

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Ecole Supérieure des Sciences Appliquées d'Alger



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
المدرسة العليا في العلوم التطبيقية بالجزائر

Département du second cycle

Mémoire de Fin d'Etudes

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Filière : Génie des Procédés

Spécialité : Procédés Organiques

Thème :

**Etude de la colonne de distillation dépropaniseur installée au
niveau du Complexe GL1K**

Présenté par : Gharbaoui Abir

Encadrée par : BERKACHE Kamel

Soutenu le : 24/06/2023

Devant le jury composé de :

Mr. KHERFI Hamza	MCA	ESSA-Alger	President
Mme. BOUDERDARA Nabila	MCB	ESSA-Alger	Examinatrice
Mr. BERKACHE Kamel	MCA	ESSA-Alger	Encadreur

Binôme N° : 18PO/MASTER/2023

Résumé

Cette étude se concentre sur la distillation fractionnée du gaz naturel liquéfié et l'analyse de la colonne de déisopentaniseur. En utilisant le logiciel HYSYS, nous calculons le nombre de plateaux requis pour assurer l'efficacité du processus. Cette recherche nous permet de mieux comprendre l'importance de la distillation dans le traitement du gaz naturel et renforce nos compétences en modélisation et en utilisation d'outils informatiques.

Abstract

The focus of this study is on the fractional distillation of liquefied natural gas and the analysis of the deisopentanizer column. Through the utilization of the HYSYS software, we conduct calculations to determine the optimal number of trays required for optimal efficiency. This research deepens our understanding of the significance of distillation in natural gas processing and strengthens our skills in modeling and utilizing sophisticated computational tools.

ملخص

هدف هذه الدراسة هو شرح نظرية التقطير وجمع البيانات والمعلومات التقنية المتعلقة بجهاز إزالة البروبان، وذلك للتحقق من عدد الصواني المطلوبة في الجهاز باستخدام برنامج المحاكاة. تساهم هذه الدراسة في فهم أهمية عملية التقطير في معالجة الغاز الطبيعي المسال وتعزيز قدراتنا في التصميم والنمذجة واستخدام الأدوات الحاسوبية المتعلقة.

Remerciements

Tout d'abord, je remercie le Dieu, le tout puissant de m'avoir donné le courage et la volonté pour réaliser ce travail.

Je tiens à remercier en premier lieu mon encadrant M, Berkache pour sa rigueur, sa disponibilité et ses qualités humaines, Je n'oublierai pas de remercier les membres de jury qui m'ont fait le grand honneur d'évaluer ce travail.

Nous tenons également à exprimer notre sincère gratitude au président du jury et l'examinatrice, Mr. KHERFI Hamza et Mme. BOUDERDARA Nabila, pour leurs précieux commentaires et leurs critiques constructives, qui ont grandement amélioré la qualité globale de ce projet ainsi que le temps qu'ils ont consacré à étudier ce travail.

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements à l'équipe du complexe GL1K du Sonatrach pour leur accueil chaleureux et leur soutien tout au long de mon stage pratique. Leur expertise et leur engagement ont grandement contribué à mon apprentissage et à mon développement professionnel.

Je suis reconnaissante envers mon co-encadrant, M. Ouldjaoui, pour son encadrement attentif, ses conseils avisés et sa disponibilité constante. Ses précieuses orientations m'ont permis d'acquérir une compréhension approfondie des opérations au sein du complexe Sonatrach.

Je souhaite également exprimer ma gratitude envers M. Siab pour son soutien précieux. De la recherche du stage jusqu'à la fin de cette expérience.

A. Gharbaoui.

Dédicace

À la personne qui a toujours été ma lumière dans l'obscurité, qui a guidé mes pas avec sagesse et qui m'a soutenue de tout son cœur, ma très chère maman, que Dieu te protège.

À celui qui a toujours cru en moi et m'a encouragé à poursuivre mes rêves, mon cher papa.

À mes chers frères et sœurs, vous êtes les étoiles qui illuminent ma vie.

À mes beaux-frères et belles-sœurs.

À mes chers neveux et nièces, votre amour et votre innocence font briller mon cœur chaque jour.

À mes amies Wissem, Sadia, Chaima, Meriem, Fadi et Nadjjet merci pour chaque précieux instant passé ensemble.

À ma promotion, Procédé Organique 2023.

Je dédie cet humble mémoire.

GHARBAOUI Abir

Table des matières

Résumé	ii
<i>Remerciements</i>	iii
Table des matières.....	v
Liste des abréviations	vii
Liste des tableaux.....	viii
Liste des figures	ix
Introduction.....	1
Chapitre 1 Présentation de la colonne de distillation dépropaniseur	2
1.1 Définition et principes de la distillation fractionnée	2
1.2 Fonctionnement de la colonne de distillation dépropaniseur	3
1.2.1 Rôle de la colonne de dépropaniseur dans l'unité de fractionnement.....	3
1.2.2 Description de processus.....	4
1.2.3 Présentation des dispositifs connexes	6
Chapitre 2 Partie calcul	8
2.1 Introduction	8
2.2 Présentation de la méthode Shortcut Distillation	9
2.3 Détermination du nombre de plateau théorique minimum.....	13
2.4 Evaluation du nombre de plateaux réels pour la colonne de dépropaniseur	13
2.5 Interprétations.....	14
Conclusion	15
Annexe A : PFD du dépropaniseur.....	16

Annexe B : Datasheet de la simulation de la dépropaniseur à 37 plateaux..... 17

Bibliographie 20

Liste des abréviations

GL1K : Gaz naturel liquéfié pole 1 SKIKDA.

GNL : Gaz naturel liquéfié.

KBR : KELOG BROWN & ROOT.

HYSYS : Hyprotech system.

PFD : Process flow diagramme (schéma de procédé).

PR : Peng Robinson.

Bar eff : bar effective.

Liste des tableaux

Tableau 1– les compositions de distillat et de résidu dans les 4 itérations.	13
Tableau 2– Comparaison de la composition du cas design et de la simulation HYSYS à 37 plateaux.	14

Liste des figures

Figure 1-1 Schéma de la colonne de distillation.	3
Figure 1-2 Le système de dépropaniseur et ses équipements périphériques.	4
Figure 1-3 Schéma du rebouilleur de type Kettle.	6
Figure 1-4 Schéma du condenseur.	7
Figure 2-1 : la liste des composants de tous les constituants présents dans le système	9
Figure 2-2 Sélection du modèle de Peng Robinson	10
Figure 2-3 Spécification des conditions de marche de la charge d'alimentation	10
Figure 2-4 Identification de toutes les parties de la colonne.....	11
Figure 2-5 Conditions de simulation et spécification des clés de fond et de tête de la colonne de dépropaniseur.	12
Figure 2-6 Résultats de simulation pour le nombre minimal d'étages théoriques de la colonne de dépropaniseur.	12

Introduction

Le gaz naturel, qui provient de Hassi R'mel en Algérie, subit une série de traitements divers avant d'être utilisé dans les différentes branches de l'industrie. Parmi ces traitements, la distillation est l'un des processus les plus importants, car il permet de séparer les fractions d'hydrocarbures contenues dans le gaz naturel. Le complexe GL1K utilise la distillation fractionnée, également appelée rectification, du gaz naturel liquéfié, car les composants de ce gaz ont des points d'ébullition très proches.

La distillation atmosphérique est effectuée dans une colonne munie d'un certain nombre de plateaux perforés et munis de clapets, en général de 30 à 50 plateaux, qui conduisent à une distillation fractionnée. Les fractions de gaz naturel obtenues sont utilisées dans diverses industries, telles que la production d'électricité, la fabrication de plastiques et de produits chimiques, et même dans le secteur automobile.

Le travail que nous présentons se compose de deux chapitres. Le premier chapitre a pour objectif de définir le principe de la distillation et de décrire le processus de la colonne de dépropaniseur et ses équipements. Le deuxième chapitre consiste à calculer et à vérifier le nombre de plateaux de la colonne déisopropaniseur à l'aide du logiciel HYSYS. Ces calculs sont essentiels pour garantir l'efficacité et la rentabilité du processus de distillation fractionnée dans le complexe GL1K.

Chapitre 1

Présentation de la colonne de distillation dépropaniseur

1.1 Définition et principes de la distillation fractionnée

La distillation fractionnée est un procédé de séparation des composants d'un mélange liquide, basé sur les différences de points d'ébullition de ces composants.

Le principe de la distillation fractionnée repose sur la vaporisation du mélange dans une colonne de distillation, et sur la condensation sélective des différents constituants du mélange, en fonction de leur point d'ébullition. Plus précisément, cette méthode consiste à chauffer le mélange à une température proche de son point d'ébullition et à le vaporiser. La vapeur ainsi produite est ensuite introduite dans une colonne de distillation, où elle est mise en contact avec un liquide de refroidissement, appelé le réfrigérant, qui condense la vapeur en liquide. Les constituants du mélange liquide se séparent ainsi en fonction de leur température d'ébullition respective. Les constituants ayant une température d'ébullition plus élevée se condensent près du bas de la colonne, tandis que ceux ayant une température d'ébullition plus basse se condensent plus haut dans la colonne [1].

La distillation fractionnée est particulièrement utile lorsque les composants à séparer ont des points d'ébullition très proches, tels que dans le cas de la distillation du gaz naturel liquéfié. Le nombre de plateaux utilisés dans la colonne de distillation dépend de la complexité du mélange et de la précision requise dans la séparation des constituants.

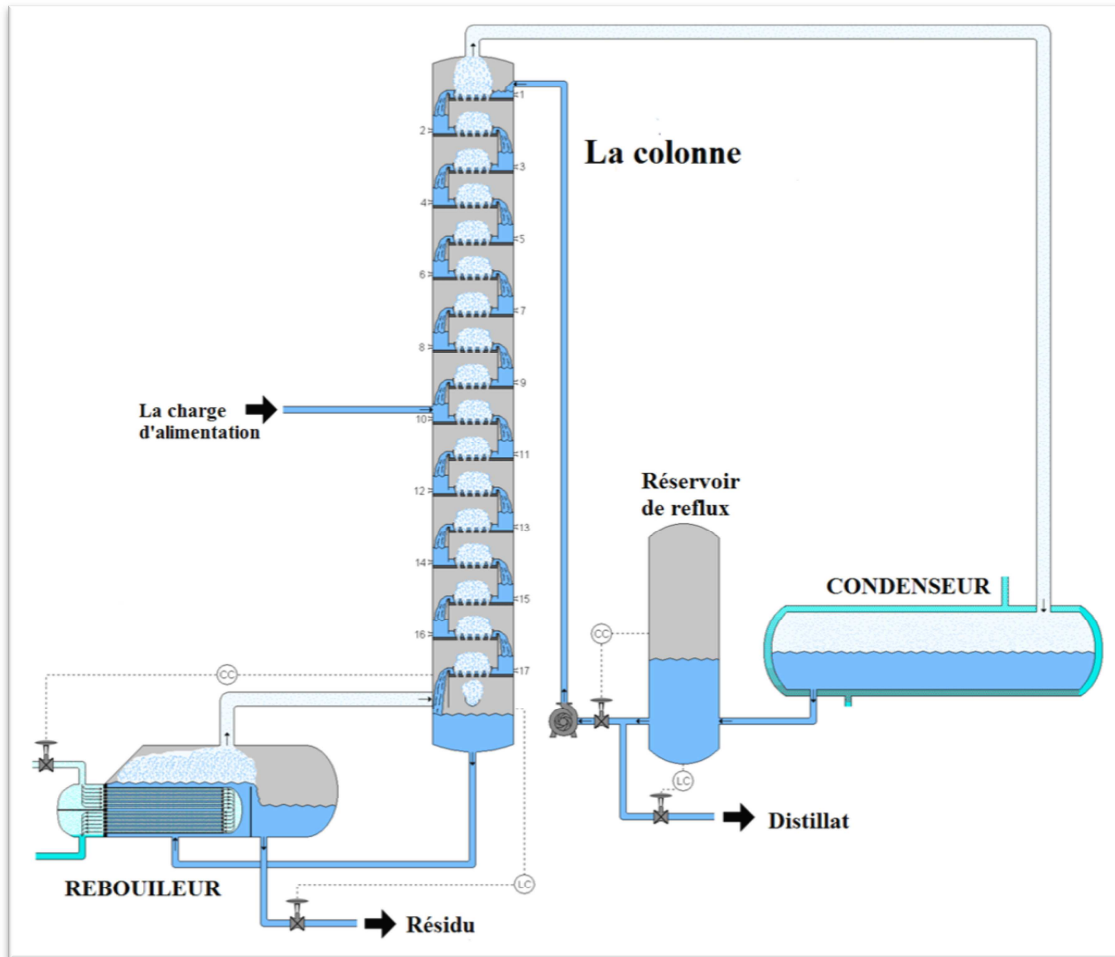


Figure 1-1 Schéma de la colonne de distillation.

1.2 Fonctionnement de la colonne de distillation dépropaniseur

1.2.1 Rôle de la colonne de dépropaniseur dans l'unité de fractionnement

Le dépropaniseur 07-MD04 est la troisième colonne de distillation de l'unité de fractionnement. Elle est utilisée pour produire du propane de qualité pour les applications de réfrigération et pour maintenir la teneur en propane dans les produits de fond dans les limites requises pour respecter les spécifications de qualité du butane dans la colonne de débutaniseur.

Le système dépropaniseur et ses équipements associés sont représentés par le schéma simplifié de la page suivante [2].

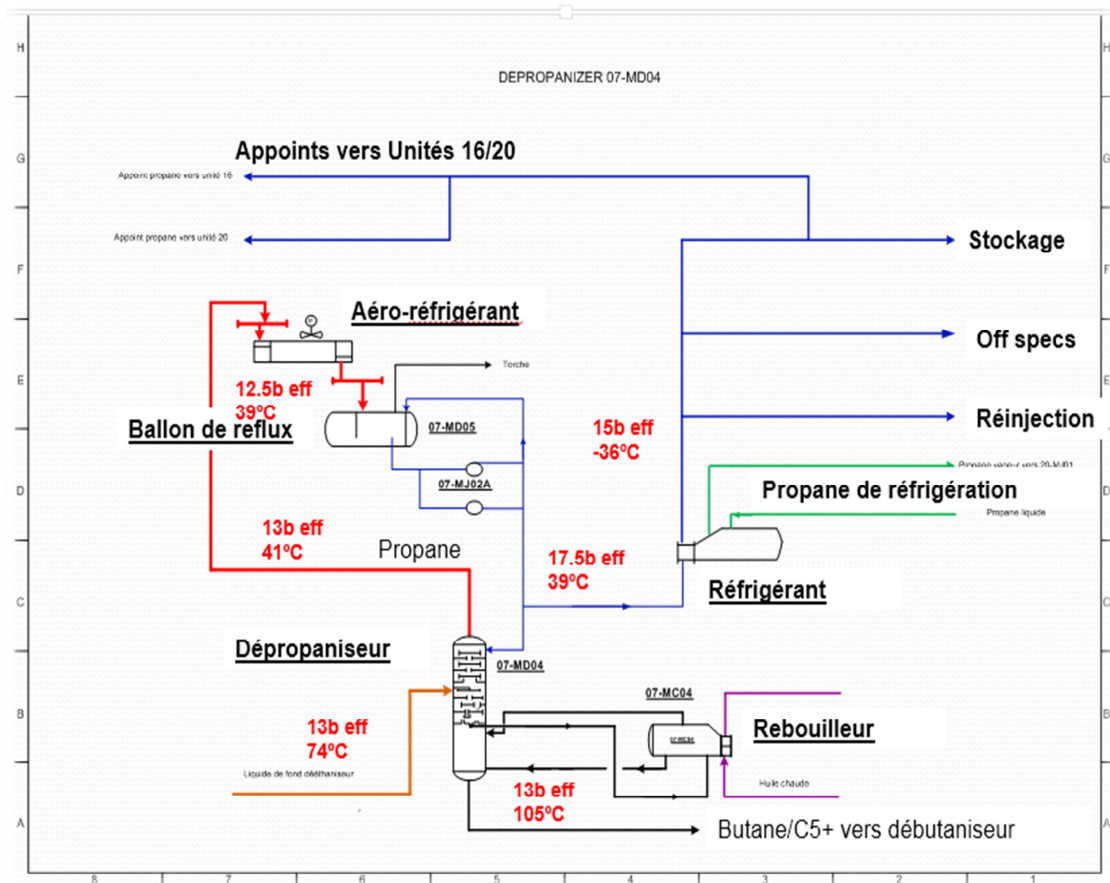


Figure 1-2 Le système de dépropaniseur et ses équipements périphériques.

1.2.2 Description de processus

Le dépropaniseur 07-MD04 est alimenté par le dééthaneur 07-MD02, qui fournit des hydrocarbures liquides à une pression de 24 bar eff et une température de 101°C. Ces hydrocarbures sont ensuite détendus à 13 bar eff et à une température d'environ 74°C avant d'être introduits au-dessus du 16ème plateau du dépropaniseur. Cette colonne de distillation

est équipée de 37 plateaux étanches qui améliorent la séparation des composants légers et lourds.

Le rebouillage est nécessaire pour limiter la teneur en propane dans les produits de fond du dépropaniseur afin de respecter les spécifications de qualité du butane sortant de la tête du débutaniseur. Pour cela, le dépropaniseur dispose d'un rebouilleur de type Kettle à tubes et à calandre, qui utilise de l'huile chaude pour le réchauffage. Un plateau de soutirage au fond du dépropaniseur permet de diriger le liquide vers le rebouilleur. À l'intérieur du rebouilleur, une chicane permet au liquide d'inonder les tubes tout en laissant un espace suffisant pour permettre aux vapeurs de circuler vers la colonne.

Les vapeurs de tête du dépropaniseur sont condensées à travers le condenseur 07-MC05 de type aéro-réfrigérant à air induit, puis collectées dans le ballon de reflux du dépropaniseur 07-MD05. Une partie de ces liquides venant de ce dernier ballon est évacuée vers la colonne par les pompes 07-MJ02/A pour servir de reflux, tandis que le reste des liquides est évacué vers le refroidisseur de propane 07-MC15. Le débit de reflux assure une meilleure qualité du produit de tête afin de répondre aux spécifications prévues.

Le refroidisseur de propane 07-MC15 est de type Kettle, qui utilise le propane liquide BP venant du système de réfrigération de propane externe comme réfrigérant. Les liquides de propane sont refroidis à -36 °C dans cet échangeur avant d'être envoyés, soit au ballon de réinjection de GPL 07-MD08, soit au bac de stockage de propane 76-MF01. L'appoint en propane vers la réfrigération de l'unité 16 et vers le propane externe de réfrigération de l'unité 20 vient de l'aval du refroidisseur de propane.

En cas de produits hors-spécification (off-spec) de propane en amont du refroidisseur de propane, des dispositions existent pour les envoyer vers le ballon de détente de GNL de démarrage/Bupro 65-MD05 pour élimination. De même, des dispositions existent pour envoyer le propane hors-spec venant de l'aval du refroidisseur de propane vers le bac de stockage des hors-spec 67-B-03 des unités existantes [3].

1.2.3 Présentation des dispositifs connexes

1.2.3.1 Rebouilleur du dépropaniseur

Le rebouilleur du dépropaniseur 07-MC04 est un échangeur de type Kettle qui utilise de l'huile chaude comme source de chaleur pour faire descendre les hydrocarbures liquides provenant du plateau de soutirage du dépropaniseur 07-MD04. Ces hydrocarbures liquides descendent ensuite par gravité le long de la calandre du rebouilleur. Afin de surveiller le niveau des hydrocarbures liquides du côté de la calandre de l'échangeur, le niveau à glace 07-LG-1241 est utilisé. En effet, un niveau élevé de liquide dans le rebouilleur peut indiquer une mauvaise vaporisation des hydrocarbures.

Les vapeurs d'hydrocarbures provenant du rebouilleur sont renvoyées en dessous du plateau de soutirage du dépropaniseur, tandis que le liquide débordant de la chicane est renvoyé vers le fond du dépropaniseur. Pour maintenir la température de fond de colonne, le régulateur de température 07-TIC-1375 agit en cascade avec le régulateur de débit 07-FIC-1068 qui règle le débit d'huile côté tubes en agissant sur la vanne 07-FV-1068.

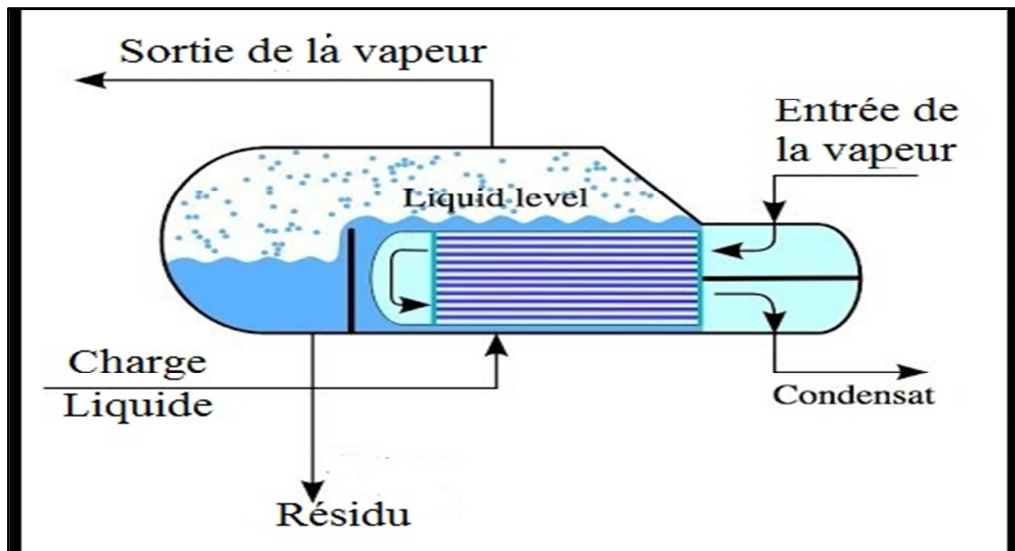


Figure 1-3 Schéma du rebouilleur de type Kettle.

1.2.3.2 Condenseur du dépropaniseur

Le condenseur du dépropaniseur 07-MC05, un aéro-réfrigérant à tirage induit, est constitué de trois batteries de trois ventilateurs/batteries. Chaque batterie est équipée d'un ventilateur, dont un est équipé d'un moteur à vitesse variable qui reçoit un point de consigne de vitesse du régulateur de pression 07-PIC-1061A via les convertisseurs de signaux 07-PY-1061A3/A6/A9.

Les vapeurs provenant de la tête du dépropaniseur 07-MD04 sont condensées dans ce condenseur avant d'être collectées dans le ballon de reflux du dépropaniseur 07-MD05. Le régulateur de pression 07-PIC-1061A agit sur la vitesse du ventilateur en cas de haute ou basse pression dans le système dépropaniseur. Lorsqu'il y a une haute pression, le régulateur de pression augmente la vitesse du ventilateur pour condenser plus de vapeurs, tandis que lorsqu'il y a une basse pression, il diminue la vitesse du ventilateur pour condenser moins de vapeurs.

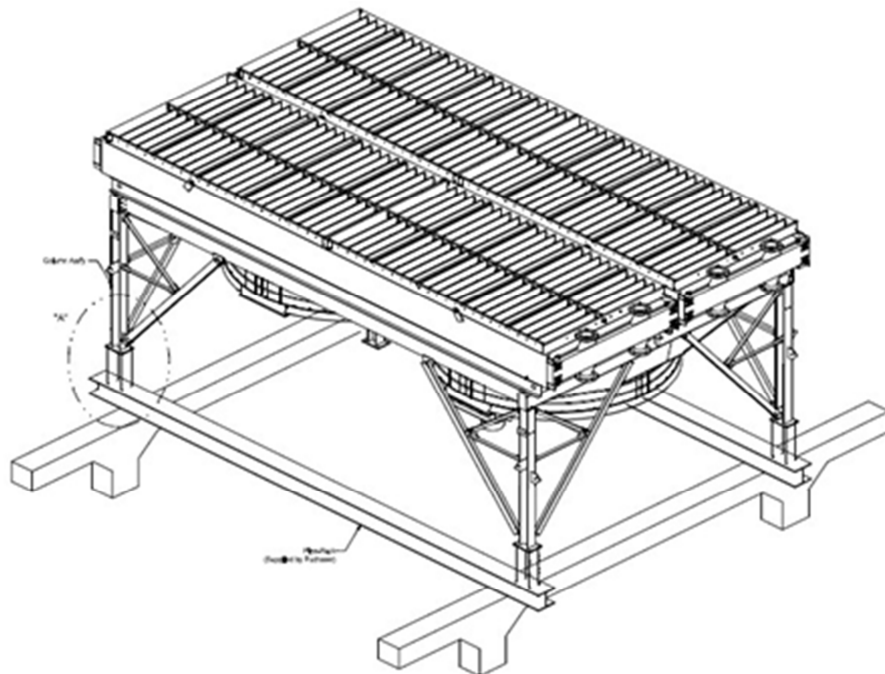


Figure 1-4 Schéma du condenseur.

Chapitre 2

Partie calcul

2.1 Introduction

Dans un premier temps, nous avons réalisé une simulation de la colonne de dépropaniseur installée au GNL-1-K en utilisant le logiciel HYSYS. Ce logiciel de simulation est largement utilisé dans l'industrie du pétrole et du gaz pour la conception de procédés, la vérification de la faisabilité d'un procédé, la détermination des conditions opératoires optimales, ainsi que pour l'analyse de données de procédé.

Dans notre cas, nous avons utilisé HYSYS pour déterminer le nombre minimum de plateaux théoriques nécessaires pour la colonne de dépropaniseur, en utilisant la méthode de Shortcut Distillation.

L'objectif de la partie calcul est de simuler la colonne de dépropaniseur 07-MD04 pour déterminer le nombre optimal de plateaux, en utilisant la méthode de Shortcut Distillation pour estimer le nombre minimum de plateaux théoriques nécessaires. Les résultats de la simulation seront comparés aux données réelles de l'usine pour valider la précision de la méthode.

2.2 Présentation de la méthode Shortcut Distillation

La méthode Shortcut Distillation est une méthode simplifiée de calcul de colonne de distillation. Elle utilise des données thermodynamiques pour estimer le nombre minimal de plateaux nécessaires pour atteindre une séparation spécifique des composants dans la colonne. Cette méthode est souvent utilisée pour estimer rapidement le nombre de plateaux nécessaires pour une colonne de distillation avant d'entreprendre des simulations plus détaillées [4].

Voici les étapes à suivre pour déterminer le nombre minimal de plateaux nécessaires pour la colonne de distillation à l'aide de la méthode Shortcut Distillation :

Étape 1 : Ouvrir le logiciel Hysys et créer la liste des composants de tous les constituants présents dans le système.

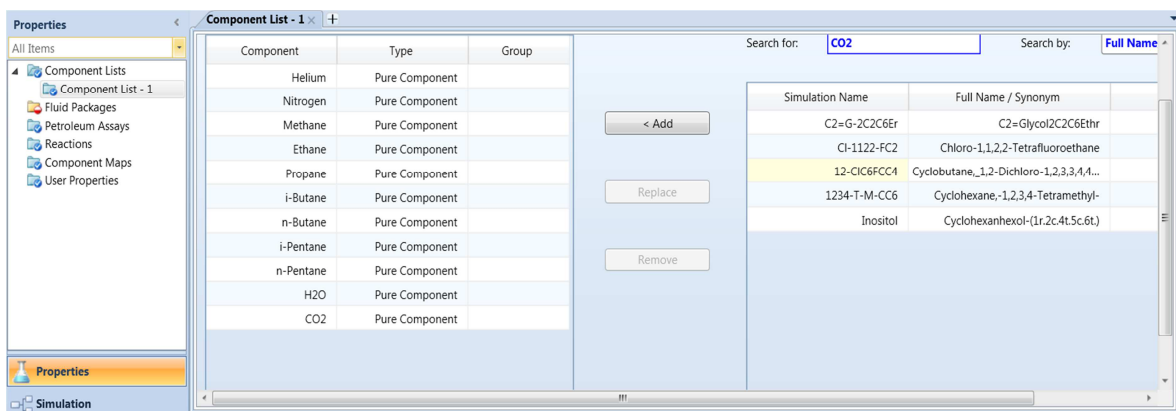


Figure 2-1 : la liste des composants de tous les constituants présents dans le système

Etape 2 : Choisir le modèle thermodynamique auquel vous travaillez avec.

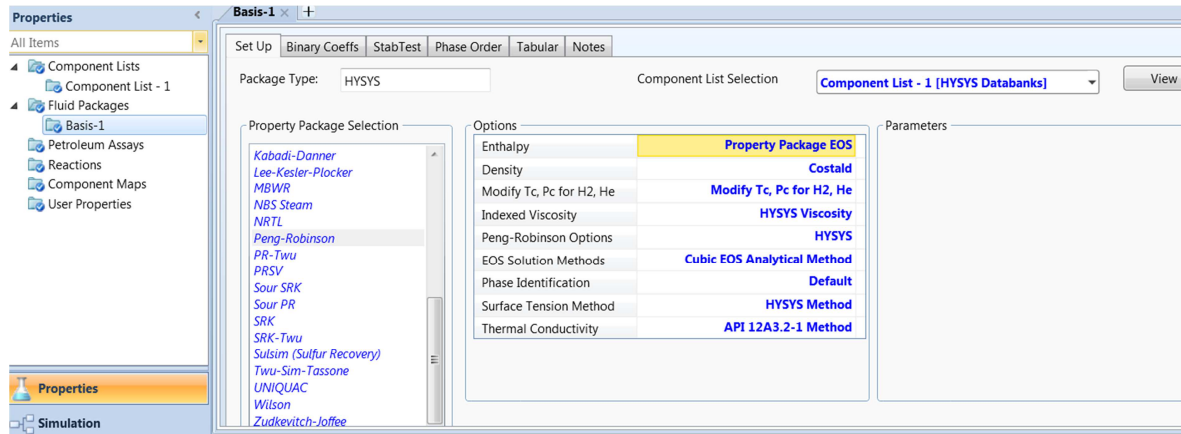


Figure 2-2 Sélection du modèle de Peng Robinson

Etape 3 : Dans la palette de Hysys, choisir la flèche bleue appelée "Material Stream" et fournir toutes les conditions : pression, température et fraction molaire de la charge d'alimentation de la colonne de distillation de dépropaniseur et remplir la composition de cette charge.

Worksheet	Name	alimentation 3	D 03	R 03
Conditions Properties Composition	Vapour	0,5647	0,0000	0,0000
	Temperature [C]	74,25	40,39	99,04
	Pressure [kPa]	1402	1391	1419
	Molar Flow [kgmole/h]	1509	735,5	773,5
	Mass Flow [kg/h]	8,054e+004	3,243e+004	4,812e+004
	Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	145,5	64,03	81,49
	Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-1,242e+005	-1,180e+005	-1,452e+005
	Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	132,4	97,23	109,8
	Heat Flow [kJ/h]	-1,874e+008	-8,681e+007	-1,123e+008
	Worksheet	Name	Qc 03	
Vapour		<empty>		
Temperature [C]		<empty>		
Pressure [kPa]		<empty>		
Molar Flow [kgmole/h]		<empty>		
Mass Flow [kg/h]		<empty>		
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]		<empty>		
Heat Flow [kJ/h]		-3,967e+007		

Figure 2-3 Spécification des conditions de marche de la charge d'alimentation

Etape 4 : Dans la palette de Hysys, choisir la colonne Shortcut Distillation et suivre les étapes suivantes :

1. Identifier toutes les parties de la colonne.

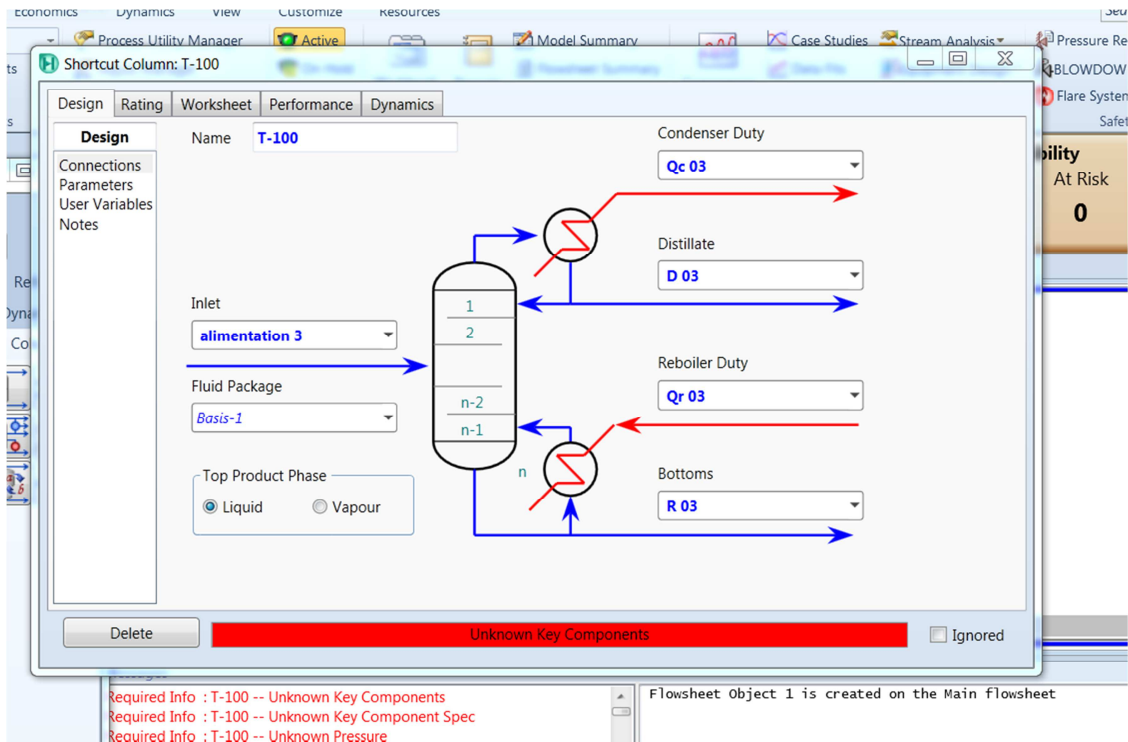


Figure 2-4 Identification de toutes les parties de la colonne

2. Préciser le nom et la composition du composant léger dans le fond (light key in bottom) et du composant lourd dans le distillat (heavy key in distillate). Préciser également la pression de condenseur et de rebouilleur.

Ensuite, dans le reflux ratio, il apparaît le taux de reflux minimal (Minimum reflux ratio) avec le nombre : 2.290 et pour trouver le rapport de reflux externe (External reflux ratio), multiplier ce nombre par 1.3 et le résultat obtenu est 2.977.

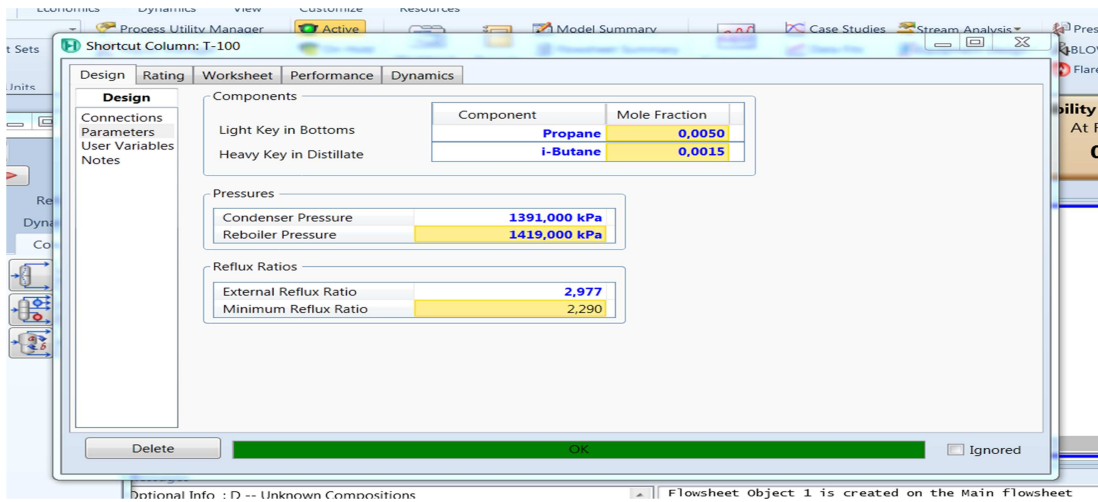


Figure 2-5 Conditions de simulation et spécification des clés de fond et de tête de la colonne de dépropaniseur.

3. Dans l'onglet Performances, le nombre minimal de plateaux nécessaires s'affiche.

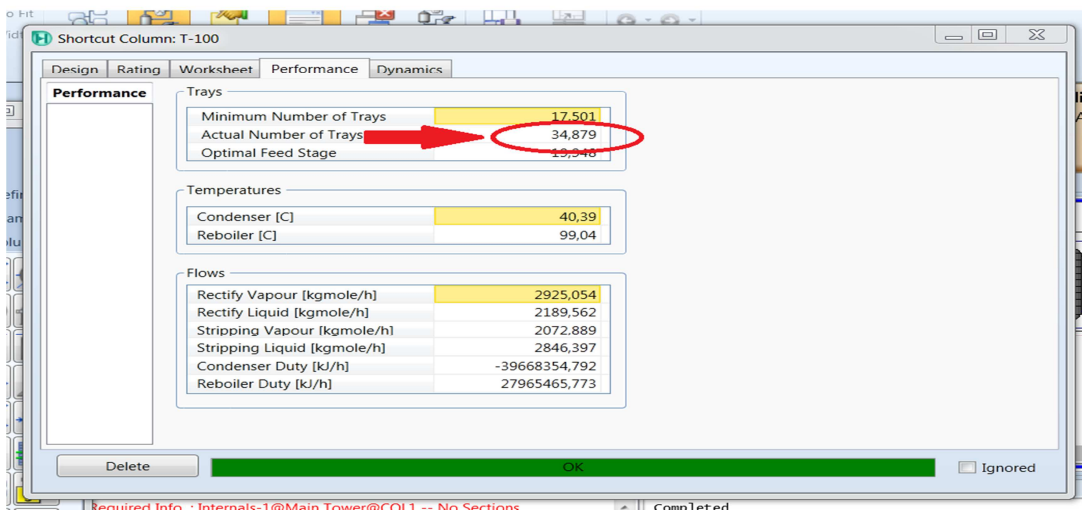


Figure 2-6 Résultats de simulation pour le nombre minimal d'étages théoriques de la colonne de dépropaniseur.

2.3 Détermination du nombre de plateau théorique minimum

Selon la simulation réalisée à l'aide de la méthode de Shortcut distillation, le nombre minimum de plateaux théoriques nécessaires pour la colonne de dépropaniseur est de 34 plateaux.

2.4 Evaluation du nombre de plateaux réels pour la colonne de dépropaniseur

Dans le but de déterminer le nombre de plateaux réel de la colonne de dépropaniseur 07-MD04, nous avons effectué quatre itérations de simulation en faisant varier le nombre de plateaux. Pour chaque itération, nous avons noté les compositions du distillat et du résidu. Après, nous avons comparé les résultats obtenus à partir de notre simulation à ceux du cas design. Les résultats de ces simulations sont présentés dans les tableaux ci-dessous :

Tableau 1– les compositions de distillat et de résidu dans les 4 itérations.

Nombre de plateau		34	35	36	37
Composition de distillat (mole %)	Méthane	0	0	0	0
	Ethane	0.22	0.22	0.22	0.22
	propane	91.37	99.60	99.63	99.66
	Isobutane	5.68	0.18	0.14	0.11
	Butane	2.72	0	0	0
	Isopentane	0	0	0	0
	Pentane	0	0	0	0
	Hexane	0	0	0	0
Composition de résidu (mol %)	Méthane	0	0	0	0
	Ethane	0	0	0	0
	Propane	8.34	0.54	0.51	0.46
	Isobutane	27.86	33.09	33.12	33.16
	Butane	47.98	50.56	50.55	50.57
	Isopentane	0.9	0.9	0.9	0.9
	Pentane	1.13	1.13	1.13	1.14
	Hexane	13.78	13.78	13.78	13.78

Tableau 2– Comparaison de la composition du cas design et de la simulation HYSYS à 37 plateaux.

		Cas design	Simulation par hysys à 37 plateaux	Ecart
Composition de distillat (mole %)	Méthane	0	0	0
	Ethane	0.22	0.22	0
	propane	99.60	99.66	0.06
	Isobutane	0.15	0.11	0.04
	Butane	0.02	0	0.02
	Isopentane	0	0	0
	Pentane	0	0	0
	Hexane	0	0	0
Composition de résidu (mol %)	Méthane	0	0	0
	Ethane	0	0	0
	Propane	0.5	0.48	0.02
	Isobutane	27.98	33.15	5.17
	Butane	42.70	50.56	7.86
	Isopentane	7.59	0.9	6.69
	Pentane	9.60	1.13	8.47
	Hexane	11.64	13.78	2.14

2.5 Interprétations

- **Tableau 01** : Les compositions de distillat et de résidu dans les 4 itérations montrent que sur le 37ème plateau, la quantité de distillat est supérieure aux autres itérations. Ainsi, nous pouvons en conclure que le nombre idéal de plateaux pour obtenir une bonne quantité de propane est de 37 plateaux.
- **Tableau 02** : Le tableau comparatif entre la composition du cas design et la simulation par HYSYS à 37 plateaux montre que l'écart est minime entre les deux cas. Cela indique que 37 plateaux pour la colonne de dépropaniseur est un nombre idéal pour obtenir une bonne séparation entre les composants et que la simulation HYSYS est cohérente avec les données PFD du KBR.

Conclusion


Après avoir mené cette étude, nous avons pu approfondir notre compréhension du processus de distillation fractionnée du gaz naturel liquéfié. En utilisant des outils tels que le logiciel HYSYS et en nous familiarisant avec les différents documents, nous avons réussi à calculer le nombre de plateaux nécessaires dans la colonne de désisopentaniseur du complexe GL1K.


Cette expérience nous a permis de mieux comprendre l'importance de la distillation dans le traitement du gaz naturel et les différentes étapes nécessaires pour obtenir des composants utiles pour l'industrie. Nous avons également réalisé l'importance de l'utilisation d'outils informatiques pour faciliter ces calculs complexes.

En fin de compte, cette étude nous a donné une vision approfondie du traitement du gaz naturel et nous a permis de développer nos compétences en matière de calcul et d'utilisation de logiciels de modélisation. Ces compétences seront certainement utiles pour notre future carrière d'ingénieur en industrie.

Annexe B : Datasheet de la simulation de la dépropaniseur à 37 plateaux

1	Company Name Not Available Bedford, MA USA		Case Name: simulation master ablr.hsc	
2			Unit Set: SI	
3			Date/Time: Sun Jun 11 18:16:54 2023	
4				
5				
6	Distillation: T-101 @Main (continued)			
7	SUMMARY			
8	alimentation 3-2			
9				
10				
11				
12				
13	Helium (kgmole/h)	0.0000		
14	Nitrogen (kgmole/h)	0.0000		
15	Methane (kgmole/h)	0.0000		
16	Ethane (kgmole/h)	1.6504		
17	Propane (kgmole/h)	736.5685		
18	i-Butane (kgmole/h)	257.2956		
19	n-Butane (kgmole/h)	391.1421		
20	i-Pentane (kgmole/h)	6.9481		
21	n-Pentane (kgmole/h)	8.7801		
22	n-Hexane (kgmole/h)	106.6151		
23	CO2 (kgmole/h)	0.0000		
24	H2O (kgmole/h)	0.0000		
25	Products			
26	Flow Basis:	Molar	The composition option is selected	
27	Product Compositions			
28		DISTILLAT	BOTTOM	
29	Flow Rate (kgmole/h)	735.1787	773.8213	
30		---	---	
31	Helium	0.0000	0.0000	
32	Nitrogen	0.0000	0.0000	
33	Methane	0.0000	0.0000	
34	Ethane	0.0022	0.0000	
35	Propane	0.9968	0.0049	
36	i-Butane	0.0010	0.3316	
37	n-Butane	0.0000	0.5055	
38	i-Pentane	0.0000	0.0090	
39	n-Pentane	0.0000	0.0113	
40	n-Hexane	0.0000	0.1378	
41	CO2	0.0000	0.0000	
42	H2O	0.0000	0.0000	
43	Flow Basis:	Molar	The composition option is selected	
44	Product Flows			
45		DISTILLAT	BOTTOM	
46	Flow Rate (kgmole/h)	735.1787	773.8213	
47		---	---	
48	Helium (kgmole/h)	0.0000	0.0000	*
49	Nitrogen (kgmole/h)	0.0000	0.0000	*
50	Methane (kgmole/h)	0.0000	0.0000	*
51	Ethane (kgmole/h)	1.6504	0.0000	*
52	Propane (kgmole/h)	732.7916	3.7769	*
53	i-Butane (kgmole/h)	0.7262	256.5694	*
54	n-Butane (kgmole/h)	0.0105	391.1316	*
55	i-Pentane (kgmole/h)	0.0000	6.9481	*
56	n-Pentane (kgmole/h)	0.0000	8.7801	*
57	n-Hexane (kgmole/h)	0.0000	106.6151	*
58	CO2 (kgmole/h)	0.0000	0.0000	*
59	H2O (kgmole/h)	0.0000	0.0000	*
60	Flow Basis:	Molar	The composition option is selected	
61	Product Recoveries			
62		DISTILLAT	BOTTOM	
63	Flow Rate (kgmole/h)	735.1787	773.8213	
64		---	---	
65	Helium (%)	0.0000	0.0000	
66	Nitrogen (%)	0.0000	0.0000	
67	Methane (%)	0.0000	0.0000	
68	Ethane (%)	100.0000	0.0000	
69	Aspen Technology Inc.		Aspen HYSYS Version 9	
	Licensed to: Company Name Not Available		Page 8 of 25	
			* Specified by user.	

1	 Company Name Not Available Bedford, MA USA		Case Name: simulation master abir.hsc					
2			Unit Set: SI					
3			Date/Time: Sun Jun 11 18:16:54 2023					
4								
5								
6	Distillation: T-101 @Main (continued)							
7	SUMMARY							
8								
9								
10								
11		DISTILLAT		BOTTOM				
12	Propane (%)	99.4872		0.5128				
13	i-Butane (%)	0.2823		99.7177				
14	n-Butane (%)	0.0027		99.9973				
15	i-Pentane (%)	0.0000		100.0000				
16	n-Pentane (%)	0.0000		100.0000				
17	n-Hexane (%)	0.0000		100.0000				
18	CO2 (%)	0.0000		0.0000				
19	H2O (%)	0.0000		0.0000				
20								
21	COLUMN PROFILES							
22	Reflux Ratio: 2.977	Reboil Ratio: 2.210	The Flows Option is Selected	Flow Basis: Molar				
23	Column Profiles Flows							
24		Temp (C)	Pres (kPa)	Net Liq (kgmole/h)	Net Vap (kgmole/h)	Net Feed (kgmole/h)	Net Draws (kgmole/h)	Duty (kJ/h)
25		40.4	1391	2189	---	---	735.2	3.96e+007 *
26	Condenser							
27	1_Main Tower	40.5	1391	2189	2924	---	---	---
28	2_Main Tower	40.7	1392	2188	2924	---	---	---
29	3_Main Tower	40.8	1393	2187	2924	---	---	---
30	4_Main Tower	40.9	1393	2185	2922	---	---	---
31	5_Main Tower	41.1	1394	2182	2920	---	---	---
32	6_Main Tower	41.3	1395	2177	2917	---	---	---
33	7_Main Tower	41.7	1396	2169	2912	---	---	---
34	8_Main Tower	42.3	1396	2158	2905	---	---	---
35	9_Main Tower	43.1	1397	2143	2894	---	---	---
36	10_Main Tower	44.2	1398	2121	2878	---	---	---
37	11_Main Tower	45.7	1399	2094	2856	---	---	---
38	12_Main Tower	47.7	1400	2062	2829	---	---	---
39	13_Main Tower	50.0	1400	2027	2797	---	---	---
40	14_Main Tower	52.8	1401	1992	2762	---	---	---
41	15_Main Tower	55.6	1402	1961	2728	---	---	---
42	16_Main Tower	58.4	1403	1933	2696	---	---	---
43	17_Main Tower	60.9	1403	1902	2668	---	---	---
44	18_Main Tower	63.6	1404	1841	2638	---	---	---
45	19_Main Tower	67.6	1405	2451	2576	1509	---	---
46	20_Main Tower	68.3	1406	2452	1677	---	---	---
47	21_Main Tower	69.2	1407	2453	1678	---	---	---
48	22_Main Tower	70.4	1407	2455	1679	---	---	---
49	23_Main Tower	71.8	1408	2458	1681	---	---	---
50	24_Main Tower	73.6	1409	2463	1684	---	---	---
51	25_Main Tower	75.5	1410	2471	1689	---	---	---
52	26_Main Tower	77.7	1410	2481	1697	---	---	---
53	27_Main Tower	79.9	1411	2492	1707	---	---	---
54	28_Main Tower	82.0	1412	2505	1719	---	---	---
55	29_Main Tower	84.0	1413	2518	1731	---	---	---
56	30_Main Tower	85.8	1414	2530	1744	---	---	---
57	31_Main Tower	87.3	1414	2540	1756	---	---	---
58	32_Main Tower	88.6	1415	2547	1766	---	---	---
59	33_Main Tower	89.7	1416	2553	1774	---	---	---
60	34_Main Tower	90.6	1417	2557	1780	---	---	---
61	35_Main Tower	91.4	1417	2556	1783	---	---	---
62	36_Main Tower	92.3	1418	2544	1783	---	---	---
63	37_Main Tower	94.0	1419	2484	1770	---	---	---
64	Reboiler	99.0	1419	---	1710	---	773.8	2.80e+007 *
65	Column Profiles Energy							
66		Temperature (C)	Liq Enthalpy (kJ/kgmole)	Vap Enthalpy (kJ/kgmole)	Heat Loss (kJ/h)			
67		40.38	-1.180e+005	-1.044e+005	---			
68	Condenser							
69	Aspen Technology Inc.		Aspen HYSYS Version 9		Page 9 of 25			

1	 Company Name Not Available Bedford, MA USA			Case Name: simulation master abir.hsc				
2				Unit Set: SI				
3				Date/Time: Sun Jun 11 18:16:54 2023				
4								
5								
6	Distillation: T-101 @Main (continued)							
7	COLUMN PROFILES							
8								
9								
10								
11		Temperature	Liq Enthalpy	Vap Enthalpy	Heat Loss			
12		(C)	(kJ/kgmole)	(kJ/kgmole)	(kJ/h)			
13	1_Main Tower	40.54	-1.181e+005	-1.045e+005	---			
14	2_Main Tower	40.65	-1.181e+005	-1.045e+005	---			
15	3_Main Tower	40.76	-1.182e+005	-1.045e+005	---			
16	4_Main Tower	40.89	-1.183e+005	-1.046e+005	---			
17	5_Main Tower	41.08	-1.184e+005	-1.046e+005	---			
18	6_Main Tower	41.34	-1.187e+005	-1.047e+005	---			
19	7_Main Tower	41.72	-1.190e+005	-1.049e+005	---			
20	8_Main Tower	42.27	-1.195e+005	-1.051e+005	---			
21	9_Main Tower	43.06	-1.201e+005	-1.054e+005	---			
22	10_Main Tower	44.17	-1.211e+005	-1.058e+005	---			
23	11_Main Tower	45.69	-1.223e+005	-1.064e+005	---			
24	12_Main Tower	47.65	-1.238e+005	-1.071e+005	---			
25	13_Main Tower	50.04	-1.254e+005	-1.080e+005	---			
26	14_Main Tower	52.75	-1.271e+005	-1.091e+005	---			
27	15_Main Tower	55.59	-1.287e+005	-1.101e+005	---			
28	16_Main Tower	58.35	-1.300e+005	-1.110e+005	---			
29	17_Main Tower	60.94	-1.311e+005	-1.118e+005	---			
30	18_Main Tower	63.56	-1.322e+005	-1.124e+005	---			
31	19_Main Tower	67.59	-1.346e+005	-1.127e+005	---			
32	20_Main Tower	68.31	-1.349e+005	-1.131e+005	---			
33	21_Main Tower	69.23	-1.353e+005	-1.135e+005	---			
34	22_Main Tower	70.40	-1.358e+005	-1.141e+005	---			
35	23_Main Tower	71.84	-1.364e+005	-1.148e+005	---			
36	24_Main Tower	73.57	-1.371e+005	-1.157e+005	---			
37	25_Main Tower	75.54	-1.378e+005	-1.167e+005	---			
38	26_Main Tower	77.69	-1.386e+005	-1.179e+005	---			
39	27_Main Tower	79.89	-1.394e+005	-1.191e+005	---			
40	28_Main Tower	82.04	-1.401e+005	-1.204e+005	---			
41	29_Main Tower	84.03	-1.407e+005	-1.215e+005	---			
42	30_Main Tower	85.80	-1.412e+005	-1.226e+005	---			
43	31_Main Tower	87.32	-1.416e+005	-1.234e+005	---			
44	32_Main Tower	88.59	-1.419e+005	-1.242e+005	---			
45	33_Main Tower	89.65	-1.422e+005	-1.247e+005	---			
46	34_Main Tower	90.56	-1.423e+005	-1.251e+005	---			
47	35_Main Tower	91.38	-1.424e+005	-1.253e+005	---			
48	36_Main Tower	92.30	-1.424e+005	-1.254e+005	---			
49	37_Main Tower	93.97	-1.429e+005	-1.254e+005	---			
50	Reboiler	99.04	-1.452e+005	-1.255e+005	---			
51	FEEDS / PRODUCTS							
52								
53	Flow Basis:	Molar						
54		Stream	Type	Duty (kJ/h)	State	Flows (kgmole/h)	Enthalpy (kJ/kgmole)	Temp (C)
55								
56	Condenser	QC	Energy	4.0e+007	*	---	---	---
57		DISTILLAT	Draw	---	Liquid	735	-1.2e+005	40.38*
58	1_Main Tower							
59	2_Main Tower							
60	3_Main Tower							
61	4_Main Tower							
62	5_Main Tower							
63	6_Main Tower							
64	7_Main Tower							
65	8_Main Tower							
66	9_Main Tower							
67	10_Main Tower							
68	11_Main Tower							
69	Aspen Technology Inc.			Aspen HYSYS Version 9		Page 10 of 25		

Bibliographie

- [1] S. Ray and G. Das, "Chapter 11 - Distillation," in *Process Equipment and Plant Design*, S. Ray and G. Das, Eds., ed: Elsevier, 2020, pp. 281-350.
- [2] "KBR Manuel de formation," ed, 2013.
- [3] "SECTION 1-3:DEPROPANISEUR UNITE 07, DOCUMENT NO.: PP-AAA-PP1-123," in *MANUEL OPERATOIRE VOLUME II*, KBR, Ed., ed, 2013
- [4] N. Chemmangattuvalappil, S. Chong, and D. C. Y. Foo, "Chapter 13 - Basics of process simulation with Aspen HYSYS*," in *Chemical Engineering Process Simulation (Second Edition)*, D. C. Y. Foo, Ed., ed: Elsevier.