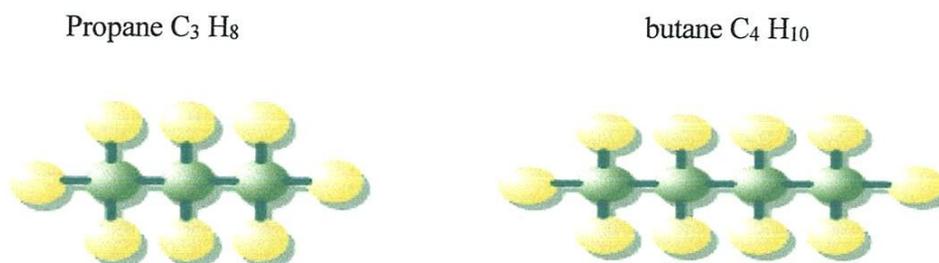


Figure 2.1 : Représentation du butane et de propane.

La composition molaire du gaz du pétrole liquéfié est variable selon sa source le tableau 2.1.

Tableau 2.1 : Composition molaire du GPL

Les composants du GPL % molaire	
Méthane	0,32
Ethane	1,12
Propane	60,95
Iso butane	15,46
Normal butane	22,14
Iso pentane	0,01

2.1.3.2 Caractéristique principales du GPL :

Le gaz de pétrole liquéfié (GPL), composé principalement de propane et de butane, leurs caractéristiques principales sont illustrées dans le tableau 2-2 .

2.1.3.2.1 Toxicité de GPL :

Le GPL n'est pas toxique mais il possède des propriétés anesthésiques, dans les puits et autres endroits clos ou le gaz plus lourd que l'air peut s'accumuler, l'air peut être déplacé provoquant ainsi un manque d'oxygène, pour toute respiration normale.

2.1.3.2.2 Gelures provoqués par le GPL :

Prendre des précautions est nécessaire pour éviter que le GPL n'entre en contact avec la peau étant donné qu'il peut provoquer de sévères gelures s'il y a risque de contact l'utilisateur devra faire usage de lunette, des gants ou toute autre revêtement de protection.

Tableau 2.2 : Caractéristiques principales du propane et butane

Propriétés	Butane	Propane
Pression de vapeur à 50 °k (absolue)	≤7,5 bar	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

2.1.4 Utilisations du GPL :

Les gaz butane et propane, le GPL, est une source d'énergie exceptionnelle en raison de ses origines, de ses caractéristiques et 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 du fait qu'il produit moins de gaz à effet de serre que l'essence, le gazole et l'électricité d'origine thermique, son origine (gaz – pétrole), stockable, sa facilité de transport et sa variété d'usages ce qui le rend accessible et indispensable pour des centaines de millions de personnes dans le monde d'aujourd'hui, le GPL permet d'assurer et de contribuer, sans délai, à un modèle énergétique durable, compétitif et plus sûr.

2.1.4.1 Le GPL carburant :

Le GPL est utilisé comme carburant automobile depuis des décennies, il constitue un produit exceptionnel sur le plan de la préservation de la qualité de l'air, il ne contient ni soufre, ni benzène, ni autres substances toxiques .

Le pouvoir calorifique du GPL est pratiquement égal à celui de l'essence, si on l'exprime en kilocalories par kilogramme de carburant (kcal/kg), mais ces valeurs seront très différentes si elles sont exprimées en kilocalories par litre de carburant liquide à 15°C ; cette diversité provient de la différence des densités entre le GPL et l'essence, en moyenne, la densité à 15°C d'un GPL est de 0,555 Kg/litre.

Le GPL est caractérisé par un indice d'octane recherche (RON) naturellement élevé atteignant aisément 98, cette propriété découle en fait directement des valeurs de RON de chacun de ces constituants, par ailleurs, son indice d'octane moteur (MON) est, lui aussi légèrement plus élevé que celui des essences classiques.

Les avantages techniques du GPL carburant :

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 aucun dépôt et procure au moteur et au lubrifiant une longévité accrue.

Les révisions peuvent être espacées tous les 30 000 km.

- La surconsommation du GPL est de l'ordre de 15 à 20% par rapport aux carburants traditionnels.
- 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, toutefois les constructeurs proposent dès la conception de leurs modèles une version GPL.

2.1.4.2 Le GPL dans la pétrochimie :

La demande pétrochimique globale du GPL enregistre un taux de croissance de l'ordre de 10 %. Il est utilisé dans ce domaine comme charge de vapocraqueur à fin d'obtenir des Oléfine.

Le propane et le butane obtenus par la séparation du GPL sont utilisés pour la déshydrogénation dans la production de butadiène et de propylène qui vont servir comme matière première pour la synthèse des caoutchoucs.

Le butane utilisé dans la fabrication du MTBE (Métyl Tert-Butyl Ether) qui sert comme booster du nombre d'octane des essences en substitution au plomb, il est aussi utilisé comme charge des unités d'alcoylation, le propane et le butane sont utilisés pour la production d'acétaldéhyde, formaldéhyde, l'acide acétique et l'acétone.

2.1.4.3 Le GPL dans la production d'électricité :

Il est utilisé pour la génération d'électricité, il pourrait être important si les conditions de nature économique venaient à être favorables, les marchés ciblés à cet effet sont attractifs pour le GPL.

La production d'électricité en algérie est effectuée uniquement par le gaz naturel, les GPL ne sont pas introduits jusqu' ici dans la génération d'électricité.

2.1.4.4 Le GPL dans les ménages :

Le propane etbutane le propane qui sont obtenus par la séparation du GPL ont une grande importance dans les ménages ,le butane est utilisé principalement dans le secteur domestique pour la cuisine et le chauffage, la consommation nationale représente l'équivalent de 1 millions de bouteilles de 13kg par ans.

Le propane représenté 4,8% de la consommation national du GPL, il est utilisé comme combustible dans les unités industrielles et artisanales en substitution domestique dans les régions non reliées au gaz naturel.

2.1.4.5 Le GPL dans la climatisation :

Le GPL est utilisé pour la construction des réfrigérateurs et des climatiseurs (moyenne capacité) comme fluide caloporteur du fait de ces caractéristiques thermiques importantes.

2.1.4.6 Le GPL dans L'agriculture :

L'utilisation du GPL dans ce secteur sera orientée vers l'aviculture, et certaines cultures sous-serre, le niveau de consommation prévu est relativement faible (40.000 tonnes/an) pour le court terme et il est attendu une évolution plus significative à moyen et long terme particulièrement par son introduction dans le domaine de l'élevage (éclairage, climatisation, chauffage....etc.).

2.1.5 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 propane et de butane.

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 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).

Les mesures effectuées sur les oxydes d'azote (NO_x), 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 NO_x seraient réduites de 40 à 75%, ceux de CO 45 à 85% alors que le CO₂ diminuerait de l'ordre de 15%.

Tableau 2.3 : 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 (NO _x)	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

2.1.6 GPL au niveau international:

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** . le GPL représente **2%** de la consommation énergétique mondiale, le GPL/c est le troisième carburant automobile au monde.

2.2 Le condensât :

2.2.1 Définition :

Un condensât de gaz naturel est un mélange liquide d' 'hydrocarbures légers 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 condensât par détente et refroidissement lors de la production de ce dernier, des quantités importantes de propane et de butane (GPL) sont ainsi récupérées, mais également de produits constitués de molécules comportant de 5 à 10 ou 15 atomes de carbone : le condensât proprement dit, dans ce derniers on distingue le condensât léger (C₅ à C₁₀ environ) et le condensât lourd (C₁₀ à C₁₅ environ).

2.2.2 Caractéristiques du condensât :

Les principales caractéristiques du condensât sont

✚ La TVR :

La tension de vapeur de Reid est la caractéristique principale du condensât, elle doit être inférieure à 0.69 bar (10 psi-a) à 37.8°C en Hiver et inférieure à 0.5 bar (7 psi-a) à 37.8 °C 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 450°C

✚ 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 l'air, elles ne peuvent pas causer de symptômes sérieux même après plusieurs heures d'inhalation .

✚ Précautions hygiéniques :

Pour prévenir l'intoxication, une ventilation convenable est réalisée dans les locaux de travail afin de maintenir la concentration des vapeurs du condensât à moins de 300 ppm, la particularité du condensât réside dans son utilisation dans deux secteurs industriels entièrement stratégiques : le raffinage et la pétrochimie.

2.2.3.1 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 utilisé dans le procédé d'isomérisation pour produire l'essence (isomérisation) en transformant les normales paraffines en iso-paraffines qui ont un grand indice d'octane.

2.2.3.2 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.

Dans ce secteur trois éléments dominant :

- ✚ L'accentuation du déséquilibre entre les demandes respectives d'éthylène et de propylène avec une croissance moyenne annuelle de 4% pour le premier et proche de 5% pour le second en 2007.
- ✚ Le fonctionnement des vapocraquages de charge liquide à la limite de flexibilité du rapport propylène/éthylène.
- ✚ L'accroissement de la contribution de craquage catalytique à la fourniture de propylène.

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.

2.3 Le GPL et le condensât en Algérie :

L'Algérie est l'un des leaders mondiales du GPL, avec une production moyenne au premier semestre 2011 qui avoisine les 7,5 millions de tonnes comparé à 5 millions en 1996 et 10,5 millions en 2009 dont 2 millions est consommé localement sous forme de GPL et de butane, la consommation algérienne en GPL/c était de 350 mille tonnes en 2009 .

La consommation intérieure, en progression, est d'environ 15 958 millions de m³/an. Environ 67% de la production soit, 35 719 de millions m³/an sont exportés, en majorité vers l'Europe, avec un objectif de 85 à 100 Gm³ à un horizon de cinq ans, le gaz est exporté soit par méthaniers, sous forme de gaz naturel liquéfié (GNL), avec 22,9 Gm³ ainsi exportés, soit par deux gazoducs sous-marins vers l'Italie et vers l'Espagne pour alimenter l'Europe.

Tableau 2.4: Bilan énergétique national 2018

	Années	GPL (K tonnes)	Condensât (K tonnes)
Production	2016	7428	9 322
	2017	7484	8 598
Transformation	2016	-	4 118
	2017	-	3 115
Echanges	2016	5 505	5 105
	2017	5 346	5 416
Consommation	2016	2111	-
	2017	2106	7

- Le bilan énergétique national de l'année 2018, fait ressortir les principales évolutions ci-après .
- L'énergie disponible, somme de la production nationale, des importations et des stocks, a atteint 154,6 Mtep en 2015 en baisse de 3,8% par rapport à 2018 .
- La production commerciale d'énergie primaire a baissé de 3,9% à 148,8 Mtep, tirée par celle du gaz naturel et du pétrole brut .

- Les importations d'énergie ont augmenté de 7,1% à 5,9 Mtep, suite notamment à la hausse des importations d'essences (+35%) et de bitumes (+30%) .
- Les exportations d'énergie ont atteint 101,5 Mtep en 2015, en baisse de 7,2% par rapport à 2018
- Le bilan des échanges d'énergie fait ressortir un solde exportateur net de 95,6 Mtep, en baisse de 8,2 Mtep, soit 7,9% par rapport à 2015
- La consommation nationale d'énergie a atteint 53,3 Mtep en 2018, réfutant une croissance de +5,4% par rapport à l'année 2015. Elle représente 36% de la production nationale.
- La consommation finale d'énergie a augmenté de +6,0% pour atteindre 38,5 Mtep.

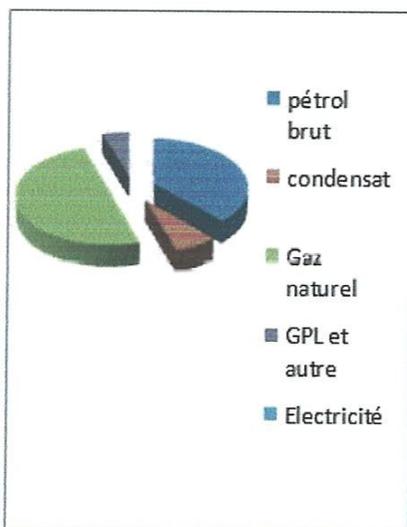


Figure 2.2: Répartition de la production d'énergie

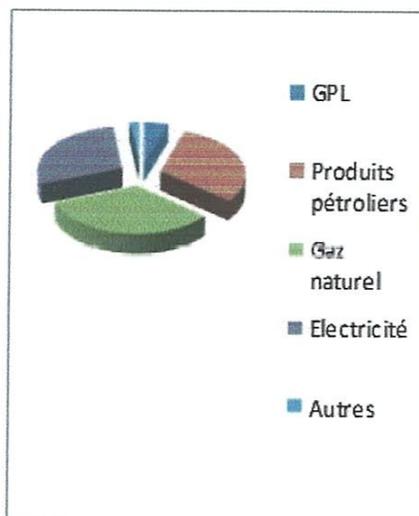


Figure 2.3 : Répartition de consommation d'énergie

2.4 L'isopentane :

2.4.1 Définition et utilisation d'isopentane :

Le 2-méthylbutane est un alcane saturé de formule brute C_5H_{12} , il est un des isomères structuraux du pentane. ce produit à l'état Liquide est incolore à odeur d'essence.

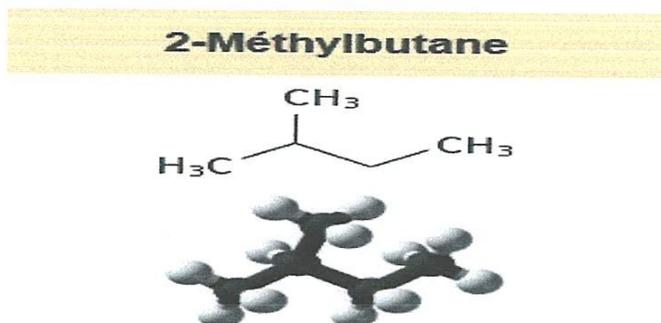


Figure 2.4 : Représentation d'isopentane

- **Utilisation**

Additif à essence, fabrication de produits organiques

2.4.2 Propriétés physiques d'isopentane:

Tableau 2.5 : Propriétés physique d'isopentane

État physique	Liquide
Masse moléculaire :	72,15
Densité :	0,6197 g/ml à 20 °C
Solubilité dans l'eau :	Insoluble
Densité de vapeur (air=1) :	2,49
Point de fusion :	-159,9 °C
Point d'ébullition :	28,00 °C
Tension de vapeur :	595 mm dHg (79,3 kPa) à 20 °C
Concentration à saturation :	783 000 ppm
Facteur de conversion (ppm->mg/m ³) :	2,951
Taux d'évaporation (ether =1) :	0,9

2.4.3 Inflammabilité et explos:

➤ **Inflammabilité**

Ce produit est inflammable dans les conditions suivantes.

Exposition à une source d'ignition.

Au contact des oxydants forts.

➤ **Explosibilité**

Peut exploser si ses vapeurs sont en mélange avec l'air.

Peut exploser au contact des oxydants forts.

➤ **Données sur les risques d'incendie**

✚ Point d'éclaire : -56,00 °C

✚ Température d'auto-ignition : 420 °C

✚ Limite inférieure d'explosibilité : 1,4% à 25 °C

✚ Limite supérieure d'explosibilité : 8,3% à 25 %

Chapitre 3 :

*Description de l'unité de traitement de
gaz Z cina :*

3.1 Présentation de l'usine GPL LDHP Zcina :

ZCINA (nouvelle Zone Centre Industriel Naili Abdelhalim est une nouvelle unité d'extraction des liquides de gaz associés sur le champ de Hassi Messaoud nord , cette nouvelle zone est située à environ 5 km au nord de CINA contenant deux unités :

✚ Unité de GPL :

Cette unité comprend notamment :

- Des connexions à la ligne existante de 40'' de gaz associés de CINA, pour amener le gaz de charge et exporter le gaz résiduel
- Une section de réception du gaz de charge
- Une unité de compression du gaz de charge
- Trois trains de traitement de gaz incluant une section de déshydratation du gaz, une section de récupération des liquides, une section de séparation des GPL et des condensats et un système d'huile chaude.
- Des stockages et une pomperie d'expédition des GPL .
- Des stockages et une pomperie d'expédition des condensat.
- Des systèmes d'utilités.
- Des systèmes de torche.
- Des lignes d'expédition des produits (GPL, condensats).
- Des infrastructures et des bâtiments.

Les installations sont conçues pour récupérer les liquides des gaz associés provenant de l'usine de traitement de brut de CINA et de l'unité de séparation d'huile LDHP.

✚ Unité de séparation LDHP :

(Ligne Directe Haute Pression):

- Un réseau de collecte de production d'huile multiphasique composé de 20 manifolds et 20 collecteurs, raccordé à 200 puits HP. (actuellement 88 puits qui sont raccordés) (plus d'autres futurs puits qui seront raccordés ultérieurement).
- Une batterie de 03 séparateurs tri-phasique identiques.
- Un ballon dégazeur d'eau.
- Un ballon de torche et une torche chaude.
- Deux pipelines d'expédition d'huile et d'eau (18'' et 6'') vers CINA.
- Local technique.
- Utilisation des infrastructures et utilités de l'unité GPL adjacente.

Capacité des installations

⚡GPL

- Traitement degaz: 24Millions deStdM³/jour
- Production deGPL: 4 669 Tonnes/jour
- Production de condensaton spec: 330 Tonnes/jour
- Production de condensatoffspec: 770 Tonnes/jour

⚡Séparation LDHP

- Production deGaz: 22 Millions deStdM³/jour
- Production d'Huile : 22 542 m³/jour (142 000brl/jour)
- Production d'eau: 1 577m³/jour

OrganigrammeduGPLZCINA

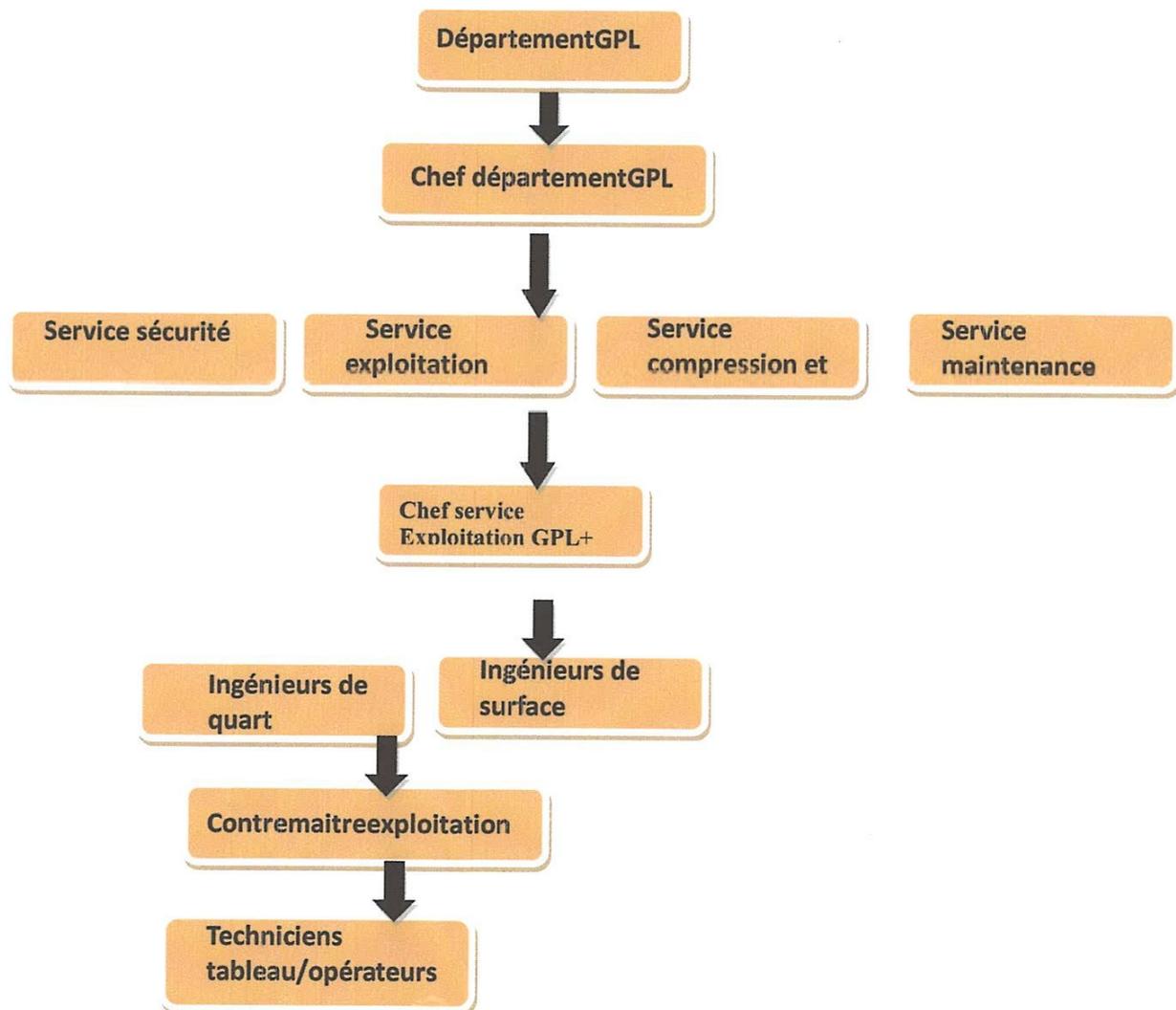


Figure 3.1:Organigrammedu GPLZcina

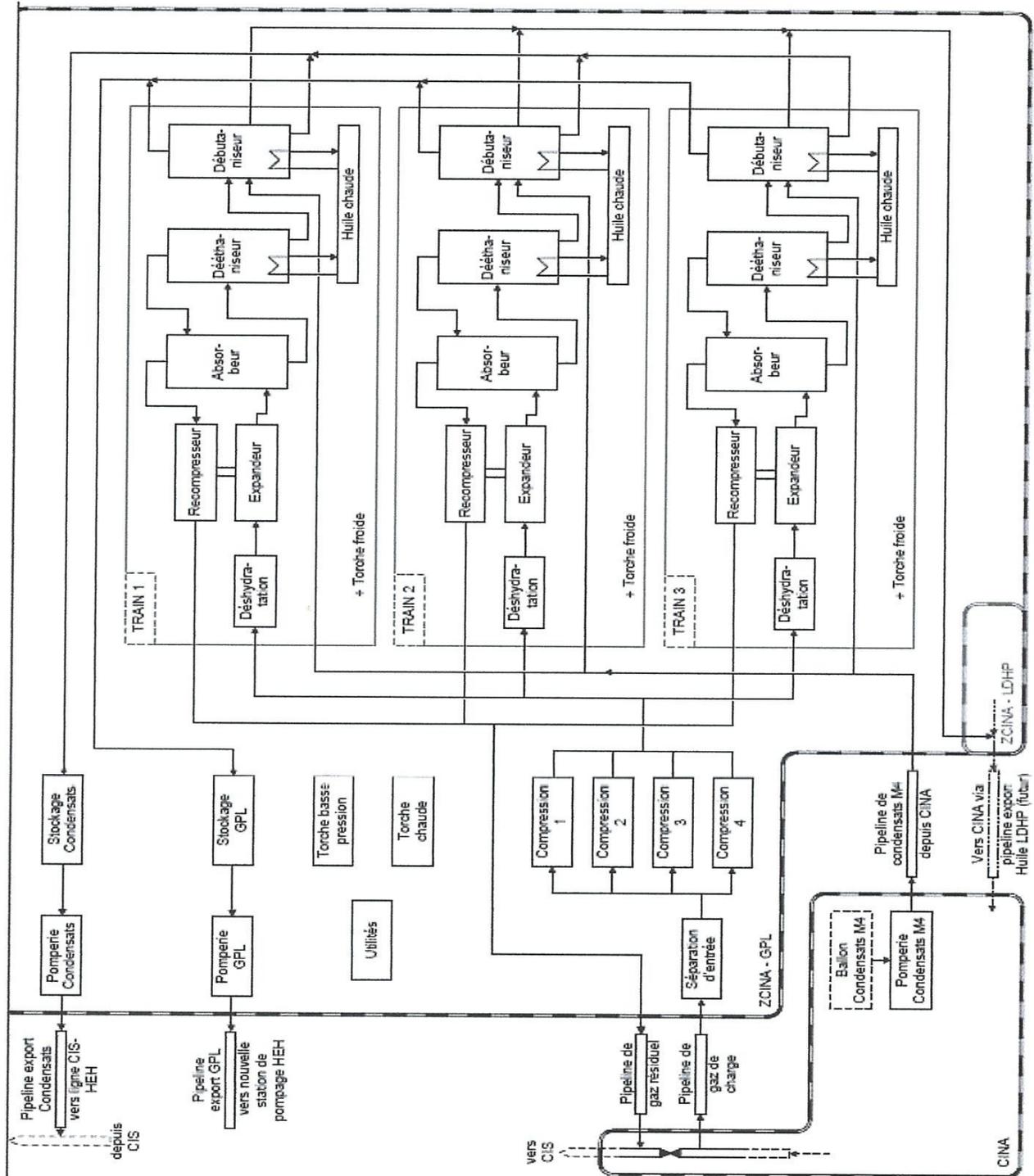


Figure 3.2 : Schéma bloc de l'unité

3.2 Composition du gaz traité par l'usine :

La composition en % molaire de l'effluent entrant est donnée dans le tableau ci-dessous :

Tableau 3.1 : Composition de la charge d'alimentation

Constituants	% molaire	% molaire
	riche été 2010	pauvre hiver 2010
N ₂	2,51	2,51
CO ₂	1,77	1,86
H ₂ O	0,51	0,31
C ₁	67,07	67,16
C ₂	17,40	16,63
C ₃	7,83	7,86
iC ₄	0,71	0,68
nC ₄	2,05	1,96
iC ₅	0,38	0,31
nC ₅	0,50	0,43
nC ₆	0,22	0,21
nC ₇	0,06	0,07
nC ₈	0,00	0,00
Température d'entrée (°C)	55,0	45,0
Pression d'entrée (bar g)	34,0	34,0
Débit massique (kg /h)	983997	973515

3.3 Description du procédé de traitement :

Les installations de l'usine de ZCINA ont été conçues pour extraire 88,3% molaire de GPL en œuvrant au procédé "HUDSON" basé sur le refroidissement du gaz par échanges thermiques et par une série de détente , complétée par une machine dynamique appelée "turbo-expander" permet d'atteindre un niveau de température relativement plus bas suivie par un fractionnement dans les trois colonnes de rectification respectivement appelé :absorbeur ,déétaniseur et débutaniseur

L'installation de la production est composée principalement des sections suivantes :

- 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)
- Systèmes d'alimentation en liquides :
- Import & distribution de condensats M4 de CINA (Unité 37)
- Trains de traitement des liquides (Unité 32) :
- Section de refroidissement & Section de dééтанisation (Unité 32)
- Section de débutanisation (Unité 32)
- Stockage et expédition des produits liquides
- Stockage, export et recyclage de GPL (Unité 33)
- 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)

- **Unités des 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 (Unité 50 & 53)
- Traitement des eaux usées (Unité 66)
- Unité 71 : système d'eau incendie

✓ Unité 27 : Canalisation de gaz de charge depuis CINA

Le gaz de charge valorisable provenant de l'unité de traitement de brut CINA est transféré vers l'usine GPL ZCINA par une nouvelle canalisation de 36", le piquage est réalisé sur la ligne existante de 40" vers le CIS.

Du fait de la présence possible de bouchons liquide, la canalisation de gaz de charge est équipée aux deux extrémités de gares de racleurs : une gare de racleur de départ à CINA (G01-VM-27-03) et une gare de racleur d'arrivée à ZCINA (G01-VM-27-04).

✓ Unité 20 : Séparation d'entrée

Cette unité est commune à tout le complexe de GPL ZCINA.

Le séparateur d'entrée G01-VL-20-01 reçoit le gaz de charge acheminé par la canalisation de 36" depuis CINA. Ce gaz peut contenir de l'eau générée par la condensation en ligne, le séparateur d'entrée G01-VL-20-01 sépare le gaz, dirigé vers la section de compression, de la phase aqueuse, une injection d'inhibiteur de corrosion est prévue au niveau de la sortie gaz du séparateur.

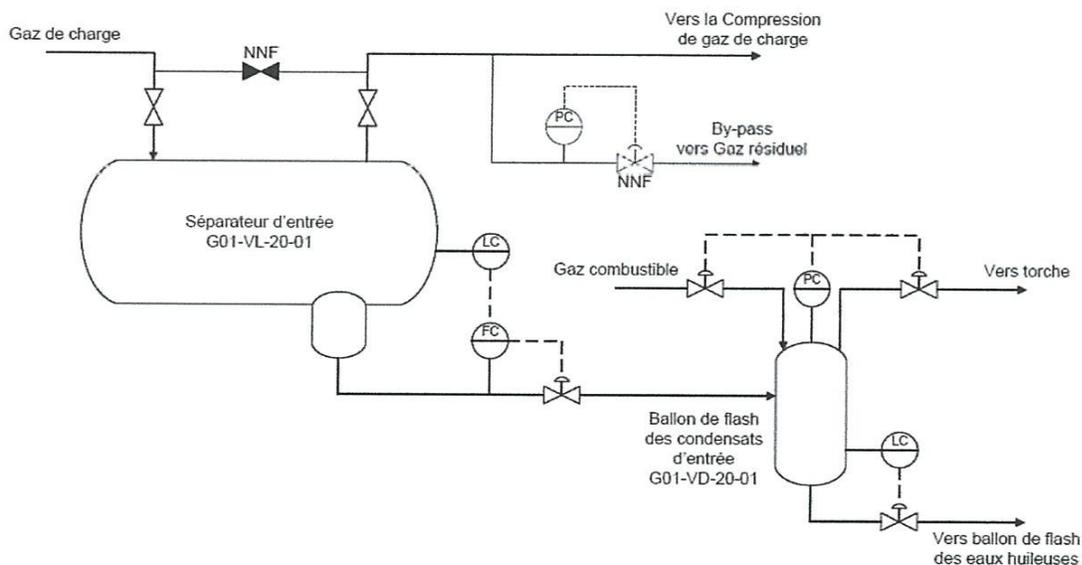


Figure 3.3 : Schéma du séparateur d'entrée

Le ballon de flash des condensât d'entrée G01-VD-20-01 reçoit le liquide du séparateur d'entrée G01-VL-20-01 envoyé via un contrôle de niveau. ce ballon permet de dégazer l'eau saturée en hydrocarbures et d'envoyer les gaz dissous à la torche basse pression, le liquide de fond du ballon est expédié vers le système de traitement des eaux huileuses sous contrôle de niveau.

✓ **Unité 23 : Compression du gaz de charge**

Le gaz de charge en provenance du séparateur d'entrée G01-VL-20-01 est envoyé sur le collecteur commun d'aspiration des compresseurs de gaz de charge G05/G06/G07/G08-KA-23-01. dans le futur, le collecteur commun d'aspiration des compresseurs recevra également le gaz associé issu de l'unité de séparation d'huile LDHP (également située à ZCINA).

L'ensemble du gaz se répartit sur les quatre trains de compression (le 4ème train de compression est utilisé comme secours tant que le 4ème train de traitement n'est pas opérationnel).

Le gaz de régénération issu de la section de déshydratation de chaque train de traitement est recueilli sur un collecteur commun puis il se répartit également sur les compresseurs au niveau de la dernière roue, constituant ainsi l'inter-étage de ces derniers.

Le gaz de charge sortant du séparateur d'entrée G01-VL-20-01 est envoyé dans le filtre coalesceur d'aspiration G0X-MB-23-01. Ce filtre, à deux étages, permet d'éliminer l'eau qui pourrait se condenser en ligne sous l'effet des échanges thermiques avec l'air ambiant et d'éliminer les particules solides entraînées (rétention des gouttelettes de taille supérieure ou égale à 10 μm et des particules solides de taille supérieure à 5 μm), les liquides qui y sont récupérés sont envoyés vers le ballon de flash des condensâts du compresseur G0X-VD-23-04 par un contrôle on/off du niveau dans le filtre, il est possible de by passer le filtre coalesceur notamment lors du changement des cartouches coalescentes.

Le gaz filtré rejoint ensuite le ballon d'aspiration du compresseur G0X-VD-23-01 qui recueille l'eau condensée en ligne depuis le séparateur d'entrée G01-VL-20-01 lors du by passe du filtre G0X-MB-23-01 ainsi que les liquides flashés du ballon de refoulement du compresseur G0X-VD-23-02 et du ballon d'inter-étage du compresseur G0XVD-23-03, les condensâts du ballon d'aspiration G0X-VD-23-01 Sont évacués sous contrôle de niveau vers le ballon de flash de condensâts G0X-VD-23-04. Ce Ballon de flash (G0X-VD-23-04) permet de dégazer l'eau saturée en hydrocarbures et d'envoyer les gaz dissous à la torche basse

Pression, le Liquide de fond du ballon est expédié vers le traitement des eaux huileuses sous contrôle de niveau.

Le gaz de charge provenant du ballon d'aspiration G0X-VD-23-01 est comprimé dans le compresseur G0X-23-KA-01, le compresseur est entraîné par la turbine à gaz G0X-DMT-23-01, les turbines à gaz des compresseurs sont alimentées en gaz combustible haute pression.

Le gaz humide provenant du collecteur de gaz de régénération est préalablement envoyé dans le ballon d'aspiration d'inter-étage G0X-VD-23-03 pour protéger le compresseur du liquide condensé en ligne, le liquide est ensuite envoyé vers le ballon d'aspiration G0X-23-VD-01. de son côté, le gaz de régénération issu du G0X-VD-23-03 est introduit dans le compresseur G0X-23-KA-01 au niveau de l'inter-étage où il rejoint le gaz de charge juste avant la dernière roue du compresseur.

Les quatre turbo-compresseurs sont gérés par un système de répartition de charge contrôlant la pression d'aspiration au niveau du collecteur d'aspiration, un contrôle complémentaire par la pression de refoulement existe et se met en place en cas de pression de refoulement trop élevée, le répartiteur de charge agit sur la vitesse de chaque turbine afin d'ajuster la capacité des compresseurs à la capacité requise et d'assurer une répartition identique du débit sur les quatre machines.

Chaque étage du compresseur dispose d'un système d'anti-pompage et de son système de contrôle dédié permettant de recycler du gaz du refoulement du compresseur à l'aspiration de celui-ci ou à l'inter-étage de celui-ci afin d'opérer chaque étage au delà de son point de pompage à la vitesse donnée.

Le système d'anti-pompage du premier étage est de plus couplé à un contrôle anti-hydrate, en effet, en cas d'ouverture de la vanne d'anti-pompage principale (entre le refoulement et l'aspiration du premier étage), il y a un risque de formation d'hydrates due à la baisse de température dans la vanne d'anti-pompage et en aval de celle-ci.

Il est donc nécessaire de contrôler la température en aval de la vanne d'anti-pompage bien au dessus de la température de formation d'hydrates grâce à l'injection de gaz chaud du refoulement en amont de la vanne d'antipompage, pour les phases d'arrêt, le compresseur est équipé d'un bypasse de gaz chaud permettant le recyclage entre le refoulement et l'aspiration à travers une vanne tout ou rien.

Au refoulement du compresseur G0X-KA-23-01, le gaz est refroidi à travers l'aéro-réfrigérant G0X-GC-23-01. L'eau condensée lors du refroidissement est séparée du gaz dans le ballon de refoulement G0X-VD-23-02. Le gaz comprimé est envoyé vers le collecteur

commun de refoulement qui alimente le collecteur de distribution du gaz vers les trois trains de traitement en aval.

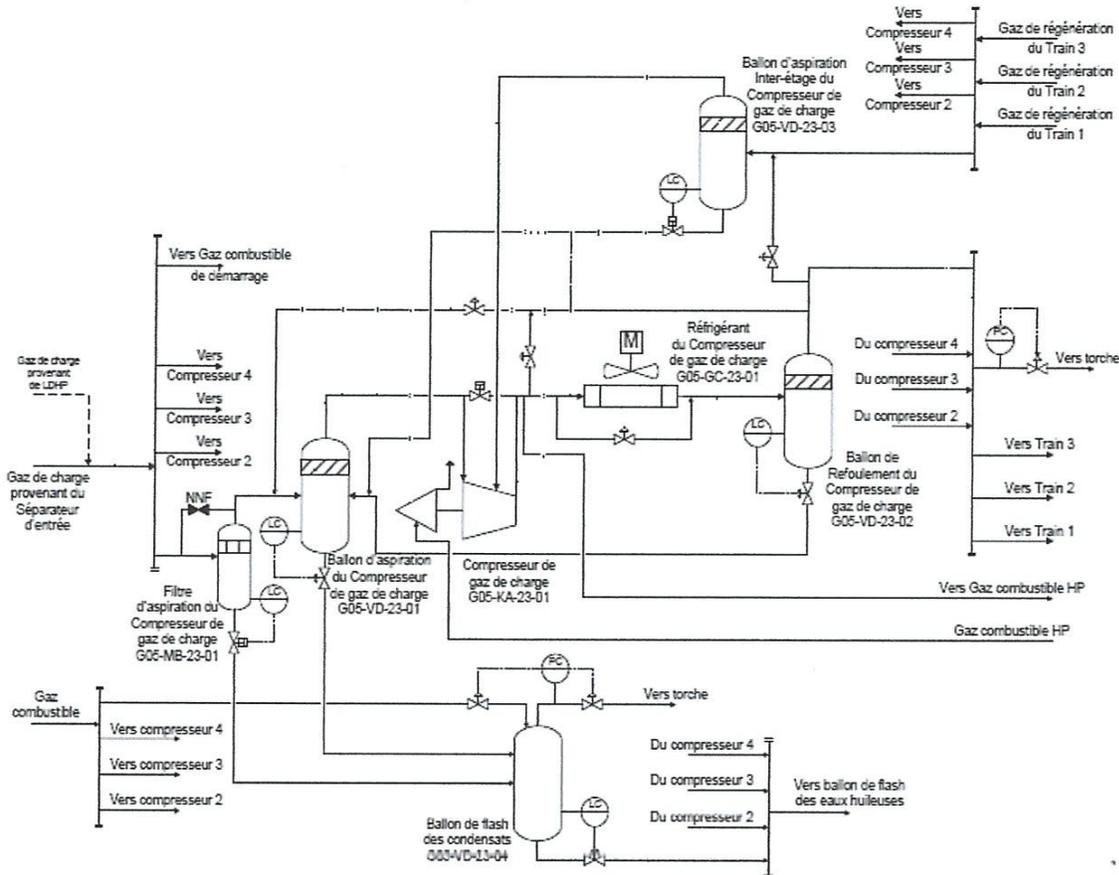


Figure 3.4 : schéma compression de gaz de charge

✓ **Unité 24 : Déshydratation du gaz de charge**

Le gaz de charge comprimé, en provenance des compresseurs de gaz de charge, est transféré vers le collecteur de distribution de gaz de charge qui alimente les trois trains de traitement.

La pression au niveau du collecteur de refoulement des compresseurs de gaz de charge (c'est-à-dire à l'entrée de l'unité de déshydratation de chaque train de traitement) est contrôlée par le système de répartition de charge des expandeurs via le débit "aspiré" par chaque expandeur, c'est l'expandeur qui régit le débit de gaz entrant dans chaque train de traitement. Le système de répartition de charge de l'expandeur permet de contrôler la pression tout en répartissant vers les trains de traitement à disposition le gaz délivré par

les unités de compression de gaz de charge.

L'unité de déshydratation de chaque train a pour fonction de diminuer la quantité d'eau dans le gaz d'alimentation (saturé en eau) pour atteindre la valeur spécifiée de 1 ppm vol, en sortie d'unité, l'eau est ôtée du gaz humide pour éviter la formation d'hydrates dans la section froide de l'installation.

Les trois trains de traitement sont identiques, la description de fonctionnement qui suit s'applique à n'importe lequel des trains de traitement, la valeur de X dans la numérotation des équipements correspond au numéro du train de traitement concerné (X=1 pour le train 1, X=2 pour le train 2 et X=3 pour le train 3).

Le gaz humide entrant dans le train de traitement est envoyé au filtre coalesceur G1X-MB-24-02 pour éliminer l'eau libre condensée en ligne depuis la section de compression. L'eau récupérée est envoyée après détente à l'unité de traitement des eaux huileuses.

Le gaz issu du filtre coalesceur G1X-MB-24-02 est envoyé sur deux des trois sécheurs de gaz G1X-VK-24-01 A/B/C pour être déshydraté, en effet, en opération normale, deux sécheurs opèrent en parallèle en mode d'adsorption (adsorption de l'eau par les tamis moléculaire par circulation du gaz humide dans le sens descendant), pendant que le troisième est en régénération (circulation de gaz sec chaud à travers le sécheur dans le sens ascendant).

Chaque sécheur opère selon un cycle d'une durée de 24 heures, divisé entre phase d'adsorption (16 heures) et phase de régénération (8 heures). après un cycle d'adsorption (où l'eau s'est accumulée dans le sécheur), le sécheur passe à la phase de régénération au cours de laquelle il est régénéré pour extraire l'eau adsorbée. un autre sécheur, pour lequel les étapes de régénération sont terminées, remplace le sécheur précédemment en mode d'adsorption.

La séquence de déshydratation du gaz est pilotée de façon automatique (cas normal) ou manuelle.

Chaque sécheur est équipé d'un analyseur d'humidité pour assurer le bon fonctionnement des sécheurs et détecter un éventuel problème sur les tamis moléculaires, la teneur en eau du gaz sec provenant des sécheurs G1X-VK-24-01 A/B/C doit être inférieure à 1 ppm vol.

A la sortie des sécheurs, le gaz est filtré à travers les filtres de gaz sec G1X-MB-24-01 A/B afin d'éliminer les particules de taille supérieure à 10 µm (poussières ou débris de tamis moléculaire entraînés par le flux gazeux en adsorption) pouvant endommager la roue de l'expandeur (inclus dans la section de refroidissement du gaz).

Le gaz sec filtré alimente ensuite la section de refroidissement du gaz.

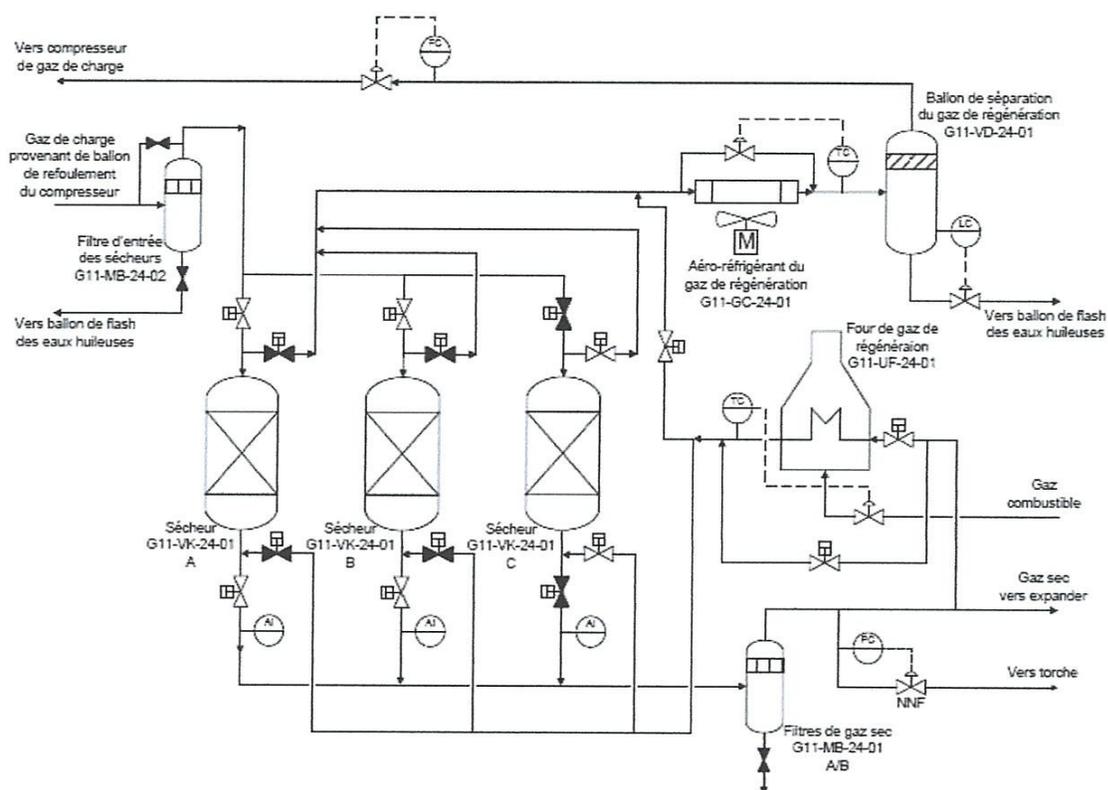


Figure 3.5 : Schéma déshydratation du gaz de charge

✓ Four de gaz de régénération

Une partie du gaz sec est utilisée en tant que gaz de régénération ce débit constant, correspondant environ à 17 % du débit nominal de gaz déshydraté, est collecté à la sortie des filtres de gaz sec G1X-MB-24-01 A/B, la phase de régénération d'un sécheur est divisée en trois étapes : la chauffe (pendant environ 5 heures), le refroidissement (pendant environ 2 heures) et le repos (pendant environ 40 min). Le passage d'une étape à l'autre nécessite l'ouverture et la fermeture des plusieurs vannes (environ 20 minutes au total).

Pendant l'étape de chauffe, le gaz sec de régénération est chauffé dans le four G1X-UF-24-01 puis traverse le sécheur en régénération dans le sens ascendant, une première rampe de montée en température (15 minutes) permet de réchauffer progressivement le tamis moléculaire de la température opératoire du gaz jusqu'à 120 °C, température à laquelle est observé un palier pour assurer une chauffe homogène dans le sécheur pendant 30 minutes.

Une seconde rampe de montée en température de 15 minutes est alors réalisée pour porter le gaz à 275 °C, une étape finale de chauffe à 275 °C est alors observée pendant 4 heures pour permettre une régénération complète du tamis moléculaire.

L'effluent gazeux humide et chaud récupéré en sortie des sécheurs est refroidi à 60 °C par l'aéro-réfrigérant de gaz de régénération G1X-GC-24-01. L'eau condensée est ensuite récupérée dans le séparateur de gaz de régénération G1X-VD-24-01, puis envoyée vers l'unité de traitement des eaux huileuses (sous contrôle de niveau dans le séparateur). Le gaz de régénération est envoyé sur le collecteur commun de gaz de régénération qui alimente l'inter-étage des compresseurs de gaz de charge G05/G06/G07/G08-KA-23-01 (via les ballons d'aspiration inter-étage G05/G06/G07/G8-VD-23-03).

Lors de l'étape de refroidissement, le gaz de régénération bypass le système de chauffe (le four est arrêté) et le gaz froid et sec est envoyé à travers le sécheur en régénération pendant 2 heures afin de ramener la température du tamis moléculaire à sa valeur opératoire en phase d'adsorption, à la sortie du sécheur, le gaz de régénération suit le même traitement de refroidissement à 60 °C et séparation que précédemment.

Pendant l'étape de repos et de permutation des sécheurs, le système de chauffe et les sécheurs sont bypassés et le gaz de régénération est envoyé à l'entrée de l'aéro-réfrigérant G1X-GC-24-01 pour être recyclé vers l'inter-étage des compresseurs de gaz de charge. Il y a ainsi un débit permanent et constant qui retourne à l'inter-étage des compresseurs pour éviter les perturbations.

✓ **Unité 32 : Section de refroidissement du gaz & Section de déétanisation**

Le gaz sec filtré provenant de l'unité de déshydratation est acheminé vers la section de refroidissement du gaz, le débit de gaz est réparti entre l'échangeur gaz de charge/charge déétaniseur G1X-GA-32-01 (côté tubes) et l'échangeur gaz de charge/gaz résiduel G1X-GA-32-02 A/B (côté calandre) fonctionnant en parallèle, une partie du gaz déshydraté est refroidi dans l'échangeur G1X-GA-32-01 par la sortie liquide froide provenant du ballon d'alimentation du déétaniseur G1X-VL-32-03, le débit restant est refroidi dans l'échangeur G1X-GA-32-02 A/B par le gaz résiduel provenant du système de tête de l'absorbeur G1X-CA-32-01, les deux flux froids sont mélangés et dirigés vers le ballon d'alimentation de l'expandeur G1X-VL-32-01.

Le gaz provenant du ballon d'alimentation de l'expandeur G1X-VL-32-01 est envoyé vers l'expandeur du gaz de charge G1X-KH-32-01 où il est détendu à la pression de 21.8 barg. Au démarrage, l'expandeur G1X-KH-32-01 est à l'arrêt et le gaz est envoyé vers la vanne 32-FV-01036 (vanne JT, mode Joule-Thomson), dans les deux cas, la température du gaz est réduite, permettant la condensation d'une partie des GPL. Néanmoins, l'expandeur réalise une détente

thermodynamiquement bien plus efficace (chute en température bien plus importante), qui permet de récupérer plus de GPL en aval que dans le cas d'une simple détente à travers une vanne.

Dans le cas d'un fonctionnement normal de l'unité, le gaz en sortie du ballon d'alimentation de l'expandeur G1XVL-32-01 alimente l'expandeur G1X-KH-32-01, la position des volets d'entrée de l'expandeur (IGV) est ajustée par le contrôleur de pression du collecteur commun au refoulement des compresseurs de gaz de charge G05/G06/G07/G08-KA-23-01 agissant en cascade sur le régulateur de débit du train de traitement localisé à l'entrée de la section de refroidissement de gaz.

en sortie de l'expandeur, le gaz se trouve à une pression de 21.8 barg et une température de -41 °C, le flux biphasique au refoulement de l'expandeur alimente alors l'absorbeur G1X-CA-32-01, l'énergie mécanique récupérée au niveau de l'expandeur par la détente du gaz haute pression est utilisée pour entraîner le compresseur de gaz résiduel G1X-KA-32-01 (les deux machines sont sur le même axe).

Les condensats recueillis au niveau du ballon d'alimentation de l'expandeur G1X-VL-32-01 sont détendus et combinés avec le flux bi-phasique au refoulement de l'expandeur pour alimenter la colonne d'absorption G1X-CA-32-01 .

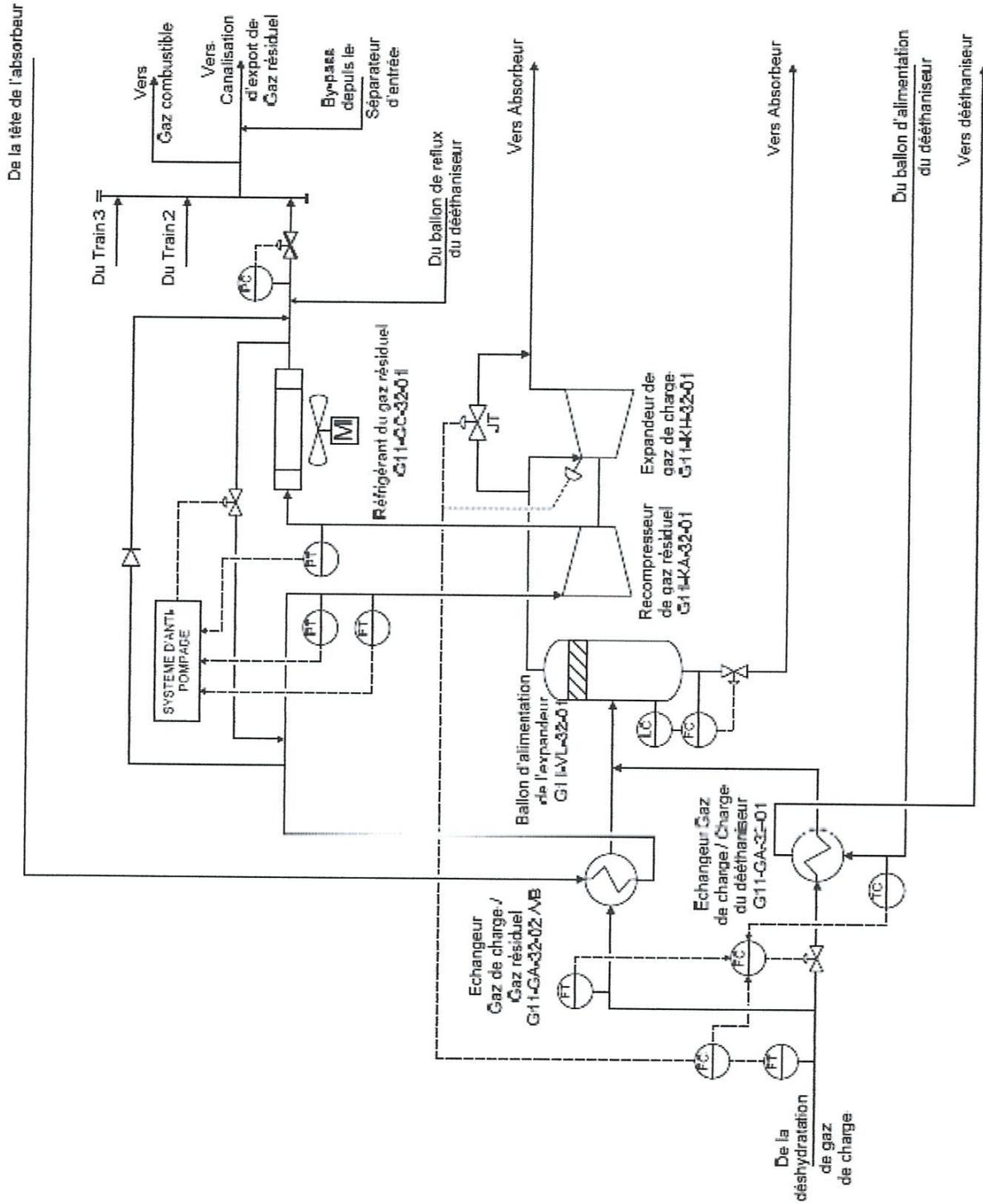


Figure 3.6 : schéma section de refroidissement (turbo expander)

✓ Section de déétanisation

L'absorbeur G1X-CA-32-01 reçoit des flux biphasiques (liquide / vapeur) provenant de la sortie de l'expandeur de gaz de charge G1X-KH-32-01 (ou de la vanne Joule-Thomson) et du fond du ballon d'alimentation de l'expandeur G1X-VL-32-01. L'absorbeur G1X-CA-32-01 est une colonne à plateaux à reflux sans rebouillage où la majorité de l'éthane et des composants plus légers sont séparés en tête de l'absorbeur, le reflux liquide de l'absorbeur provient du gaz de tête du déétaniseur G1X-CE-32-01, condensé dans l'échangeur de tête de l'absorbeur G1XGA-32-04 par le gaz froid sortant en tête de l'absorbeur, le liquide est récupéré dans le ballon de désengagement de l'absorbeur G1X-VL-32-06 avant d'alimenter l'absorbeur G1X-CA-32-01 sur le plateau de tête de la colonne, le liquide récupéré en fond de colonne est envoyé par la pompe d'alimentation du déétaniseur G1X-PA-32-01 A/B vers le condenseur du déétaniseur G1X-GA-32-03, où celui-ci est partiellement vaporisé, le flux biphasique ainsi formé entre dans le ballon d'alimentation du déétaniseur G1X-VL-32-03, le liquide récupéré dans ce ballon alimente l'échangeur gaz de charge / charge du déétaniseur G1X-GA-32-01 du côté calandre, le liquide y est partiellement vaporisé, ce fluide constitue l'alimentation principale du déétaniseur G1X-CE-32-01 au niveau du plateau n°21 du déétaniseur, le gaz sortant du ballon d'alimentation du déétaniseur G1X-VL-32-03 est lui envoyé, sous contrôle de pression différentielle, dans la colonne au niveau du plateau n°30, constituant ainsi l'alimentation secondaire du déétaniseur.

Le gaz de tête du déétaniseur G1X-CE-32-01 est partiellement condensé dans le condenseur du déétaniseur G1X-GA-32-03 par le liquide froid provenant du fond de l'absorbeur G1X-CA-32-01, puis envoyé vers le ballon de reflux du déétaniseur G1X-VL-32-02, le liquide condensé est renvoyé en tête du déétaniseur (au niveau du plateau n°41) via la pompe de reflux du déétaniseur G1X-PA-32-02 A/B, en fonctionnement normal, la pression du déétaniseur est maintenue à 28 barg par l'action de la vanne située sur la sortie gaz du ballon de désengagement de l'absorbeur G1X-VL-32-06.

Le rebouilleur du déétaniseur G1X-GA-32-05 est de type "Kettle", le liquide recueilli au niveau du plateau n°1 est envoyé vers le rebouilleur où il est partiellement vaporisé par l'huile chaude (utilisée comme fluide caloporteur). Le débit d'huile chaude est ajusté automatiquement afin de maintenir à une température donnée (dépendant de la pression de fonctionnement) le plateau sensible du déétaniseur G1X-CE-32-01, de manière à éliminer assez d'éthane dans le produit de fond de colonne pour satisfaire la spécification du GPL en fraction C₂, la partie non vaporisée dans le rebouilleur G1X-GA-32-05 rejoint le fond du

✓ **Unité 34 : Export du gaz résiduel**

Le gaz résiduel issu de chacun des trains de traitement est rassemblé sur le collecteur commun de gaz résiduel.

Le gaz résiduel est ensuite transféré vers CINA par une nouvelle canalisation de 40", le gaz est ré-injecté dans la ligne existante de 40" vers le CIS par un piquage proche de celui du gaz de charge, une vanne de 40" fermée est installée entre les deux piquages.

Un bypasse muni d'une vanne de contrôle et d'un contrôle de pression permet de bypasser directement l'usine GPL ZCINA au niveau de CINA dans le cas où GPL ZCINA ne peut pas traiter la charge gaz (partiellement ou totalement).

✓ **Unité 32 : Section de débutanisation**

Le débutaniseur G1X-CB-32-01 est une colonne de distillation avec reflux et rebouillage comportant 43 plateaux et deux alimentations, l'alimentation principale entre dans la colonne au niveau du plateau n°28.

La pression du débutaniseur est maintenue à 17.9 barg par la vanne de contrôle de tête de colonne, le gaz de tête est totalement condensé dans l'aéro-réfrigérant G1X-GC-32-02, le GPL condensé est recueilli dans le ballon de reflux du débutaniseur G1X-VL-32-05, une partie du débit liquide formé est pompée vers le plateau de tête du débutaniseur par la pompe de reflux G1X-PA-32-03 A/B, ceci constitue le reflux de la colonne, le reste du débit de GPL correspond à la production du train de traitement, en condition normale, la production en GPL du train est dirigée sur le collecteur commun de GPL "aux spécifications" puis envoyé vers la section de stockage et d'export du GPL.

Un flux riche en isopentane est soutiré du plateau n°8 sous contrôle de débit afin de satisfaire les spécifications sur le GPL et sur l condensât e, l'isopentane produit est pompé par la pompe d'expédition d'isopentane G1X-PA-32-04 A/B puis refroidi à 60 °C à travers le l'aéro-réfrigérant d'isopentane G1X-GC-32-03, la production de chaque train est ensuite rassemblée sur le collecteur commun de retour d'isopentane

Le rebouilleur du débutaniseur G1X-GA-32-06 est de type "Kettle" : le liquide recueilli au fond de colonne est partiellement vaporisé par de l'huile chaude (utilisée comme fluide caloporteur). le débit d'huile chaude est ajusté automatiquement afin de maintenir à une température donnée le plateau sensible du débutaniseur G1X-CB-32-01.

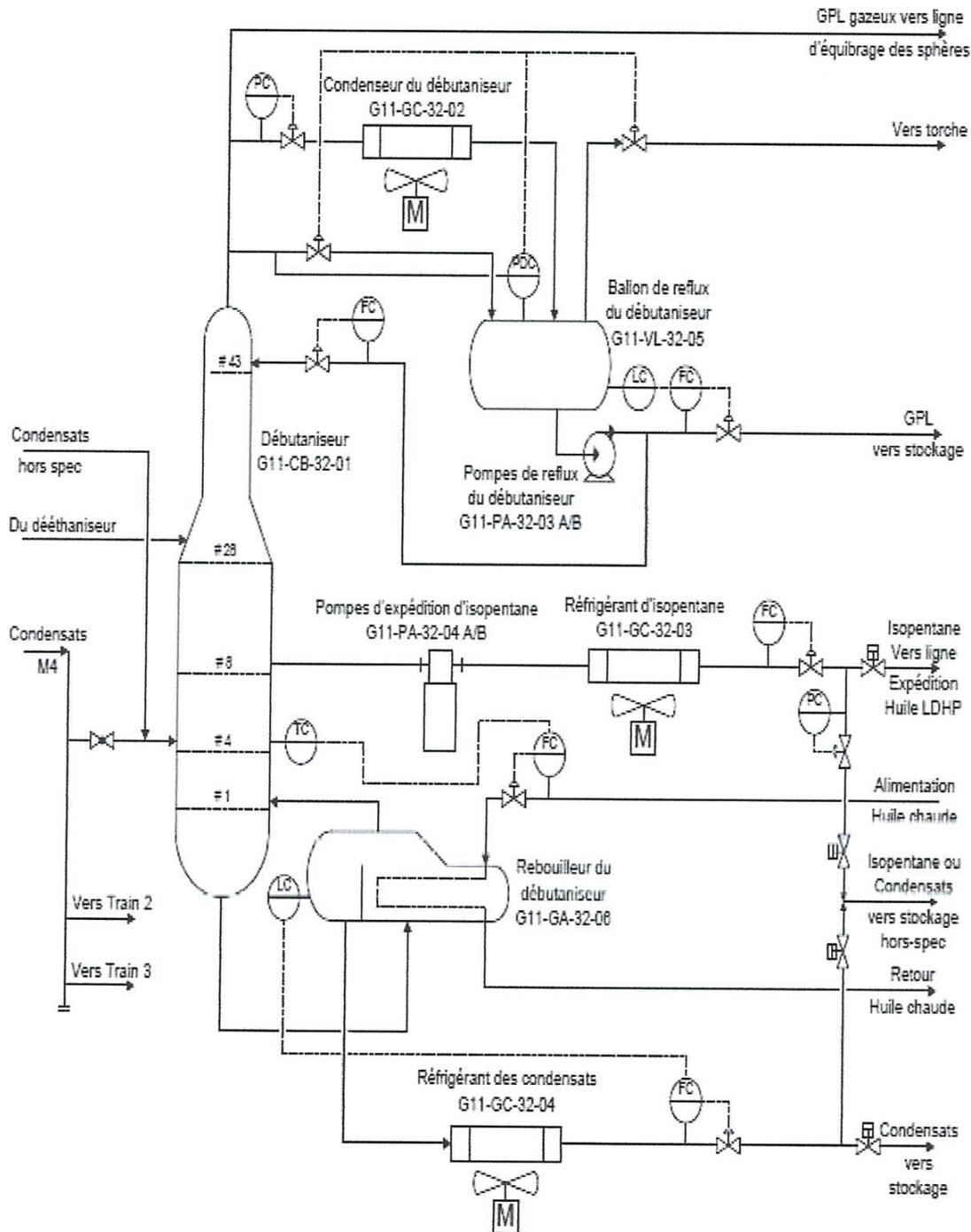


Figure 3.8 : schéma section débutanisation

En fonctionnement normal une température de 194 °C est maintenue en fond de colonne de manière à satisfaire la spécification de tension de vapeur du condensat produit.,la partie vapeur retourne vers le plateau de fond de la colonne.

La partie non vaporisée dans le rebouilleur G1X-GA-32-06 constitue la production en condensât du débutaniseur.

Le condensât est envoyé sous pression vers l'aéro-réfrigérant G1X-GC-32-04 où il est refroidi à 60 °C. En condition normale, la production en condensat du train est dirigée sur le collecteur commun de condensât "aux spécifications" puis envoyé vers la section de stockage et d'export du condensât.

✓ **Unité 33 : Stockage, export et recyclage du GPL :**

Le GPL produit au niveau du ballon de reflux du débutaniseur de chaque train G11/G12/G13- VL-32-05 alimente la section de stockage via le collecteur commun de GPL aux spécifications et/ou le collecteur commun de GPL hors spécifications.

Le système de stockage de GPL se compose au total de quatre sphères identiques d'un volume total unitaire de 500 m³. Trois de ces sphères (31G-RD-33-01 A/B/C) sont uniquement dédiées à recevoir et stocker du GPL répondant aux spécifications (fractions en C₂ et en C₅₊) et ne sont donc alimentées que par le collecteur de GPL on-spec, la sphère de stockage de GPL hors-spec 32G-RD-33-01 est normalement dédiée à recevoir et stocker temporairement du GPL hors-spec lorsque l'on en produit, mais elle peut aussi être utilisée comme une sphère "on-spec" si on le désire, en effet, elle est à la fois connectée au collecteur de production de GPL hors-spec et au collecteur de production de GPL on-spec. la pression de toutes les sphères est régulée pour être maintenue entre 15 barg et 21 barg.

La mise sous pression à 15 barg est assurée par une ligne commune de gaz provenant de la tête des débutaniseurs, en cas d'augmentation de pression, le ciel gazeux des sphères est évacué vers l'une des torches froides (via le collecteur évent GPL) à partir d'une pression de 21 barg.

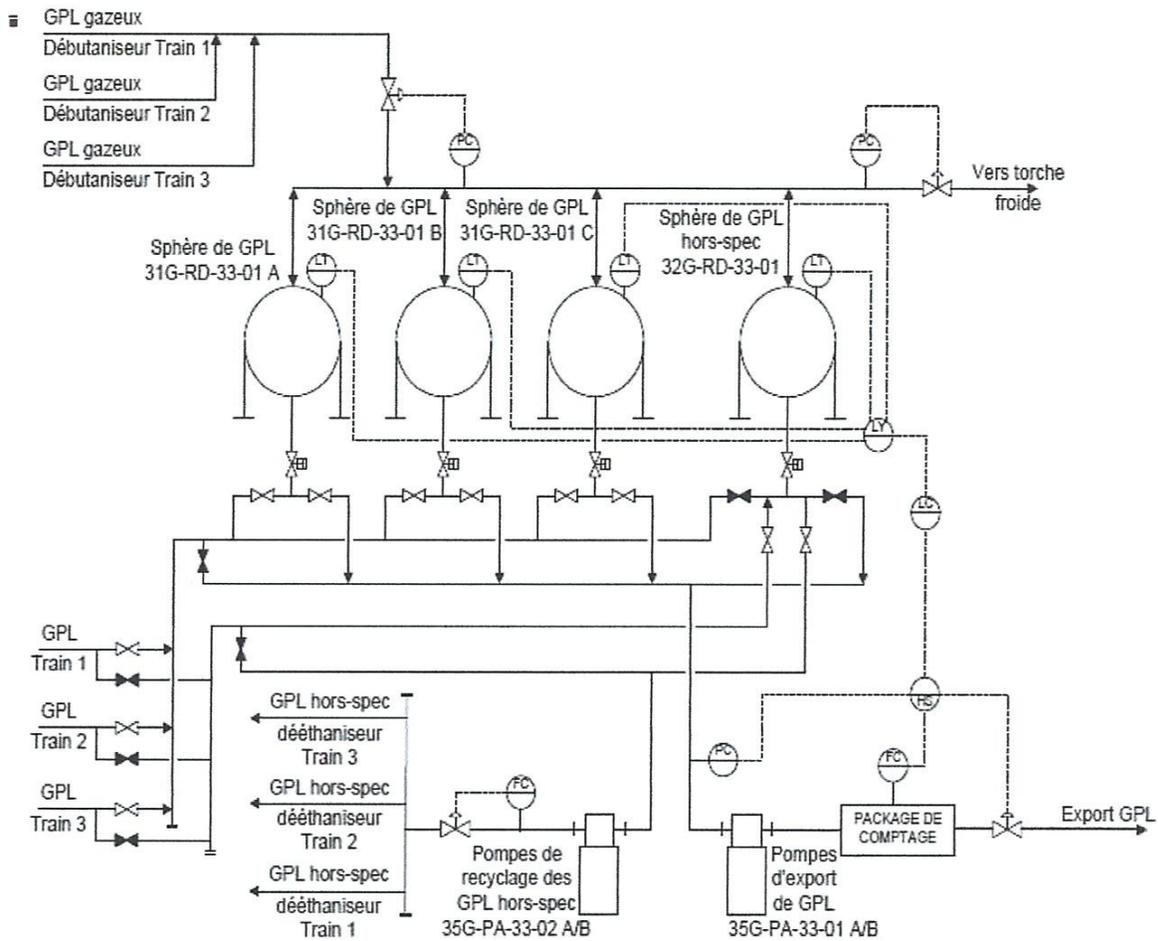


Figure 3.9 : schéma section stockage, export et recyclage du GPL

Les sphères peuvent fonctionner selon quatre configurations : service normal / vidange / remplissage / isolée, en plus de cela, un commutateur permet de choisir le mode dans lequel opère la sphère 32G-RD-33-01 : soit "onspec", soit "hors-spec".

Les sphères sont utilisées comme volume tampon avant l'export du GPL.

✓ **Unité 35 : Stockage, export & recyclage du condensat**

Les condensats produits au niveau du rebouilleur du débutaniseur de chaque train G11/G12/G13-GA-32-06 sont refroidis et alimente la section de stockage via le collecteur commun de condensats stabilisés et/ou le collecteur commun de condensats hors spécifications.

Le système de stockage des condensats se compose au total d'un ballon et de trois bacs. deux de ces bacs (31CRA-35-01 A/B) sont des bacs à toit flottant d'une capacité unitaire totale d'environ 1000 m³, ils sont dédiés à recevoir des condensats stabilisés répondant aux spécifications (TVR inférieure à la valeur limite prévenant le dégazage selon la saison) et provenant des trains de production via le collecteur de condensats stabilisés, dans le cas de non-respect des spécifications, les condensats non stabilisés sont acheminés par le collecteur "hors-spec" vers le bac de stockage hors-spec à toit fixe 32C-RL-35-01 d'une capacité totale de 1000 m³ avec passage intermédiaire par le ballon de dégazage 32C-VD-35-01, qui permet l'élimination du gaz flashé vers la torche basse pression.

Le bac de stockage de condensats hors spec 32C-RL-35-01 reçoit aussi d'autres flux d'hydrocarbures :

- des flux ayant été dégazés et ne passant pas par le ballon de dégazage : les liquides des ballons de torche chaude et basse pression.
- des flux provenant des trains de production et empruntant le collecteur hors spec vers le ballon de dégazage :

Les liquides des ballons de drains fermés et l'isopentane produit lorsqu'il n'est pas possible de l'exporter.

En opération normale, un bac de stockage à toit flottant 31C-RA-35-01 A ou B est en remplissage pendant que le second est en phase de vidange vers l'export.

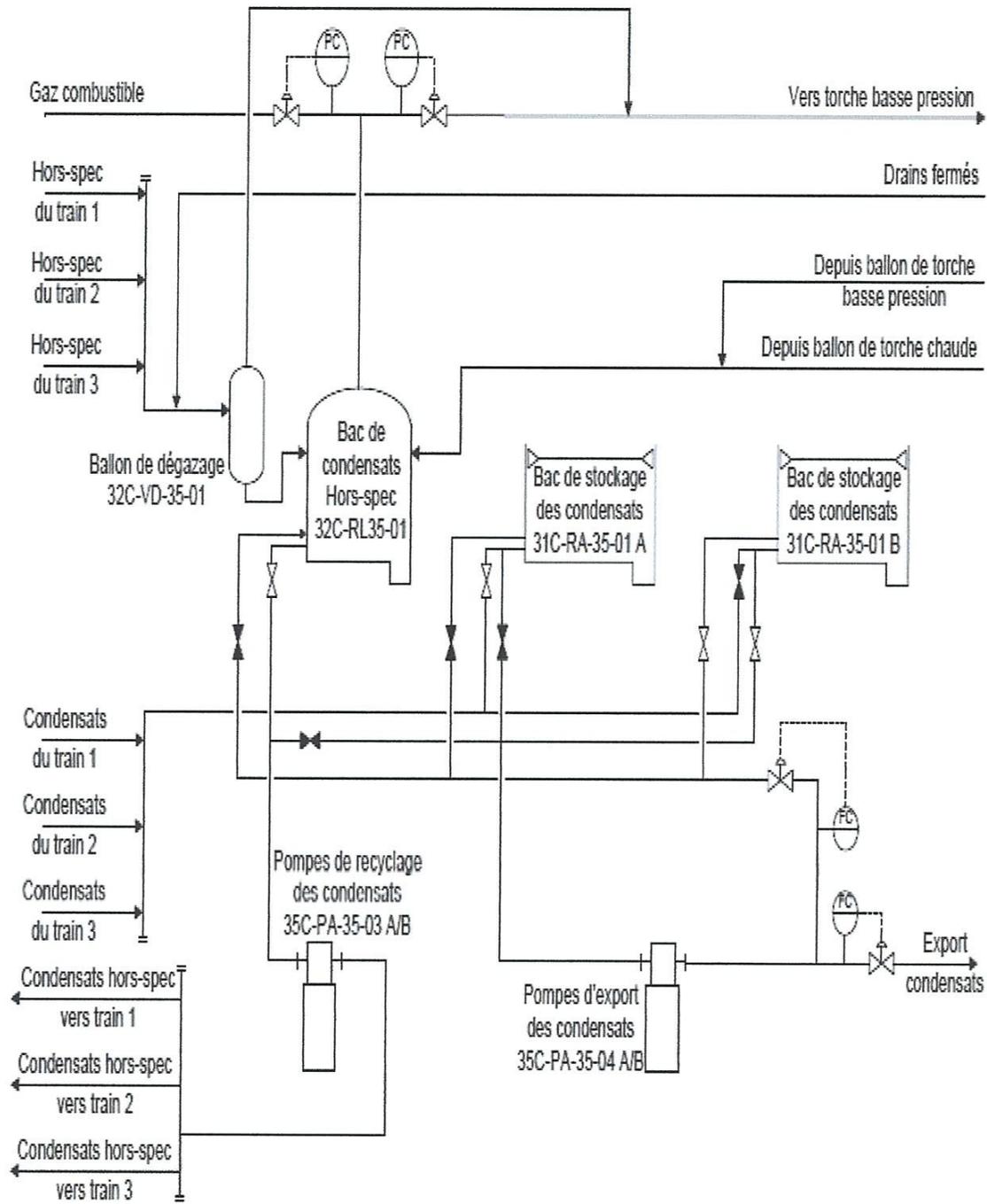


Figure 3.10 : schéma section stockage, export et recyclage du condensât

✓ **Unité 37: Import & Distribution du condensat M4 de CINA et expédition de l'isopentane.**

Le condensât produit dans l'unité GPL de CINA est transféré dans le ballon existant M4 de CINA où les condensâts sont séparés des eaux huileuses, les condensâts récupérés sont expédiés dans la canalisation de condensât vers l'usine GPL ZCINA via les nouvelles pompes d'export de condensât de CINA 350-PA-35-05 A/B, à l'arrivée à GPL ZCINA, le condensât M₄ est réparti sur les trois trains de traitement et est injecté comme charge secondaire au niveau du plateau n°4 du débutaniseur.

L'isopentane, produit par les trains de traitement et rassemblé sur le collecteur commun de retour d'isopentane, est injecté dans la nouvelle ligne d'expédition d'huile de LDHP ZCINA et est ainsi retourné avec cette huile vers CINA.

3.4 Description des systèmes utilisés :

✓ **Unité 41: système d'huile chaude :**

L'unité d'huile chaude permet de fournir l'énergie requise pour le fonctionnement des rebouilleurs du déétaniseur et du débutaniseur par l'intermédiaire d'un fluide caloporteur. chaque train est équipé d'une boucle d'huile chaude. la description qui suit concerne le train n°1 (préfixe 481).Le système de l'huile chaude contient :

- Un bac de stockage 480-RA-41-01 d'huile chaude d'une capacité de 123 m³.
- Filtre de charge en huile chaude 480-MB-41-02 A/B permet la rétention de toute particule de taille supérieure ou égale à 150 µm.
- Le ballon d'expansion d'huile chaude 481-VL-41-01 permet l'expansion thermique du volume de la boucle d'huile chaude.
- Les pompes de circulation d'huile chaude 481-PA-41-01A/B.
- Le four d'huile chaude 481-UF-41-01, four vertical à tirage naturel. Il utilise du fuel gaz comme gaz combustible.
- Les filtres 481-MB-41-01A/B pour éliminer les solides et les produits de la dégradation de l'huile.
- L'aéroréfrigérant 481-GC-41-01 sert à refroidir l'huile chaude en dessous de 175°C pendant les phases de démarrage.
- Le ballon de drain d'huile chaude 481-VL-41-02 est un ballon horizontal situé dans une fosse de façon à recevoir l'huile chaude par gravité lors de la vidange d'un équipement ou de la boucle.

✓ **Unité 42 : 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 et d'une pompe doseuse (2 x 100%).

- Package d'injection de produit méthanol 450-UO-42-05
- Package d'injection d'inhibiteur de corrosion pour pipeline 450-UO-42-04 de gaz de charge
- Package d'injection d'inhibiteur de corrosion du séparateur d'entrée G01-UO-42-01
- Package d'injection de biocide 450-U

✓ **Unités 43: Torches**

Les réseaux de torche récupèrent les gaz de dépressurisation et d'échappement des soupapes de l'usine GPL, trois réseaux de torchage sont définis selon la contre-pression et la température engendrée par l'écoulement des fluides dans le réseau.

- Système torche froide
- Système torche chaude
- Système torche basse pression

✓ **Unité 44 : traitement des eaux huileuse**

Les eaux huileuses proviennent des eaux de procédé d'une part et du réseau de drains ouverts d'autre part. Le traitement des eaux huileuses s'effectue en deux étapes, une première étape de séparation en continu pour les eaux de procédé et une séparation par intermittence pour les eaux de drains ouverts, une seconde étape de séparation où les eaux pré-déshuilées de ces deux systèmes alimentent sous pression une unité de filtration sur résines coalescentes.

L'unité de traitement des eaux huileuse contient :

- un ballon de flash des eaux huileuses 4K0-VD-44-01
- un séparateur lamellaire constitué de plaques 4K0-RH-44-01 (séparateur CPI)
- un réservoir de collecte des huiles 4K0-ZY-44-02
- le bassin tampon 470-ZY-44-01
- le bassin séparateur API 470-RH-44-02 A/B
- l'unité de filtration sur résines coalescentes (résines oléophiles) 4K0-VJ-44-01 A/B
- les bassins d'évaporation 193-RP-56-01A/B
- une fosse à boues en béton 4K0-ZY-44-02

- les pompes 4K0-PF-44-01 A/B, les pompes 4K0-PA-44-01 A/B

✓ **Unité 45: gaz combustible**

Au démarrage de l'unité, le gaz combustible alimentant les réseaux HP et BP est soutiré au niveau du manifold d'entrée.

➤ **Système Gaz combustible haut pression :**

Ce réseau permet d'alimenter les turbines à gaz des compresseurs du gaz de charge, elle est capable de traiter le fuel gaz nécessaire aux 4 trains de traitement. Après le démarrage des compresseurs le gaz combustible à haute pression est collecté au refoulement de ses dernier

➤ **Système Gaz combustible basse pression :**

Ce réseau permet d'alimenter les fours d'huile chaude, les fours de gaz de régénération, les collecteurs et sous collecteurs des torches en gaz de balayage, les pilotes des torches, les ballons de flash des condensats et le bac de stockage des condensats hors-spec. Après le démarrage des trains de traitement le gaz combustible basse pression provient du manifold de gaz résiduel en aval de l'absorbeur.

✓ **Unité 50: Eau brute**

L'eau brute provenant d'un puits foré dans la couche aquifère Eocène est délivrée par pompe, chlorée par le package d'injection d'hypochlorite de calcium, puis filtrée à 100 µm par un filtre à panier. Cette eau alimente le package de traitement d'eau potable.

✓ **Unité 53 : Eau potable et eau de service**

L'eau de nappe eocène chlorée et filtrée alimente le package de traitement d'eau potable par nano filtration (4P0-UO-53-01) installé dans un conteneur, elle subit d'abord un prétraitement à travers d'un filtre à sable puis traverse un filtre à charbon actif pour déchloration et enfin subit une microfiltration sur filtres à cartouches (10 microns puis 1 micron), un anti-dépôt est injecté pour empêcher l'encrassement et la détérioration des membranes de nano filtration placées en aval, la pompe haute pression alimente à la pression requise le train de membranes de nano filtration, l'eau traitée en sortie de package est conforme aux normes algériennes pour l'eau potable, l'eau potable est stockée dans le réservoir d'eau potable 4P0-VL-53-01 et desservie vers les consommateurs par la pompe d'eau potable 4P0-PA-53-01A/B.

✓ **Unité 56: Drains ouverts**

Le réseau des drains ouverts collecte principalement les eaux de pluie, les eaux d'extinction des feux, les eaux de lavage, les égouttures sur toutes les aires dallées.

✓ **Unité 57: Drains fermés**

L'usine ZCINA est pourvue de plusieurs réseaux de drain fermé chaud commun aux drains fermés pour maintenance et aux drains dits opérationnels pour drainage automatique ou non d'équipements sous pression en opération contenant peu ou pas de liquide (ex : ballon de gaz combustible, drainage des corps des compresseurs avant démarrage)

✓ **Unité 62 : Stockage et distribution de diesel**

Le diesel est utilisé en tant que combustible de secours, ces consommateurs sont le package diesel de compression d'air 420-UO-63-01, le groupe électrogène de secours 6P0- UO-84-01 et la pompe d'eau incendie 700-PA-71-02C, le système doit assurer la disponibilité immédiate du diesel pour les consommateurs.

✓ **Unité 63: Air de service et instrument**

L'unité 63 produit l'air instrument, l'air nécessaire à la production d'azote et l'air service.

Le système se compose d'une compression d'air, d'une réserve d'air service, d'une unité de séchage d'air et d'une réserve d'air instrument.

✓ **Unité 64: Azote**

Le système d'azote est constitué de l'azote basse pression (entre 5 barg et 8 barg) et de l'azote haute pression à 40 barg.

L'azote basse pression est utilisé en permanence dans l'usine, il sert à assurer l'étanchéité des garnitures des compresseurs et de certaines pompes et à maintenir sous atmosphère inerte certains stockages, il est aussi utilisé à la demande pour l'inertage des lignes et des capacités lors des démarrages ou lors des phases de maintenance.

l'azote à haute pression ne sert qu'au remplissage de bouteilles d'azote.

✓ **Unité 66 : Traitement des eaux usées**

Les effluents sanitaires provenant de différents bâtiments ainsi que du camp DSP et du poste de garde sont réceptionnés dans une fosse tampon puis repris par pompe et dirigés vers l'unité de traitement biologique.

✓ **Unité 71 : Système d'eau incendie**

L'usine GPL ZCINA dispose d'un système d'eau incendie comprenant une alimentation en eau, deux réservoirs de stockage d'eau incendiée, une pomperie d'eau incendie et un réseau de distribution d'eau incendié maillée et enterrée.

- Alimentation en eau brute et stockage d'eau incendiée

L'eau brute servant de source pour le système d'eau incendie provient d'un puits foré à l'intérieur de l'enceinte de GPL ZCINA et atteignant la couche aquifère eocène, l'eau brute, délivrée par la pompe de puits d'eau incendie 700-PS-71-01, est tout d'abord traitée par injection de biocide pour prévenir la prolifération bactérienne, elle est ensuite filtrée par un filtre à panier à nettoyage manuel 700-MB-71-01 A/B (2 x 100%) avant d'être stocké dans les réservoirs d'eau incendie (700-RL-71-01 A/B).

- Pomperie et réseau d'eau incendie

L'alimentation des pompes incendie est réalisée à partir d'un seul réservoir d'eau incendie 700-RL-71-01 A ou B, l'autre réservoir étant en secours, le basculement du réservoir en service vers le réservoir en secours est réalisé manuellement en local par un opérateur.

La pomperie d'eau incendiée est composée de :

- deux pompes jockey électriques 700-PA-71-01 A/B (2 x 100 %)
- deux pompes incendie électriques 700-PA-71-02 A/B (2 x 50 %)
- une pompe incendie diesel

Chapitre 4 :

Simulation et résultats

Dans ce chapitre, nous entamons l'étude d'optimisation des paramètres de marche de la colonne débutaniseur, cette dernière a comme objectif d'améliorer la production en condensât et de minimiser le débit de soutirage de l'isopentane tout en gardant les spécifications du GPL et du condensât dans les normes de commercialisation, en effet, actuellement le condensât produit possède une TVR comme le montre la figure 4.11 ne dépassant pas 6,53 psi, ce qui laisse une marge pour une fraction supplémentaire de l'isopentane dans le condensât allant à une TVR de 10 psi en hiver pour le condensât, par contre la TVR du condensât 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 condensât, 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. par la suite on a procédé à une vérification de la simulation du cas actuel.

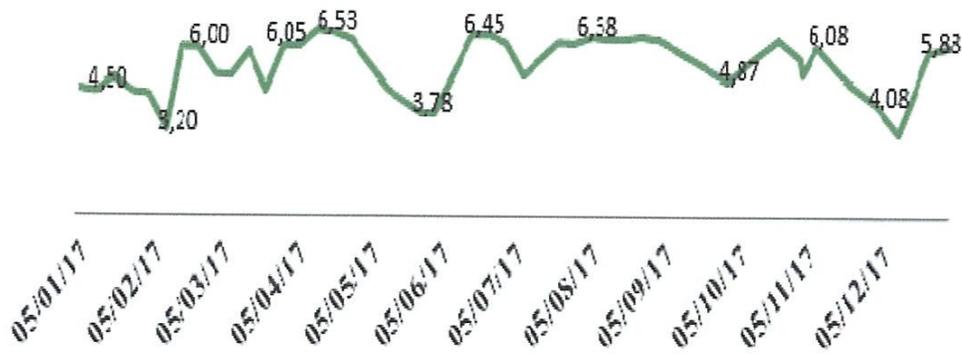


Figure 4,11 : Variation de la TVR au cours de l'année (donnés de laboratoire de Zcina)

La simulation du train de production du GPL et condensât a été réalisée avec le logiciel Hysys V8.0, en utilisant le modèle thermodynamique Peng Robinson, ci-après la figure représente le PFD de l'unité.

4.1 Généralités sur la simulation :

Le développement de l'informatique dans le domaine de simulation, nous permet de résoudre le problème de calcul manuel long, en utilisant comme outil des logiciels de simulation.

Les simulateurs existants tels que Aspen Plus, ChemCAD, Hysim, Hysys,

Pro-II sont les plus vendus et qui deviennent de plus en plus indispensables pour concevoir de nouvelles unités et pour optimiser les procédés industriels qui fonctionnent parfois loin de leur optimum.

Cela dit, le simulateur HYSYS est l'un des plus performants logiciels de simulation.

➤ **Simulation ?**

La simulation est définie comme étant la représentation d'un phénomène physique à l'aide de modèles mathématiques simples permettant de décrire son comportement simulation.

➤ **Autrement dit :**

La simulation permet de représenter par des modèles mathématiques les différents phénomènes de transfert de masse, d'énergie et de quantité de mouvement qui se produisent dans différentes opérations unitaires.

➤ **Utilisation du simulateur :**

Le simulateur peut être utilisé lors de la conception d'un procédé industriel afin de :

- Établir des bilans de matière et d'énergie d'un procédé industriel.
- Dimensionner les équipements de ce procédé.
ou bien dans le suivi des procédés qui sont déjà installés.
- Réajuster les paramètres de fonctionnement dans le cas de .changement de compositions de l'alimentation ou des conditions de fonctionnement de certains équipements.
- Déterminer les performances des équipements.

➤ **Fonctionnement de HYSYS :**

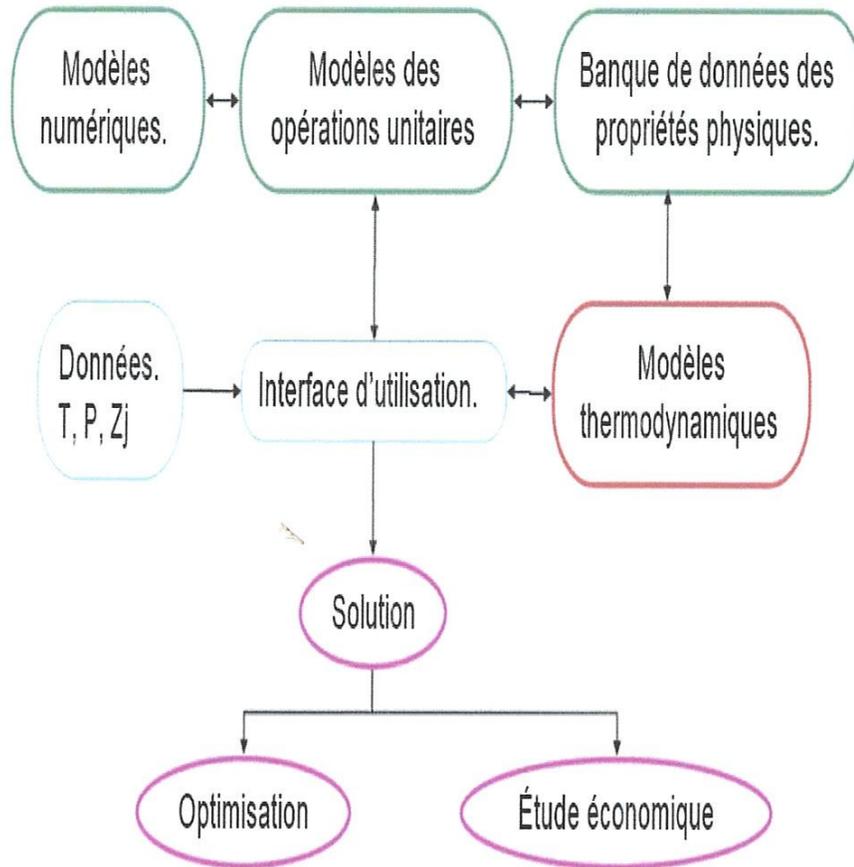
Pour réaliser une simulation avec le HYSYS, les étapes nécessaires sont :

- 1- Choix des composés.
- 2- Sélection d'un modèle thermodynamique.
- 3- Construction du PFD.
- 4- Spécification des courants et des unités.
- 5- Exécution du programme de simulation

- HYSYS résout le schéma de procédé.

- HYSYS peut aussi dimensionner quelques équipements (conduites, ballons et colonnes).

4.6 Structure générale du HYSYS :



4.2 Vérification du cas design :

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

Tableau 4.1 : Charge après la section déshydratation

Charge d'alimentation du train	Charge pauvre hiver 2018
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
Constituants	Composition 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

4.2.1 Simulation de la section Absorbeur G11-CA-32-01 :

Données de départ :

- ✓ Nombre de plateaux : 14
- ✓ Le diamètre de la colonne : 3,10 m
- ✓ La hauteur de la colonne : 14,50m

Nous considérerons dans de ce qui suit les abréviations suivantes :

D : design

S : simulation

L'erreur relatives des résultats de la simulation comparé aux donnés du constructeur est calculée comme suit :

$$erreur = \left| \frac{D - S}{D} \right| \times 100 \%$$

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

Tableau 4.2 : 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 4.2 illustre la comparaison entre les paramètres thermodynamiques de notre simulation et celles du constructeur, respectivement, du mélange biphasique à la sortie de l'expandeur et du liquide sortant du fond du ballon VL-32-01 après la vanne de détente 32-FV-01004 (voir la figure 4.3).

Le tableau 4.3 représente la composition molaire de l'alimentation de l'absorbeur dans le cas design et le cas simulé.

Tableau 4.3 : 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 4.4 montrent une comparaison entre les paramètres thermodynamiques de la colonne absorbeur pour le deux cas design et simulé.

Tableau 4.4 : 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 kgmole/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 4.5 montre la comparaison des compositions molaires des produits de tête et du fond de l'absorbeur entre le cas design et simule

Tableau 4.5 : 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	-

4.2.2 Simulation de la section détaniation 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 :

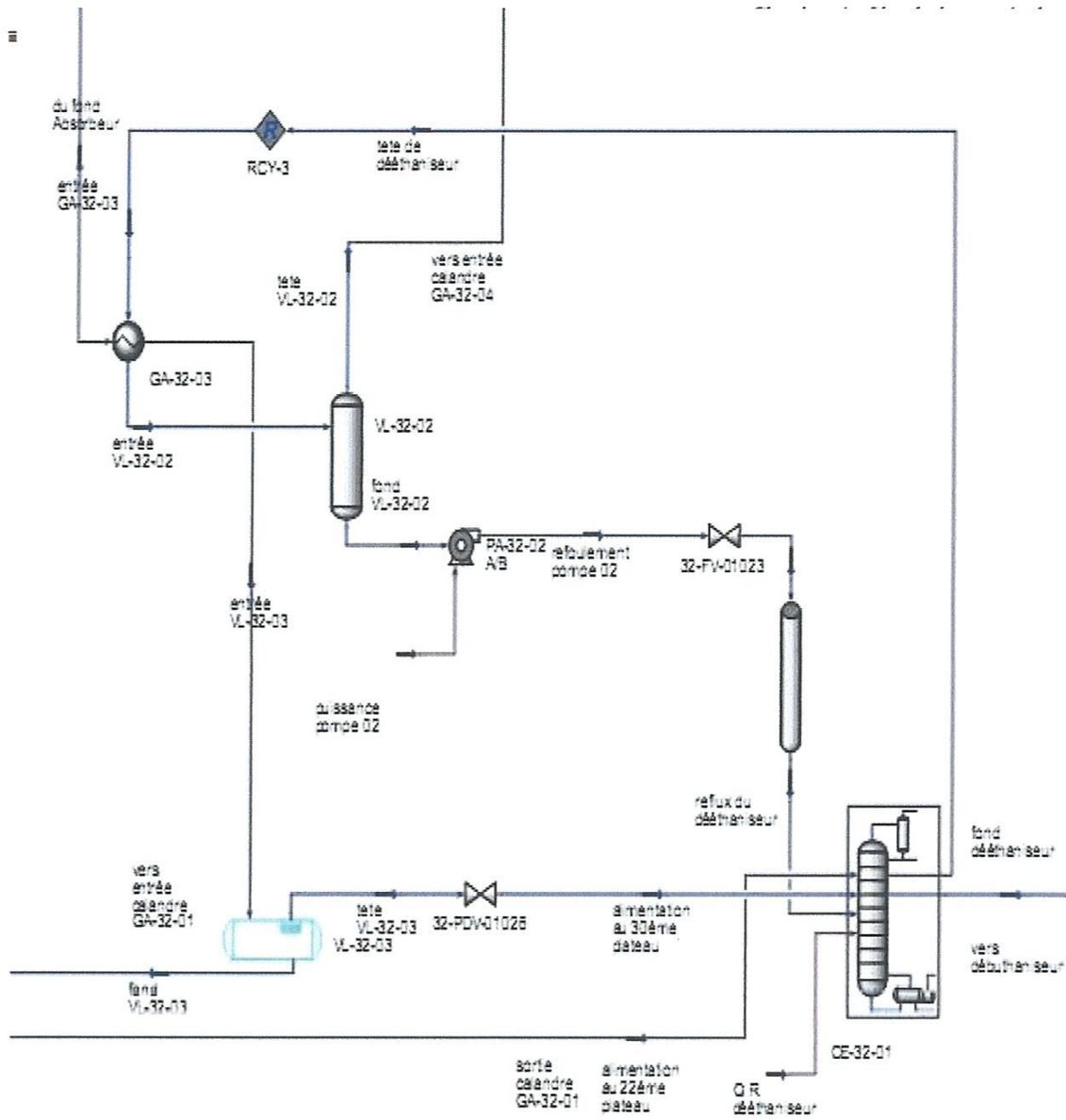


Figure 4,14 : PFD de la simulation section déshydratation.

Tableau 4.6 : Paramètres des charges d'alimentation du déétaniseur

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 4.6 montre la comparaison du cas simulé avec le cas design des paramètres thermodynamiques des deux charges d'alimentation du déétaniseur

Tableau 4.7 : composition de l'alimentation du déétaniseur

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 4.7 représente la comparaison entre les compositions molaires des charges d'alimentation du déétaniseur résultantes de notre simulation et les résultats données par le constructeur.

Tableau 4.8 : Paramètres du fond et tête du déétaniseur

Paramètres	Fond déétaniseur			Tête déétaniseur		
	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

Le tableau 4.8 nous renseigne sur la précision de notre simulation en comparant les résultats obtenus par cette dernière et les données du design. Cela est le cas pour les paramètres thermodynamiques des produits de tête et du fond du déétaniseur.

Tableau 4.9 : Composition du fond et tête déétaniseur

Constituants	Fond déétaniseur			Tête déétaniseur		
	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	-

Dans le tableau 4.9 nous montrons une comparaison entre la composition molaire du produit de tête et du produit de fond du déétaniseur dans le cas design et simulé

4.2.3 Simulation de la section débutaniseur G11-CB-32-01 :

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

Données de départ :

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

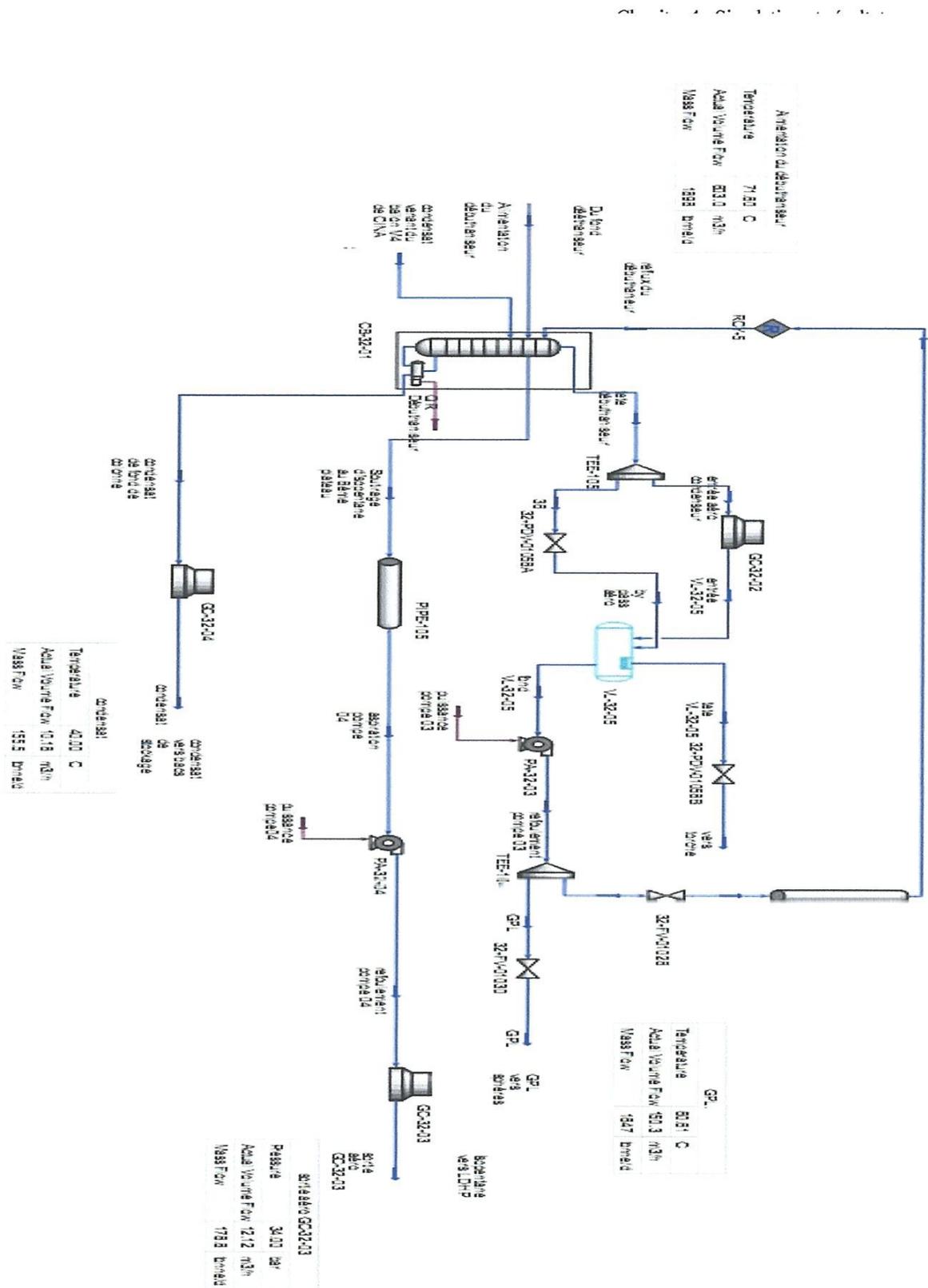


Figure 4,15 : PDF de la simulation section debutanisation

4.2.3.a produit GPL:

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

Tableau 4.10 : 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 4.11 : 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 4.12 : Paramètres du GPL produit

Paramètres	Design	Simulé	Erreur(%)
T (°C) sortiecolonne	73.00	71.88	1,53
P(barg) sortiecolonne	17.90	17.90	0,00
Densité(kg/m ³)	454,90	456.70	0,40
Poidmoléculaire	47,33	47.33	0,00
Débit massique (kg/h)	68440	68630	0.28

4.2.3. b Condensât stabilisé :

Tableau 4.13 : Compositions du condensât stabilisé

Constituants	Condenst (%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 4.14 : Débits molaire du condensât stabilisé

Constituants	Condensat (kgmole/h)		
	Design	Simulé	Erreur(%)
nC ₄	0,04	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 4.15 : Paramètres du condensât 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 (barg)	0,68	0,65	4,41

4.2.3.c Iso pentane soutiré à partir de plateau n°8 :

Tableau 4.16: Compositions de l'iso pentane 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 4.17 : Débits molaire d'iso pentane

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 4.18 : Paramètres d'iso pentane 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 (barg)	1,13	1,13	0,00

4.2.3.d Vérification du point de soutirage d'iso pentane design :

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

Ci-après le tableau récapitulatif, les résultats de la simulation représentant les paramètres de soutirage d'iso pentane comparés aux données design.

Tableau 4.19 : TVR du condensât stabilisé et isopentane soutiré

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

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

En effet, les simulations indiquent que les caractéristiques des flux entrant et sortants des colonnes absorbeur, déétaniseur et débutaniseur enregistrent des faibles erreurs qui ne dépassent pas 7% par rapport au données 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.

4.3 Vérification de la simulation du cas actuel :

4.3.1 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 4.20 : 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 MOLAIRE %	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

Remarque:

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

4.3.2 Comparaison entre cas actuel et cas simulé :

4.3.2.a Tête débutaniseur :

Tableau 4.21 : Vérification du cas actuel tête de débutaniseur

GPL Produit				
		Cas actuel	Cas simule	Erreur %
Propriétés	Débit masse [tonne/j]	1232,00	1233,00	0,08
	PCS [kcal/m ³]	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	

4.3.2.b Fond débutanisuer (Condensât) :

Tableau 4.22 : Vérification du cas actuel fond de débutaniseur

Condensât				
Propriétés		Cas actuel	Cas simule	Erreur %
	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
	nC ₆	40,23	40,7	1,17
nC ₇	31,52	32,7	3,74	
nC ₈	9,37	9	3,95	

4.3.2.c Soutirage au niveau huitième plateau (Iso pentane) :

Tableau 4.23 : Vérification du cas actuel pour le débit de débutaniseur

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
	nC ₆	15,17	15	1,12
	nC ₇	3,12	3,2	2,56
	nC ₈	0,6	0,6	0

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

4.4 Optimisation des paramètres de fonctionnement de la colonne débutaniseur:

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

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

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

Le débit de l'iso pentane 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.

4.4.1 Température du plateau sensible :

4.4.1.a Influence de la température du plateau sensible sur la production du GPL:

Tableau 4.24 : 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°
% C ₂ -	2,11	2,11	2,11	2,11	2,11	2,11	2,11	2,11
% (C ₃ +C ₄)	97,81	97,81	97,81	97,81	97,81	97,81	97,81	97,81
%C ₅₊	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/m ³	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 4.24, nous constatons que la variation de la température de chauffe n'a pas d'influence sur les spécifications du GPL. cela est dû à la présence du soutirage d'iso pentane 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 condensât et le débit d'iso pentane soutiré.

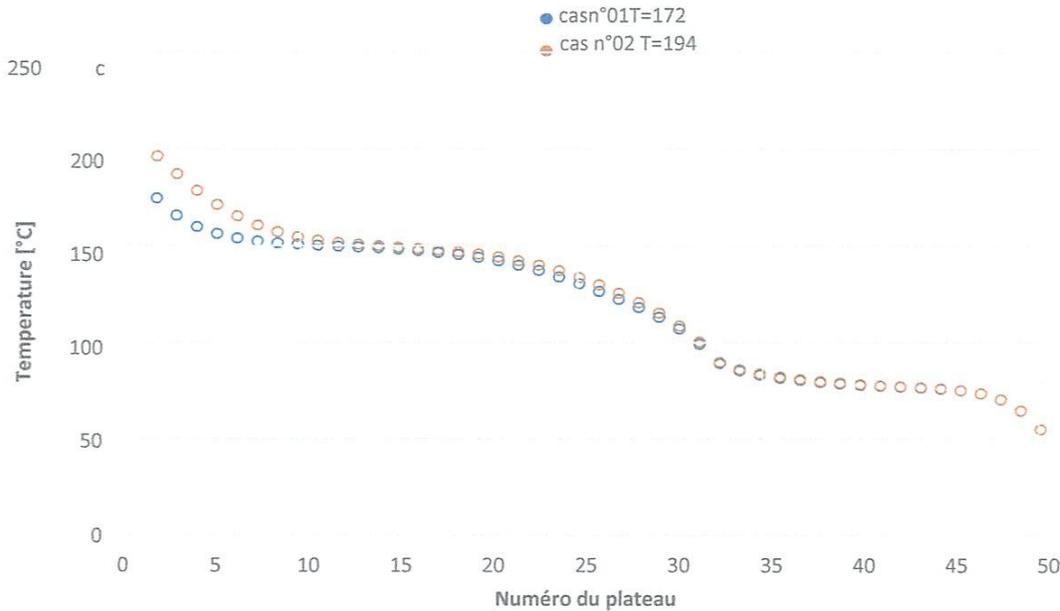


Figure 4.16 : Gradient de température dans la colonne débutaniseur

La figure 4.16 illustre le gradient de température dans la colonne débutaniseur 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 débutaniseur, 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 actuel.

4.4.1.b Influence de la température du plateau sensible sur le condensât :

Le tableau 4.25 montre l'influence de la température du plateau sensible respectivement sur la composition du condensât, TVR, la production et l'énergie consommée par le rebouilleur.

Tableau 4.25 : Influence de la température du plateau sensible sur le condensât

Propriétés	Condensât							
	T=194 °C	T=193 °C	T=184 °C	T=181 °C	T=177 °C	T=173 °C	T=172 °C	T=171 °C
% (C ₃ +C ₄)	0	0	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
%C ₅₊	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

4.4.1.c Influence de la température du plateau sensible sur l'iso pentane :**Tableau 4.26 : Influence de la température sur le débit de soutirage**

Propriétés	iso pentane							
	T=194	T=193°	T=184°	T=181°	T=177°	T=173°	T=172°	T=171°
% (C ₃ +C ₄)	0,42	0,43	0,48	0,51	0,56	0,66	0,67	0,74
% (IC ₅ +NC ₅)	80,69	81,2	85,03	86	87,1	87,97	88,15	88,32
%C ₆₊	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 condensât en particulier la TVR et le débit de l'isopentane.

Le tableau 4.26 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 la production du condensât a considérablement augmenté (de 145,4 t/j à 257,6 t/j), ce qui représente une augmentation de 77% tout en respectant les spécifications requises (tableau4.25).

Par conséquent la TVR de l'isopentane enregistre une faible augmentation qui est due au fait que la fraction de $IC_5 + nC_5$ a augmenté dans cette coupe, le tableau 4.25 montre qu'aucun gain en énergie de rebouillage n'a été constaté cela est dû à la forte augmentation du débit du condensât.

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

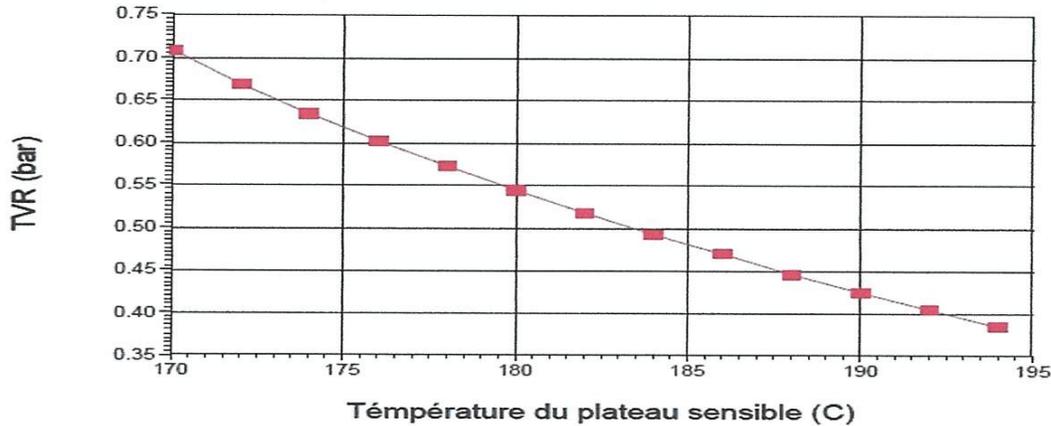


Figure 4.17 : variation de la TVR en fonction de la température du plateau sensible

Cette récupération avantageuse, en termes de débit, des C_{6+} dans le condensât, s'accompagne d'une augmentation dans la TVR. Si dessus, la figure 4.17 représente l'influence de la température du plateau sensible sur la TVR du condensât, 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 condensât 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.

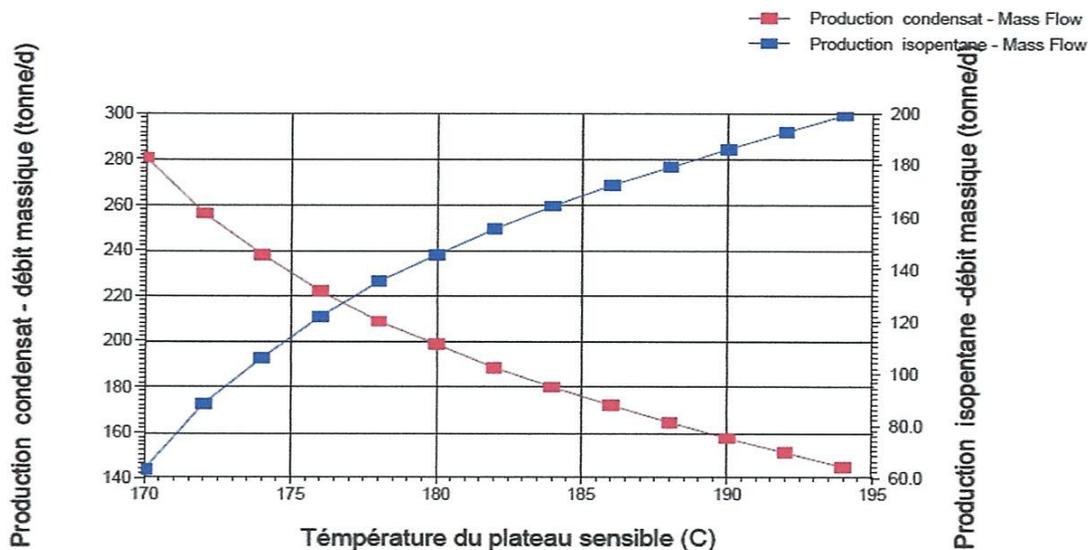


Figure 4.18 : variation du débit de condensât et d'iso pentane en fonction de la température

La variation de débit de soutirage d'isopentane et du débit de condensât en fonction de la température est mise en évidence dans la figure 4.18. celle-ci montre clairement une conservation du débit massique entre le condensât 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 iso pentane pour y être récupéré dans le condensât sans affecter les spécifications de GPL comme mentionné auparavant.

4.5 influence du débit de soutirage :

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 condensât.

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'iso pentane en vue. d'augmenter la production de GPL en augmentant la fraction de C₅ à sa limite commerciale.

Tableau 4.27 : Influence débit de soutirage sur le GPL

GPL					
Débit de soutirage [t/j]	70	75	80	85	90
% C ₂ -	2,11	2,11	2,11	2,11	2,11
% (C ₃ +C ₄)	97,23	97,4	97,58	97,75	97,84
%(IC ₅ +NC ₅)	0,68	0,5	0,32	0,14	0,05
%C ₆ +	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 4.27, 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 4.19, 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 4.20, et cela en respectant ses spécifications commerciales (%C₂⁻<3% et %C₅⁺<0,4%).

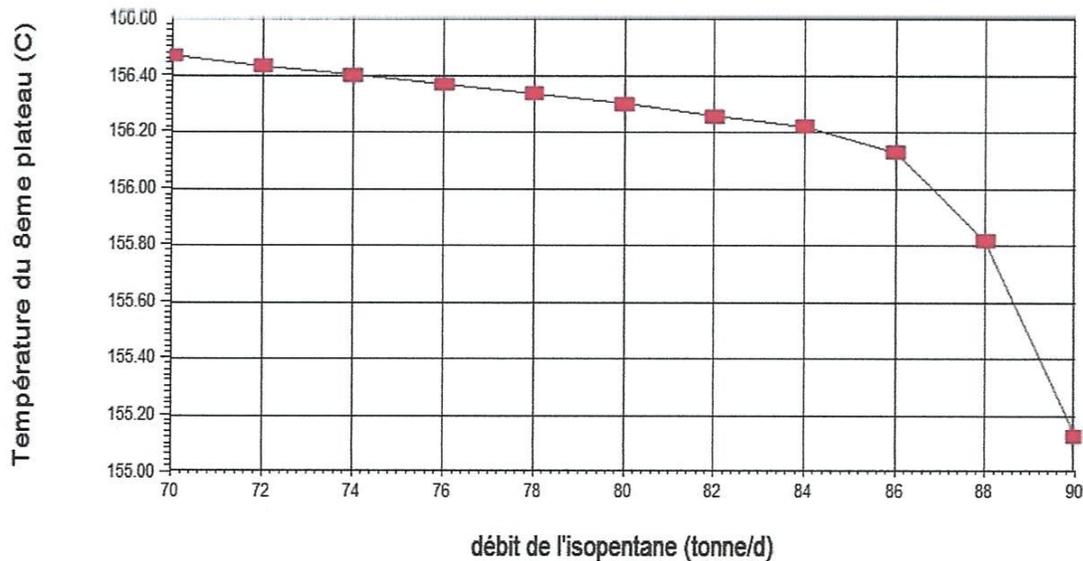


Figure 4.19 : Influence du débit de soutirage sur la température du 8ème plateau

La figure 4.19 nous renseigne sur l'augmentation de la production du GPL en fonction de la diminution du débit de soutirage de l'iso pentane.

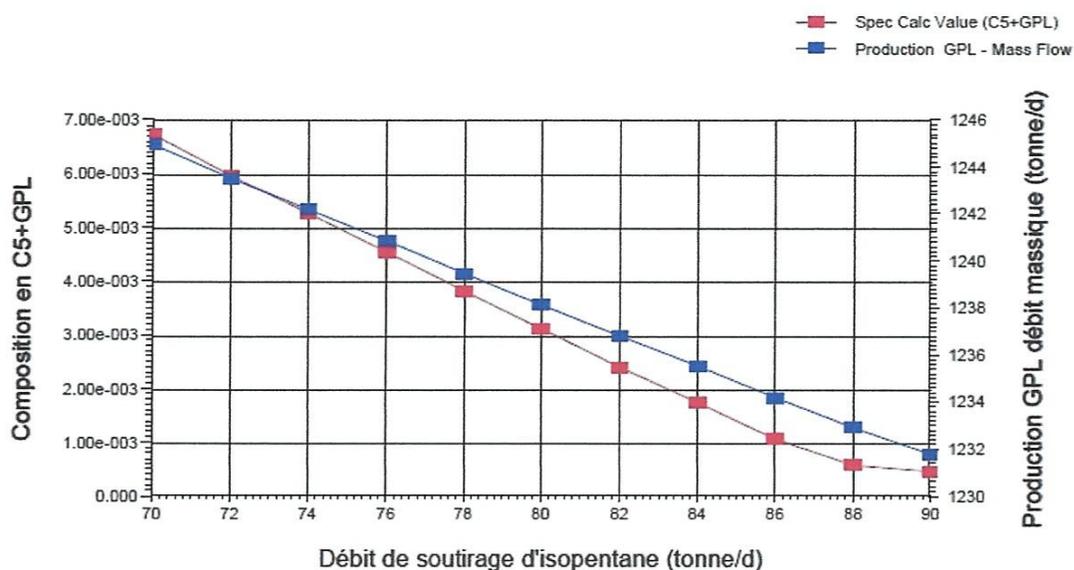


Figure 4.20: Influence de débit de soutirage sur la production du GPL

Il a été également constaté que la variation de débit d'isopentane a une influence peu significative sur le condensât comme représenté sur le tableau 4.28 où nous remarquons une très légère augmentation dans la fraction C_6^+ qui conduit une récupération supplémentaire de condensât d'environ de 2T / j pour chaque train.

Tableau 4.28 : Influence débit de soutirage sur le condensât

Condensât					
Débit de soutirage [T/j]	70	75	80	85	90
% C_2^-	0	0	0	0	0
% (C_3+C_4)	0	0	0	0,01	0,06
%(IC_5+NC_5)	47,68	47,58	47,49	47,40	47,18
% C_6^+	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

4.6 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 condensât ne doit pas dépassé 10 psi (0,68 bar).

Le tableau récapitulatif suivant (Tableau 4.29) regroupe les nouveaux paramètres de la colonne après optimisation respectant ainsi les spécifications des produits.

Tableau 4.29 : 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 [barg]	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

Néanmoins les spécifications décrites ci-dessus ne sont pas les seules contraintes que l'exploitant doit surmonter.

Le bon fonctionnement des équipements de traitement est un facteur important dans le métier de l'exploitant, le choix des nouveaux paramètres du débutaniseur (température, pression et débit de soutirage d'iso pentane) doit permettre un bon fonctionnement de la colonne débutaniseur, du rebouilleur, condenseur de tête et des pompes d'évacuation de l'isopentane en restant dans les limites de leurs exploitations, pour cela une vérification des conditions de fonctionnement de ces équipements s'impose :

- Vérification de la capacité d'évacuation de la ligne du condensat vers le bac .
- Vérification de l'engorgement .
- Vérification du NPSH de la pompe d'isopentane.

4.6.1 Vérification de la capacité d'évacuation de la ligne du condensat vers le bac :

Notre optimisation est essentiellement basée sur l'abaissement de la température de rebouillage, de ce fait un débit de condensât plus important résulte de ce changement dans la température.

La conduite liant le fond du rebouilleur au bac de stockage traversant l'aéro-réfrigérant doit assurer l'évacuation de ce débit supplémentaire du condensât afin d'éviter l'augmentation du niveau du liquide dans le rebouilleur [Annexe B].

Le niveau liquide dans le rebouilleur du débutaniseur G1X-GA-32-06 est régulé par le contrôleur 32-LIC-0X020 qui agit en cascade sur le contrôleur de débit 32-FIC-0X029 permettant de modifier la position de la vanne 32-FV-0X029 et ainsi d'adapter le débit des condensâts vers les bacs de stockage en sortie de l'aéro-réfrigérant G1X-GC-32-04, mesuré par le transmetteur 32-FT-0X029, lorsque le niveau est audessus du point de consigne (Alarme haute 750 mm 56,25%), le contrôleur tend à ouvrir la vanne 32-FV-0X029 et lorsque le niveau est en dessous point de consigne (Alarme basse 630mm 48,75), il tend à fermer cette vanne, voir la figure III-8.

Nous avons effectué un essai sur DSC qui a confirmé que la conduite peut évacuer un débit de $30,6 \text{ m}^3/\text{h}$ (460 tonnes/jour) via la vanne 32-FV-0X029 ouverte à 100%, ce débit est largement supérieur au débit résultant des nouveaux paramètres de l'optimisation qui est de $17 \text{ m}^3/\text{h}$ soit 259,6 tonnes/jour.

4.6.2 Vérification de l'engorgement :

La figure 4.21 montre une évolution du taux d'engorgement dans la colonne débutaniseur, d'après le profil de l'engorgement, la modification des paramètres de la colonne influe d'une manière peu significative, comparé à celui du fonctionnement actuel, en effet l'engorgement enregistre un maximum de 38% dans la zone d'épuisement entre le 1^{er} et le 28^{ème} plateau, on constate d'après la figure une légère augmentation comparé au cas actuel, ce pendant la zone de rectification enregistre un taux d'engorgement important avec un maximum de 74% cela est dû au taux de reflux de 1,2 qui est supérieur au taux de reflux

design qui est de 0,9, les taux d'engorgement calculés pour le cas optimisé sont similaires à ceux du cas actuel ce qui nous réconforte dans le choix des nouveaux paramètres de fonctionnement de la colonne voir la température du plateau sensible, 172°C, et le débit de soutirage de l'iso pentane, 80 tonne/j.

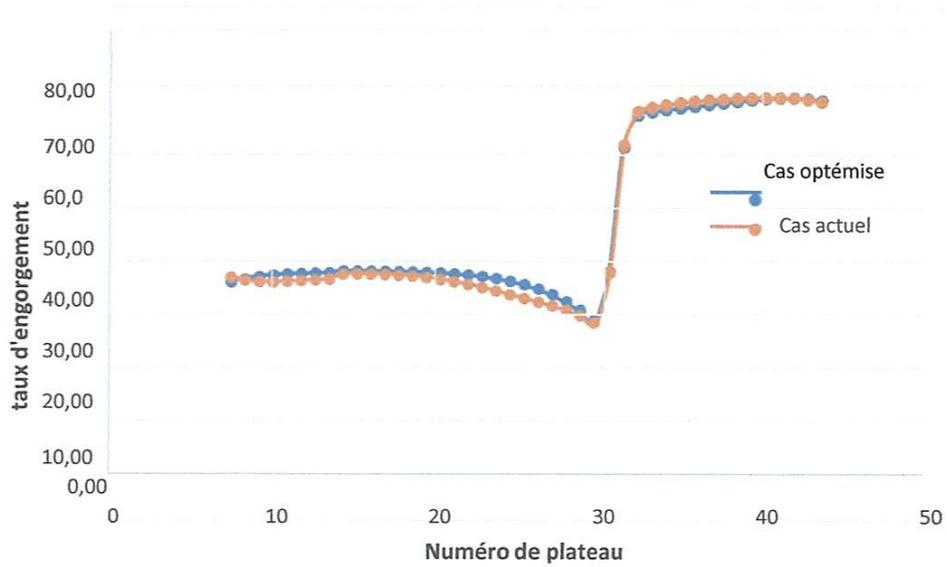


Figure 4.21. Taux d'engorgement dans la colonne débutaiseur.

4.6.3 Vérification du NPSH de la pompe d'isopentane :

Cette partie concerne la détermination des paramètres hydraulique de l'installation pour se ramener aux conditions de bon fonctionnement des pompes d'expédition d'isopentane.

Le calcul revient à déterminer les paramètres hydrauliques suivants :

- Les pertes de charge à l'aspiration (ΔH).
- La hauteur maximale à l'aspiration de la pompe (**NPSHd**).

4. 6.4 Méthode de calcul :

La détermination des paramètres hydrauliques de l'installation est basée sur la technique d'équilibre de pertes de charge utilisée dans la mécanique des fluides.

Un fluide, en mouvement, subit des pertes d'énergie dues aux frottements sur les parois de la canalisation (pertes de charge linéaires) ou sur les "accidents" de parcours (pertes de charge singulières).

Les pertes de charges totale d'une installation est donnée par :

$$\Delta H_T = \sum \Delta H_L + \sum \Delta H_s \dots \dots \dots (1)$$

Avec:

- ΔH_L : Pertes de charge linéaires.
- ΔH_s : Pertes de charge singulières.

a) Pertes de charge linéaires :

Ce genre de perte notée " ΔH_L " est causé par les frottements intérieurs qui se produisent dans les liquides le long d'une tuyauterie lisses et dans les tuyaux rugueux.

$$\text{Les pertes de charges linéaires sont définies par : } \Delta H_L = (\lambda L V^2) / 2 D g \dots \dots \dots (2)$$

Avec :

- λ : Coefficient de pertes de charges linéaire déterminé selon le diagramme MOODY après le calcul du nombre de Reynolds "**Re**".
- L : Longueur tuyauterie.
- V : Vitesse du produit.
- D : Diamètre de la tuyauterie.
- g : Accélération de la pesanteur.

Le nombre de Reynolds détermine la nature du régime d'écoulement, il est donné par :

$$Re = V \times D / \nu \dots \dots \dots (3)$$

ν : Viscosité cinématique du liquide [m^2/s].

b) Pertes de charge singulières :

Les pertes de charge singulières sont observées lorsqu'un fluide subit un changement de section et/ou de direction dans une installation de tuyauterie, les singularités en présence sont : les vannes, les clapets, les raccords.....etc.

Les pertes de charges singulières sont définies par :

$$\Delta H_s = k V^2 / 2 g \dots \dots \dots (4)$$

Avec : "k" Coefficient de pertes de charges singulières.

Le NPSH_d disponible de l'installation est donné par la formule :

$$NPSH_d = [(P_0 - TV) / \rho \times g] \pm h_{géo-asp} - \Delta H_{asp} \dots \dots \dots (5)$$

Avec :

- ✓ $h_{géo-asp}$: différence de niveau entre le point de soutirage de l'isopentane et le niveau de l'axe d'aspiration de la pompe.
- ✓ ΔH_{asp} : pertes de charges totales liées au circuit d'aspiration de la pompe.
- ✓ Tv : tension de vapeur.
- ✓ P_0 : pression au niveau de point de soutirage de l'isopentane.
- ✓ ρ : masse volumique du liquide.

Il est indispensable que le $NPSH_d$ disponible dans le système hydraulique soit plus élevé que le $NPSH_r$ requis par la pompe, généralement on prend une marge de sécurité supplémentaire de 0,5m.

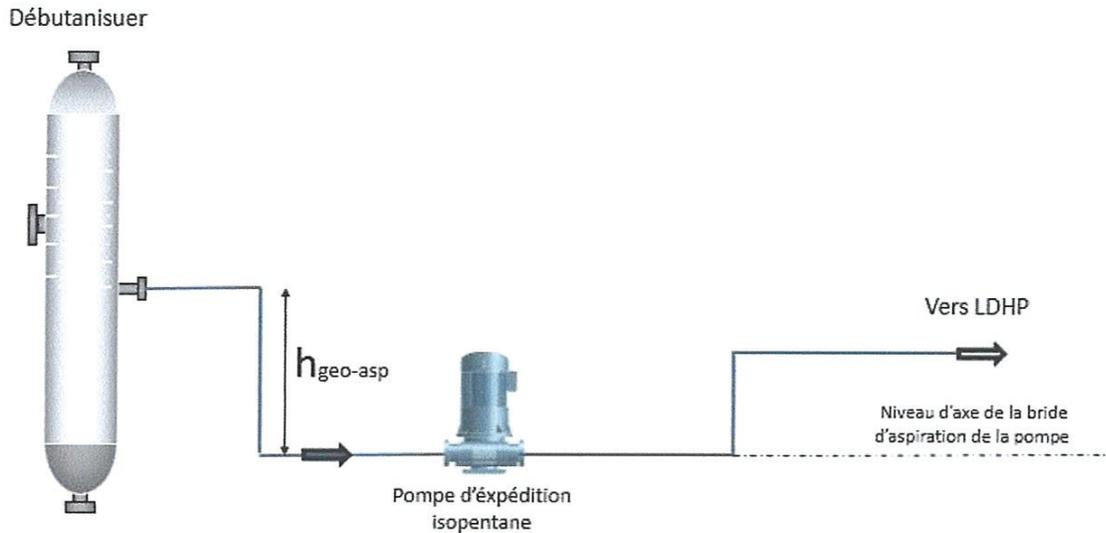


Figure 4.22: Schéma représentatif de l'expédition de l'isopentane

Données de bases :

- Produit : Isopentane.
- Masse volumique (ρ) : 452,9 kg/m³ à T=156,3°C, P=17,34 bar
- Viscosité dynamique μ : 7,83*10⁻⁵ Pa.s
- Tension de vapeur T_v : 17,34 bar
- Accélération de la pesanteur $g= 9.81 \text{ m/s}^2$
- La rugosité absolue pour un tube en acier : $\varepsilon = 0,025 \text{ mm}$
- $P_0= 17,34 \text{ bar}$
- $h_{\text{géo-asp}}= 19,5 \text{ m}$

Calcul des pertes de charges à l'aspiration :**Perte de charge linéaire:****Tableau 4.30 : Caractéristique de perte de charge linéaire**

Diamètre int. (D)	Ø 4"	Ø 6"
Qv (m ³ /h)	3,67	7,35
Qv (m ³ /s)	0,001	0,002
V (m/s)	0,13	0,11
L (m)	9	20
ε/D	0,000246063	0,000164042
Re	7,46E+04	9,91E+04
type d'écoulement	turbulent	turbulent
λ	0,021	0,019
ΔH linéaire (m)	0,001554191	0,001619106

$$\Delta H_{\text{asp. linéaire totale}} = 0,003173297 \text{ m}$$

Pertes de charge singulière :**Tableau 4.31 : Caractéristique de perte de charge singulière**

Désignation	Coef (K)	Nombre	Perte de charge (m)
T égal Ø6"	1,75	1	0,001133374
Vanne à opercule Ø6"	0,25	2	0,000323821
Divergent Ø4x6"	0,2	1	0,000129528
Coude 120° Ø4"	0,24	2	0,000398662
Coude 90° Ø4"	0,75	4	0,00249164
Coude 90° Ø6"	0,75	9	0,004371585
Filtre à tamis en Y Ø6"	2	1	0,001295285

$$\Delta H_{\text{asp. singulières totale}} = 0,010672087 \text{ m}$$

$$\Delta H_{\text{total}} = \Delta H_L + \Delta H_s = 0,013845384 \text{ m} \dots \dots \dots (6)$$

Calcul du NPSH disponible:

Le NPSH disponible de l'installation est calculé comme suit :

$NPSH_D = [(P_e - T_v) / \rho \times g] - \Delta H_{ASP} + h_{\text{géo-asp}}$ (fonctionnement en charge pompe installée au- dessous du niveau du liquide)

$$NPSH_D = [((17,34 \times 10^5) - (17,34 \times 10^5)) / (452,9 \times 9.81)] - 0,012183819 + 19,5 = 19,48 \text{ m}$$

NPSH_d = 19,48 m

Les résultats de calcul trouvés montrent que le NPSH disponible est largement supérieur au NPSH requis de la pompe (NPSH_r = 10 m), ce qui signifie que la cavitation est évitée et la pompe d'expéditions peut fonctionner en toute sécurité. [Annexe D]

4.6.4 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 à la spécification des produits ainsi que les contraintes liées à la limite de fonctionnement des équipements de la colonne débutaniseur.

Tableau 4.32 : 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

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 HYSYSV8.0, 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 condensât 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 140 000 \$/jour selon les prix de janvier 2017[10].

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

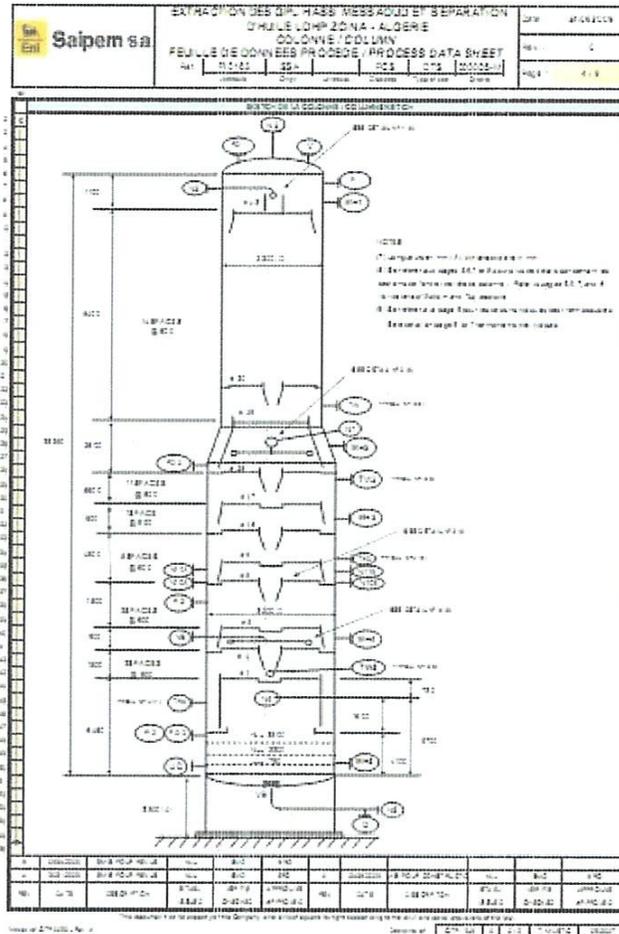
- 1 - De faire une vérification par simulation des diverses sections des unités de traitement.
- 2 - De veiller à déterminer d'une manière périodique les nouvelles conditions opératoires adaptées à la nouvelle charge à traiter
- 3 - L'isopentane produit peut faire l'objet d'une étude de valorisation au niveau de l'unité de valorisation des condensâts (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.

Liste des références

- [1] : L.CHEBLI, Y.ABBASSI ; « Rapport de stage de centre de formation » : Hassi R'mel :Mars 2012.
- [2] : Alexandre ROJEY, Le GAZ NATUREL - Production Traitement Transport, Editions Technip, Paris, 1994, Pages : 74-76.
- [3] : J.F GRAVIER « Propriétés des fluides de gisements »—cours de production TOME 2, Edtions Technip ,paris 1986, Pages : 5-6.
- [4] : A.SKOBLO, I.TREGOUBOV, N.EGOROV; «Méthode et appareils de l'industrie du pétrole» : Edition Technip-Paris : 1986.
- [5] : Sonatrach , Revue. « Gaz naturel dans le monde. »1978.
- [6] : Comité français du butane et du propane 2007: <http://www.cfbp.fr>
- [7] : Livre : « La combustion dans les fours et les chaudières » (G.MONNOT).
- [8] : GPL une énergie exceptionnelle2009 : <http://fr.exceptionalenergy.com>
- [9] : Installation et entretien des équipements GPL2010 : <http://Horizon GPL.com>
- [10] : Livre « le raffinage du pétrole, exploitation et gestion de la raffinerie »Vol 5 (I.-PF aviennes).
- [11] : Résumé des journées scientifiques et techniques. Alger .Avril 1998.
- [12] : Revue « bilan énergétique national de l'année 2016 Edition 2017 ».
- [13] Manuel opératoire d'exploitation ZCINA.

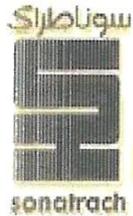
Annexe A : DATA SHEET de la colonne débutaniseur



	EXTRACTION DES GPL HASSI MESSAOUD ET SEPARATION D'HUILE LDHP ZCINA - ALGERIE COLONNE / COLUMN FEUILLE DE DONNEES PROCEDURE / PROCESS DATA SHEET					Date : 24/08/2009
	Ref: F10153 SSA PCS DTS 000005-M					Rev : 0
	Unit: 4000000 0100 0100 0100 0100					Page : 3 / 9

32	UNIT SECTION / NUMBER / NAME					32				
REFERE / TAG NUMBER		G11/G12/G13+G9+32-31								
SERVICE		DEBUTANSEUR / DEBUTANSEUR								
PROREFERENCE		F10153-SSA-PCS-PID-321101/132/193-M								
TYPE		Colonne à plateaux / Valve trays column								
FLUIDE ET CONDITIONS OPERATOIRES / FLUID AND OPERATING CONDITIONS										
FLUIDE / FLUID		GPL / LPG			CONTAMINANTS			*		
		TOP	BOTTOM	Unit	CHEMICAL INJECTION			*		
PRESSION DE SERVICE / OPER PRESSURE		17.9	18.31	barG	CO ₂			*		
TEMP DE SERVICE / OPERATING TEMP		73	184	°C	H ₂ S			*		
MASSE VOLUMIQUE LIQUIDE / LIQUID DENSITY		440			kg/m ³			CHLORIDE		
ABRASION CORROSION CAUSE / EROSION, CORROSIVE DUE TO		NON / NO			O ₂			*		
INFLAMMABLE * EXPLOIF / FLAMMABLE * EXPLOSIVE		INFLAMMABLE / FLAMMABLE			OTHER			*		
DONNEES DE CONSTRUCTION / DESIGN DATA					NOTES / REMARKS					
		TOP	BOTTOM	Unit	1. Per Département MAE si non rempli / By MAE Département if left blank					
PRESSION DE CALCUL / DESIGN PRESSURE		20.5	21.31	barG						
VDE DE CALCUL / DESIGN VACUUM PRESS		*	*	barG	2. Tous les internes amovibles doivent être conçus pour passer au travers du trou d'homme de 24" le plus proche / All removable internals					
TEMP DE CALCUL / DESIGN TEMP		MIN / MAX	+29 / +220	°C						

Annexe C : DATA SHEET de l'aérorefrérigérant des condensats



Saipem S.A.



Saipem Contracting Algérie

AÉROREFRIGÉRANT
AIR COOLER
FEUILLE DE DONNÉES THERMIQUE

THERMAL DATA SHEET
REPERE / ITEM
G11/G12/G13-GC-32-04 (1)

F10163-SSA-EQP-DYS-000009-E

N° APPAREIL / Ref. Number

2 / 4/9

REV / PAGE

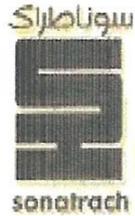
CLIENT :	SONATRACH	REFERENCE CLIENT :	1042400-FA-MO-2000-000009-E
LIEU :	ALGERIE - HASSI MESSAOUJ	CLIENT REFERENCE :	
LOCATION :		UNITE :	EXTRACTION DES LIQUIDES DES GAZ ASSOCIES HASSI-MESSAOUJ ET SEPARATION D'HUILE
		PLANT :	LOHRZONA

SERVICE	CONDENSATE COOLER (DESIGN CASE CLEAN WATER 2013)		CONSTRUCTEUR / MFR :		SEA BITT	
TYPE	NAT / INDUCED		FORCE / FORCED		<input checked="" type="checkbox"/>	
ENCOMBREMENT PAR APPAREIL / SIZE PER ITEM	m		15 (L) x 2.8 (W) (H)			
SURFACE PAR APPAREIL / SURFACE PER ITEM	m ²		TUBES NBS / SARE TUBES	62 (2)	ALETÉE / FINED	102 (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 NBS / SARE TUBES	378.77	ALETÉE / FINED	17.77
CARACTERISTIQUES DU FLUIDE / FLUID CHARACTERISTICS			ENTREE / IN		SORTIE / OUT	
FLUIDE CIRCULANT / FLUID CIRCULATING			CONDENSATE (3)			
DEBIT TOTAL / TOTAL FLOWRATE	kg/h		10 612		10 612	
DEBIT VAPEUR / VAPOR FLOWRATE	kg/h					
DEBIT LIQUIDE / LIQUID FLOWRATE	kg/h		10 612		10 612	
DEBIT VAPEUR D'EAU / STEAM FLOWRATE	kg/h					
DEBIT INCONDENSABLES / NON CONDENSABLE FLOW RATE	kg/h					
FLUIDE CONDENSE / CONDENSED FLUID	kg/h					
VAPEUR D'EAU CONDENSEE / CONDENSED STEAM	kg/h					
MASSE VOLUMIQUE / DENSITY	kg/m ³		V	488.7	V	838.7
VISCOSITE / VISCOSITY	cP		V	0.07	V	0.24
MASSE MOLARE VAPEUR / MOL WT VAP	g/mol					
MASSE MOL INCONDENSABLES / MOL WT NON CONDENSABLE	g/mol					
CAPACITE THERM MASS / SPEC HEAT	kJ/kgK		V	3408	V	2.381
CONDUCTIVITE THERMIQUE / THERMAL CONDUCTIVITY	W/mK		V	0.035	V	0.107
CHALEUR LATENTE / LATENT HEAT	kJ/kg					
TEMPERATURES	°C		187.8		40.0	
PRESSEON ABS AU ENTREE / ABS INLET PRESSURE	bar a		16.3			
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 /W		0.0002 (C)			
CARACTERISTIQUES DE L'AIR / AIR CHARACTERISTICS (3/9)						
DEBIT TOTAL / TOTAL FLOWRATE	kg/h		DEBIT VENTILATEUR / FLOW RATE FAN	Actual	m ³ /s	41.4
TEMP D'ENTREE INLET TEMP (design dry bulb)	°C		VITESSE FACIALE / FACE VELOCITY	m/s		3.70
TEMP DE SORTIE / OUTLET TEMP	°C		ALTITUDE ABOVE SEA LEVEL	m		163
PRESSEON STATIQUE / STATIC PRESSURE	Pa		TEMP MAX / MAX TEMP	°C		-5.0

1042400-FA-MO-2000-000009-E

1042400-FA-MO-2000-000009-E

Annexe C : DATA SHEET de l'aérorefrigérant des condensats



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

WARRANTY Ref. Number

2

4/9

REV

PAGE

CLIENT :	SONATRACH	REFERENCE CLIENT :	1046Z-00-FA-MO-329C-000009-E
LIÉU :	ALGERIE - HASSI-MESSAOU	CLIENT REFERENCE :	
LOCATION :		UNITE :	EXTRACTION DES LIQUIDES DES GAZ ASSOCIES HASSI-MESSAOU ET SEPARATION CHUULE
		PLANT :	LAMPEDUNA

SERVICE	CONDENSATE COOLER (DESIGN CASE :LEAN WATER 2010)		CONSTRUCTEUR / MFR :		SEA BTT
TYPE	INDUT / INDUCED		FORCE / FORCED		<input checked="" type="checkbox"/>
ENCOMBREMENT PAR APPAREIL / SIZE PER ITEM	m	9.5 (L) x 2.8 (W) (H)			
SURFACE PAR APPAREIL / SURFACE PER ITEM	m ²	TUBES NLS / BARE TUBES	82 (2)	ALSTEE / RIVED	1022 (2)
PERFORMANCES THERMIQUES / THERMAL PERFORMANCES					
CHALEUR ECHANGEE / HEAT DUTY	MW	1.2 (3)			
DTLM CORRECTEE / LMTD CORRECTED	°C	53.6			
COEFFICIENT DE TRANSFERT / TRANSFER RATE	W/m ² K	TUBES NLS / BARE TUBES	375.77	ALSTEE / RIVED	17.77
CARACTERISTIQUES DU FLUIDE / FLUID CHARACTERISTICS			ENTREE / IN		SORTIE / OUT
FLUIDE CIRCULANT / FLUID CIRCULATING			CONDENSATE (3)		
DEBIT TOTAL / TOTAL FLOWRATE	kg/h	10 612		10 612	
DEBIT VAPEUR / VAPOR FLOWRATE	kg/h				
DEBIT LIQUIDE / LIQUID FLOWRATE	kg/h	10 612		10 612	
DEBIT VAPEUR D'EAU / STEAM FLOWRATE	kg/h				
DEBIT INCONDENSABLES / NON CONDENSABLE FLOW RATE	kg/h				
FLUIDE CONDENSEE / CONDENSED FLUID	kg/h				
VAPEUR D'EAU CONDENSEE / CONDENSED STEAM	kg/h				
MASSE VOLUMIQUE / DENSITY	kg/m ³	V	L 488.7	V	L 618.7
VISCOSITE / VISCOSITY	cP	V	L 007	V	L 0.24
MASSE MOLARE VAPEUR / MOL WT VAP	g/mol				
MASSE MOL. INCONDENSABLES / MOL WT NON CONDENSABLE	g/mol				
CAPACITE THERM. MASS / SPEC. HEAT	KJ/kg K	V	L 3406	V	L 2.381
CONDUCTIVITE THERMIQUE / THERMAL CONDUCTIVITY	W/mK	V	L 0035	V	L 0.107
CHALEUR LATENTE / LATENT HEAT	KJ/kg				
TEMPERATURES	°C	187.5		40.0	
PRESSION ABS AU ENTREES / ABS INLET PRESSURE	bar a	19.3			
VITESSE / VELOCITY	m/s	(1)		(1)	
Pertes de charge / PRESSURE DROP	bar	ALLOUEE / ALLOWED	0.50 (8)	CALCULEE / CALCULATED	0.25 (8)
FACTEUR D'ENCRASSEMENT / FOULING FACTOR	m ² /m ²	0.0002 (C)			
CARACTERISTIQUES DE L'AIR / AIR CHARACTERISTICS (3)(9)					
DEBIT TOTAL / TOTAL FLOW RATE	kg/h	138 036	DEBIT VENTILATEUR / FLOW RATE FAN	Actual m ³ /s	41.4
TEMP D'ENTREE / INLET TEMP (design dry bulb)	°C	25.0	VITESSE FACIALE / FACE VELOCITY	Sec m/s	3.70
TEMP DE SORTIE / OUTLET TEMP	°C	56.4	ALTITUDE ABOVE SEA LEVEL	m	183
PRESSION STATIQUE / STATIC PRESSURE	Pa	185	TEMP MIN / MIN TEMP	°C	-8.0

1046Z-00-FA-MO-329C-000009-E

1046Z-00-FA-MO-329C-000009-E