

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ABBES LAGHROUR
KHENCHELA

FACULTE DES SCIENCES & DE LA
TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT DE GENIE INDUSTRIEL



جامعة عباس لغرور خنشلة

كلية العلوم و التكنولوجيا

قسم: الهندسة الصناعية

No. Réf. :

Mémoire de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme de Master (LMD)

Option: Génie des Procédés et Environnement

Thème

*Optimisation des paramètres de fonctionnement de la
colonne du débutaniseur T6-1501 du complexe de gaz
GTFT / In Amenas*

HAZAZMA Chouaib

HOGGAS Alaeddine

Directeur de Mémoire: Dr. Rafiaa KIHAL

Devant le jury:

Président:	Pr. Z. NEDJAR	Université Abbes Laghrou khenchela
Rapporteur:	Dr. R. KIHAL	Université Abbes Laghrou khenchela
Examineur:	Dr. A. NOUAR	Université Abbes Laghrou khenchela

Année universitaire: 2021–2022

Remerciements

Avant tout nous tenons à remercier **Allah** le tout puissant de nous avoir donné la force et la puissance pour accomplir ce travail.

Ce travail de mémoire a été réalisé au sein du groupement du gaz TFT/In Amenas.

Nous tenons particulièrement à exprimer notre gratitude à notre directrice de mémoire, **Dr. Rafiaa Kihal**, Maitre de conférences classe «B» à l'Université Abbes Laghrour Khenchela, pour avoir proposé et dirigé ce travail, et ensuite pour sa disponibilité, son aide, et ses précieux conseils et le soutien qu'elle nous avons apporté tout au long de ce mémoire.

Nous remercions également tous les membres du groupement du gaz TFT/In Amenas et spécialement les ingénieurs pour leur chaleureuse hospitalité et leur bon comportement, que nous avons permis de réaliser ce stage dans les meilleures conditions.

Nos remerciements s'adressent également aux membres du jury d'accepter de juger notre travail.

Nous exprimons nos remerciements à nos enseignants de Génie des procédés de l'Université Abbes Laghrour Khenchela.

Toutes nos salutations à tous nos collègues de la promotion de Master 2022 pour les sympathiques moments qu'on a passé ensemble.

Enfin à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste travail.

Merci à tous

Dédicace

Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut...

Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude,

L'amour, le respect, la reconnaissance...

Aussi, c'est tout simplement que

Je dédie ce modeste travail...

À MES CHERS PARENTS

*À celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est Sacrifiée pour mon bonheur et
ma réussite, à ma mère ...je t'aime.*

*À mon père, école de mon enfance, qui a été mon ombre durant toutes les années des études,
et qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à me donner l'aide et à me protéger
merci et encore un grand MERCI.*

Que Dieu, vous procure santé, Bonheur et longue vie.

À Mes CHERS FRÈRES ET SŒUR

À Mes CHERS AMIES

À notre chère professeur Rafiaa KIHAL.

À tous les enseignants qui ont participé à notre formation.

À tous les collègues de la promotion 2017/2022.

Une spéciale dédicace à ma jumelle Kaouther

Chouaib

Dédicace

Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut...

Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude,

L'amour, le respect, la reconnaissance...

Aussi, c'est tout simplement que

Je dédie ce modeste travail...

À MES CHERS PARENTS

*À celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est Sacrifiée pour mon bonheur et
ma réussite, à ma mère ...je t'aime.*

*À mon père, école de mon enfance, qui a été mon ombre durant toutes les années des études,
et qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à me donner l'aide et à me protéger
merci et encore un grand MERCI.*

Que Dieu, vous procure santé, Bonheur et longue vie.

À Mes CHERS FRÈRES ET SŒUR

À Mes CHERS AMIES

À notre chère professeur Rafiaa KIFAL.

À tous les enseignants qui ont participé à notre formation.

À tous les collègues de la promotion 2017/2022.

Alaeddine

Table des matières

Titre	Page
<i>Liste des figures</i>	I
<i>Liste des tableaux</i>	III
<i>Introduction générale</i>	01
<i>Chapitre I: Présentation du complexe de Gaz de GTFT</i>	
I.1. Introduction	03
I.2. Situation géographique	03
I.3. Description hiérarchique du champ de GTFT	03
I.4. Historique du champ de GTFT	04
I.5. Partenaires	04
I.6. Description générale de l'unité de traitement du gaz de GTFT	05
I.6.1. Manifolds et trunklines	05
I.6.2. Slug catcher	06
I.6.3. Section boosting.	06
I.6.4. Section de refroidissement et de filtration du gaz brut	07
I.6.5. Section de déshydratation	08
I.6.6. Section de refroidissement et de détente	09
I.6.7. Section de fractionnement	11
I.6.8. Section de compression du gaz résiduel.	15
I.6.9. Section de stockage et d'expédition des produits	16
I.6.10. Section des utilités	18
I.7. Produits de l'usine de GTFT	22
I.8. Conclusion	22
<i>Chapitre II: Généralités sur le gaz naturel</i>	
II.1. Introduction	23
II.2. Définition d'un gaz naturel	23
II.3. Gaz naturel en Algérie	23
II.3.1. Richesse algérienne en gaz	24
II.3.2. Réserves gazières en Algérie	24
II.4. Composition du gaz naturel	24
II.4.1. Produits énergétiques	25
II.4.2. Produits non énergétiques	25
II.5. Différents types du gaz naturel	25
II.5.1. Gaz naturel bactérien	25
II.5.2. Gaz naturel thermique	25

Table des matières

II.5.3. Gaz naturel inorganique	25
II.5.4. Gaz sec	25
II.5.5. Gaz humide	26
II.5.6. Gaz à condensat	26
II.5.7. Gaz associé	26
II.6. Caractéristiques du gaz naturel	26
II.6.1. Pouvoir calorifique	26
II.6.2. Composition chimique	26
II.6.3. Viscosité	27
II.6.4. Masse volumique	27
II.6.5. Densité	27
II.7. Gaz du pétrole liquéfié (GPL)	27
II.7.1. Définition du pétrole liquéfié	27
II.7.2. Caractéristiques de GPL	28
II.7.3. Production de GPL	28
II.7.4. Stockage de GPL	30
II.7.5. Application de GPL	30
II.8. Rectification	31
II.8.1. Colonne de rectification	31
II.8.2. Principe de fonctionnement de la colonne de rectification	31
II.8.3. Facteurs qui influent sur le fonctionnement de la colonne de distillation	32
II.9. Conclusion	33
<i>Chapitre III: Simulation</i>	
III.1. Introduction	35
III.2. Définition de la simulation	35
III.3. Présentation du logiciel HYSYS	35
III.4. Choix du modèle thermodynamique	36
III.5. Schéma de simulation de procédé par HYSYS	36
III.6. Validation de simulation	37
III.6.1. Problématique	37
III.6.2. Débutanisation	38
III.7. Conclusion	41
<i>Chapitre IV: Résultats et discussion</i>	
IV.1. Introduction	42
IV.2. Vérification des paramètres de fonctionnement de colonne T6-1501	42

Table des matières

IV.2.1. Simulation du cas design du débutaniseur	42
IV.2.2. Simulation du cas actuel du débutaniseur	45
IV.3. Optimisation des paramètres de fonctionnement de la colonne du cas réel	48
IV.3. 1. Variation de la pression sur le fonctionnement du débutaniseur	48
IV.3.2. Variation de la température en tête, du fond, du plateau sensible et du débit de reflux en fonction de la pression	52
IV.3.3. Variation de la température en tête, du fond et de la spécification de GPL en fonction de la pression	56
IV.3.4. Variation de l'énergie du rebouilleur en fonction de la pression	59
IV.3.5. Variation de la quantité de GPL dans le condensât quantifiée en fonction de la pression	61
IV.3.6. Variation du taux de reflux en fonction de la pression	66
IV.4. Conclusion	67
<i>Conclusion Générale</i>	68
<i>Références bibliographiques</i>	69

Liste des Figures

Figure	Titre	Page
Figure I.1	Situation géographique du champ de gaz du GTFT	03
Figure I.2	Schéma de l'installation de l'unité de GTFT	05
Figure I.3	Schéma de la section Boosting.	07
Figure I.4	Section de refroidissement et de filtration du gaz brut	08
Figure I.5	Schéma de la section de séchage et de régénération	09
Figure I.6	Echangeur a plaque (E4-1301/E4-1302)	10
Figure I.7	Schéma de la section détente (Joule Thompson et Turbo Expander)	11
Figure I.8	Dééthaniseur T6-1401	11
Figure I.9	Filtration de condensât F4-1201/ F4-1206 A/B	12
Figure I.10	Colonne de stabilisation V4-1601	13
Figure I.11	Débutaniseur T6-1501	14
Figure I.12	Compresseur du gaz résiduel C2-4001	16
Figure I.13	Stockage GPL on-spec	17
Figure I.14	Stockage GPL off-spec	17
Figure I.15	Stockage Condensat off-spec	18
Figure I.16	Stockage condensat on-spec	18
Figure I.17	Inhibiteur de corrosion et méthanol	18
Figure I.18	Section d'air et générateur d'azote	20
Figure I.19	Récupérateurs de chaleur et de four	21
Figure I.20	Systèmes de torche	21
Figure II.1	Schéma de la colonne de rectification	32
Figure III.1	Schéma de simulation de procédé par HYSYS	37
Figure III.2	Schéma de simulation du débutaniseur T6-1501.	40
Figure IV. 1	Variation de la température en tête, du fond, du plateau sensible et du débit de reflux en fonction de la pression	54
Figure IV. 2	Variation de la température en tête, du fond et du C2- et du C5+ en fonction de la pression	58
Figure IV. 3	Variation de l'énergie du rebouilleur et du débit de reflux en fonction de la pression.	61
Figure IV.4-a	Variation de la TVR et de la température en tête en fonction de la	65

Liste des Figures

	pression	
Figure IV.4-b	Variation de la TVR et du débit de reflux en fonction de la pression	65
Figure IV. 5	Variation du taux de reflux en fonction de la pression	66

Liste des Tableaux

Tableau	Titre	Page
Tableau I.1	Composition du gaz d'alimentation de GTFT	04
Tableau I.2	Spécification du Gaz résiduel - pipeline GR ½	22
Tableau I.3	Spécification du GPL - pipeline LR 1	22
Tableau I.4	Spécification des Condensats - vers Station Medersa	22
Tableau II.1	Capacité de production de GPL dans les trois raffineries	29
Tableau III.1	Domaine d'application des deux équations PR et SRK	36
Tableau IV.1	Composition, débits molaire, massique et volumique de l'alimentation	42
Tableau IV.2	Composition du distillat	43
Tableau IV.3	Simulation des paramètres du cas design du distillat	43
Tableau IV.4	Compositions du résidu	44
Tableau IV.5	Simulation des paramètres du cas design de résidu	44
Tableau IV.6	Composition et débits molaire, massique et volumique de l'alimentation	45
Tableau IV.7	Compositions, débits molaire et massique du distillat	46
Tableau IV.8	Simulation des paramètres du cas actuel du distillat	46
Tableau IV.9	Compositions, débits molaire et massique du résidu	47
Tableau IV.10	Simulation des paramètres du cas actuel du résidu	47
Tableau IV.11	Influence de la pression sur le fonctionnement du débutaniseur	49
Tableau IV.12	Influence de la pression et du débit de reflux sur la température en tête, du fond et du plateau sensible	52
Tableau IV.13	Influence de la pression, la température en tête et du fond sur la spécification de GPL	56
Tableau IV.14	Influence de la pression et le débit du reflux sur l'énergie du rebouilleur.	59
Tableau IV.15	Influence de la pression et le débit du reflux sur la quantité de GPL dans le condensât quantifiée (TVR).	63



Introduction générale



Le pétrole et l'énergie gazière occupe une place très importante dans le marché mondial grâce à ses réserves importantes. Durant ces dernières années, le commerce international du gaz naturel (GN) a connu un départ considérable. Selon sa composition et ses propriétés, le gaz naturel peut être utilisé aussi bien comme combustible que comme matière première. C'est donc il est apparu comme une forme d'énergie difficile à mettre en œuvre, tout particulièrement en raison du poids des investissements et des coûts de transport jusqu'au consommateur.

Après plusieurs années de fonctionnement de l'unité de traitement de gaz de GTFT, l'usine a connu plusieurs changements aux différents niveaux qui ensuivent des problèmes. Suite au changement fait par le groupement TFT sur la pression de tête de la colonne débutaniseur de 17,2 barg (pression de démarrage) à 17,65 barg (pression actuelle) et vu que la pression de service maximale est de 17,3 barg et la pression de design est de 16,9 barg. Le groupe SONATRACH va acquérir plusieurs avantages comme suis:

- Améliorer l'optimisation de récupération de GPL et de condensat
- Eviter la perturbation des paramètres de process

Dans le cadre de cette étude, nous avons effectué un stage pratique au sein du groupement de gaz TFT. Cette étude consiste à simuler et optimiser les paramètres de fonctionnement de la colonne T6-1501 de débutaniseur pour récupérer le maximum de GPL et de condensat et de réduire la consommation énergétique, toute en respectant les spécifications commerciales, à fin d'obéir à la qualité exigée par la société SONATRACH et d'éviter l'encrassement de la colonne. La simulation a été effectuée du cas design et actuel du débutaniseur à l'aide de simulateur Aspen HYSIS; qui est le plus utiliser dans l'industrie pétrolière.

Ce manuscrit ce compose de quatre chapitres dans lesquels sont présentés successivement:

Le premier chapitre est consacré à une présentation générale du complexe de gaz GTFT.

Le deuxième chapitre est constitué d'une étude bibliographique donnant brièvement une présentation générale sur le gaz naturel et plus particulièrement le GPL et le procédé de rectification.

Le troisième chapitre décrit la simulation des paramètres de fonctionnement de la colonne T6-1501 de débutaniseur de l'unité de gaz GTFT.

Dans le dernier chapitre, nous décrivons d'abord les résultats et discussions de simulation et d'optimisation des paramètres de fonctionnement de la colonne T6-1501 de débutaniseur par le simulateur HYSYS.

Nous terminerons ce travail par une conclusion générale où sont résumés les principaux résultats obtenus.



Chapitre I:
Présentation du Complexe de Gaz
de GTFT



I.1. Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons dans un premier temps la situation géographique, la description hiérarchique et l'historique du champ du groupement TFT.

Dans un second temps, seront décrites les partenaires, la description générale de l'unité de traitement du gaz de GTFT et les produits du complexe GTFT.

I.2. Situation géographique

Le champ de gaz à condensats de Groupement Tin Fouyé Tabankort (GTFT) est situé au Sud-Est de l'Algérie, dans le Sahara. Il est localisé dans le bassin sédimentaire d'Illizi, à environ 1500 km au Sud d'Alger, 500 km de Hassi Messaoud et environ 200 km à l'ouest d'In Amenas (Figure I.1). Le champ de gaz du GTFT a une superficie de plus de 1200 km². Cette zone est déjà développée pour l'exploitation des hydrocarbures avec notamment le gisement de gaz de TFT, un réservoir de gaz présent dans des formations de grès ordoviciens, en production depuis avril 1999[1].

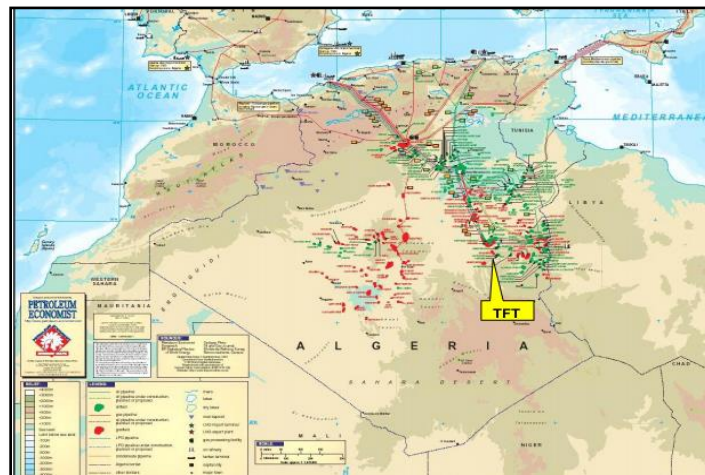


Figure I.1: Situation géographique du champ de gaz du GTFT [1]

I.3. Description hiérarchique du champ de GTFT

Le Groupement TFT est divisé en cinq départements et un service de H.S.E.

- ➔ Département logistique (LOG).
- ➔ Département maintenance (MN).
- ➔ Département travaux neufs (TN).
- ➔ Département engineering & production (EP).
- ➔ Département exploitation (XP)

I.4. Historique du champ de GTFT

L'historique du champ TFT se résume par les événements suivants comme suit:

- **1966:** Découverte du champ de gaz du bassin d'Illizi au Sahara.
- **1996:** Signature du contrat de partage entre SONATRACH (51%), TOTAL (49%).
- **1999:** Mise en production du champ TFT.
- **2007:** Mise en place des travaux de Boosting.
- **2009:** Démarrage du Boosting.

Le gisement de gaz TFT se trouve au niveau du réservoir ORDOVICIEN avec un gisement de gaz humide très riche en condensât.

➤ Puits producteurs du gaz

L'association GTFT dispose de 107 puits, dont 86 puits au niveau de la zone centre du réservoir et 21 puits au niveau de la zone Ouest. Actuellement que 78 puits qui sont en reliés à l'unité de traitement par 7 trunklines, et chaque trunkline regroupe un certain nombre de puits en fonction de la disposition et l'emplacement du puits

➤ Capacité de l'installation de traitement du gaz

L'unité de traitement du gaz de GTFT à une capacité journalière de traitement de 20.106 Sm³ de gaz brut avec une charge initiale de gaz à l'entrée de l'usine. La composition du gaz d'alimentation de GTFT est présentée dans le tableau suivant

Tableau I.1: Composition du gaz d'alimentation de GTFT [1]

Composants	Mol %	Composants	Mol %
Azote	1,88	n-Pentane	0,41
CO ₂	1,44	n-Hexane	0,35
H ₂ O	0,20	n-Heptane	0,21
Méthane	78,19	n-Octane	0,07
Ethane	10,05	n-Nonne	0,03
Propane	4,86	n-Décane	0,00
n-Butane	1,49	n-C20	0,00
i-Pentane	0,33	Total	100,0

I.5. Partenaires

Ce champ est exploité conjointement par les 2 partenaires, SONATRACH (Algérie), TOTAL (France), qui sont liés par un contrat de partage de production pour une durée de 20

ans à compter du démarrage de la production. Ce contrat stipule que chacun des 2 partenaires reçoit une part de la production de gaz et de liquide au titre du remboursement de leurs dépenses et de la rémunération de leurs investissements. TOTAL mettent à la disposition de la compagnie nationale, SONATRACH, leur part de gaz naturel et reçoivent en contrepartie du GPL et des condensats additionnels [1].

I.6. Description générale de l'unité de traitement du gaz de GTFT

L'installation de récupération de GPL est l'une des principaux éléments du développement du champ de gaz naturel de Tin Fouyé Tabankort (TFT) en Algérie. L'installation est composée de deux trains identiques d'une capacité totale design de 20×10^6 Nm³/jour de gaz naturel saturé (Figure I.2).

Les deux trains sont conçus pour récupérer d'une part au minimum 70% molaire du GPL (C₃/C₄) et d'autre part au minimum 95% molaire de condensât (C₅+). Le GPL on-spec, le Gaz naturel et les condensats produits sont expédiés par canalisation à d'autres installations en Algérie. Le GPL off-spec est recyclé vers l'installation de manière à minimiser les pertes tout en assurant un environnement propre, sain et sans risque [2].

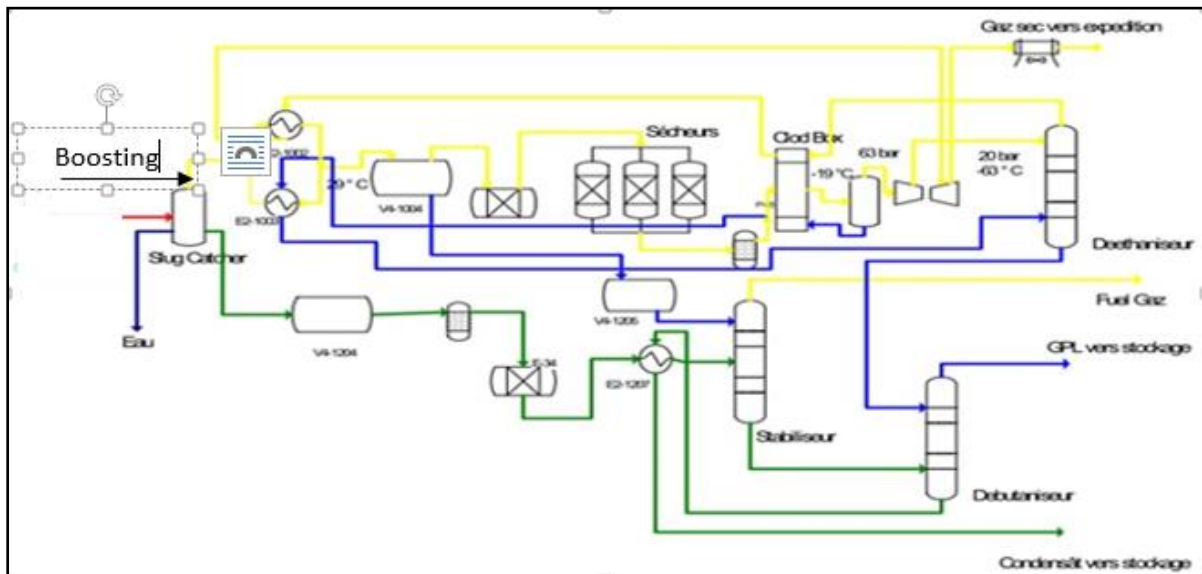


Figure I.2: Schéma de l'installation de l'unité de GTFT [2]

L'unité de traitement du gaz de GTFT se compose principalement des sections suivantes:

I.6.1. Manifolds et trunklines

Des manifolds et mini-manifolds récupèrent les hydrocarbures liquides et gaz extraits par l'ensemble des puits. Ils se composent:

- D'un manifold production;
- D'un manifold test;
- D'une fosse à brûler;

Six trunklines TL1, TL2, TL3, TL4, TL6 et TL7, d'un diamètre compris entre 10" et 24", collectent le gaz à condensats des manifolds et mini-manifolds et le dirigent vers l'usine de traitement [2].

I. 6.2. Slug catcher

Un manifold à l'entrée de l'usine collecte le gaz à condensats de six trunklines et alimente le Slug catcher XV 0701 à une température de 50°C et à une pression de 64 bars.

- Le slug catcher XV 0701 est composé de deux compartiments identiques A et B permettant la séparation du gaz, des condensats et de l'eau.
- Le gaz brut saturé est dirigé vers les compresseurs boosters (C 0701A/B) puis vers les trains 1 et 2 de traitement.
- Les condensats sont envoyés vers le séparateur primaire de condensats V4 1204.
- L'eau est envoyée au système de traitement d'eau de production [2].

I.6.3. Section boosting

Le boosting a été mis en place pour compenser la chute de pression progressive au niveau des puits (de 64bars en 2008 à 34 bars en 2013), il permet de comprimer le gaz brut saturé provenant de slug-catcher à une pression de 70 bars avant de le diriger vers les deux trains de traitement identique [3].

Le boosting est constitué de deux trains de compression A et B identiques (Figure I.3)du point de vue procédé et fonctionnant en parallèle, chaque train est muni des équipements suivants:

- Un scrubber à l'aspiration V0701A/B. Il permet de séparer les liquides (eau et condensat) contenus dans le gaz.
- Un aéroréfrigérant au refoulement AC0701 A/B.
- Un scruber au refoulement V0703 A/B, sa fonction est d'éliminer les liquides formés pendant l'étape de refroidissement. Les liquides séparés par les deux scrubers de chaque train de compression sont dirigés vers les séparateurs primaires de condensat V4-1204/V4-2204.
- Un turbocompresseur C0701A/B. Il est entraîné par une turbine à gaz alimentée par le fuel gaz.

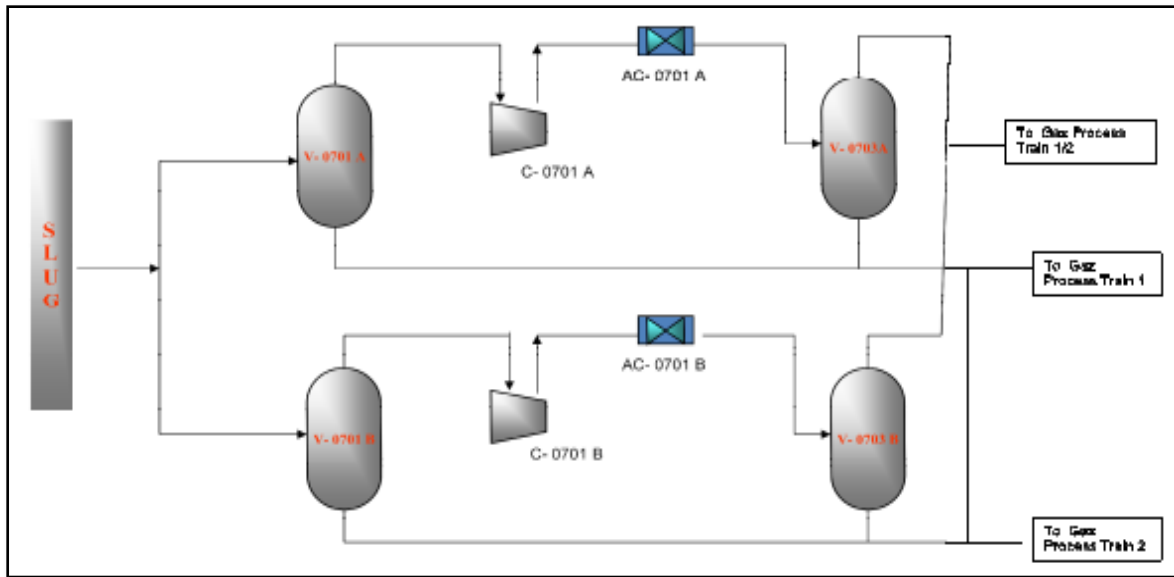


Figure I.3: Schéma de la section boosting [3]

I.6.4. Section de refroidissement et filtration du gaz brut

Le gaz brut sortant du boosting à une pression de 70 bars et une température de 48°C est envoyée via un collecteur de gaz brut qui est scindé en deux conduites pour alimenter les deux trains. L'alimentation du train est contrôlée par une vanne régulatrice de pression (Figure I.4).

Le gaz brut venant du collecteur est refroidit à travers les échangeurs E2-1002 et E2-1003 à une température d'environ 23°C. Ces deux échangeurs sont de type faisceaux calandre et fonctionnent en parallèle. Dans ces deux derniers le gaz brut circule côté tubes et le fluide caloporteur circule côté calandre [2].

Après refroidissement, le gaz sera acheminé vers le séparateur d'alimentation triphasique V4-1004. L'eau récupérée dans l'appendice du séparateur est envoyée vers le ballon de dégazage de l'eau du Process V4-1601. Le condensât récupéré est envoyé vers le séparateur primaire de condensât V4-1205. Le gaz brut séparé passe à travers un dimister situé en haut du séparateur V4-1004 afin d'empêcher l'entraînement des gouttelettes dans le gaz, puis à travers les filtres séparateurs d'alimentation de F2-1005 A/B pour éliminer toutes les fines gouttelettes. Le liquide récupéré par les filtres est envoyé vers le séparateur primaire de condensât V4-1205. Le gaz ainsi filtré sera directement envoyé vers la section d'adsorption [2].

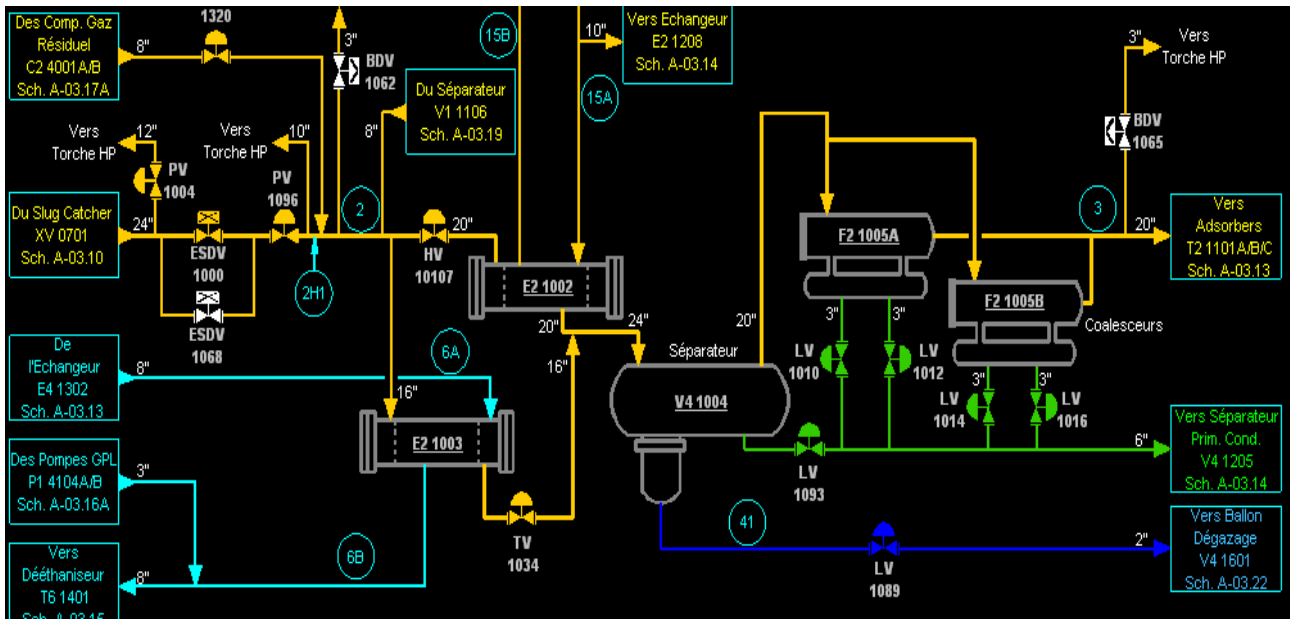


Figure I.4: Section de refroidissement et de filtration du gaz brut [2]

I.6.5. Section de déshydratation

I.6.5.1. Adsorption

Cette section est composée d'un système d'adsorption et d'un système de régénération. L'objet du système d'adsorption de gaz est d'éliminer l'eau présente dans le gaz de Process afin d'empêcher la formation d'hydrates dans la section froide du Process et d'éviter la contamination du produit par l'eau. La teneur maximale en eau dans le gaz est de 0.1 ppm. Le moyen utilisé pour l'adsorption est le tamis moléculaire. La régénération permet d'éliminer l'eau adsorbée par les tamis moléculaires durant la phase d'adsorption. En fonctionnement normal les trois adsorbants sont utilisés, deux en service d'adsorption et l'autre en régénération [2].

I.6.5.2. Régénération

Le gaz de régénération provenant du collecteur de gaz sec à la sortie des dépoussiéreurs F2-1102 A/B à une pression de 64 bars alimentera les compresseurs de gaz de régénération C2-1103 A/B pour être comprimé à une pression de 68 bars pour permettre l'écoulement du gaz de régénération à travers le circuit de régénération (Figure I.5).

Après la compression, le gaz sort à une température de 34°C est réchauffé par un échangeur de chaleur E2-1104 jusqu'à une température de 270°C qui permettra la vaporisation de l'eau dans les tamis moléculaires saturés. Le passage à travers cet échangeur ne se fait que lorsque la vanne FV-1154 A est ouverte pendant le cycle de réchauffage. Le gaz

de régénération chaud s'écoule à contre-courant dans l'adsorbeur afin de réchauffer le lit d'adsorption du bas vers le haut. Une fois la sorti de l'adsorbeur, le gaz est refroidi à une température de 46°C environ par l'aeroréfrigérant AC-1105 puis envoyé vers un séparateur V1-1106 afin d'éliminer la plus grande quantité d'eau présente dans le gaz. Le gaz est ensuite renvoyé au collecteur de gaz brut (amont échangeurs E2-1002 & E2-1003) afin d'éviter son torchée[2].

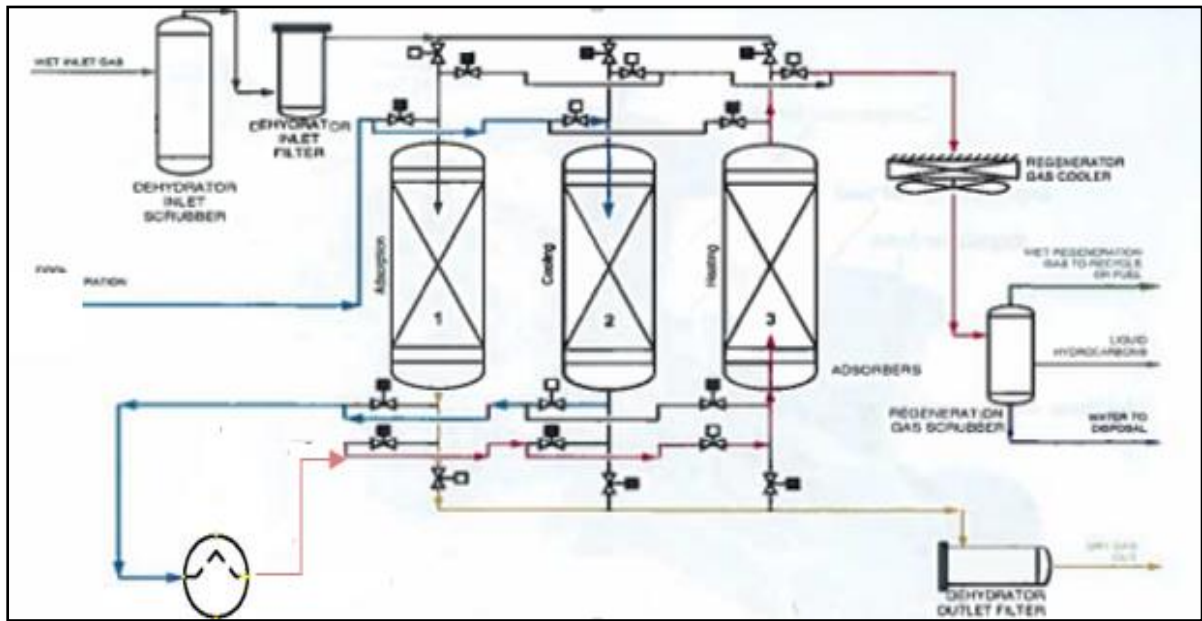


Figure I.5: Schéma de la section de séchage et de régénération [4].

I.6.6. Section de refroidissement et de détente

I.6.6.1. Refroidissement

Le gaz sec provenant à une température de 23°C alimente les échangeurs à plaques en aluminium E4-1301 et E4-1302 pour être refroidir à une température de -19°C (Figure I.6). Le gaz ainsi refroidi alimente le séparateur d'entrée de l'expander V3-1303. Le liquide récupéré au fond de ce séparateur sera utilisé comme fluide caloporteur des échangeurs E4-1302, coté tube et E2-1003 coté calandre. Le gaz sortant du dé-éthaniseur sera utilisé comme fluide caloporteur des échangeurs E4-1301 et E2-1002 coté calandre [2]. Le gaz sortant en tête du séparateur V3-1303 à une pression de 64,5 bars environ alimente le turbo Expander C8-1304.

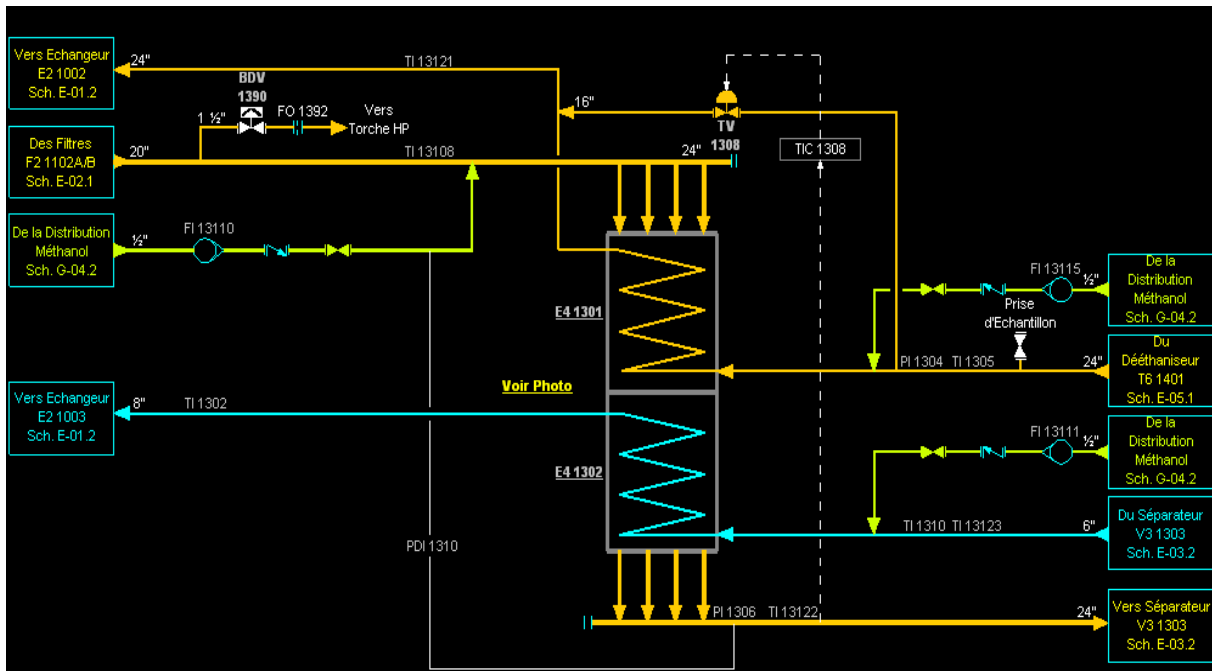


Figure I.6: Echangeur à plaque (E4-1301/E4-1302) [4]

I.6.6.2. Détente

Le turbo_expander permet d'utiliser l'énergie du gaz par détente, réduisant ainsi la pression et la température en vue de faciliter la séparation des hydrocarbures légers. L'énergie provenant de la détente de gaz sur les lames de l'expander est ensuite utilisée pour entraîner le compresseur qui augmente la pression des fractions légères dans une phase du procédé d'expédition [4].

Le gaz sortant en tête du séparateur V3-1303 à une pression de 64,5 bars et une température de -19°C détendu par le turbo expander C8-1304 à 19 bars, puis alimente le dééthaniseur T6-1401 à une température de -63°C (Figure I.7). Une vanne de Joule Thompson PV-1338A est prévue pour passer le turbo expander C8-1304. Le gaz sera détendu à travers cette vanne à une pression de 27 bars puis alimentera le dééthaniseur T6-1401. Ce dernier reçoit donc le gaz soit à partir du turbo Expander C8-1304, soit à partir de la vanne Joule Thompson PV-1338A [2].

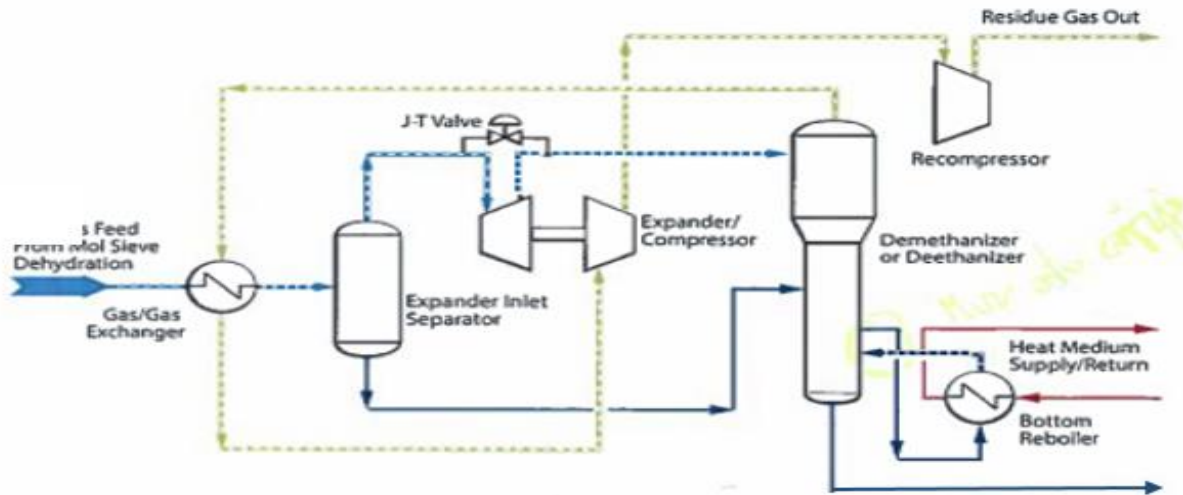


Figure I.7: Schéma de la section détente (Joule Thompson et Turbo Expander) [4]

I.6.7. Section de fractionnement

I.6.7.1. Dééthaniseur

➤ Caractéristiques de l'équipement

Le dééthaniseur T6-1401 est séparé en deux sections. La partie supérieure (diamètre: 3000 mm, hauteur: 1500 mm) est munie d'un garnissage (Anneaux PALL) et d'un dimister. La partie inférieure (diamètre: 2200 mm, hauteur: 31300 mm) munie de 35 plateaux a clapets et d'un rebouilleur E2-1402 (Figure I.8).

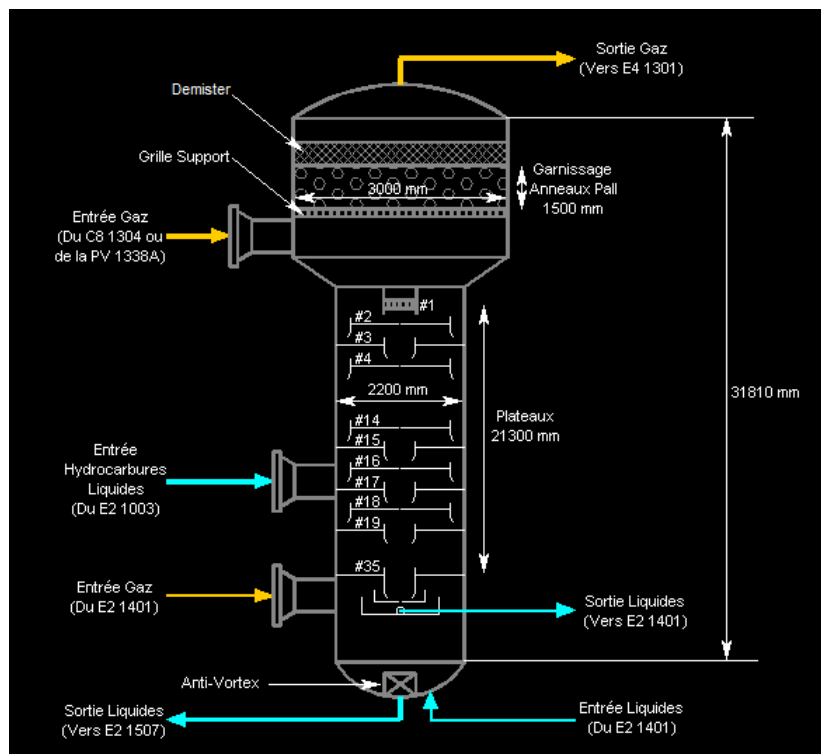


Figure I.8: Dééthaniseur T6-1401[4]

➤ Description de l'installation

Deux alimentations du dééthaniseur T6-1401 ont été prévues. La première est au niveau du plateau N°1 qui concerne le fluide provenant du turbo expander C8-1304 (ou Vanne Joule Thompson PV-1338A) qui rentre à une pression de 19 bars et une température de -63°C . La deuxième alimentation est au niveau du 17^{ème} plateau où le fluide récupéré au fond du séparateur V3-1303 rentre à une pression de 21bars et une température de 30°C (Le fluide de la deuxième alimentation est plus lourd).

Le liquide sortant du fond de dééthaniseur T6-1401 à une température de 86°C passe à travers un réchauffeur E2-1507 pour alimenter la colonne de production (débutaniseur) à une température de 98°C .

Le gaz de tête sortant du dééthaniseur à une température de -48°C est utilisé comme fluide caloporteur des échangeurs de chaleurs E4-1301 puis E2-1002 puis comprimé et envoyé vers le pipeline du gaz résiduel [2].

I.6.7.2. Filtration de condensât

➤ Caractéristiques de l'équipement

La section de filtration du condensât est nécessaire pour éliminer les débris afin d'éviter le bouchage et l'encrassement des équipements situés en aval. Le système de filtration est composé d'un skid de filtration F4-1201, deux coaliseurs F4-1206 A/B et d'un séparateur primaire V4-1204 (Figure I.9).

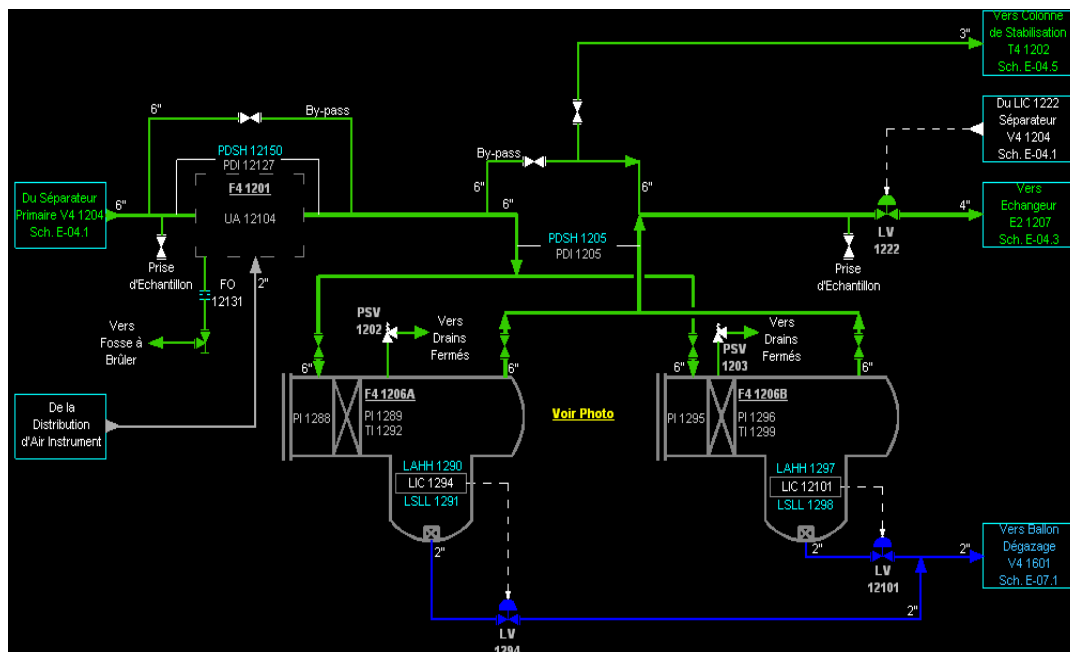


Figure I. 9: Filtration de condensât F4-1201/ F4-1206 A/B [4]

➤ Description de l'installation

Le liquide (condensât et l'eau entraînée) récupéré dans le slug catcher et le Boosting alimente le séparateur primaire V4-1204 qui opère à une pression de 29.5bars. Le gaz flashé est envoyé soit vers le réseau du gaz résiduel soit vers la torche.

Le condensât récupéré dans ce séparateur passe à travers le skid de filtration F4-1201 pour éliminer l'eau absorbée. Ce skid de filtration F4-1201 est composé de neuf filtres qui contiennent des éléments en acier inoxydable de 125 microns. Le condensât filtrés sera envoyé vers un collecteur de sortie commun. La pression différentielle à travers ces filtres est mesurée par le PDI-12127. Le lavage à contre-courant des filtres est déclenché par l'interrupteur local PDSH-12150 réglé à 1bar. Le condensât sortant du haut des coaliseurs à une température de 35°C passe à travers le réchauffeur d'alimentation de la colonne de stabilisation E2-1207 pour alimenter la colonne de stabilisation T4-1202 à une température de 33 °C [5].

I.6.7.3. Stabilisation du condensât

➤ Caractéristiques de l'équipement

La colonne de stabilisation de 18 200 mm de hauteur munie de 19 plateaux (plateaux à clapets). Elle est divisée en deux parties: la partie supérieure (diamètre: 914mm) contient six plateaux et la partie inférieure (diamètre: 1900 mm) contient 12 plateaux. Ces deux parties sont séparées par un plateau fixe qui permet de récupérer l'eau qui sera envoyée vers le ballon de dégazage d'eau V4-1601 (Figure I.10).

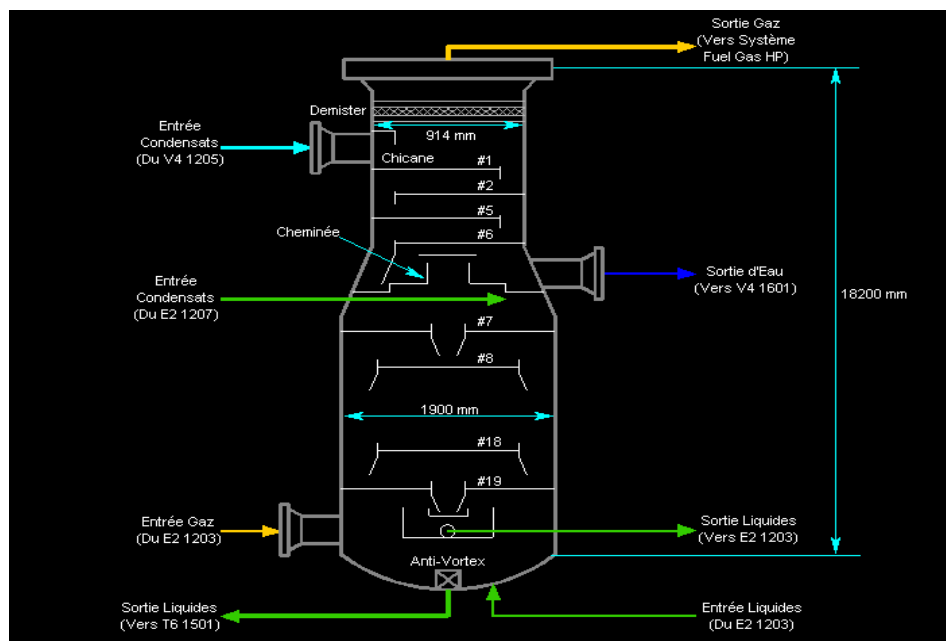


Figure I.10: Colonne de stabilisation V4-1601[4]

➤ Description de l'installation

La colonne de stabilisation T4-1202 dispose de deux sources d'alimentation, l'une alimente le 7^{ème} plateau par le condensât réchauffé dans l'échangeur de chaleur E2-1207 à 33°C, et l'autre alimente la tête de la colonne (Premier plateau) par le condensât sortant du séparateur primaire V4-1205 à 24°C. Cette colonne est muni d'un rebouilleur E2-1203 où l'huile chaude à 292°C est utilisée comme fluide caloporteur afin de chauffer le condensât du fond de la colonne. Les gaz légers vaporisés sont ensuite envoyés vers le système de fuel gaz à une température de 22°C. Le liquide est accumulé au fond de la colonne et alimente le débutaniseur T6-1501 au niveau du 18^{ème} plateau à une température de 165°C et une pression de 22 bars [2].

I.6.7.4. Débutaniseur

➤ Caractéristiques de l'équipement

Le débutaniseur T6-1501 est une colonne de distillation munie de 32 plateaux à clapets (Figure I.11), de diamètre de 3200mm et de hauteur de 24760mm. La colonne reçoit deux alimentations différentes, l'une au niveau du plateau N° 12 et l'autre au plateau N° 17.

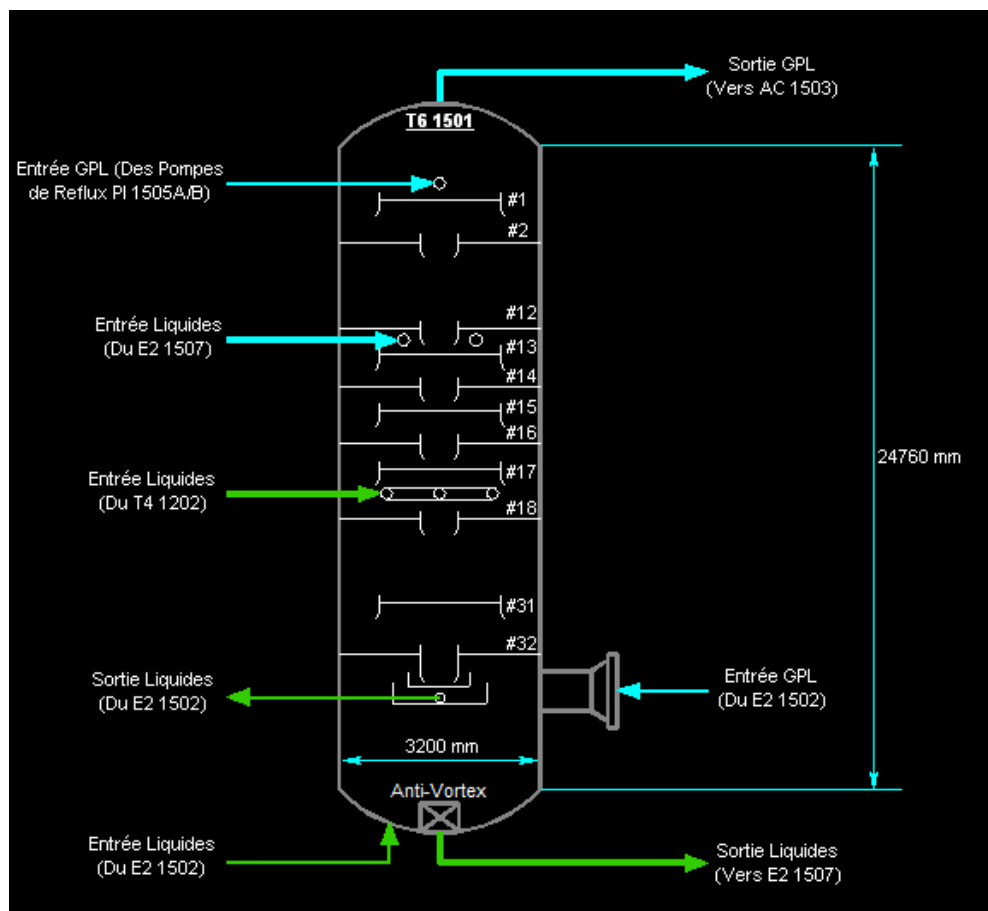


Figure I.11: Débutaniseur T6-1501[4]

➤ Description de l'installation

Le débutaniseur T6-1501 dispose de deux sources d'alimentation: La première reçoit le liquide (C3 et plus) accumulé au fond de la colonne de dééthaniseur après son réchauffement dans l'échangeur E2-1507 à une température de 98°C. La deuxième reçoit le condensât stabilisé récupéré au fond de la colonne de stabilisation T4-1202 à une température de 165°C [3].

Le GPL (C3/C4) et les composés plus légers présents dans le condensât accumulé au fond de la colonne sont vaporisés par le rebouilleur E2-1502 qui fournit de l'énergie nécessaire, puis récupérés en tête de débutaniseur T6-1501 tandis que le condensât C5+ sont condensés et récupérés au fond de la colonne [3].

Le produit de tête de la colonne (GPL) traverse le condenseur de tête du débutaniseur AC-1503 où il est refroidi à une température de 60°C. L'aérocondenseur est composé de 8 batteries, chacune est munie de deux ventilateurs. La température à la sortie de l'aéroréfrigérant AC-1503 est contrôlée par le TIC-1547 qui règle le débit d'air sur les ailettes d'aéroréfrigérant en modifiant l'angle des pales des ventilateurs [3].

Le GPL liquide récupéré dans le ballon de reflux V4-1504 alimente les pompes de reflux du débutaniseur P1-1505 A/B. Lorsque le niveau est établi, les pompes peuvent être mises en service pour d'une part assurer un reflux à la colonne afin de condenser les C5+ vaporisés et d'autre part envoyer une partie de GPL produit au sphères de stockage V6-4101 ou V6-4102 A/B [3].

Le GPL produit est envoyé selon sa qualité On-Spec ou Off-Spec vers les sphères de stockage V6-4101 ou V6-4102 A/B respectivement. L'acheminement du GPL est déterminé par l'opérateur sur la base de l'analyse de la composition du produit [3].

Le condensât provenant du fond du débutaniseur à une température de 194°C est refroidi successivement à travers l'échangeur E2-1507, l'aéroréfrigérant AC-1506 et l'échangeur E2-1207 à une température de 43°C. Une fois le condensât est refroidi et selon sa qualité On-Spec ou Off-Spec, il sera acheminé vers les réservoirs de stockage de condensât [3].

I.6.8. Section de compression du gaz résiduel

➤ Caractéristiques de l'équipement

Les compresseurs du gaz résiduel C2-4001 A/B sont de type centrifuge à un étage entraînés par des turbines à gaz fabriquées par John Brown. En conditions normales, un

compresseur est en fonctionnement pour chaque train. Les gaz d'échappements des turbines sont utilisés dans les réchauffeurs du fluide caloporteur (l'huile diathermique) qui fournit la chaleur nécessaire à certaines étapes de procédé [2].

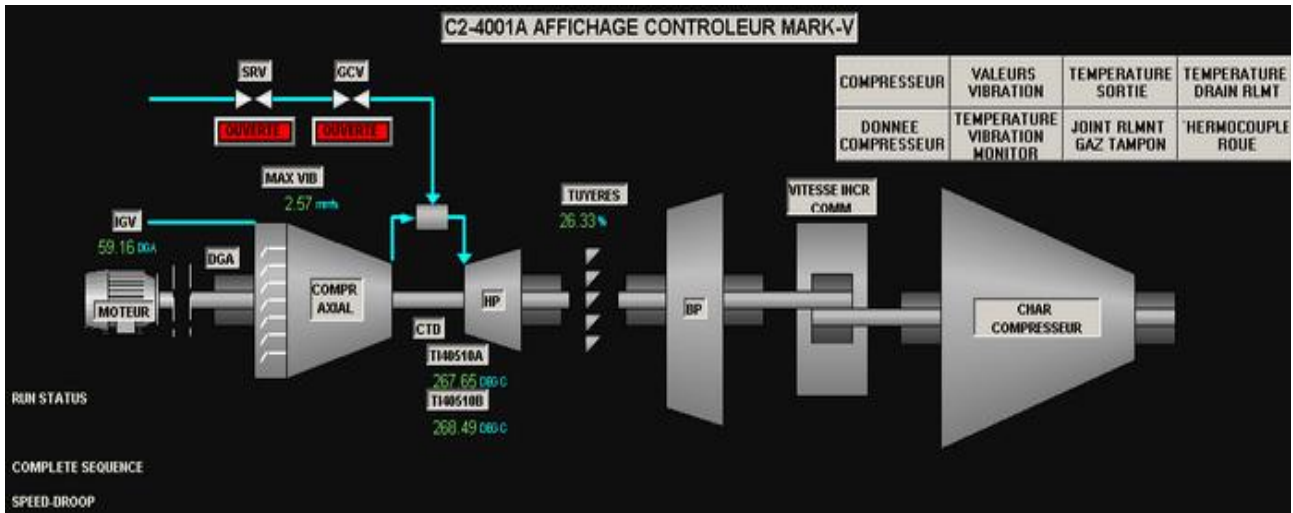


Figure I.12: Compresseur du gaz résiduel C2-4001 [4]

➤ Description de l'installation

Le gaz provenant de la section alimente le séparateur V1-4003A/B à une pression de 25 bars et une température de 55°C afin d'éliminer les gouttelettes moyennant le demister situé en tête du ballon. Le gaz sec sortant en tête de ce ballon est comprimé par les compresseurs C2-4001 A/B à une pression de 72 bars. La température à la sortie atteint 145°C. Ce gaz comprimé sera refroidi par un aéro-réfrigérant AC-4002A/B et à une température de 60°C afin de l'envoyer vers le pipeline du gaz résiduel ou le recyclé vers l'entrée de l'usine [2].

I.6.9. Section de stockage et d'expédition des produits

I.6.9.1. Stockage et d'expédition du GPL produit

Les trains de Process sont conçus pour assurer un fonctionnement continu, les installations de stockage sont prévues pour accumuler le produit pour expédition. La capacité de stockage du produit permet également de poursuivre l'expédition en cas d'arrêt des trains de Process [2].

Trois sphères d'une capacité de 500 m³ chacune sont prévues pour stocker le GPL produit sous pression, de manière à empêcher la vaporisation. L'une est réservée pour le stockage du GPL on-spec V6-4101 (Figure I.13) et les deux autres V6-4102 A/B pour le stockage du GPL off-spec (Figure I.14). Ces sphères sont équipées des pompes montées en

série P1-4103 A/B/C et P1-4201 A/B/C pour assurer l'expédition du GPL produit vers le pipeline de GPL. Deux autres pompes P1-4104 A/B sont également prévues pour le recyclage du GPL hors spécification vers l'alimentation du dééthaniseur T6-1401. La pression et la température opératoires sont 17 bars et 57°C. Le gaz tampon (de pressurisation) est fourni par le réseau de fuel gaz HP afin de maintenir la pression dans la sphère à 17 bars [2].

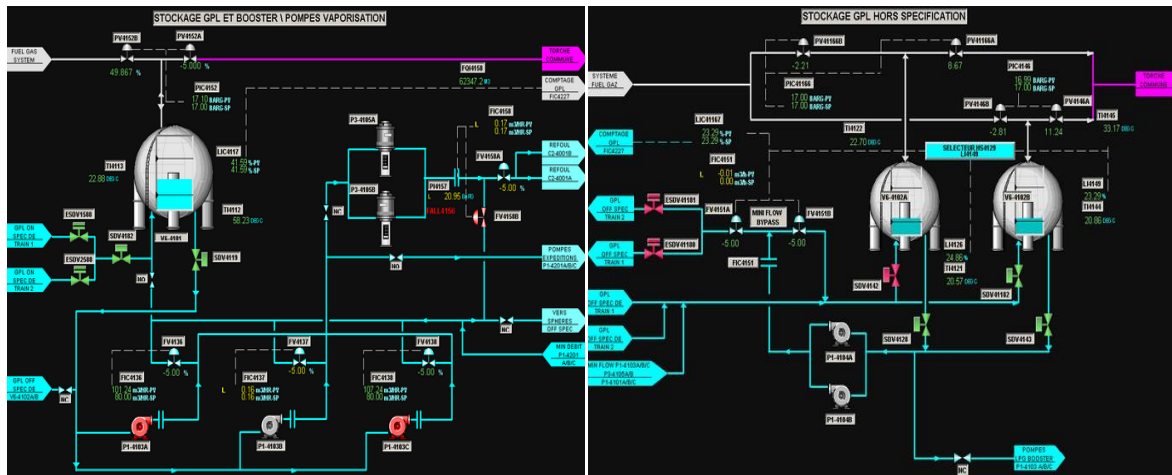


Figure I.13: Stockage GPL on-spec [2] Figure I.14: Stockage GPL off-spec [2]

I.6.9.2. Stockage et d'expédition du condensat produit

Les installations de stockage et d'expédition de condensât sont composées de deux réservoirs de stockage à toit flottant pour le condensât conforme aux spécifications S2-4301 A/B d'une capacité de 6000 m³ fonctionnant à la pression atmosphérique. Ce condensât est ensuite expédié vers le pipeline d'expédition de condensât via les pompes de transfert de condensât P1-4401 A/B/C (Figure I.15 et I.16).

Le condensât hors spécifications est acheminé à partir des trains de Process vers un ballon de dégazage T8-4305 pour éliminer les contaminants légers. Le condensât récupéré au fond de ce ballon est envoyé vers le réservoir de stockage de condensât hors spécification à toit fixe S2-4302 d'une capacité de 2000 m³. Du gaz combustible (Fuel gaz) à basse pression est utilisée pour maintenir une pression légèrement positive dans ce réservoir [2].

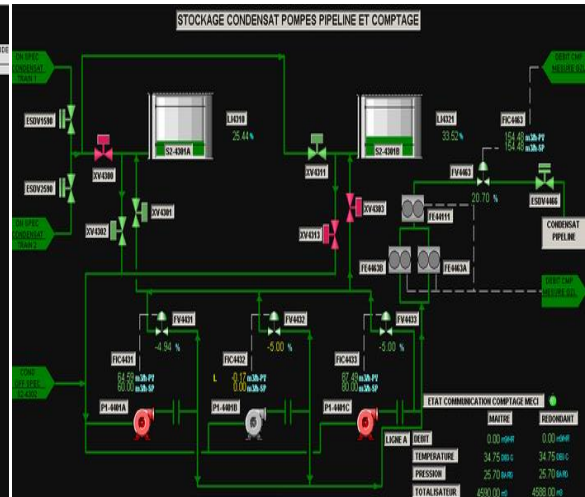
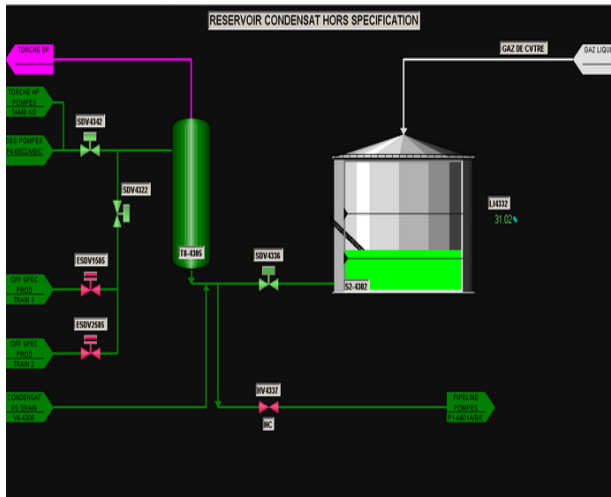


Figure I.15: Stockage condensate off-spec [4] **Figure I.16:** Stockage condensate on-spec [4]

I.6.10. Section des utilités

I.6.10.1. Inhibiteur de corrosion et de méthanol

L'objet de l'injection d'inhibiteur de corrosion est d'empêcher la corrosion à l'intérieur des tuyauteries (Figure I.17). L'inhibiteur forme un film mince sur la paroi interne de la tuyauterie empêchant ainsi l'accumulation de substances corrosives nuisibles au métal [2]. Le but d'injection de méthanol est d'éviter le givrage puisque, on travaille à des températures très basses.

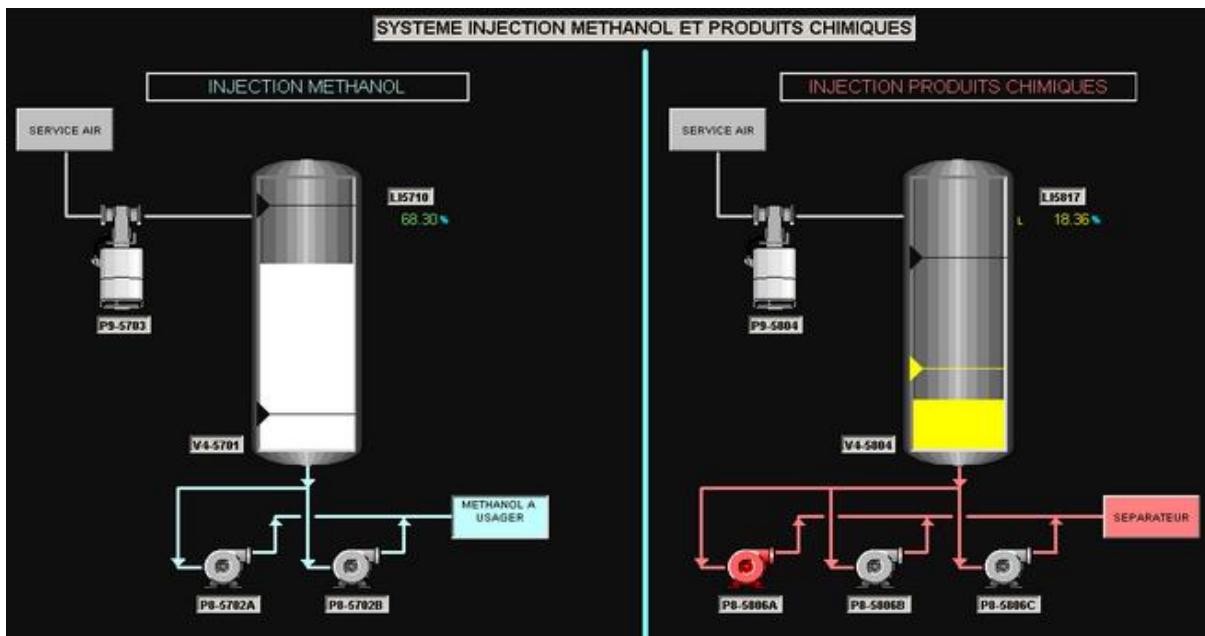


Figure I.17: Inhibiteur de corrosion et de méthanol [2]

I.6.10.2. Section d'air

Le skid d'air se compose de trois compresseurs centrifuges, deux ballons tampon, et de deux sécheurs.

➤ Air service

L'air est aspiré de l'atmosphère ou il sera filtré ensuite mélangé avec de l'huile ou il sera comprimé, l'huile est filtré, l'air passe à travers des aero-refregirants pour être refroidit, cette air (air service), est envoyé dans un ballon tampon (V4-6002). L'air service est utilisé pour le nettoyage [2].

➤ Air instrument

Une partie d'air service est envoyé dans des sécheurs qui marchent en séquences, l'air séché est envoyé dans un ballon tampon (V4-6006). L'air instrument utilisé pour les instruments de mesure et ouverture/fermeture des vannes [2].

I.6.10.3. Section d'azote

L'azote est l'extrait de l'air industriel par le Skid de production d'azote, comprimé à 30 bars, par le skid de compression d'azote (SK- 6903 B/C), puis stocké soit dans le réservoir V5- 6904 de 42m³, soit distribué aux utilisateurs (Figure I.18).

L'air entre dans le générateur par le biais du réservoir tampon d'air qui permet de minimiser les variations de pression. L'air passe ensuite dans l'adsorbeur V3- 6922 A ou B qui adsorbe l'oxygène, et le relâche à l'atmosphère. L'azote qui sort des adsorbeurs traverse les dépoussiéreurs avant d'arriver dans le réservoir tampon, puis il est comprimé à 30 bars dans les compresseurs alternatifs sans lubrification C4-6905 A/B/C/D fonctionnant en série [2].

Le réseau de gaz inerte est utilisé pour maintenir une pression positive dans les récipients qui contiennent des hydrocarbures et pour la purge des équipements en vue d'éliminer les hydrocarbures ou l'oxygène [2].

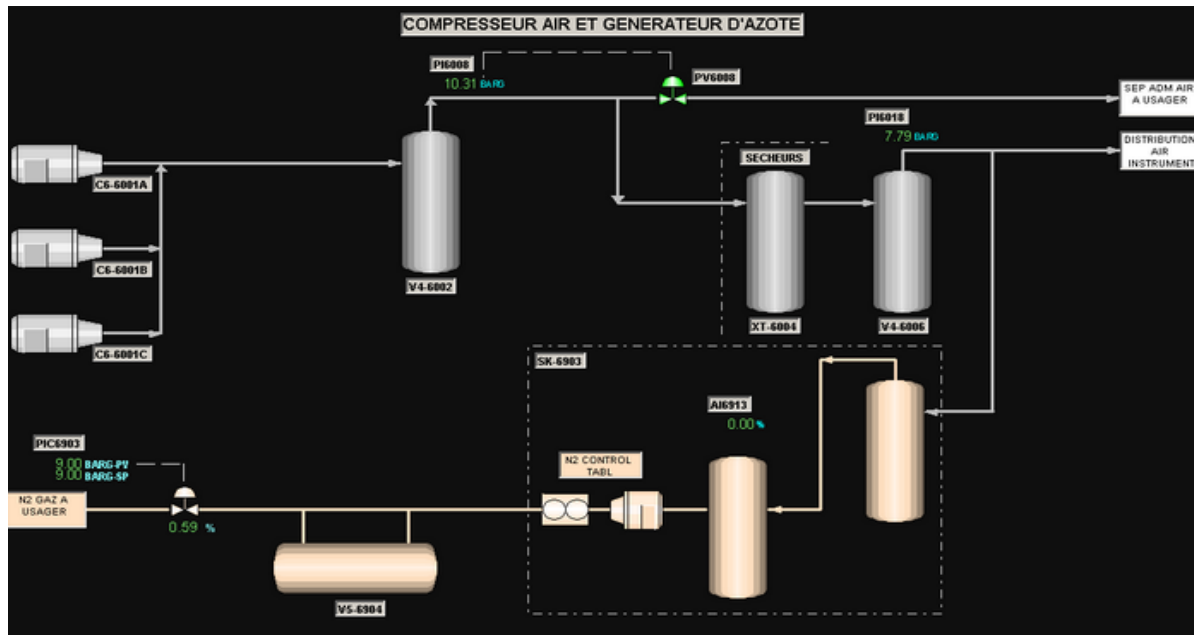


Figure I.18: Section d'air et générateur d'azote [2]

I.6.10.4. Section de fuel gaz

Le système de fuel gaz à haute pression (16.2 bar) est alimenté principalement à partir des têtes des colonnes de stabilisation de condensât. Une possibilité de recevoir le gaz à partir de gaz résiduelle (aspiration C24001A/B) utilisé pour alimentation de la turbine (A/B) une autre ligne en amont V1-5003 est utilisée pour la pressurisation des sphères [5].

Le système de fuel gaz à basse pression (7 bar) est alimenté principalement à partir des têtes des colonnes de stabilisation de condensât. Une possibilité de recevoir le gaz à partir de gaz résiduelle (aspiration C24001A/B) utilisé pour l'allumage du four, torche, borbier et pressurisation du bac off spécification [5].

I.6.10.5. Section de l'huile diathermique

L'huile du réservoir de stockage S2-5206 est aspirée par la pompe de transfert P5-5207 pour l'envoyer vers le ballon d'expansion V4-5203 (Figure I.19). Ce ballon d'expansion reçoit aussi l'huile à partir du ballon d'huile drainée par divers équipements V4-5208 via la pompe de drainage P1-5209. La pression dans le ballon d'expansion est maintenue à 0.8 bar par l'azote via la PCV-5277 pour empêcher la pénétration d'oxygène dans le système. Ce ballon est équipé de deux soupapes de sécurité étalonnées à 4.5 bars pour le protéger de toute pression excessive [2].

Trois pompes de recirculation d'huile chaude P1-5204 A/B/C sont prévues pour faire circuler l'huile chaude récupérée dans le séparateur d'expansion vers le réseau de distribution de l'huile chaude, (800M³/h pour chaque pompe) deux en service et l'autre en réserve [5].

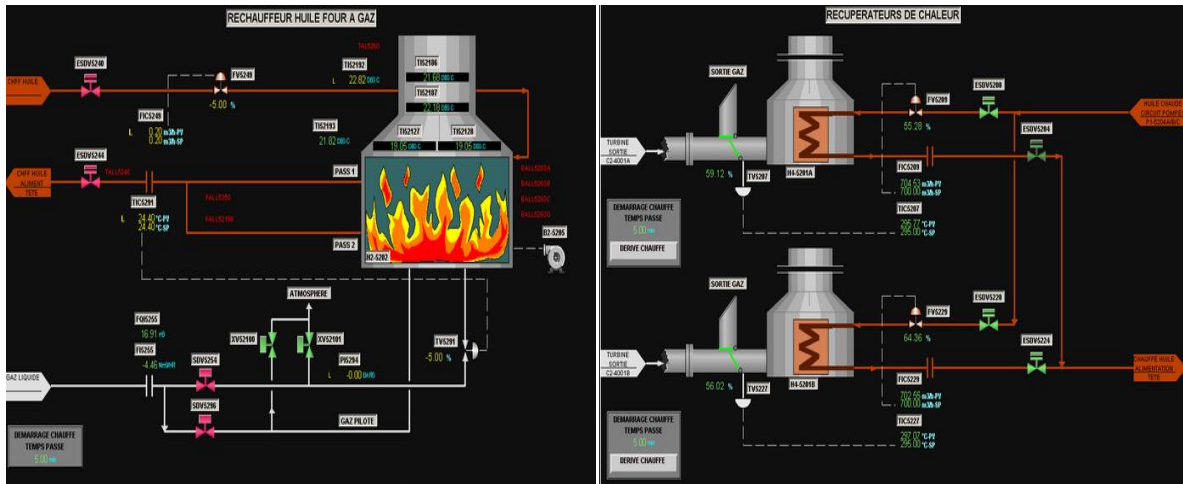


Figure I.19: Récupérateurs de chaleur et de four [5]

I.6.10.6. Section de système de torche [5]

L'installation comporte un borbier et trois types de torche HP, BP et commune (Figure I.20).

- Torche commune concerne les deux trains de procès et la zone de stockage.
- Torche basse pression concerne le bac de stockage off spécification.
- Deux torches hautes pression desservent chacune un train et une partie de la zone de compresseur.
- Bourbier est prévu pour l'élimination des hydrocarbures liquides des deux trains.

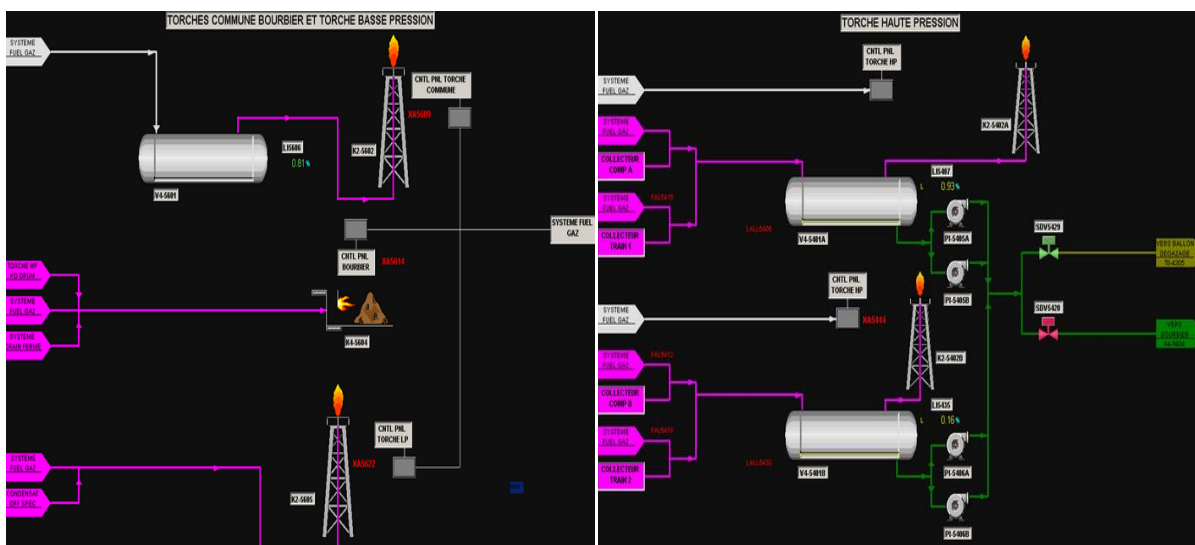


Figure I.20: Systèmes de torche [5]

I.7. Produits de l'usine de GTFT

L'usine du groupement TFT a été conçue pour produire: le gaz résiduel, le GPL et les condensats avec une expédition de 16000 KNm³/j en gaz sec. Les trois produits séparés dans le procédé et expédiés doivent respecter les spécifications comme présentées dans les tableaux I.2, I.3 et I.4 suivants [6].

Tableau I.2: Spécification du Gaz résiduel - pipeline GR 1/2 [6]

Spécifications	Gaz résiduel
Humidité max. (ppm)	50
Pression max. (barg)	71
Température (°C)	60

Tableau I.3: Spécification du GPL -pipeline LR1 [6]

Spécifications	GPL
Teneur C2- max (% mol)	3,0
Teneur C5+ max (% mol)	0,4
Teneur en eau max (ppmv)	100
Pression min (barg)	45
Récupération de C3/C4 (%)	> 70

Tableau I.4: Spécification des condensats - vers Station Medersa [6]

Spécifications	Condensats
Tension de Vapeur Reid max (psi)	10
Pression min (barg)	24
Récupération de C5+ (%)	> 95

I.8. Conclusion

Lors de notre formation au sein de l'unité de traitement du gaz de groupement TFT. Nous avons vu que le gaz naturel subit de nombreux processus de traitements en chaîne rigoureux. Il s'agit de faciliter son transport, son stockage et sa distribution par canalisation, améliorant ainsi sa qualité. Celle-ci est un élément clé de sa commercialisation.



Chapitre II:
Généralités sur le gaz naturel



II.1. Introduction

Le gaz naturel est une énergie fossile comme, le charbon ou le lignite. Il s'agit d'un mélange d'hydrocarbures présent naturellement dans des roches poreuses sous forme gazeuse. Il est devenu une des sources d'énergie les plus propres, bien répartir et les plus utilisées dans le monde. Le GPL longtemps considéré comme un produit fatal, car il dépend des activités pétrolières et gazières, présente des qualités intrinsèques et des avantages multiples qui devraient le hisser à un haut niveau d'utilisation. Le gaz naturel et le GPL peuvent servir cet objectif et ont leurs place dans la résolution des problèmes actuels en matière de l'environnement et la réduction de la pollution, et donc il permet de réduire la dépendance vis à vis des autres sources d'énergie.

L'Algérie est le premier pays exportateur du gaz naturel liquéfié (GNL) et le quatrième exportateur de gaz naturel. Son économie est entièrement dépendante des exportations de pétrole et de gaz, contribuant à 30% de son produit intérieur brut (PIB).

II.2. Définition d'un gaz naturel

Le gaz naturel est un combustible fossile présent naturellement sous forme gazeuse dans les roches poreuses du sous-sol. Utilisé comme source d'énergie, le gaz est composé d'hydrocarbures : principalement du méthane (CH_4) mais aussi du propane (C_3H_8), du butane (C_4H_{10}), de l'éthane (C_2H_6) et du pentane (C_5H_{12}) [5].

II.3. Gaz naturel en Algérie

L'Algérie a une importante industrie du gaz naturel avec un important producteur du gaz au niveau mondial. A la fin de 1953, plusieurs compagnes séismiques aboutirent à la mise en évidence d'une zone haute pouvant constituer un anticlinal, notamment dans la région de Hassi R'mel, un premier forage (HR1) a été réalisé en 1956. Huit puits sont alors réalisés, délimitant ainsi une structure anticlinale constituant un grand réservoir de gaz .Ce premier développement du champ permet de préciser les niveaux géologiques et d'approfondir les connaissances sur le réservoir et son effluent [5].

SONATRACH est classée comme étant la treizième compagnie pétrolière mondiale, deuxième exportateur en GNL et GPL, troisième en gaz naturel et premier exportateur de condensat. En 1973, presque 85 % de la production était constituée de pétrole brut. La part de pétrole brut représente actuellement à peine 25 % des exportations, le reste étant réalisé par le gaz naturel sous forme GNL, c'est-à-dire liquéfié, ou par gazoduc, le GPL, le condensat et les

produits raffinés. Depuis la mise en exploitation, plusieurs étapes ont été marquées avant d'atteindre la phase actuelle de développement [5].

- De 1961 à 1971, la production annuelle de gaz brut passe de 0,8 à 3,2 milliards de m³ et celle du condensât passe de 126 000 à 623 000 tonnes.
- De 1971 à 1974 : des études des réservoirs permettent de définir le mode d'exploitation du champ.
- En 1974, parallèlement à ces études, une extension du centre de traitement était réalisée par l'adjonction de six nouvelles unités d'une capacité totale de 300.106 m³/j.
- Entre 1971 et 1974 : Un programme de forage complémentaire était porté sur 23 nouveaux puits réalisés.
- Depuis 1980, l'Algérie est devenue l'un des grands exportateurs mondiaux de gaz naturel. Une particularité à souligner est que l'Algérie a pu réaliser diverses installations de liquéfaction de gaz naturel qui lui permettent de le commercialiser sous forme liquide et le transporter dans des méthaniers vers le marché extérieur (Etats-Unis, Europe.. etc.). Parallèlement à ce mode de transport l'Algérie a pu transporter son gaz par des gazoducs reliant directement Hassi R'mel à l'Europe, c'est ainsi qu'elle exploite actuellement le fameux gazoduc trans-méditerranéen qui relie l'Algérie à l'Italie et la Slovénie via la Tunisie [15].

II.3.1. Richesse algérienne en gaz

En 2019, l'Algérie a produit 86,2 milliards de m³ de gaz naturel, soit 3,10 EJ (exajoules), en baisse de 8,1 % en 2019 mais en progression de 12 % depuis 2009. Elle se classe au 10^e rang mondial avec 2,2 % de la production mondiale et au 1^{er} rang en Afrique [15].

II.3.2. Réserves gazières en Algérie

Les réserves prouvées de gaz naturel de l'Algérie étaient estimées par BP à 4 300 milliards de m³ fin 2019 (153,1 trillions US de pieds_cubes), soit 50 années de production au rythme de 2019. Ces réserves classaient l'Algérie au 11^e rang mondial avec 2,2 % du total mondial, et au 2^e rang en Afrique derrière le Nigeria [15].

II.4. Composition du gaz naturel

Le constituant principal du gaz naturel est le « méthane », son pourcentage varie d'un endroit à un autre et peut même atteindre les 95%. Le reste de sa composition, se répartie entre les produits énergétiques et non énergétiques:

II.4.1. Produits énergétiques

Comme l'éthane, le propane et le butane qui sont les plus légers et le pentane, hexane, heptanes et plus, qui constituent la partie la plus lourde. [5].

II.4.2. Produits non énergétiques

Comme l'azote, le dioxyde de carbone, le sulfure d'hydrogène, le mercure, l'eau, l'hélium et l'hydrogène.

II.5. Différents types du gaz naturel

Il existe plusieurs formes du gaz naturel, se distinguant par leur origine, leur composition et le type de réservoirs dans lesquels ils se trouvent. Cependant, on peut classer les gaz naturel selon leur origine en:

II.5.1. Gaz naturel bactérien

C'est un gaz formé par l'action des bactéries sur les débits organique qui s'accumulent dans les sédiments.

II.5.2. Gaz naturel thermique

C'est un gaz formé par la dégradation thermique des sédiments qui portés à des températures et des pressions croissantes au cours de l'évolution des bassins sédimentaires. On peut avoir aussi, à côté des hydrocarbures une large gamme de composées non hydrocarburée.

II.5.3. Gaz naturel inorganique

C'est un gaz inorganique qui se forme, à faible proportion, au cours de la formation des gaz hydrocarbures, les gaz volcaniques et les sources hydrothermales contiennent parfois du méthane et des inclusions fluides des minéraux des roches métamorphiques ou magmatiques [16].

II.5.4. Gaz sec

Dans les conditions de production de ce gaz, il n'y a pas de formation de phase liquide. Le gaz formé est concentré en méthane et contient très peu d'hydrocarbures plus lourds que l'éthane [16].

II.5.5. Gaz humide

Dans les conditions de production de ce gaz, il y'a une formation de phase liquide dans les conditions de surface et le gaz formé est moins concentré en méthane [16].

II.5.6. Gaz à condensat

Il forme une phase liquide dans le réservoir en cours de production (aussi dit condensat, gaz condensat, ou parfois naturel gazoline pour les anglophones), la phase condensée est riche en constituants lourds.

II.5.7. Gaz associé

Le gaz coexiste dans le réservoir avec une phase liquide « huile ». Le gaz associé comprend le gaz de couverture (phase gazeuse présente dans le réservoir) et le gaz dissous [16].

II.6. Caractéristiques du gaz naturel

Au stade final de son exploitation, le gaz naturel est caractérisé par les propriétés suivantes:

II.6.1. Pouvoir calorifique

Le pouvoir calorifique d'un combustible est la quantité de chaleur exprimée en Joules, qui serait dégagée par la combustion complète d'un mètre cube de gaz sec dans les conditions normales de température et de pression. On distingue deux valeurs de pouvoirs calorifiques : Pouvoir calorifique supérieur (PCS) et inférieur (PCI).

- **PCS:** C'est la quantité de chaleur dégagée par la combustion complète d'un mètre cube de gaz. La vapeur d'eau formée pendant la combustion étant ramenée à l'état liquide et les autres produits de combustion étant à l'état gazeux.
- **PCI:** C'est la quantité de chaleur dégagée lorsque tous les produits de combustion sont ramenés à température ambiante, l'eau restée à l'état vapeur. Le PCS diffère du PCI d'une quantité qui est égale à la chaleur latente de vaporisation de l'eau [7].

II.6.2. Composition chimique

Elle indique la nature des composés hydrocarbures et autres constituants du gaz et leur importance relative dans le mélange par l'intermédiaire de leur fonction volumique ou moléculaire. La composition chimique d'un gaz est utilisée pour les études de vaporisation. Elle sert aussi à calculer certaines de ces propriétés en fonction de la pression et de la température (compressibilité, densité) et à définir les conditions de son traitement lors de l'exploitation (extraction des produits liquides) [7].

II.6.3. Viscosité

La connaissance de la viscosité des gaz et des condensats est nécessaire pour effectuer les calculs d'écoulement aux différents stades de la production et notamment pour connaître les pertes de charge [7].

II.6.4. Masse volumique

La masse volumique d'un gaz représente la masse d'une unité de volume du gaz exprimée en Kg/m³ ; Elle est fonction de température et de la pression ; En dehors de condition spécifiées, on se réfère à des conditions dites normales ; connaissant la masse volumique du gaz aux conditions normales (T = 0°C, P =1 Atm).

II.6.5. Densité

La densité d'un gaz est définie comme le rapport de la masse volumique du gaz dans des conditions de référence sur la masse volumique de l'air dans les mêmes conditions. Elle peut être obtenue à partir de sa masse moléculaire que l'on peut définir à partir de sa composition chimique :

$$\text{Densité de gaz} = \frac{m_g}{m_a} = \frac{m_g}{28,96}$$

Où :

M_g : Masse moléculaire du gaz.

M_a : Masse moléculaire de l'air.

II.6.6. Volume massique

Le volume occupé par une unité de masse de gaz, il est donc l'inverse de la masse volumique [7].

II.7. Gaz du pétrole liquéfié (GPL)

II.7.1. Définition du pétrole liquéfié

Le gaz du pétrole liquéfié appelé communément GPL; est un mélange gazeux composé essentiellement du butane et du propane à la température ambiante et à la pression atmosphérique, mais il peut demeurer à l'état liquide sous des pressions relativement basse (4-18 atmosphère), ceci présente l'intérêt de stocker une importante quantité d'énergie dans un volume réduit, ce qui permet de le transporter plus facilement que les gaz non condensable (méthane, éthane) qui exigent des pressions très élevées [5].

II.7.2. Caractéristiques de GPL

- **Odeur:** Le GPL est incolore, soit en phase vapeur ou en phase liquide, inodore à l'état naturel, mais on doit ajouter un odorant (composés sulfures tel que le diéthyl-mercaptane ou le diméthyl-sulfide), afin de faciliter sa détection comme le cas du gaz naturel pour usage domestique ou industriel.
- **Tension de vapeur (TVR):** La tension du GPL est de 8 et 2 bars pour le propane et le butane respectivement à 20° C.
- **Dilatation :** à l'état liquide, le GPL a un haut coefficient de dilatation dont il faut tenir compte lors de stockage.
- **Densité :** à l'état gazeux, il est plus lourd que l'air.
- **Température d'ébullition :** A la pression atmosphérique la température de propane est de -45°C et celle de butane est de -6 °C.
- **Pouvoir calorifique :** C'est la propriété la plus intéressante étant que le GPL est traditionnellement utilisé pour les besoins domestiques : (=29460 Kcal/Kg).
- **Impuretés :** Le plus important est le soufre, qui une teneur est inférieur ou égale à 0,005 % en masse, ainsi l'eau l'un des impuretés importants.
- **Explosibilité et inflammabilité :** Le GPL est un gaz explosif lorsqu'il est mélangé avec l'air ou l'oxygène, la limite d'inflammabilité inférieure du GPL est très basse, par exemple les limites d'inflammabilités du propane de 2.4 à 93.5 % du volume de gaz dans l'air et celle du n-butane de 1.9 à 8.4 % du volume de gaz dans l'air. Puisque le GPL est plus lourd que l'air il peut se déplacer à des niveaux plus bas dans son entourage, et peut former un mélange de gaz explosif, même dans les milieux aérés.

II.7.3. Production de GPL

II.7.3.1. Dans le monde

Les principaux producteurs de GPL dans le monde sont les États-Unis, l'Arabie saoudite et la Chine. À eux trois, ils délivrent près de 37 % des GPL produits dans le monde. Ce sont également les trois principaux consommateurs de GPL. D'après l'étude statistique annuelle « Statistical Review of Global LPG » éditée par la WLPGA et Argus Media, la production mondiale de GPL avoisine en 2015 les 292 millions de tonnes, soit une hausse de 4 % par rapport à 2014.

Les États-Unis est le premier producteur mondial de GPL, qui a produit entre 2010 et 2015 près de 20 millions de tonnes de GPL supplémentaires, mais aussi par la hausse des exportations en provenance d'Iran et de Russie. [17]

II.7.3.2. GPL en Algérie

L'Algérie est le premier pays exportateur de gaz naturel liquéfié (GNL) et le quatrième exportateur de gaz naturel. Son économie est entièrement dépendante des exportations de pétrole et de gaz, contribuant à 30% de son PIB [18].

Depuis la mise en exploitation du champ gazier de HOUD EL HAMRA en 1996, la production du GPL en Algérie connue un développement rapide.

Le niveau de l'offre nationale du GPL est de l'ordre de 5,5 millions de tonnes en 1996, et plus de 7,3 millions de tonnes en 1998, et environ 9 millions de tonnes en 2001, un pic de 12,5 millions de tonnes sera atteint en 2006 lorsque les projets développés auront été mise en service. Cette offre provenant de trois sources différentes :

- ➔ **10%:** Sont obtenus à la suite du raffinage du pétrole brut aux raffineries de Skikda, Arzew, Alger. La production moyenne annuelle de ces raffineries est de l'ordre de 530.000 tonnes sont réparties dans le tableau suivant :

Tableau II.1 : Capacité de production de GPL dans les trois raffineries [8]

	Skikda	Arzew	Alger
GPL	340.000 tonnes	100.000 tonnes	90.000 tonnes
Butane	83%	74%	93%

- ➔ **11%:** Sont obtenus à l'issue de la liquéfaction du gaz naturel aux complexes de liquéfaction de SONATRACH, GL2Z, GL1K et réparti comme suit :

- GL2Z : 405.000 tonnes dont 50% en butane.
- GL1K : 170.000 tonnes dont 40% en butane.

➡ **79%:** Sont produits à partir des gisements d'hydrocarbures, suite à la séparation du gaz et le traitement du pétrole brut ; soit 4,35 millions de tonnes.

L'offre du GPL est localisée essentiellement dans la région Ouest à Arzew avec **87%**, **9%** dans la région Est (Skikda), **2%** au Centre et **2%** dans le Sud au niveau des champs de HASSI R'MEL, HAOUDH - BERKAOUI et L'HAMR

II.7.4. Stockage de GPL

Il faut prévoir des moyens efficaces pour le stockage. Le GPL est stocké sous pression dans des réservoirs en cigare pour le propane avec une capacité limitée (jusqu'à 500 m³) et réservoirs sphériques pour le butane avec une capacité réalisable va de 200 m³ jusqu'à 7000 m³.

Lors de son stockage, Les trains de process étant conçus pour assurer un fonctionnement continu, les installations de stockage sont prévues pour accumuler le produit pour expédition. La capacité de stockage du produit permet également de poursuivre l'expédition en cas d'arrêt des trains de process.

Trois sphères d'une capacité de 500 m³ chacune sont prévues pour stocker le GPL produit sous pression, de manière à empêcher la vaporisation. L'une est réservée pour le stockage du GPL on-spec et les deux autres pour le stockage du GPL off-spec. Ces sphères sont équipées des pompes montées en série pour assurer l'expédition du GPL produit vers le pipeline de GPL. Deux autres pompes sont également prévues pour le recyclage du GPL hors spécification vers le déethaniseur. La pression et la température opératoires sont 17 bars et 57°C. Le gaz tampon (de pressurisation) est fourni par le réseau de fuel gaz HP afin de maintenir la pression dans la sphère à 17 bars.

L'expédition de GPL comprend trois pompes Booster et trois pompes d'export. Les pompes Booster P1-4103A/B/C de type centrifuge reçoivent le GPL on-spec de la sphère à une pression de 17 bars et le refoulent à une pression de 22 bar-g. Les pompes d'expédition P1-4201A/B/C reçoivent le GPL on-spec issu des pompes Booster P1-4103A/B/C. Les pompes P1-4201A/B/C sont de type centrifuge, à dix étages. Deux pompes sont en service et troisième est en réserve.

II.7.5. Application de GPL

Les domaines d'utilisation du propane et du butane sont très nombreux et diversifiés [10]:

- Utilisations domestiques (cuisine, chauffage);
- Utilisations pétrochimiques (production d'oléfines);
- Dans le domaine de froid et du conditionnement d'air;
- Carburant de véhicules;
- Source de chauffage à travers les fours industriels;
- Centrale électrique: combustible pour la génération électrique.

II.8. Rectification

La rectification est un procédé physique de séparation d'un mélange en constituants pratiquement purs, et cela par des échanges de matière et d'énergie entre deux phases circulant à contre-courant dans un appareil appelé « colonne de rectification ».

II.8.1. Colonne de rectification

La colonne de rectification est un appareil cylindrique vertical, qui peut être constitué des plateaux successifs ou de garnissages, dont le rôle consiste à assurer un contact intime entre les deux phases. Dans chaque plateau il y'a barbotage de la vapeur dans la phase liquide et ceci permettra le transfert de matière et d'énergie entre les deux phases, pour cela les plateaux seront munis d'éléments spéciaux comme les calottes. Le liquide se déplace par gravité de haut en bas, et la vapeur de bas en haut, grâce à l'énergie de pression utilisée pour qu'il y'est un bon barbotage. Le liquide arrivant au fond de la colonne est partiellement vaporisé dans le rebouilleur qui crée la phase vapeur nécessaire à la distillation, le liquide non évaporé est extrait du fond de la colonne et constitue le résidu [21].

La vapeur arrivant en tête de la colonne est condensée, une partie du produit condensée est envoyée en tête de la colonne en qualité de reflux, le reste est soutiré en tant que distillat (produit de tête). La colonne est divisée en trois zones :

- **Zone d'alimentation** : c'est l'entrée du mélange à fractionner.
- **Zone de rectification** : se situe au-dessus de la zone d'alimentation.
- **Zone d'épuisement** : se situe au-dessous de la zone d'alimentation.

II.8.2. Principe de fonctionnement de la colonne de rectification

Le principe de fonctionnement d'une colonne à distiller est simple, tout en travaillant à une pression constante, il consiste à déplacer les équilibres de phases à l'aide d'un gradient de

température crée par une source froide (condenseur), qui crée un flux de liquide froid descendant dans la colonne, une source chaude (le rebouilleur), générant un flux de vapeur chaud montant.

Pour assurer les transferts de matières et de chaleur entre ces deux flux, des éléments de contact sont placés à l'intérieur d'une virole. Ils sont constitués soit par des plateaux, dont le principe de base est de faire barboter la vapeur dans une rétention liquide provoquée par un barrage coupant la phase liquide, soit par des garnissages constitués le plus souvent par un treillis métallique dispersant les phase et assurant une bonne surface d'échange entre les fluides circulant à contre-courant. Le rebouilleur fonctionne à l'aide d'un fluide extérieur (vapeur, huile chaude, fluide procédé). Le plus souvent refroidie par le l'air ou de l'eau, parfois par un fluide procédé, le condenseur travaille dans des conditions différentes selon que l'on cherche à obtenir une coupe légère, ou distillat sous forme liquide ou vapeur. La figure ci-après présente le schéma de la colonne de rectification [21].32

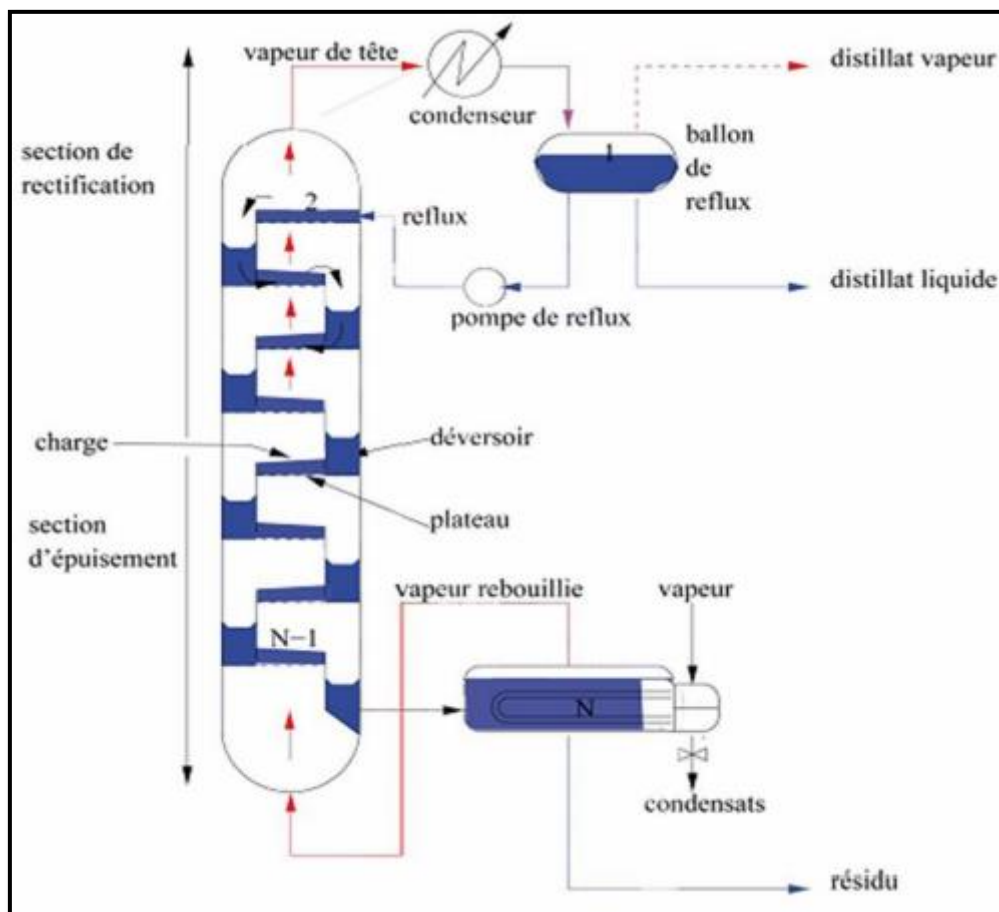


Figure II.1: Schéma de la colonne de rectification [21]

II.8.3. Facteurs qui influent sur le fonctionnement de la colonne de distillation

Le fonctionnement de toute colonne de distillation est contrôlé par les paramètres suivants:

II.8.3.1. Pression

La pression dans une colonne de distillation est un paramètre essentiel de son fonctionnement, le choix de pression de la colonne dépend de la température opérationnelle adoptée. La pression est d'autant plus élevée que la température est haute.

II.8.3.2. Température

Tout en tenant compte des propriétés de la charge à traiter la température est gardée quasiment constante aussi bien au sommet qu'au fond de la colonne comme corollaire de toute augmentation de la température, on note un enrichissement du distillat en produit moins volatil avec une élévation conséquente de la pression au sommet.

C'est ainsi qu'une perte des produits lourds par entraînement peut être remarquée avec une affectation notable de la qualité de produit. Dans le contraire, le distillat s'appauvrit en produit moins volatil avec des conséquences néfastes qui altèrent la qualité de ce produit. D'une façon générale, le résidu doit pouvoir supporter la température maximale de la colonne pour éviter toute dégradation thermique.

II.8.3.3. Taux de reflux

Il est défini comme étant le rapport L/D du débit de reflux sur le distillat. Ce paramètre est très important pour le fonctionnement de la colonne, il est réglé de sorte à : Refroidir les vapeurs de tête et assurer une circulation liquide dans la colonne.

- Eviter l'engorgement de la colonne
- Maintenir une pureté désirée du produit.

Le taux de reflux est l'un des facteurs essentiels de la distillation, en particulier, il est possible d'améliorer le pouvoir de séparation d'une colonne donnée en augmentant le taux de reflux. D'une manière générale, le taux de reflux optimal est conditionné par le prix de revient des produits obtenus [21].

II.9. Conclusion

Le gaz naturel est considéré comme un combustible plus propre et plus respectueux de l'environnement que la plupart des autres combustibles fossiles. Le recours à la production de GPL, est exceptionnel en raison de leur origine, caractéristique, application et de leur filière. En tant qu'énergie moins polluante, faiblement émettrice de CO_2 , performante et novatrice,

les GPL offrent, également, de nombreux avantages pour les consommateurs et les secteurs professionnels comme pour l'environnement, la facilité de transport et la variété d'usages, les GPL permettent d'assurer et de contribuer, sans délai, à un modèle énergétique durable et compétitif.



Chapitre III: Simulation



III.1. Introduction

La simulation est devenue de nos jours la méthode de modélisation des procédés industriels, la plus importante dans le monde. La simulation est l'utilisation d'un modèle mathématique pour générer le comportement d'un procédé, l'avantage majeur de la simulation est la fourniture d'un aperçu du comportement d'un système réel, qui est difficile de l'avoir à travers l'expérience en particulier pour les systèmes complexes avec plusieurs variables.

III.2. Définition de la simulation

La simulation est définie comme l'utilisation d'un modèle mathématique pour générer une description du comportement d'un système physique (procédé). Lorsque le modèle mathématique répond aux ajustements de changement des paramètres comme un procédé réel, la simulation peut être classée comme une méthode commode qui ne coûte pas chère et sans danger pour la compréhension du comportement du procédé réel et sans intervention sur le procédé en cours de fonctionnement.

Les logiciels de simulation sont de plus en plus nombreux, et deviennent de plus en plus indispensables pour concevoir de nouvelles unités et pour optimiser les procédés industriels qui fonctionnent parfois loin de leur optimum [22]. Cependant, les plus connus dans le domaine de génie chimique en générale et du raffinage en particulier sont: Aspen plus, ChemCAD-III, Design-II, HYSIM, PRO-II, HYSYS, ...etc. Les deux derniers simulateurs sont les plus performants et très utilisés dans l'industrie pétrolière. Dans notre travail, nous avons utilisé le logiciel HYSYS pour simuler notre unité.

III.3. Présentation du logiciel HYSYS

Le logiciel HYSYS est un logiciel de simulation de procédés de génie chimique développé par Hyprotech (canada). Il permet le traitement des problèmes simples, tels que les séparations et les problèmes plus complexes tel que la distillation atmosphérique du pétrole brut et les transformations chimiques. Les différentes tâches qu'un simulateur de procédé devrait effectuer sont:

- Résolution des bilans de matière et d'énergie.
- Optimisation du procédé.
- Dimensionnement des équipements
- Evaluation économique du procédé.

L'utilisation de simulateur HYSYS se fait de la façon suivante:

- L'utilisateur doit spécifier les constituants du gaz, du liquide ou du mélange;
- Il choisit un modèle thermodynamique ;
- Il doit établir le schéma du procédé (PFD).

La simulation du cas design nécessite l'introduction de plusieurs données. Les caractéristiques de la charge qui entre dans le slug catcher (composition, débit; température et pression) sont les premières données à introduire [22].

III.4. Choix du modèle thermodynamique

Les modèles thermodynamiques ont fait l'objet de nombreux travaux en vue d'accroître leurs précisions et d'étendre leurs domaines d'utilisation. Le choix d'un modèle thermodynamique est délicat car il doit aboutir à une méthode relativement validée dans les conditions du procédé (conditions opératoires et nature des fluides étudiés,...etc.).

Noter que les modèles thermodynamiques les plus utilisés dans le domaine de traitement de gaz naturel sont: Soave Redlich Kwong (SRK) et l'équation de Peng Robinson (PR), parce que le domaine d'application de ces équations d'état (en terme de pression et de température), est compatible avec le cas de l'usine GTFT, la pression d'entrée de trains est $P=65$ bar et la température au niveau du séparateur primaire de slug catcher égal à 44 °C [13].Le tableau suivant montre le domaine d'application des deux équations d'état:

Tableau III.1: Domaine d'application des deux équations PR et SRK [22]

Modèle thermodynamique	Température °C	Pression (bar)
PR	> -271	< 1000
SRK	> -143	< 350

Dans notre travail, on a choisi le modèle Peng Robinson (PR) selon les paramètres de type de gaz.

III.5. Schéma de simulation de procédé par HYSYS

Pour que le logiciel HYSYS puisse résoudre le schéma de procédé et/ou même dimensionner quelques équipements de ce procédé, l'utilisateur doit au préalable :

- Spécifier les constituants du gaz, du liquide ou du mélange.
- Spécifier les paramètres nécessaires pour le calcul de chaque opération unitaire.
- Etablir le schéma PFD de la section d'étude.

- Choisir un modèle thermodynamique convenable pour la détermination des propriétés thermodynamiques, volumiques ainsi que l'état physique des composés ou des mélanges.

La réussite de la simulation dépend donc du choix du modèle thermodynamique, parce que ce dernier est établi pour une classe de fluides et un domaine de conditions de pression et de température recommandé [23]. La méthode générale d'utilisation de simulateur de procédé est illustrée dans la figure suivante :

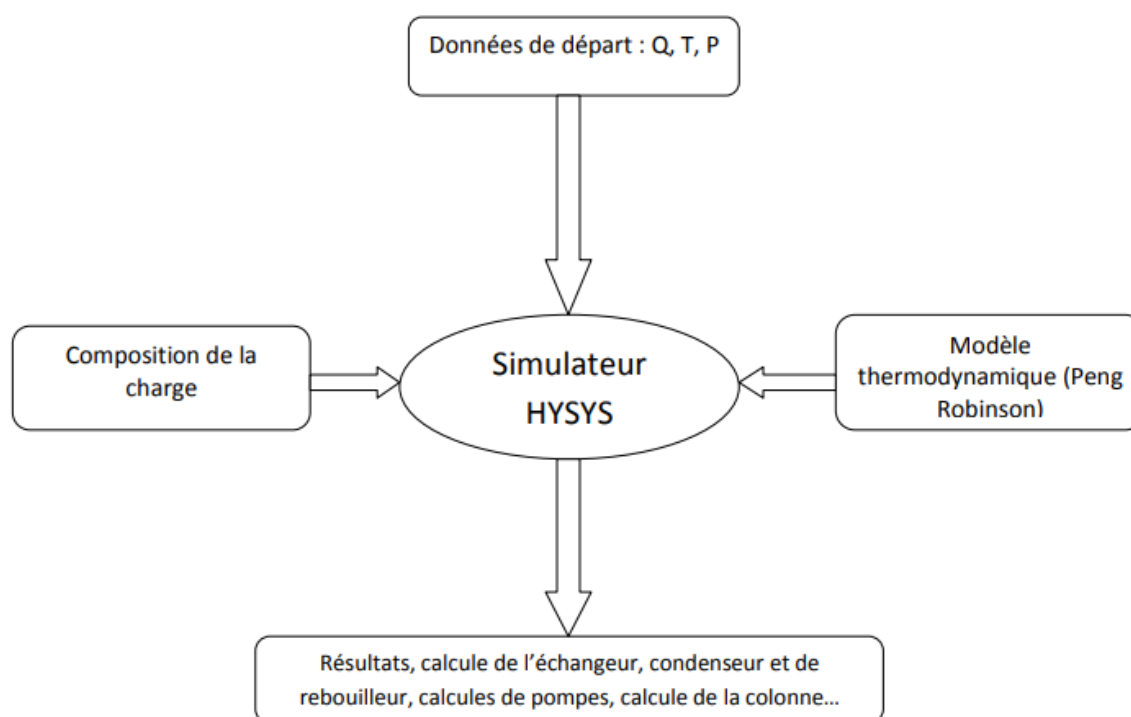


Figure III.1: Schéma de simulation de procédé par HYSYS

III.6. Validation de simulation

III.6.1. Problématique

Après plusieurs années de fonctionnement de l'unité de traitement de gaz de GTFT, l'usine a connu plusieurs changements aux différents niveaux qui entraînent des problèmes. Suite au changement fait par le groupement TFT sur la pression de tête de la colonne débutaniseur de 17,2 barg (pression de démarrage) à 17,65 barg (pression actuelle) et vu que la pression de service maximale est de 17,3 barg et la pression de design est de 16,9 barg, on s'est fixé l'objectif de faire baisser cette pression et observer ce changement sur la température du GPL et son reflux. Le groupe SONATRACH va acquérir plusieurs avantages comme suit:

- Améliorer l'optimisation de récupération de GPL et de condensat
- Eviter la perturbation des paramètres de process (c.-à-d. garder les paramètres de désign).

Notre étude consiste à simuler et optimiser les paramètres et les conditions de fonctionnement de la colonne T6-1501 débutaniseur au niveau du complexe GTFT, à savoir la production du GPL et le condensat.

III.6.2. Débutanisation

La débutanisation est réalisée dans la colonne T6-1501, c'est la dernière étape de production du GPL. Elle consiste à la séparation d'une part des C₅ et des fractions plus lourdes et d'autre part, des C₄ et des fractions plus légères (GPL). Cette étape est critique pour le procédé de production du GPL puisqu'elle détermine:

- La qualité du GPL et donc, son envoi vers la sphère V6 4101 de stockage du GPL On-spec ou vers les sphères V6 4102A/B de stockage du GPL Off-spec,
- La qualité des condensats et leurs envois vers les bacs S2-4301A/B de stockage des condensats On-spec ou vers le bac S2-4302 de stockage des condensats Off-spec.

Le débutaniseur T6 150 est muni de 32 plateaux et d'un système anti-vortex à la sortie des liquides, il dispose de deux alimentations principales:

- Les liquides réchauffés dans l'échangeur E2-1507 arrivent au niveau du 13^{ème} plateau.
- Les condensats issus du fond de la colonne T4-1202 de stabilisation des condensats arrivent au niveau du 18^{ème} plateau, ce flux est introduit dans la colonne en dessous de l'alimentation précédente car, il est plus chaud et plus lourd.

Le débutaniseur permet la séparation de GPL et condensats. Il opère à pression constante de l'ordre de 17,2 bar, les vapeurs fractionnées dans la zone de rectification montent en tête de la colonne à température de l'ordre de 67°C, puis une condensation totale de ces vapeurs est réalisée dans une batterie d'aéro-réfrigérant AC-1503 jusqu'à atteindre une température de l'ordre de 60 °C cette condensation totale permet de récupérer tout le GPL dans le ballon de reflux V4-1504 remplie à 100%.

Le GPL aspiré par la suite avec la pompe P1-1505A/B est refoulé en deux flux, dont une partie sera utilisé comme liquide de reflux vers la tête de colonne, afin de maintenir la température de tête, ce qui a pour effet un maintien du bon fractionnement. L'autre partie est

refoulée sous contrôle d'une vanne de régulation de pression qui contrôle le niveau du liquide dans le ballon, puis vers section de stockage et de transfert. Autrement dit, vers la sphère V6-4101, quand le GPL est bien traité et correspond aux normes exigés, si le GPL ne répond pas aux normes (Off spec), il est refoulé vers une sphère de stockage V6-4102, ou il subira un retraitement selon un programme bien établi.

L'hydrocarbure liquide recueilli au fond de la colonne dont une partie de celui-ci est utilisé comme un fluide de rebouillage dans l'échangeur E2-1502, et ceci permet d'évaporer le GPL dissous et de maintenir une température de fond de l'ordre de 196°C. L'autre partie du liquide du fond est du condensat stabilisé à haute température de l'ordre de 196 °C. Ces calories seront cédées au niveau des échangeurs E2-1505 et E2-1507 côté tube et sort à la température de l'ordre de 85°C. Son passage à travers une batterie d'aéroréfrigérants AC-1506 permet d'obtenir une température de condensat de production de l'ordre de 40°C. A cette température le condensat est évacué vers des bacs de stockage S2-4302A/B, puis vers le transfert. Lorsque le produit ne répond pas à la spécification de commercialisation (Off spec), il passe dans le bac de stockage à toit fixe S2-4302.

III.6.2.1. Choix des paramètres

Lors de la simulation de la colonne débutaniseur T6-1501, le choix des paramètres opératoires, à savoir: la pression, la température et le taux de reflux vise à:

- Diminuer la quantité de chaleur fournie par le rebouilleur.
- Diminuer la quantité de chaleur absorbée par le condenseur de tête, par conséquent diminuer le débit du fluide réfrigérant.
- Diminuer le taux de reflux, ou bien l'augmenter ce qui entraîne une augmentation des quantités de chaleur dans le rebouilleur et dans le condenseur ainsi que la puissance des pompes et par conséquent la consommation électrique.
- Avoir une colonne avec un faible taux d'engorgement et une perte de charge minimum.

Cependant, il est important de noter qu'il faut assurer une bonne séparation avant tout et obtenir des produits répondant aux spécifications commerciales. Dans notre cas, les paramètres suivants conditionnent le bon fonctionnement du débutaniseur:

- Taux de reflux.
- Chaleur du rebouilleur.
- Chaleur de condenseur.

D'où une étude de l'influence de la variation de ces paramètres sur les performances du débutaniseur sera effectuée.

III.6.2.2. Hypothèses de simulation

La simulation générale de la colonne débutaniseur T6-1501 est représentée sur la figure suivante. On note que la base de données choisie est Peng Robinson (PR), car cette équation est considérée comme adéquate pour le calcul d'équilibre liquide-vapeur des systèmes composés des hydrocarbures, est applicable sur une grande gamme de conditions. Il donne aussi les meilleurs résultats, plus spécialement quand les fractions légères dominent.

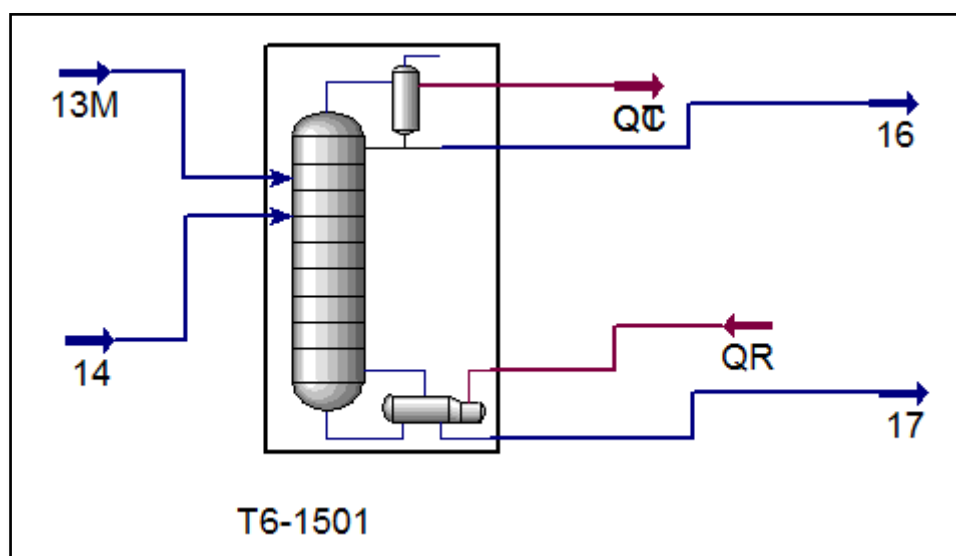


Figure III.2: Schéma de simulation du débutaniseur T6-1501.

Avec:

13M: Alimentation froide de dééthaniseur.

14: Alimentation chaude du stabiliseur.

16, 17: GPL et le condensat, respectivement.

QC, QR : Chaleurs du condenseur et du rebouilleur respectivement.

On note que, l'équation d'état choisie est Peng Robinson (PR), car cette équation est considérée adéquate pour le calcul de l'équilibre liquide-vapeur des systèmes composés des hydrocarbures, et applicable pour une grande gamme de conditions. Elle donne aussi les meilleurs résultats, plus spécialement quand les fractions légères dominent.

III.7. Conclusion

A travers cette étude, nous espérons de retrouver les bons paramètres de fonctionnement de la colonne de fractionnement T6-1501, qui nous permettent de maximiser la récupération des produits toute en respectant les spécifications suivantes:

Pour le GPL

- ✓ Teneur en C2 : 3% molaire au maximum.
- ✓ Teneur en C5+ : 0,4% molaire au maximum.

Pour le condensât

- ✓ TVR: ≤ 10 Psia.
- ✓ Taux de production: Récupération minimum de 95% (mol) des C5+ dans le gaz d'alimentation.



Chapitre IV:
Résultats et discussion



IV.1. Introduction

En premier lieu, l'étude consiste à optimiser et simuler les paramètres et les conditions de fonctionnement des colonnes débutaniseurs indicées (T6-1501) suivant le changement de la composition du gaz à traiter, pour récupérer le maximum de GPL et du condensat et de réduire la consommation énergétique, toute en respectant les spécifications et les normes des produits (GPL et condensat).

En second lieu, notre travail consiste à étudier l'influence de la diminution de pression à l'admission de la colonne débutaniseur sur les paramètres de fonctionnement et à optimiser ces paramètres avec le minimum de pression tolérée en situation dégradée.

IV.2. Vérification des paramètres de fonctionnement de colonne T6-1501

IV.2.1. Simulation du cas design du débutaniseur

La composition, débits molaire, massique et volumique de l'alimentation sont présentés dans le tableau IV.1 ci-dessous

Tableau IV.1: Composition, débits molaire, massique et volumique de l'alimentation

	1 ^{ère} charge froide	2 ^{ème} charge chaude
T (°C)	106,37	171,23
P (barg)	17,582	19,995
Débit massique (Kg/h)	5,931E+04	5,232E+04
Débit molaire (Kgmole/h)	1102,4945	579,7465
Débit volumique (m³/h)	106,9	78,94
Constituants	% Molaire	% Molaire
H₂O	0	0
N₂	0	0
CO₂	0	0
C₁	0	0
C₂	0,021176	0,007238
C₃	0,516219	0,125653
iC₄	0,083377	0,034772
nC₄	0,215039	0,118036
iC₅	0,046989	0,052233
nC₅	0,059628	0,082376
nC₆	0,036976	0,130509
nC₇	0,013988	0,140102
2MC₇	0,004452	0,094333
nC₈	0,000958	0,030323
2MC₈	0,000873	0,062682
nC₉	0,000160	0,019003

2MC₉	0,000127	0,035166
nC₁₀	0	0,009617
nC₁₁	0	0,025730
nC₁₂	0	0,032198
Total	1,0000	1,0000

IV.2.1.1. Distillat

La composition du distillat est illustrée dans le tableau suivant :

Tableau IV.2: Composition du distillat

Composition	Y' _{Di}			Y _{Di}		
	Design	Design Simulé	Ecart %	Design	Design Simulé	Ecart %
C₁	0	0	0	0	0	0
C₂	0,02539	0,02540	3,94E-04	0,01555	0,01555	0
C₃	0,59171	0,59213	7,10E-04	0,53142	0,53142	0
iC₄	0,10307	0,10316	8,73E-04	0,12203	0,12203	0
nC₄	0,27641	0,27723	2,97E-03	0,32794	0,32794	0
iC₅	0,00270	0,00173	0,3593	0,00254	0,00254	0
nC₅	0,00071	0,00354	3,9860	0,00052	0,00052	0
Totale	1	1	4,3502	1	1	0

Les résultats du calcul de la température (T) et la pression (P), ainsi que le débit molaire (D') et massique (D) et l'énergie (W_D) du distillat sont présentés dans le tableau suivant:

Tableau IV.3: Simulation des paramètres du cas design du distillat

Paramètres/ Cas	T (°C)	P (bar)	D' (kg mole/h)	D (kg/h)	W _D (kJ/h)
Design	65,02	16,91	1084,8456	53200,0000	-1,3684E+08
Design Simulé	62,45	16,91	1084,0000	53271,7915	-1,3615E+08
Ecart %	0,0395	0	7,7947E-04	1,3495E-03	5,0424E-11

D'après ce tableau, nous remarquons que les résultats du cas simulé sont proches aux données design.

Spécifications pour le GPL

- C₂- (%) = 2,54 (< 3%)
- C₅+ (%) = 0,22 (< 0,4 %)

Alors, les résultats obtenus de la simulation des paramètres de distillat montrent que le GPL est dans les normes (in spécification).

IV.2.1.2. Résidu

La composition du résidu de la colonne est déterminée par approximations successives, les résultats de calcul sont donnés dans le tableau suivant.

Tableau IV.4: Compositions du résidu

Composition	X' _{Ri}			X _{Ri}		
	Design	Design Simulé	Ecart %	Design	Design Simulé	Ecart %
iC ₄	0,0004	0,0004	0	0,0002	0,0002	0
nC ₄	0,0094	0,0083	0,1064	0,0049	0,0049	0
iC ₅	0,1325	0,1341	0,0121	0,0992	0,0992	0
nC ₅	0,1887	0,1891	2,1198E-03	0,1399	0,1399	0
nC ₆	0,1949	0,1947	1,0262E-03	0,1719	0,1719	0
nC ₇	0,1618	0,1616	1,2361E-03	0,1659	0,1659	0
2MC ₇	0,0998	0,0996	2,0040E-03	0,1167	0,1167	0
nC ₈	0,0312	0,0312	0	0,0365	0,0365	0
2MC ₈	0,0625	0,0624	1,6000E-03	0,0820	0,0820	0
nC ₉	0,0187	0,0187	0	0,0246	0,0246	0
2MC ₉	0,0344	0,0344	0	0,0502	0,0502	0
nC ₁₀	0,0094	0,0093	0,0106	0,0136	0,0136	0
nC ₁₁	0,0250	0,0249	4,0000E-03	0,0400	0,0400	0
nC ₁₂	0,0313	0,0312	3,1949E-03	0,0545	0,0545	0
Somme	1	1	0,1443	1	1	0

Les résultats du calcul de la température (T) et la pression (P), ainsi que le débit molaire (R'), massique (R) et l'énergie (W_R) du résidu de la colonne sont donnés dans le tableau suivant:

Tableau IV.5: Simulation des paramètres du cas design de résidu

Paramètres / Cas	T(°C)	P(bar)	R' (kg mole/h)	R(kg/h)	W _R (kJ/h)
Design	201,10	17,59	597,4761	58356,0000	-1,0210E+08
Design Simulé	210,6	18,59	598,0000	58356,0726	-1,0256E+08
Ecart %	0,0472	0,0568	2,4706E-03	1,2441E-06	4,5054E-11

Spécification pour condensat

$$\Rightarrow \text{TVR} = 7,322 \text{ (psi)} (\leq 10 \text{ psi})$$

On remarque aussi que, le condensat est dans les normes (in spécification)

Après la comparaison des résultats du cas simulé avec celles du cas design par le simulateur (HYSIS) avec l'utilisation de l'équation d'état Peng-Robinson « P-R ». Nous constatons que, les résultats obtenus par simulation se rapprochent du cas design, malgré que des déviations concernant la composition molaire de certains constituants soient signalées. Dans l'ensemble, les résultats obtenus de la section de fractionnement peuvent être considérés comme satisfaisants, nous avons retenu le modèle choisi Peng-Robinson, car ce dernier est le plus recommandé pour notre système, puisqu'il donne des faibles écarts entre les deux cas et peut être généralisé pour étudier le cas actuel.

IV.2.2. Simulation du cas actuel du débutaniseur

La simulation de la composition, débits molaire, massique et volumique de l'alimentation de la colonne dans le cas actuel est réalisée à partir des données—comme regroupés dans le tableau suivant:

Tableau IV.6: Composition et débits molaire, massique et volumique de l'alimentation

	1^{ère} charge froide	2^{ème} charge chaude
T(°C)	95	160
P(barg)	18,50	18,50
Débit massique (Kg/h)	4,6344E+04	2,1434E+04
Débit molaire (Kgmole/h)	865,8811	243,7869
Débit volumique (m³/h)	83,63	32,55
Constituants	% Molaire	% Molaire
H₂O	0	0
N₂	0	0
CO₂	0	0
C₁	0	0
C₂	0,0132	0,0248
C₃	0,5398	0,1177
iC₄	0,0756	0,0302
nC₄	0,2156	0,1128
iC₅	0,0393	0,0724
nC₅	0,0587	0,0809
nC₆	0,0363	0,1356
nC₇	0,0155	0,1642
2MC₇	0,0000	0,0000
nC₈	0,0044	0,1494
2MC₈	0,0000	0,0000

nC₉	0,0006	0,0769
2MC₉	0,0000	0,0000
nC₁₀	0,0001	0,0400
nC₁₁	0	0,0159
nC₁₂	0	0,0089
Total	1,0000	1,0000

IV.2.2.1. Distillat

La composition, débits molaire et massique du distillat en cas actuel est illustrée dans le tableau suivant :

Tableau IV.7: Compositions, débits molaire et massique du distillat

Composition	Y' _{Di}	Y _{Di}	D' _I (kgmole/h)	D _i (kg/h)
C₁	0	0	0	0
C₂	0,0226	0,0140	17,5096	526,5110
C₃	0,6403	0,5820	496,1033	2,1877E+04
iC₄	0,0931	0,1116	72,1454	4,1934E+03
nC₄	0,2430	0,2911	188,2804	1,0944E+04
iC₅	0,0007	0,0011	0,5649	40,7562
nC₅	0,0002	0,0003	0,1438	10,3719
nC₆	0	0	0	0,0015
Somme	1	1	744,7474	37592,0410

Les résultats du calcul de la température (T) et la pression (P), ainsi que le débit molaire (D'), massique (D) et l'énergie (W_D) du cas actuel du distillat sont présentés dans le tableau suivant:

Tableau IV.8: Simulation des paramètres du cas actuel du distillat

Paramètres	T (°C)	P (bar)	D' (kg mole/h)	D (kg/h)	W _D (kJ/h)
Résultats	62,80	17,65	774,7473	3,7591E+04	-9,6251E+07

Spécifications pour le GPL

- C2- (%) = 2,26 (≤ 3%)
- C5+ (%) = 0,09 (≤ 0,4 %)

D'après les résultats obtenus, on remarque que le GPL est dans les normes (in spécification).

IV.2.2.2. Résidu

La composition, débits molaire et massique du résidu de la colonne est déterminée par approximations successives, les résultats de calcul sont donnés dans le tableau suivant.

Tableau IV.9: Compositions, débits molaire et massique du résidu

Composition	X'_{Ri}	X_{Ri}	R'_I (kmole/h)	R_i (kg/h)
C_3	0	0	0,0012	0
iC_4	0,0020	0,0013	0,6751	0,0511
nC_4	0,0797	0,0514	26,6999	39,2421
iC_5	0,1310	0,1049	43,8814	1,5519E+03
nC_5	0,2101	0,1682	70,3757	3,1661E+03
nC_6	0,1925	0,1841	64,4806	5,0777E+03
nC_7	0,1596	0,1774	53,4395	5,5568E+03
$2MC_7$	0	0	0	0
nC_8	0,1200	0,1521	40,2068	4,5929E+03
$2MC_8$	0	0	0	0
nC_9	0,0576	0,0820	19,2932	2,4745E+03
$2MC_9$	0	0	0	0
nC_{10}	0,0294	0,0463	9,8325	1,3990E+03
nC_{11}	0,0116	0,0201	3,8770	606,0230
nC_{12}	0,0064	0,0122	2,1577	367,5404
Total	1	1	334,9206	30186,6857

Les résultats de simulation de la température (T) et la pression (P) ainsi que le débit molaire (R') et massique (R) et l'énergie (W_R) du cas actuel du résidu sont regroupés dans le tableau suivant:

Tableau IV.10: Simulation des paramètres du cas actuel du résidu

Paramètres	T(°C)	P(bar)	R' (kgmole/h)	R(kg/h)	W_R (kj/h)
Résultats	191,15	18,20	334,9206	30186,6857	-5,5681E+07

Spécification pour le condensat

☞ Tension de vapeur Raid (TVR) = 9,778 (psi) (≤ 10 psi)

D'après notre analyse, le condensat est considéré dans les normes (à la spécification).

Les résultats obtenus nous montrent que les pressions d'admission de la colonne sont nettement changent lors les besoins et les commanditions. Cependant, tous ces changements influent sur les paramètres de fonctionnement de la colonne T6-1501 du débutaniseur. Donc ils rendent nécessaire de refaire le calcul et la vérification des paramètres de fonctionnement

du débutaniseur avec le débit de la charge actuel. Mais, dans le cas où on est obtenu la convergence, il sera difficile de comparer nos résultats avec les valeurs existants.

IV.3. Optimisation des paramètres de fonctionnement de la colonne du cas réel

Lors de notre étude, on s'est basé sur la variation de la pression de la colonne débutaniseur, alors en diminuant graduellement cette dernière, et prend 17,65 bars comme valeur de départ du cas actuel; toute en respectant la conformité des produits aux normes exigées.

Pour le distillat (GPL)

- Teneur max de C2- = 3%.
- Teneur max de C5+ = 0,4%.

Pour le résidu (condensat)

- Tension de vapeur Raid : $TVR \leq 10$ psia.

Quand les spécifications des produits dépassent les normes on arrête, puis on change un autre variable comme le reflux ou bien la température du GPL sortant pour garder les produits dans les normes.

IV.3.1. Variation de la pression sur le fonctionnement du débutaniseur

Les résultats de l'évolution des différents paramètres en fonction de la pression du débutaniseur sont donnés dans le tableau suivant:

Tableau IV.11: Influence de la pression sur le fonctionnement du débutaniseur

P (barg)	Tt (°C)	Tf (°C)	Tps (°C)	R (m ³ /h)	r	QR (KW)	C2- (%)	C5+ (%)	spécification	TVR (psig)	spécification
17,65	63,25	195	175,7	100	1,402	5573	2,23	0,11	ON	9,874	ON
17,55	63,25	197,6	179,2	100	1,389	5654	2,21	0,12	ON	9,127	ON
17,45	63,25	200,5	183	100	1,377	5733	2,19	0,14	ON	8,303	ON
17,35	63,25	202,6	185,8	100	1,366	5803	2,18	0,38	ON	7,73	ON
17,34	63,25	202,8	185,9	100	1,365	5810	2,18	0,43	OFF	7,706	ON
17,34	63,25	202,8	185,8	110	1,501	6256	2,18	0,41	OFF	7,682	ON
17,34	63,25	202,9	185,6	120	1,637	6701	2,18	0,4	ON	7,669	ON
17,34	63	201,2	183,9	100	1,374	5759	2,19	0,15	ON	8,108	ON
17,3	63	202,1	185,2	100	1,369	5789	2,18	0,22	ON	7,85	ON
17,28	63	202,4	185,6	100	1,367	5802	2,18	0,31	ON	7,773	ON
17,25	63	202,8	186	100	1,364	5821	2,18	0,45	OFF	7,695	ON
17,25	63	202,9	185,8	110	1,5	6267	2,18	0,43	OFF	7,672	ON
17,25	62,9	199,9	182,2	100	1,379	5726	2,2	0,14	ON	8,463	ON
17,25	62,8	198,9	180,9	100	1,384	5699	2,2	0,12	ON	8,738	ON
17,25	62,7	198	179,6	100	1,388	5674	2,21	0,11	ON	9,016	ON
17,25	62,6	197	178,3	100	1,393	5649	2,22	0,11	ON	9,29	ON
17,25	62,5	198,8	180,7	100	1,384	5705	2,2	0,12	ON	8,761	ON
17,25	62,4	197,9	179,4	100	1,389	5679	2,21	0,11	ON	9,034	ON
17,25	62,3	196,9	178,2	100	1,393	5654	2,22	0,11	ON	9,312	ON
17,25	62,2	196	176,8	100	1,397	5629	2,22	0,1	ON	9,579	ON
17,25	62,1	189	168,4	100	1,434	5416	2,28	0,08	ON	11,66	OFF
17,2	62,1	196,4	177,5	100	1,395	5644	2,22	0,1	ON	9,456	ON
17,2	62	195,5	176,3	100	1,4	5620	2,23	0,1	ON	9,728	ON

17,15	62	196	178,1	100	1,393	5661	2,22	0,1	ON	9,333	ON
17,15	62	196,8	178,1	99	1,379	5616	2,22	0,11	ON	9,338	ON
17,15	62	196,8	178,1	98	1,365	5571	2,22	0,11	ON	9,345	ON
17,15	62	196,8	178,1	97	1,352	5526	2,22	0,12	ON	9,351	ON
17,1	62	198,2	179,9	97	1,345	5567	2,21	0,13	ON	8,952	ON
17	62	201,1	183,9	97	1,333	5650	2,19	0,16	ON	8,133	ON
16,95	62	202,2	185,4	97	1,327	5688	2,18	0,27	ON	7,819	ON
16,9	62	202,9	186,1	97	1,322	5719	2,18	0,52	OFF	7,676	ON
16,9	61,5	199,1	181,1	97	1,341	5605	2,2	0,14	ON	8,694	ON
16,8	61,5	201,9	185	97	1,329	5688	2,18	0,21	ON	7,905	ON
16,7	61,5	203,3	186,5	97	1,319	5750	2,17	0,69	OFF	7,605	ON
16,7	61	200	182,4	97	1,337	5644	2,2	0,14	ON	8,421	ON
16,6	61	202,5	185,7	97	1,326	5722	2,18	0,33	ON	7,76	ON
16,6	61	202,5	185,7	96	1,312	5677	2,18	0,33	ON	7,766	ON
16,6	61	202,5	185,7	95	1,298	5632	2,18	0,33	ON	7,771	ON
16,6	61	202,4	185,7	94	1,285	5586	2,18	0,34	ON	7,777	ON
16,5	61	203,7	186,9	94	1,275	5646	2,17	0,89	OFF	7,541	ON
16,5	60	196,1	177,3	94	1,313	5421	2,22	0,12	ON	9,55	ON
16,4	60	199	181,1	94	1,3	5505	2,22	0,14	ON	8,717	ON
16,3	60	201,9	185,1	94	1,288	5588	2,18	0,22	ON	7,905	ON
16,2	60	203,3	186,6	94	1,278	5682	2,17	0,71	OFF	7,598	ON
16,2	59	195,3	176,2	94	1,317	5402	2,23	0,11	ON	9,79	ON
16,1	59	198,2	180	94	1,304	5504	2,21	0,12	ON	8,951	ON
16	59	201,2	184,1	94	1,291	5590	2,19	0,16	ON	8,086	ON
16	58	191,9	171,9	94	1,333	5341	2,25	0,09	ON	10,8	OFF
15,9	58	194,6	175,3	94	1,32	5422	2,23	0,1	ON	10	ON

15,8	58	197,5	179	94	1,307	5506	2,21	0,11	ON	9,152	ON
15,7	58	200,6	183,2	94	1,294	5594	2,19	0,13	ON	8,264	ON
15,6	58	202,8	186,1	94	1,282	5669	2,18	0,45	OFF	7,693	ON
15,6	57	194	174,5	94	1,323	5425	2,24	0,09	ON	10,17	OFF
15,5	57	196,9	178,3	94	1,31	5511	2,22	0,1	ON	9,32	ON
15,5	57	196,9	178,3	93	1,296	5464	2,22	0,1	ON	9,327	ON
15,5	57	196,8	178,3	92	1,282	5418	2,22	0,11	ON	9,334	ON
15,5	57	196,8	178,3	91	1,268	5372	2,22	0,11	ON	9,342	ON
15,5	57	196,8	178,3	90	1,254	5325	2,22	0,12	ON	9,351	ON
15,5	57	196,8	178,3	89	1,24	5279	2,22	0,13	ON	9,36	ON
15,5	57	196,7	178,3	88	1,226	5232	2,22	0,14	ON	9,371	ON
15,5	57	196,7	178,3	87	1,212	5185	2,22	0,15	ON	9,382	ON
15,5	57	196,7	178,2	86	1,198	5139	2,22	0,16	ON	9,394	ON
15,5	57	196,6	178,2	85	1,185	5092	2,22	0,17	ON	9,409	ON
15,5	57	196,6	178,2	84	1,171	5045	2,22	0,19	ON	9,422	ON
15,5	57	196,3	178	79	1,101	4811	2,22	0,26	ON	9,52	ON
15,5	57	196	177,7	75	1,032	4621	2,22	0,36	ON	9,637	ON
15,5	57	195,9	177,5	74	1,032	4573	2,22	0,4	ON	9,675	ON

P (barg) cte
 Tf et Tps du condensat hors la spécification
 Tt (°C) cte
 Variables décroissantes
 R (m³/h) cte
 Produits à la spécification
 Produit hors la spécification
 Paramètres changeants
 Changement de valeur d'un paramètre
 ON: à la spécification
 OFF: hors la spécification

IV.3.2. Variation de la température en tête, du fond, du plateau sensible et du débit de reflux en fonction de la pression

La température en tête, du fond, du plateau sensible et du débit de reflux sous l'influence de la pression sont illustrés dans le tableau suivant

Tableau IV.12: Influence de la pression et du débit de reflux sur la température en tête, du fond et du plateau sensible

P (barg)	Tt (°C)	Tf (°C)	Tps (°C)	R (m ³ /h)	P (barg)	Tt (°C)	Tf (°C)	Tps (°C)	R (m ³ /h)
17,65	63,25	195	175,7	100	16,7	61,5	203,3	186,5	97
17,55	63,25	197,6	179,2	100	16,7	61	200	182,4	97
17,45	63,25	200,5	183	100	16,6	61	202,5	185,7	97
17,35	63,25	202,6	185,8	100	16,6	61	202,5	185,7	96
17,34	63,25	202,8	185,9	100	16,6	61	202,5	185,7	95
17,34	63,25	202,8	185,8	110	16,6	61	202,4	185,7	94
17,34	63,25	202,9	185,6	120	16,5	61	203,7	186,9	94
17,34	63	201,2	183,9	100	16,5	60	196,1	177,3	94
17,3	63	202,1	185,2	100	16,4	60	199	181,1	94
17,28	63	202,4	185,6	100	16,3	60	201,9	185,1	94
17,25	63	202,8	186	100	16,2	60	203,3	186,6	94
17,25	63	202,9	185,8	110	16,2	59	195,3	176,2	94
17,25	62,9	199,9	182,2	100	16,1	59	198,2	180	94
17,25	62,8	198,9	180,9	100	16	59	201,2	184,1	94
17,25	62,7	198	179,6	100	16	58	191,9	171,9	94
17,25	62,6	197	178,3	100	15,9	58	194,6	175,3	94
17,25	62,5	198,8	180,7	100	15,8	58	197,5	179	94
17,25	62,4	197,9	179,4	100	15,7	58	200,6	183,2	94

17,25	62,3	196,9	178,2	100	15,6	58	202,8	186,1	94
17,25	62,2	196	176,8	100	15,6	57	194	174,5	94
17,25	62,1	189	168,4	100	15,5	57	196,9	178,3	94
17,2	62,1	196,4	177,5	100	15,5	57	196,9	178,3	93
17,2	62	195,5	176,3	100	15,5	57	196,8	178,3	92
17,15	62	196	178,1	100	15,5	57	196,8	178,3	91
17,15	62	196,8	178,1	99	15,5	57	196,8	178,3	89
17,15	62	196,8	178,1	98	15,5	57	196,7	178,3	88
17,15	62	196,8	178,1	97	15,5	57	196,7	178,3	87
17,1	62	198,2	179,9	97	15,5	57	196,7	178,2	86
17	62	201,1	183,9	97	15,5	57	196,6	178,2	85
16,95	62	202,2	185,4	97	15,5	57	196,6	178,2	84
16,9	62	202,9	186,1	97	15,5	57	196,3	178	79
16,9	61,5	199,1	181,1	97	15,5	57	196	177,7	75
16,8	61,5	201,9	185	97	15,5	57	195,9	177,5	74
15,5	57	196,8	178,3	90					

P (barg) cte
 Tf et Tps du condensat hors la spécification
 Tt (°C) cte
 Variables décroissantes
 R (m3/h) cte
 Produits à la spécification
 Produit hors la spécification
 Paramètres changeants
 Changement de valeur d'un paramètre
 ON: à la spécification
 OFF: hors la spécification

Interprétation

D'après notre analyse, il existe une relation étroite entre la température de fond de la colonne du débutaniseur (T_f) et la température du plateau sensible (T_{ps}) avec la pression en tête de la colonne (P) et la température du GPL (T_t). Ceci se traduit par une diminution de la pression; conduit alors à une augmentation de la température du plateau sensible, et ensuite celle du fond. Aussi, la diminution de la température de tête (du GPL) mène à une diminution de la température du plateau sensible et celle du fond.

Il existe aussi une relation directe entre le débit de reflux (R) et la température du plateau sensible et celle du fond. Alors, toute diminution du reflux implique une augmentation de la température du plateau sensible et celle du fond (voir Figure IV.1).

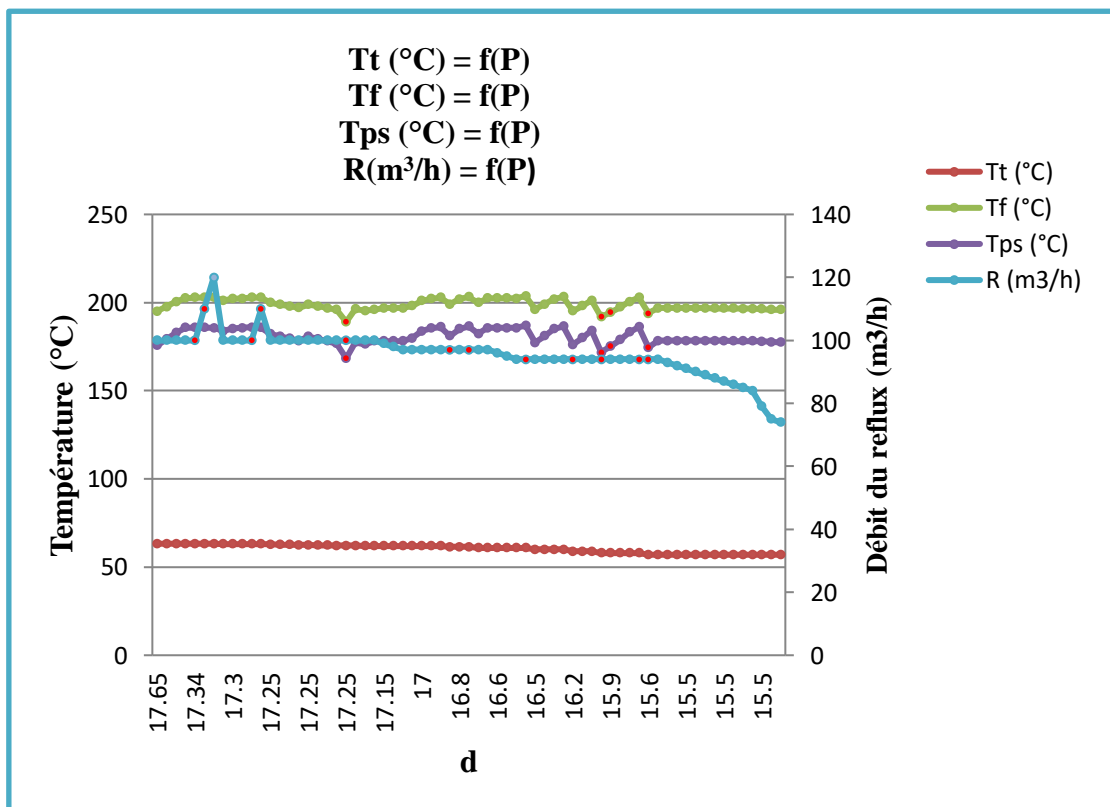


Figure IV.1: Variation de la température en tête, du fond, du plateau sensible et du débit de reflux en fonction de la pression

Vu les résultats obtenus et montrés ci-dessus (voir les tableaux IV.11-IV.12 et la figure IV.1), on constate que la diminution de la pression de 17,65 à 17,35 barg, avec une valeur constante de la température du GPL à 63,25°C et celle du reflux à 100 m³/h, a entraîné une augmentation de la température du plateau sensible de 175,7 à 185,8 °C et celle du fond

de 195 à 202,6 °C. Dans ce cas, le switch de spécification du GPL s'est changé en mode « OFF ». Alors, on a essayé d'augmenter progressivement le reflux à la valeur de 120 m³/h, où le switch a changé en mode « ON », toutefois la pression n'a pas changé pour autant. Au-delà, nous avons baissé la température du GPL à 63°C ; une baisse sensible de la valeur de pression à 17,25 barg. Ceci a entraîné aussi une augmentation de la température du plateau sensible et celle du fond.

A ce stade, le switch de spécification du GPL a changé en mode « OFF », et afin de remédier ce problème, nous avons diminué la valeur de la température du GPL à 62,1°C et maintenir le reflux à la valeur de 100 m³/h et aussi la pression à 17,25 barg. Ceci a permis la diminution de la température du plateau sensible et celle du fond. Mais, le switch du condensat a changé en mode « OFF », pour cela nous avons essayé de le corriger en diminuant, alternativement la pression, la température en tête et le reflux.

Il en ressort de ce qui précède qu'une variation en boucle des valeurs de la pression, du reflux et de la température en tête en fonction de la spécification du GPL et du condensat (mode ON ou OFF), se poursuit avec l'objectif ultime de favoriser la diminution du reflux qui a un effet directe sur l'augmentation de la production du GPL, jusqu'à ce que la pression se stabilise à la valeur de 15,5 barg et la température en tête à 57°C, où nous avons remarqué une diminution de la température du plateau sensible et celle du fond à cause de la diminution du reflux à la valeur de 74 m³/h.

La procédure de simulation précédente a été arrêtée à ces valeurs limites afin de maintenir les spécifications en mode «ON», puisque le seuil est fixé à 195°C pour la température du fond et 175,7°C pour la température du plateau sensible.

IV.3.3. Variation de la température en tête, du fond et de la spécification de GPL en fonction de la pression

La température en tête, du fond et de la spécification de GPL en fonction de la pression sont présentés dans le tableau suivant:

Tableau IV.13: Influence de la pression, la température en tête et du fond sur la spécification de GPL

P (barg)	Tt (°C)	Tf (°C)	C2- (%)	C5+ (%)	spécification	P (barg)	Tt (°C)	Tf (°C)	C2- (%)	C5+ (%)	spécification
17,65	63,25	195	2,23	0,11	ON	16,7	61	200	2,2	0,14	ON
17,55	63,25	197,6	2,21	0,12	ON	16,6	61	202,5	2,18	0,33	ON
17,45	63,25	200,5	2,19	0,14	ON	16,6	61	202,5	2,18	0,33	ON
17,35	63,25	202,6	2,18	0,38	ON	16,6	61	202,5	2,18	0,33	ON
17,34	63,25	202,8	2,18	0,43	OFF	16,6	61	202,4	2,18	0,34	ON
17,34	63,25	202,8	2,18	0,41	OFF	16,5	61	203,7	2,17	0,89	OFF
17,34	63,25	202,9	2,18	0,4	ON	16,5	60	196,1	2,22	0,12	ON
17,34	63	201,2	2,19	0,15	ON	16,4	60	199	2,22	0,14	ON
17,3	63	202,1	2,18	0,22	ON	16,3	60	201,9	2,18	0,22	ON
17,28	63	202,4	2,18	0,31	ON	16,2	60	203,3	2,17	0,71	OFF
17,25	63	202,8	2,18	0,45	OFF	16,2	59	195,3	2,23	0,11	ON
17,25	63	202,9	2,18	0,43	OFF	16,1	59	198,2	2,21	0,12	ON
17,25	62,9	199,9	2,2	0,14	ON	16	59	201,2	2,19	0,16	ON
17,25	62,8	198,9	2,2	0,12	ON	16	58	191,9	2,25	0,09	ON
17,25	62,7	198	2,21	0,11	ON	15,9	58	194,6	2,23	0,1	ON
17,25	62,6	197	2,22	0,11	ON	15,8	58	197,5	2,21	0,11	ON
17,25	62,5	198,8	2,2	0,12	ON	15,7	58	200,6	2,19	0,13	ON
17,25	62,4	197,9	2,21	0,11	ON	15,6	58	202,8	2,18	0,45	OFF
17,25	62,3	196,9	2,22	0,11	ON	15,6	57	194	2,24	0,09	ON

17,25	62,2	196	2,22	0,1	ON	15,5	57	196,9	2,22	0,1	ON
17,25	62,1	189	2,28	0,08	ON	15,5	57	196,9	2,22	0,1	ON
17,2	62,1	196,4	2,22	0,1	ON	15,5	57	196,8	2,22	0,11	ON
17,2	62	195,5	2,23	0,1	ON	15,5	57	196,8	2,22	0,11	ON
17,15	62	196	2,22	0,1	ON	15,5	57	196,8	2,22	0,12	ON
17,15	62	196,8	2,22	0,11	ON	15,5	57	196,8	2,22	0,13	ON
17,15	62	196,8	2,22	0,11	ON	15,5	57	196,7	2,22	0,14	ON
17,15	62	196,8	2,22	0,12	ON	15,5	57	196,7	2,22	0,15	ON
17,1	62	198,2	2,21	0,13	ON	15,5	57	196,7	2,22	0,16	ON
17	62	201,1	2,19	0,16	ON	15,5	57	196,6	2,22	0,17	ON
16,95	62	202,2	2,18	0,27	ON	15,5	57	196,6	2,22	0,19	ON
16,9	62	202,9	2,18	0,52	OFF	15,5	57	196,3	2,22	0,26	ON
16,9	61,5	199,1	2,2	0,14	ON	15,5	57	196	2,22	0,36	ON
16,8	61,5	201,9	2,18	0,21	ON	15,5	57	195,9	2,22	0,4	ON
16,7	61,5	203,3	2,17	0,69	OFF						

P (barg) cte
 Tf et Tps du condensat hors la spécification
 Tt (°C) cte
 Variables décroissantes
 R (m³/h) cte
 Produits à la spécification
 Produit hors la spécification
 Paramètres changeants
 Changement de valeur d'un paramètre
 ON: à la spécification
OFF: hors la spécification

Interprétation

D'après les résultats montrés dans le tableau ci dessus, il existe une relation entre la température de tête, la pression et la présence du C2- (en %). Une diminution de la température de tête conduit à une diminution du pourcentage de C2- (% C2-) ainsi que la pression et, ceci n'a pas d'effet sur le reflux. De plus, de toute diminution de la température des entrées en provenance du stabilisateur (alimentation chaude) et du dééthaniseur (alimentation froide) résulte une augmentation du %C2-, sachant que la valeur limite du C2- présent dans le GPL est de 3%.

Le pourcentage du C5+ (%C5+) dépend de la pression, la température de tête, la température de fond et le reflux. Ceci se traduit par, toute diminution de la pression induit une augmentation du %C5+. Par contre une diminution de la température de tête résulte en une diminution de %C5+. En plus de toute augmentation du reflux conduit à une diminution du %C5+, sachant que la valeur limite du C5+ présent dans le GPL est de 0,4%.

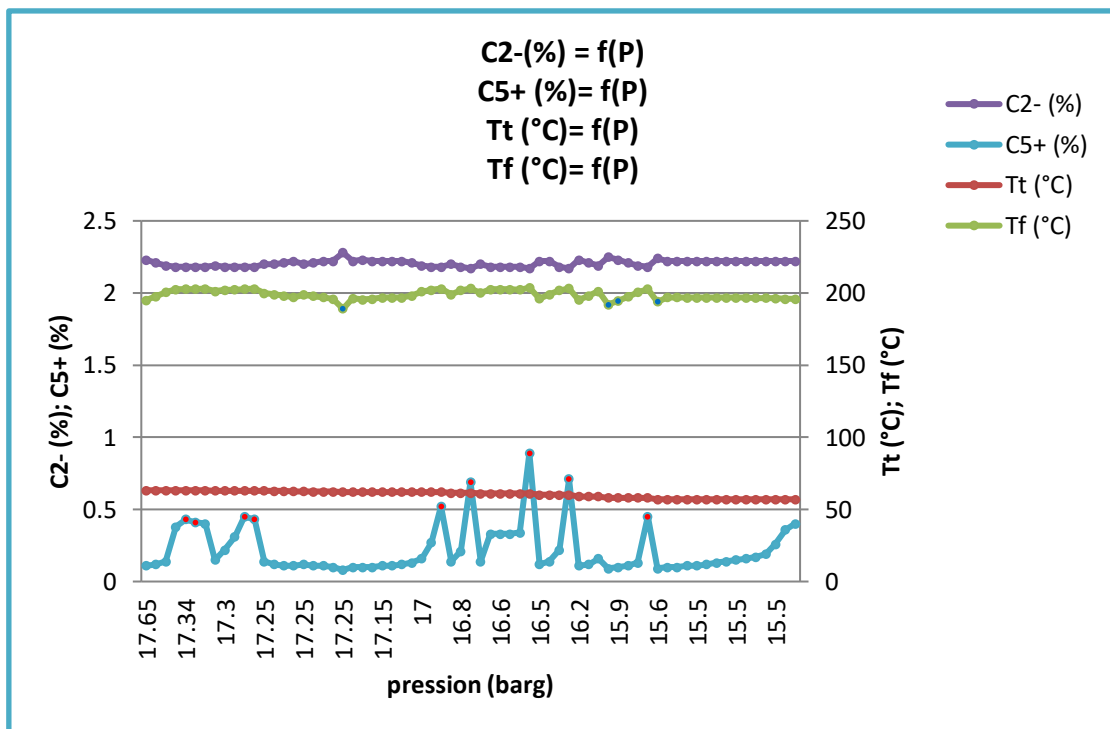


Figure IV. 2: Variation de la température en tête, du fond et du C2- et du C5+ en fonction de la pression

A travers les résultats obtenus et résumés dans le tableau, on constate que les valeurs de % C2- sont assez proches, sans grand écart et variant de 2% et 2,28%. Ceci s'explique par le fait que le contenu du ballon est monophasique et composé entièrement de GPL.

Pour le C5+, en diminuant la pression de 17,65 barg à 17,34 barg, on a constaté une augmentation du % C5+ de 0,11 à 0,43% où le switch du GPL tourne en mode « OFF ». A cette étape, on a essayé d'augmenter le reflux de 100 à 120 où le switch a tourné en mode « ON » et % C5+ a pris la valeur de 0,4%, soit la valeur limite. Une fois ceci fait, on a baissé la température de tête (Tt) jusqu'à 63°C, d'où une diminution du % C5+ à 0,15% avec le maintien de la pression et du reflux à des valeurs constantes de 17,34 barg et 100 m³/h, respectivement.

Cette procédure a été poursuivie avec une diminution de la valeur du reflux jusqu'à la constance dans les valeurs de la pression à 15,5 barg et la température de tête à 57°C. On a constaté aussi une augmentation du % C5+ qui atteint la valeur limite de 0.4%, à cause de la baisse du reflux à la valeur de 74 m³/h.

IV.3.4. Variation de l'énergie du rebouilleur en fonction de la pression

D'après nos études pratiques, il existe une relation entre la température de tête, la pression, le reflux et l'énergie du rebouilleur. Il est à noter alors qu'une diminution de la pression implique une augmentation de l'énergie du rebouilleur. Cependant, une diminution de la température de tête conduit à une diminution de l'énergie du rebouilleur. Pour ce qui est du reflux, toute augmentation de ce dernier conduit à une diminution de l'énergie du rebouilleur. L'influence de la pression et le débit du reflux sur l'énergie du rebouilleur est présenté dans le tableau IV.14

Tableau IV.14: Influence de la pression et le débit du reflux sur l'énergie du rebouilleur.

P (barg)	R (m ³ /h)	QR (KW)	P (barg)	R (m ³ /h)	QR (KW)
17,65	100	5573	16,7	97	5644
17,55	100	5654	16,6	97	5722
17,45	100	5733	16,6	96	5677
17,35	100	5803	16,6	95	5632
17,34	100	5810	16,6	94	5586
17,34	110	6256	16,5	94	5646
17,34	120	6701	16,5	94	5421
17,34	100	5759	16,4	94	5505
17,3	100	5789	16,3	94	5588
17,28	100	5802	16,2	94	5682
17,25	100	5821	16,2	94	5402
17,25	110	6267	16,1	94	5504
17,25	100	5726	16	94	5590
17,25	100	5699	16	94	5341

17,25	100	5674	15,9	94	5422
17,25	100	5649	15,8	94	5506
17,25	100	5705	15,7	94	5594
17,25	100	5679	15,6	94	5669
17,25	100	5654	15,6	94	5425
17,25	100	5629	15,5	94	5511
17,25	100	5416	15,5	93	5464
17,2	100	5644	15,5	92	5418
17,2	100	5620	15,5	91	5372
17,15	100	5661	15,5	90	5325
17,15	99	5616	15,5	89	5279
17,15	98	5571	15,5	88	5232
17,15	97	5526	15,5	87	5185
17,1	97	5567	15,5	86	5139
17	97	5650	15,5	85	5092
16,95	97	5688	15,5	84	5045
16,9	97	5719	15,5	79	4811
16,9	97	5605	15,5	75	4621
16,8	97	5688	15,5	74	4573
16,7	97	5750			

 P (barg) cte	 Tf et Tps du condensat hors la spécification
 Tt (°C) cte	 Variables décroissantes
 R (m3/h) ct	 Produits à la spécification
 Produit hors la spécification	 Paramètres changeants
 Changement de valeur d'un paramètre	ON : à la spécification
OFF : hors la spécification	

En examinant les résultats de la simulation présentés dans le tableau ci-dessus, et on constate qu'en baissant la pression de 17,65 barg à 17,34 barg l'énergie du rebouilleur a augmenté de 5573 kW à 5810 kW, où pour cette valeur le switch de la spécification du GPL a changée en mode « OFF ». Afin de corriger ceci, nous avons augmenté le reflux à la valeur de 120 m³/h, ou il y'a alors une augmentation de l'énergie du rebouilleur à la valeur de 6701 kW.

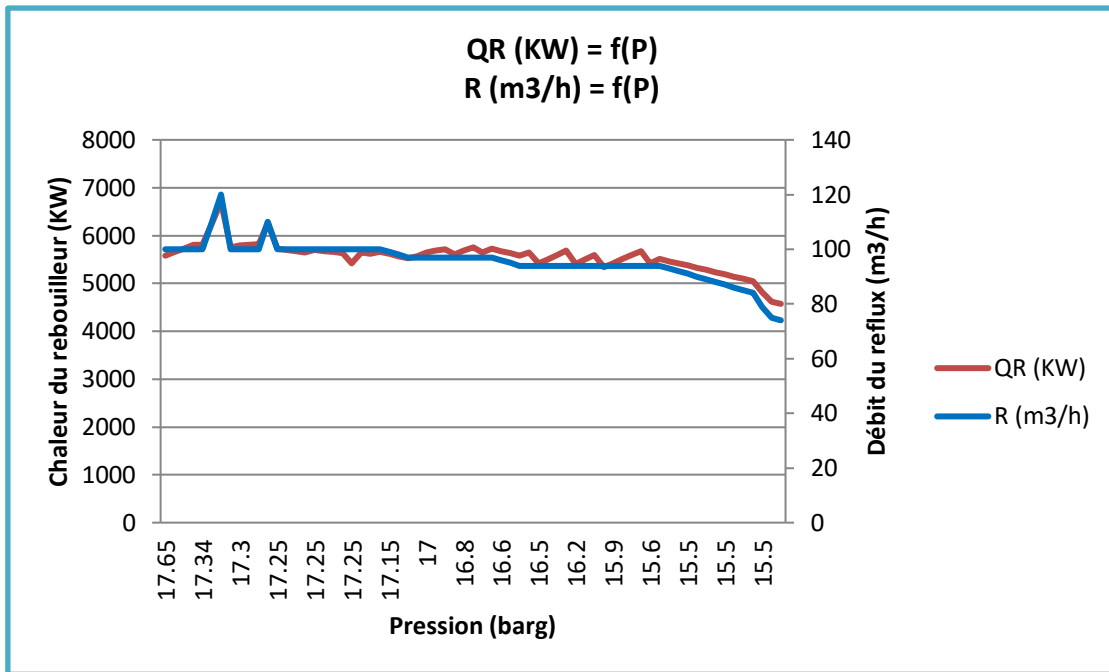


Figure IV.3: Variation de l'énergie du rebouilleur et du débit de reflux en fonction de la pression.

Par contre quand nous avons baissé la température de tête à 63°C, nous avons constaté une diminution de la quantité d'énergie du rebouilleur. Ensuite, nous avons baissé la pression jusqu'à 17,25 barg, ce qui a induit à une augmentation de l'énergie du rebouilleur à la valeur de 6267 kW et changer le switch encore une fois en mode « OFF ». Afin de le remédier, nous avons eu le recours à une diminution de la température de tête à 62,1°C tout en maintenant la pression à 17,25 barg et le reflux à 100 m³/h. Nous avons alors constaté une diminution de la quantité d'énergie du rebouilleur.

Cette procédure a été poursuivie avec une diminution de la valeur du reflux jusqu'à la constance dans les valeurs de la pression à 15,5 barg et la température de tête à 57°C, on a constaté une diminution de la valeur de l'énergie du rebouilleur qui a atteint 4573 kW à cause de la baisse du reflux à la valeur de 74 m³/h.

IV.3.5. Variation de la quantité de GPL dans le condensât quantifiée en fonction de la pression

D'après nos études, il existe une relation entre TVR et la température de tête, la pression ainsi que le reflux. Donc, il est à noter qu'une diminution de la pression implique une diminution de TVR. Cependant, une diminution de la température de tête conduit à une

augmentation de TVR. Pour ce qui est du reflux, toute diminution de ce dernier conduit à une diminution de TVR, sachant que la valeur de TVR ne dépasse pas 10 psig.

En examinant les résultats de la simulation qui sont présentés dans le tableau IV.14 ci-dessous. Nous constatons qu'en baissant la pression de 17,65 barg à 17,34 barg la valeur de TVR a baissé de 9,874 psig à 7,706 psig. A ce stade, le switch du GPL a changé en mode « OFF », au delà, et afin de le corriger. Nous avons augmenté le reflux jusqu'à 120 m³/h, où il y'a une diminution de TVR à 7,669 psig. Suite à ceci nous avons baissé la température de tête à 63°C qui a donné une augmentation de TVR. Ensuite, nous avons procédé à la diminution de la pression de 17,34 barg à 17,25 barg ce qui a conduit à une baisse de la TVR tout en gardant les valeurs du reflux et de la température de tête constantes à 100 m³/h et 63 °C. Le switch du GPL a tourné en mode « OFF » ce qui nous a conduits à augmenter le reflux à 110 m³/h, mais sans résultat, puisque le GPL est resté en mode « OFF ». A ce moment, nous avons baissé la température de tête progressivement de 63°C, ce qui changé le mode en « ON » pour le GPL. A la température de 62,1°C, le switch du condensât a changé, à son tour en mode « OFF » avec une augmentation de TVR avec un maintien du reflux à 100 m³/h et la pression à 17,25 barg.

La TVR, la température en tête et le débit de reflux en fonction de la pression sont présentés dans les Figures IV.4 (a,b), respectivement.

Tableau IV.15: Influence de la pression et le débit du reflux sur la quantité de GPL dans le condensât quantifiée (TVR).

P (barg)	Tt (°C)	R (m ³ /h)	TVR (psig)	spécification	P (barg)	Tt (°C)	R (m ³ /h)	TVR (psig)	spécification
17,65	63,25	100	9,874	ON	16,7	61	97	8,421	ON
17,55	63,25	100	9,127	ON	16,6	61	97	7,76	ON
17,45	63,25	100	8,303	ON	16,6	61	96	7,766	ON
17,35	63,25	100	7,73	ON	16,6	61	95	7,771	ON
17,34	63,25	100	7,706	ON	16,6	61	94	7,777	ON
17,34	63,25	110	7,682	ON	16,5	61	94	7,541	ON
17,34	63,25	120	7,669	ON	16,5	60	94	9,55	ON
17,34	63	100	8,108	ON	16,4	60	94	8,717	ON
17,3	63	100	7,85	ON	16,3	60	94	7,905	ON
17,28	63	100	7,773	ON	16,2	60	94	7,598	ON
17,25	63	100	7,695	ON	16,2	59	94	9,79	ON
17,25	63	110	7,672	ON	16,1	59	94	8,951	ON
17,25	62,9	100	8,463	ON	16	59	94	8,086	ON
17,25	62,8	100	8,738	ON	16	58	94	10,8	OFF
17,25	62,7	100	9,016	ON	15,9	58	94	10	ON
17,25	62,6	100	9,29	ON	15,8	58	94	9,152	ON
17,25	62,5	100	8,761	ON	15,7	58	94	8,264	ON
17,25	62,4	100	9,034	ON	15,6	58	94	7,693	ON
17,25	62,3	100	9,312	ON	15,6	57	94	10,17	OFF
17,25	62,2	100	9,579	ON	15,5	57	94	9,32	ON
17,25	62,1	100	11,66	OFF	15,5	57	93	9,327	ON
17,2	62,1	100	9,456	ON	15,5	57	92	9,334	ON

17,2	62	100	9,728	ON	15,5	57	91	9,342	ON
17,15	62	100	9,333	ON	15,5	57	90	9,351	ON
17,15	62	99	9,338	ON	15,5	57	89	9,36	ON
17,15	62	98	9,345	ON	15,5	57	88	9,371	ON
17,15	62	97	9,351	ON	15,5	57	87	9,382	ON
17,1	62	97	8,952	ON	15,5	57	86	9,394	ON
17	62	97	8,133	ON	15,5	57	85	9,409	ON
16,95	62	97	7,819	ON	15,5	57	84	9,422	ON
16,9	62	97	7,676	ON	15,5	57	79	9,52	ON
16,9	61,5	97	8,694	ON	15,5	57	75	9,637	ON
16,8	61,5	97	7,905	ON	15,5	57	74	9,675	ON
16,7	61,5	97	7,605	ON					

 P (barg) cte	 Tf et Tps du condensat hors la spécification
 Tt (°C) cte	 Variables décroissantes
 R (m ³ /h) cte	 Produits à la spécification
 Produit hors la spécification	 Paramètres changeants
 Changement de valeur d'un paramètre	ON : à la spécification
OFF : hors la spécification	

avons constaté une diminution de la valeur de TVR qui a atteint 9,675 psi à cause de la baisse du reflux à la valeur de 74m³/h.

IV.3.6. Variation du taux de reflux en fonction de la pression

La figure IV.6 présente la variation du taux de reflux en fonction de la pression

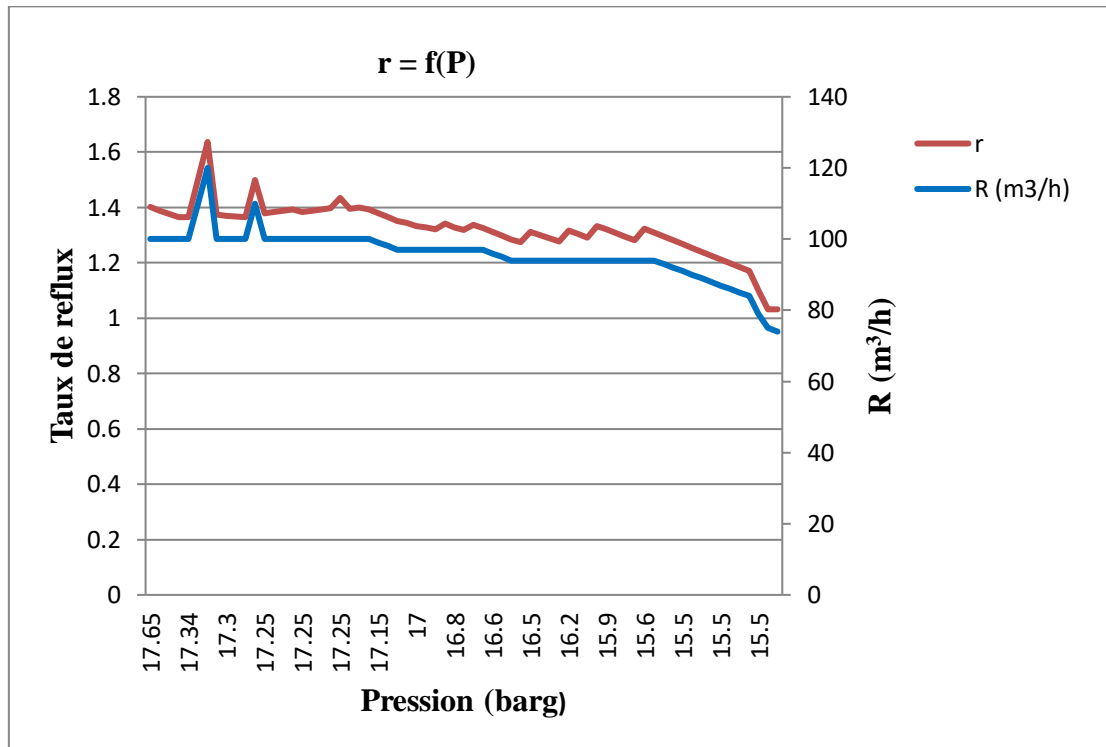


Figure IV.5: Variation du taux de reflux en fonction de la pression

Le taux de reflux est le rapport du reflux au distillat ($r = R/D$), toute variation (diminution ou augmentation) du reflux implique une variation relative du taux de reflux puisque la production (distillat) est supposée constante (80 m³/h).

IV.4. Conclusion

Les résultats de simulation des paramètres de fonctionnement de la colonne T6-1501 de débutaniseur par le simulateur Aspen HYSYS obtenus ont été montrés que notre étude est rentable, où :

- La loi des gaz parfaits est respectée;
- La diminution de la pression en tête de la colonne débutaniseur influe sur les autres paramètres de la simulation; c-à-dire: quand on a diminué cette pression avec la température du GPL et le débit du reflux, on remarque la diminution de la température de fond, du plateau sensible et de l'énergie du rebouilleur (est proportionnelle avec l'énergie du condenseur). En d'autres termes, un gain d'énergie se traduit par un gain d'argent.
- Un gain d'énergie signifie une longue durée de vie du rebouilleur et aussi du condenseur.

Au niveau du groupement TFT, la pression du débutaniseur actuelle égale à 17,65 barg à cause des changements du gisement TFT et l'alimentation du l'unité sera plus légère pendant le temps.



Conclusion générale



Ce travail a été réalisé lors d'un stage pratique au sein du groupement de gaz TFT. Cette étude consiste à simuler et optimiser les paramètres de fonctionnement de la colonne T6-1501 de débutaniseur au niveau du complexe GTFT, pour améliorer la récupération de GPL et de condensat et de réduire la consommation énergétique. La simulation a été effectuée du cas design et actuel du débutaniseur en présence d'un modèle thermodynamique de Peng de Robinson (PR) par le simulateur Aspen HYSIS; le plus utilisé dans l'industrie pétrolière.

Les résultats de simulation obtenus par HYSYS ont été montrés que notre étude est rentable, Où:

- La loi des gaz parfaits est respectée ;
- La diminution de la pression en tête de la colonne débutaniseur influe sur les autres paramètres de la simulation ; c-à-dire : quand on a diminué cette pression avec la température du GPL et le débit du reflux on remarque la diminution de la température de fond, du plateau sensible et de l'énergie du rebouilleur (est proportionnelle avec l'énergie du condenseur). En d'autres termes, un gain d'énergie se traduit par un gain d'argent.
- Un gain d'énergie signifie une longue durée de vie du rebouilleur et aussi du condenseur.

Au niveau du groupement TFT, la pression du débutaniseur actuelle égale à 17,65 barg à cause des changements du gisement TFT et l'alimentation de l'unité sera plus légère pendant le temps.

Depuis une certaine période, l'unité du GTFT ait un problème dans le rebouilleur et son changement (à l'état dégradé), ci pour ça; les responsables décidaient de résoudre ce problème par l'augmentation de la pression en tête de la colonne débutaniseur, et ceci par expérience.

L'unité des traitements du gaz présente un problème de refroidissement du GPL en été lorsque la température du climat augmente, et pour le résoudre on propose l'ajout des aéros (des grands ventilateurs) dans l'installation pour éviter la vaporisation du GPL et les dangers du stockage du GPL.



Références bibliographiques



- [1] GTFT, Département Gisement. Hassi Messoud 2009.
- [2] Manuel opératoire d'exploitation usine GTF
- [3] Manuel opératoire d'exploitation (section Boosting), Révision n° :5, Mars 2009.
- [4] Petro skills, John M.Cambell, Trouble shooting Oil & gas processing facilities, NGL recovery processes.
- [5] A. Rojey, B. Durand, C. Jaffret, S. Jullian et M. Valais «Le gaz naturel production traitement transport»
- [6] Comité français du butane et du propane:<http://www.cfbp.fr>
- [7] A. Rojey, B. Durand, C. Jaffret, S. Jullian, M. Valais; « Le gaz naturel :Production, traitement, transport » Editions Technip-Paris ; 1995
- [8] Proceeding du Séminaire sur le GPL (Développement, promotion) ; Alger ; Avril 1999.
- [10] <http://fr.exceptionalenergy.com>
- [11] journal«El Watan»,4 décembre2011.
- [12]N.Rebai. Simulation des procédés, initiation au simulateur HYSYS, IAP (école de Boumerdes, 2014.
- [13] Introduction à l'utilisation des modèles thermodynamiques. ENSPM formation industrie. IFP training 2006.
- [14] GPSA. Engineering data book, Vol.2, section: 19, 21,13ème edition .Ed Gas processors association.1987.
- [15] https://fr.wikipedia.org/wiki/energie_en_Algerie
- [16] https://fr.wikipedia.org/wiki/Condensat_de_gaz_naturel
- [17] <https://www.gazdaujourdhui.fr/le-monde-des-gp>.
- [18] <https://www.controle-gaz.be/les-10-principaux-pays-producteurs-de-gaz-nature>
- [19] <https://www.sontatrach.com>
- [20] Prix d'un BTU de gaz explications du tarif et grille tarifaire /prix_gaz by selecta.
- [21] Amar Nadia, optimisation des paramètres de fonctionnement de la colonne du debutaniseur F751 du complexe GNL1/Z, Mémoire de Master, Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem, 2019.
- [22] Ben Abid Chahrazed, Ansal Samah, Optimisation de la récupération de GPL par recyclage trains et boosting au niveau du complexe de gaz GTFT /In Amenas, Mémoire de Master , Université Abbes Laghrour, Khenchela, 2021
- [23] Khalla Dounya, Naili Assia, Etude de l'efficacité d'injection de gaz chaud pour la prévention et l'élimination des hydrates, Mémoire de Master, Université 8 Mai 1945, Guelma, 2020.

Résumé

Cette étude consiste à simuler et optimiser les paramètres de fonctionnement de la colonne T6-1501 de débutaniseur au niveau du complexe GTFT pour récupérer le maximum de GPL et de condensat et de réduire la consommation énergétique, toute en respectant les spécifications commerciales, à fin d'obéir à la qualité exigée par la société SONATRACH et d'éviter l'encrassement de la colonne. La simulation a été effectuée du cas design et actuel du débutaniseur en présence d'un modèle thermodynamique de Peng de Robinson (PR) par le simulateur Aspen HYSIS; qui est un modèle adéquat pour l'étude du comportement des gaz et le plus utiliser dans l'industrie pétrolière. Les résultats de simulation obtenus par le simulateur Aspen HYSYS ont été montrés que notre étude est rentable, on respecte les conditions et les limites du fonctionnement de la colonne, avec un gain de production de GPL.

Mots clés: GPL, Condensât, Débutaniseur, HYSIS, Simulation

ملخص

ترتكز هذه الدراسة على محاكاة و تحسين معايير عمل عمود المزج T6-1501 على مستوى مجمع GTFT من اجل استعادة اكبر قدر من الغاز البترولي المميع GPL وال Condensât و تقليل استهلاك الطاقة ، مع مراعاة المواصفات التجارية ، في نهاية المطاف للامتثال للجودة المطلوبة من قبل شركة SONATRACH ولتجنب تلوث العمود .تم إجراء المحاكاة للتصميم والحالة الحالية لعمود التقطير في وجود نموذج ديناميكي حراري لـ Peng de Robinson (PR) بواسطة جهاز محاكاة Aspen HYSIS ؛ وهو نموذج ملائم لدراسة سلوك الغازات وأكثرها استخداما في صناعة النفط. أظهرت نتائج المحاكاة التي تم الحصول عليها بواسطة محاكي Aspen HYSYS أن دراستنا مربحة ، فنحن نحترم شروط وحدود تشغيل العمود ، مع زيادة في إنتاج الغاز البترولي المميع GPL .

الكلمات المفتاحية : الغاز البترولي المميع GPL ، عمود التقطير ، Débutaniseur, HYSIS, المحاكاة

Abstract

The aim of this study is based on simulating and ameliorating the working standards of the 1501-T6 deproponizer at the Groupement TFT (GTFT) company in order to get back the maximum amount of Liquid Petroleum Gas (LPG), condensate and reducing energy consumption while respecting commercial specifications ultimately complying with the quality required by SONATRACH. To avoid contamination of the deproponizer, the simulation was performed on the design and the current state of the distillation and it was performed in the presence of a thermodynamic model (Peng de Robinson) by a simulator named Aspen HYSIS. This latter is an appropriate model for the study of gas behavior, which is most commonly used in the oil industry. The results of the simulation gained by Aspen HYSYS Simulator showed that our business is profitable because. We respect operating conditions and limitations of the deproponizer with an increase in production of Liquefied Petroleum Gas (LPG).

Keywords: GPL, Condensat, deproponizer , HYSIS, Simulation