



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



Université Echahid Hamma Lakhdar. El Oued  
Faculté de la Technologie

Mémoire de Fin d'Etude  
En vue de l'obtention du diplôme de  
**MASTER ACADEMIQUE**  
Domaine: Sciences et Technologies  
Filière: Industrie pétrochimique  
Spécialité: Raffinage et Pétrochimie

Présenté par:  
Redjil Djamel  
Zemali Ahmed Laid  
Ben Moussa Abdallah

### Thème

Etude et redimensionnement de ballon de  
séparation bi-phasique dans l'unité GPL à  
centre ZCINA-Hassi Messaoud

Soutenu le 27/05/2017

#### Devant le Jury:

Mr	Barani.D	Président	Université d'El Oued.
Mr	Zeghoud.L	Examineur	Université d'El Oued.
Mr	Salemi.S	Rapporteur	Université d'El Oued

2016/2017

## Résumé

Les unités de séparation de GPL sont conçues pour plusieurs objectifs, parmi ces objectifs est de maximiser la séparation de GPL, mais le changement de la composition de la charge ultérieurement en raison de l'augmentation du pourcentage d'eau générée par la condensation en ligne dans la charge ont cause une mauvaise séparation.

Le but de notre travail c'est de dimensionnement de ballon de séparation de l'unité ZCINA à cause d'obtenir du gaz plus sec.

Et pour réaliser cette opération nous devons étudier le redimensionnement du séparateur bi phasique et change quelque paramètres tel que la longueur et le diamètre... pour éliminé l'huile et l'eau et pour vérifier la fiabilité ce redimensionnement nous avons utilisé le logiciel HYSYS.

Les résultats que nous avons obtenus indiquent que les nouvelles dimensions sont de bons séparateurs qui présentent plus efficacité à l'élimination de l'eau.

Mots clés : GPL, séparateur, redimensionnement.

## المخلص

تم تصميم وحدات فصل غاز البترول لعدة أهداف، من بين هذه الأهداف هو تحقيق أقصى قدر من إنتاج غاز البترول المسال، ولكن التغيير في تركيبة الغاز الخام وذلك بارتفاع نسبة الماء الناتج عن عملية التكثف على مستوى قنوات النقل للغاز. تتسبب في فصل غير جيد للغاز.

الهدف من هذا العمل هو إعادة تحديد أبعاد جهاز الفصل لوحدة معالجة الغاز ZCINA من أجل الحصول على غاز جاف . من أجل تحقيق هذه العملية سنقوم بإعادة تغيير أبعاد مثل الطول والقطر وكذلك بعض الخصائص لجهاز الفصل وذلك بإتباع طريقة نظرية لإعادة تحديد أبعاد جهاز الفصل ثم التحقق من فعالية الأبعاد الجديدة بواسطة المحاكاة عن طريق برنامج HYSYS.

النتائج المتحصل عليها تبين ان الابعاد الجديدة تشكل جهاز فصل جيد والذي اظهر فعالية اكبر في فصل الماء.

## الكلمات المفتاحية

غاز البترول المسال, جهاز الفصل , إعادة تحديد الأبعاد

# Dédicace

Nous dédions ce travail qui est complété par de Dieu  
La prunelle de nos yeux, ceux qui nous éclairés le chemin de la réussite

A Nos Parents qui dieu les garde  
(Amor-Mbarka. Belgacem-Zohra. Zakri-Souad)

Nous dédions aussi ce travail

A nos frères et sœurs

A nos très chères amies : Zamil, Djamel, Badadi, M<sup>er</sup> Ismail, M<sup>r</sup> Talbi,  
M<sup>r</sup> Benmokhtar, M<sup>r</sup> mida et M<sup>er</sup> badro,  
HOCINE, HAFFA, SALAH, AHMED, Daya, SINA ML, les yeux vert,  
Doussa.

Et spécialement pour M<sup>r</sup> **Machanna Bachir**

A tous Nos collègues de Raffinage et pétrochimie surtout de la  
promotion de Génie chimique.

En fin, avec toute Nos gratitude, nous le dédions à la plus tendre et  
merveilleuse mère de tout les algériennes: notre chère Algérie.

# *Remerciements*

Nous remercions Allah le tout puissant de nous avoir donné le courage, la volonté, la santé et surtout la patience, pour pouvoir, durant toutes ces longues années d'études, d'arriver là où nous sommes aujourd'hui et d'exploiter tous nos efforts pour ce modeste travail.

Nous voudrions d'abord exprimer notre profonde reconnaissance à Mr. SALEMI.S notre encadreur de thème pour avoir encadré durant cette année, il a guidé efficacement nos travaux. Nous le remercions pour sa disponibilité et pour les conservations régulières sur ce travail.

Nous également remercions les membres du jury M'. Barani Djamel et M'. Zeghoud.L pour l'honneur qu'il nous fait en acceptant l'évaluation de notre travail.

Finalement nous remercions toutes les personnes, qui de près ou de loin, par leur compréhension, leur coopération qui nous ont facilités la tâche et ont contribué à la mise en forme du thème.

# ABREVIATIONS

GPL :	Gaz de Pétrole Liquéfié
GNL :	Gaz Naturel Liquéfié
ZCINA/CINA :	Nouvelle Zone du Center Industriel Nord Naili Abdelhalim
LDHP :	Linge Direct Haute Pression
PFD:	Process Flow Diagramme
GPSA :	Processing Suppliers Association
UTBS :	Unité de Traitement de Brut Sud
CIS:	Center Industriel Sud
API :	American Pétroleum Institue
TVR :	Tension de Vapeur Reid
BSW :	Teneur en Sédiment et en Eau
CFPA :	Center de Formation Professionnelle et d'apprentissage
OM :	Oued mya
N1 A/B	Entrée
N2	Sortie gaz
N3	Sortie liquide
UC	utilité
V	Event
D	drain
PSV	PSV pour contrôle
MH	trou d'homme
LT1 A/B	pour contrôle niveau
LT2 A/B	pour contrôle niveau
LI A/B	LI pour contrôle niveau

## NOMENCLATEURS

Symbole	définition	l'unité
Ut	La vitesse critique	ft/s
Uv	La vitesse admissible	ft/s
Qv	Le débit volumique de la vapeur	ft <sup>3</sup> /min
QL	Le débit volumique de la liquide	ft <sup>3</sup> /h
VS	Le volume du surge	ft <sup>3</sup>
VH	Le volume du holdup	ft <sup>3</sup>
TH	Temps du holdup ( temps de retention ) enter NLL et HLL	min
TS	Temps du surge ( temps d'alarme ) enter LLL et NLLL	min
AT	La surface total	ft <sup>2</sup>
H <sub>LLL</sub>	Niveau haut du liquid (height- liquid- level)	ft
ALLL	Niveau bas du liquid (low- liquid- level)	ft
H <sub>v</sub>	La vapeur dans l'air de désengagement	ft
L	La longueur	ft
Φ	Dropout time	s
U <sub>VA</sub>	La vitesse actuelle de la vapeur	ft/s
W <sub>v</sub>	Débit massique de la vapeur	kg /h
W <sub>L</sub>	Débit massique de le liquide	kg /h
P	La pression	psig ou psia
ρ <sub>l</sub>	La densité de liquide	kg /m <sup>3</sup>
ρ <sub>v</sub>	La densité de vapeur	kg /m <sup>3</sup>
K	Constant de vitesse	ft/s
L <sub>min</sub>	La longueur minimal le necessaries la separation gas-liquid	ft

# SOMMAIR

**Remerciements**

**Dédicace**

**Résumé**

**Liste des figures**

**Liste des tableaux**

**Introduction générale ..... 1**

**Chapitre I : Présentation du champ Hassi Messaoud et description de l'unité de traitement de gaz ZCINA**

I.Présentation du champ Hassi Messaoud et Description de l'unité de traitement de gaz ZCINA.2

I.1.Présentation du champ Hassi Messaoud.....2

I.1.1.Situation géographique du champ Hassi Messaoud.....2

I.1.2. Le Gisement de Hassi Messaoud.....2

I.1.3.Historique.....3

I.1.4. Description des installations.....3

I.2.Description de l'unité de traitement de gaz ZCINA.....4

I.2.1. Présentation de l'usine GPL LDHP ZCINA .....4

I.2.2. Composition du gaz traité par l'usine..... 6

I.2.3. Description du procédé de traitement.....6

**Chapitre II : Généralités sur le GPL et Les condensât**

II .Généralités sur le GPL et Les condensât.....9

II.1 Gaz de pétrole liquéfiés .....9

II.1.1 Notion générales sur les GPL.....9

II.1.2 Les sources des GPL .....9

II.1.3 Caractéristiques générales des GPL..... 9

II.1.4 Propriétés physiques et spécification des GPL.....10

II.1.5 Le stockage du GPL ..... 11

II.1.6 Risque des GPL.....11

II.1.7 L'utilisation des GP..... 12

II.1.8 Avantages écologiques du GPL en tant que carburant .....13

II.1.9 Les condensât.....13

II.2 Les GPL dans le monde et en Algérie .....14

II.2.1 Situation internationale des GPL.....14

II.2.2 Situation de GPL en Algérie.....15

## Chapitre III : Généralités sur Les séparateurs

III : Les séparateurs.....	18
III.1 .Introduction.....	18
III.2. L'importance de la séparation.....	20
III.3.1. Exemple d'un séparateur.....	20
III.4. Fonctionnement de la séparation.....	21
III.4.1. Les section d'un séparateur.....	21
III.5. Les Internes d'un séparateur.....	24
III.5.1. Le Déflecteur (Deflector or diverter plate).....	24
III.5.2. Le Coalesceur (Demister pad / Coalescing pack) .....	25
III.5.3. Le Plateau de barrage ou déversoir (Weir or Weir plate).....	25
III.5.4. Le Casseur de Vortex ou Anti-Vortex (Vortex breaker or anti-vortex).....	26
III.5.5. Les Aubes directrices (Straightening vanes).....	26
III.6. Les différents procédés de séparation .....	26
III.6.1. Séparateur Horizontal.....	26
III.6.2. Séparateur vertical.....	29
III.6.3. Séparateur sphérique.....	29
III.6.4. Avantages et inconvénients des différent types.....	30

## Chapitre IV: La simulation et le simulateur HysysV8.0

IV. La simulation et le simulateur HysysV8.0.....	31
IV.1. Introduction.....	31
IV.2. Principes de fonctionnement et rôle des simulateurs .....	31
IV.3. Modes de fonctionnement des simulateur.....	32
IV.4. Utilisation de la simulation.....	32
IV.5. Les modèles thermodynamique de HysysV8.0 .....	34
IV.6. Modélisation .....	36
IV.6.1. Travail par HysysV8.0.....	36
IV.6.2. Démarrage du logiciel .....	36
IV.6.3. les Données utilisées dans Hysys.....	38

## Chapitre V : Méthode de redimensionnement:

V. Méthode de redimensionnement.....	42
V.1. Conception des ballons de séparateurs à deux phases gaz-liquide.....	42
V.2. Sélection du Holdup time (Temps de retentions) et le surge time (Temps d'alarme) .....	43
V.2.1. Holdup time (Temps de retentions).....	43
V.2.2. le surge time (Temps d'alarme) .....	43
V.3. Dimensionnement d'un ballon séparateur gaz-liquide horizontaux.....	43
V.4. Vérification de la fiabilité de la méthode de calcul .....	47
V.4.1. Recalculer L/D.....	49
V.5 Indication de les dimensions actuelles et celles du design sur le schéma de séparateur.....	49

V.5.1.Comparaison entre la composition de vapeur actuelle et celles du design .....	50
<b>Conclusion</b> .....	52
<b>Bibliographies</b> .....	53
<b>Annexe D : Data sheet de la séparateur d'entrée</b>	
<b>Annexe C: Schéma du séparateur d'entrée</b>	
<b>Annexe A: Schéma bloc de l'usine GPL ZCINA</b>	
<b>Annexe B: Caractéristiques principales des équipements</b>	

## Liste des figures

Figure I.1 : Situation géographique du Champs HMD.....	2
Figure I. 2 : Organigramme du GPL ZCINA .....	5
Figure I. 3 : schéma du séparateur d'entrée .....	8
Figure II.1 : Demande mondiale du GPL.....	15
Figure II. 2 : Offre mondiale du GPL.....	15
Figure II.3 : Offre nationale de GPL région.....	16
Figure II.4 : Demande nationale de GPL.....	17
Figure III.1: Vue d'un séparateur triphasique.....	21
Figure III.2. : Vue des équipements d'un séparateur.....	22
Figure III.3. : Les différentes sections sur un séparateur sphérique.....	23
Figure III.4: Les différentes sections sur un séparateur vertical.....	23
Figure III.5 : Les différentes sections sur un séparateur horizontal .....	24
Figure III.6 : Déflecteur d'entrée .....	24
Figure III.7: Le Coalesceur ( WirMesh).....	25
Figure III.8 : Plateau de barrage perforé.....	25
Figure III.9 : Casseur de Vortex .....	26
Figure III.10 : Vue détaillée d'un séparateur horizontal .....	26
Figure III.11 : Vue écorchée d'un séparateur horizontal diphasique.....	27
Figure III.12: Diagramme simple d'un séparateur trois phases.....	28
Figure III.13 : Vue détaillée séparateur huile/gaz vertical 2 phases.....	29
Figure III.14 : Séparateur Sphérique 2 phases.....	30
Figure IV.1: Simulations par logiciel HYSYS.....	35
Figure IV.2 : Fenêtre de la liste nouvelle de composants.....	36

Figure IV.3 : Fenêtre du Fluide Packages.....	37
Figure IV.4 : composition de la charge CINA.....	37
Figure IV.5: paramètre de la charge CINA.....	38
Figure IV.6: Caractéristique de pipe.....	38
Figure IV.7 : Caractéristique de séparateur.....	39
Figure IV.8 : Schéma général de la séparateur d'entres par le logiciel Hysys..	39
Figure V.1: Séparateur horizontal bi-phasique.....	41
Figure V.2: Cette courbe représenté la variation de surfaces .....	44
Figure V.3: Data sheet de ballon de séparateur cas desing.....	48
Figure V.4 : Data sheet de ballon de séparateur cas actuelle.....	48
Figure V.5 : la nouvelle dimension de séparateur.....	49
Figure V.6: la charge actuelle de vapeur.....	50
Figure V.7: la charge design de vapeur.....	50

## Liste des Tableaux

Tableau I.1 : Composition de la charge d'alimentation.....	6
Tableau II.1 : Composition molaire du GPL .....	10
Tableau II.2 : Propriétés physiques des GPL.....	11
Tableau II.3: Comparaison des rejets d'un moteur fonctionnant au GPL et d'un moteur diesel ...	13
Table III.1 : Comparaison des performances des différents types de séparateurs .....	30
Tableau IV.1. Domaine d'application de l'équation PR .....	34
Tableau V.1: Recommandations pour l'estimation du rapport L /D.....	42
Tableau V.2: Sélections le TH et TS.. .....	43
Tableau V.3: Les Données utilisée dans de la courbe des hauteurs.....	44
Tableau V.4: Données de calcul.....	45
Tableau V.5 : Paramètre de ballon séparateur.....	45
Tableau V.6 : Dimensionnement de diamètre de ballon de séparateur.....	45
Tableau V.7: Dimensionnement la longueur et longueur minimale de ballon de séparateur.....	46
Tableau V.8: Répétition du calcul avec l'augmentation de $H_v$ .....	47
Tableau V.9: Indication des dimensions actuelle et celles du design.....	59

# **Introduction générale**

## **Introduction générale**

La place et le rôle qui joue le secteur des hydrocarbures dans notre pays, n'est plus à souligner, tant qu'il a constitué et constitue aujourd'hui encore, l'axe du développement économique de la nation par les revenus générés.

Les branches d'industrie sont nombreuses et parmi elles celle des hydrocarbures dont la matière de base est le pétrole et le gaz. Le pétrole est un liquide brun plus ou moins visqueux sous cette forme, il est pratiquement inutilisable, il faut le traiter pour obtenir toute la gamme de produits allant des gaz jusqu'aux fuels.

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

Après des années de travail de cette unité, problème est apparu au niveau du dispositif de séparation et en raison de l'augmentation du pourcentage d'eau générée par la condensation en ligne dans la charge, qui a conduit à séparation n'est pas bon.

Dans ce cadre de travail, en essayant de traiter la problématique qui concerne le redimensionnement de ballon de séparation en utilisons une méthode théoriques pour le calcul de paramètre ainsi nous avons utilisé le logiciel HYSYS afin de confirmé d'avenage la bonne séparation afin d'atteindre une charge de gaz plus sec.

Ce travail a été constitué en quelques chapitres, le premier est la présentation de la région d'étude, le deuxième est la généralité sur le GPL et condensat, le troisième est la théorie sur les ballons de séparation, le quatrième est la généralité sur la simulation et le simulateur HysysV8.0, le dernier chapitre est présenté le partie calcule et finalement la conclusion générale.

# ***CHAPITRE I***

***Présentation du champ Hassi  
Messaoud et description de  
l'unité de traitement de gaz  
ZCINA***

## I.Présentation du champ Hassi Messaoud et description de l'unité de traitement de gaz ZCINA: [1,8]

### I.1.Présentation du champ Hassi Messaoud

#### I.1.1.Situation géographique du champ Hassi Messaoud

Le champ de Hassi Messaoud se situe à environ 850 Km au Sud Est d' Alger et à 350 Km de la frontière Tunisienne voir la figure (I -1). Il a pour coordonnées Lambert :

X : 790 000 à 840 000 m

Y : 110 000 à 150 000 m

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

Champ Sud et champ Nord

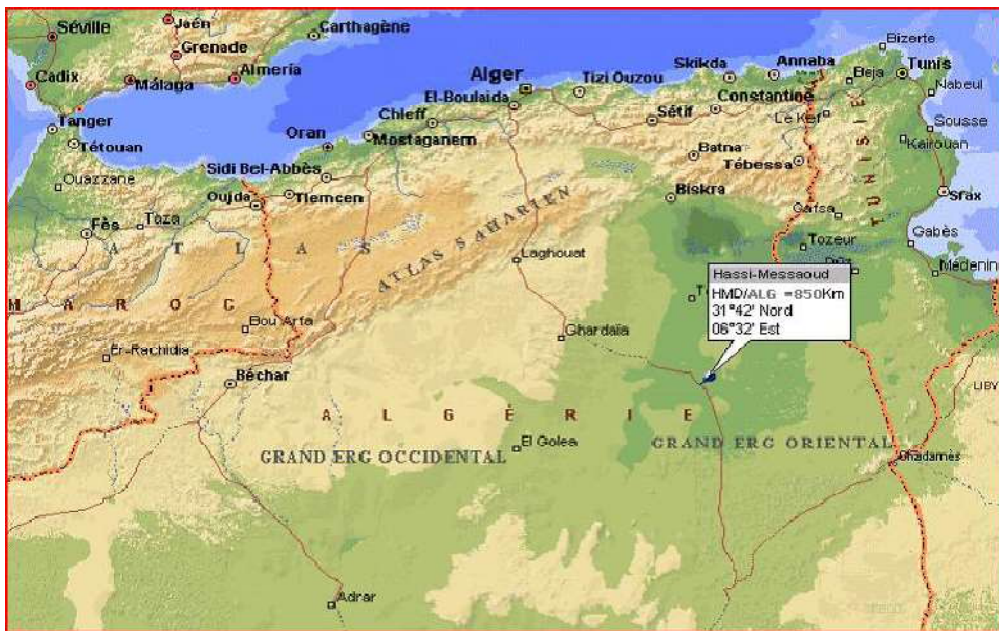


Figure I.1: Situation géographique du Champs HMD

#### I.1.2. Le Gisement de Hassi Messaoud [8]

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

En mai 1957, à 7 km au NNW de MD1, le forage OM1 a confirmé l'existence d'huile dans les Grés Cambrien. Actuellement, le champ est divisé en 25 zones en fonction de l'évolution de la pression des puits et de leur production.

Superficie : 3300 km<sup>2</sup>

formation : Cambro – ordovicien

Profondeur : Entre 3250 et 3500 m

Epaisseur : Jusqu'à 300 m huile légère de densité API = 45,4

1957 : Découverte (MD1) .

1958 : Début de la production en juillet

1993 : Première forage horizontal (MDZ 453)

1996 : Première reprise en short-radius (MD 218)

### **I.1.3.Historique**

**1956** : Découverte du champ (Forage de MD 01)

**1958** : Mise en exploitation du champ Sud

**1959** : Mise en exploitation du champ Nord

**1960** : Création du CIS et CINA

**1960-1970** : Réalisation de 05 Unités de séparation ; 02 Unités de Réinjection de gaz ; 01 Topping et 02 Unités de Stabilisation.

**1970-1980** : Réalisation de 02 Unités GPL ; 07 Unités de séparation Satellites ; 01 Raffinerie ; 01 Unité d'injection d'eau ; 05 Unités Boosting et 05 Unités de Réinjection de gaz

**1980-1990** : Réalisation de 02 Unités de Réinjection d'eau ; 01 Unité de séparation Satellites ; 06 Unités Boosting ; 01 Unité de séparation et 02 Unités d'injection de gaz.

**1990-2000** : Réalisation de 17 Unités Boosting ; 06 Unités de Réinjection de gaz ; Unité de séparation de gaz ; 01 Unité de GPL et 02 Unités d'azote.

**2000** à ce jour : Réalisation de 02 Unités de Traitement des eaux Huileuse ; 01 Unité de valorisation des Condensats ; 01 Unité de stabilisation d'huile « UTBS » ; 01 Unité de production de GPL et de Condensat et Unité de séparation LDHP « ZCINA ».

### **I.1.4. Description des installations**

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

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

Ces procédés sont faits pour prendre en charge :

- Le traitement du pétrole brut : séparation huile-eau gaz, dessalage et stabilisation pour la production d'un pétrole brut conforme aux normes commerciales (TVR, Salinité, Densité et BSW).
- Le traitement des gaz associés produits aux cours du processus du traitement du pétrole brut pour la production des GPL et condensats.
- Le traitement des eaux huileuses générées lors du processus traitement de pétrole brut pour la protection de l'environnement.

- Le raffinage d'une partie du brut pour la production de carburants; approvisionnement du marché local.
- La réinjection des gaz résiduels et l'injection d'eau pour le maintien de la pression du gisement.

## **I.2.Description de l'unité de traitement de gaz ZCINA. [1]**

### **I.2.1. Présentation de l'usine GPL LDHP ZCINA :**

ZCINA est une nouvelle unité d'extraction des liquides de gaz associés sur le champ de Hassi Messaoud nord ; Cette nouvelle zone est située à environ 5 km au nord de CINA contenant deux unités :

**Unité de GPL :** Cette unité comprend notamment :

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

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

### **Unité de séparation LDHP :**

Un réseau de collecte de production d'huile multiphasique composé de 20 manifolds et 20 collecteurs, raccordé à 200 puits HP (Actuellement 88 puits qui sont raccordés) (plus d'autres futurs puits qui seront raccordés ultérieurement).

- Une batterie de 03 séparateurs tri-phasique identiques.
- Un Ballon Dégazeur d'eau.
- Un ballon de torche et une torche chaude.
- Deux pipelines d'expédition d'huile et d'eau (18'' et 6'') vers CINA.
- Local Technique

- Utilisation des infrastructures et utilités de l'unité GPL adjacente.

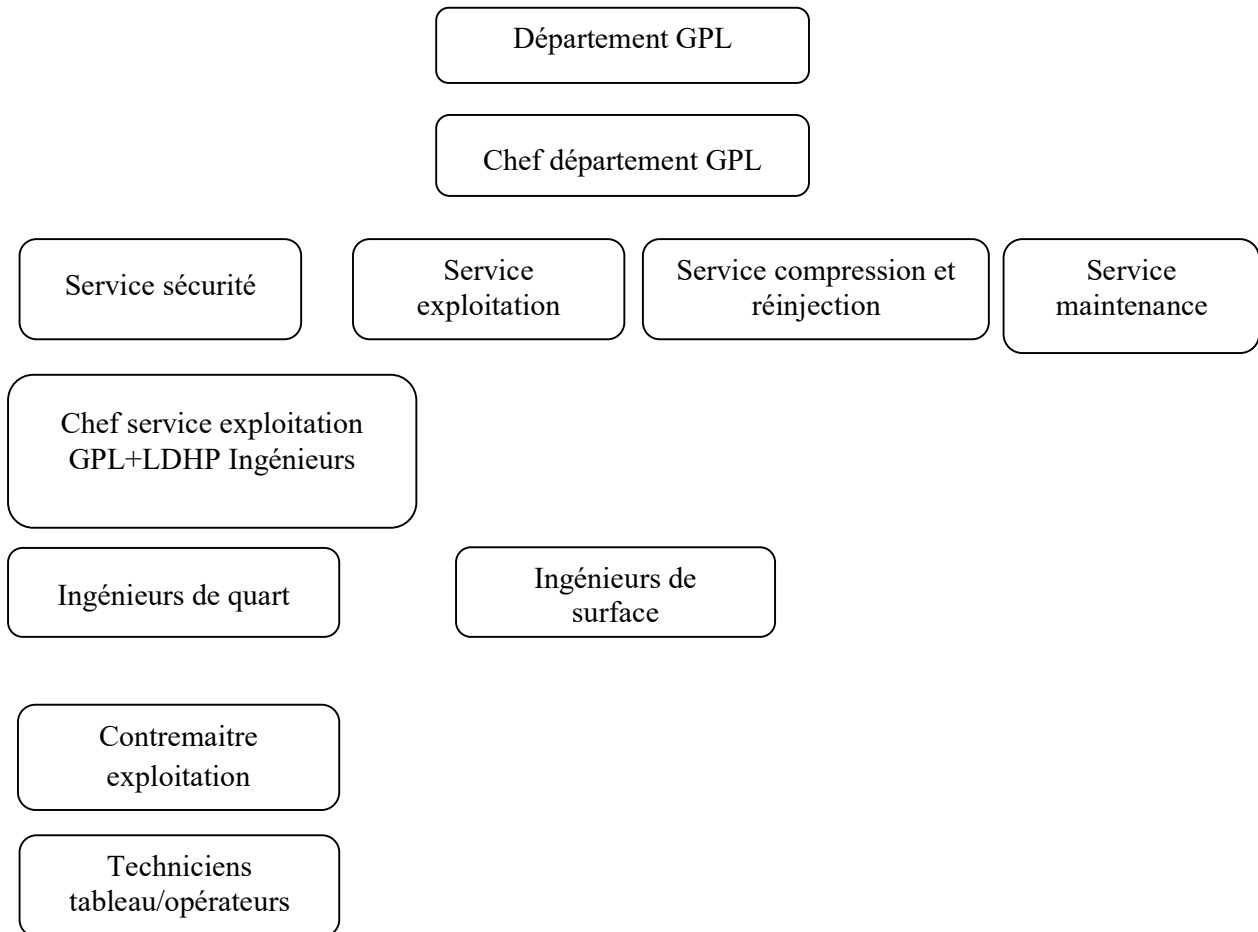
**Capacité des installations GPL**

- Traitement de gaz : 24 Millions de StdM<sup>3</sup>/jour
- Production de GPL : 4 669 Tonnes/jour
- Production de condensat on spec : 330 Tonnes/jour
- Production de condensat off spec: 770 Tonnes/jour

**Séparation LDHP**

- Production de Gaz : 22 Millions de StdM<sup>3</sup>/jour
- Production d'Huile : 22 542 m<sup>3</sup>/jour (142 000 brl/jour)
- Production d'eau: 1 577 m<sup>3</sup>/jour

**Organigramme du GPL ZCINA**



**Figure I.2 : Organigramme du GPL ZCINA**

**I.2.2. Composition du gaz traité par l'usine :**

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

Tableau I.1 : Composition de la charge d'alimentation [1]

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

### I.2.3. Description du procédé de traitement : [1]

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

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

- Systèmes d'alimentation en gaz :
- Canalisation de gaz de charge depuis CINA (Unité 27)
- Séparation d'entrée (Unité 20)
- Compression du gaz de charge (Unité 23)
- Déshydratation du gaz de charge (Unité 24)
- Systèmes d'alimentation en liquides :
- Import & distribution de condensats M4 de CINA (Unité 37)
- Trains de traitement des liquides (Unité 32) :
- Section de refroidissement & Section de dééthanisation (Unité 32)

- Section de débutanisation (Unité 32)
- Stockage et expédition des produits liquides
- Stockage, export et recyclage de GPL (Unité 33)
- Stockage, export et recyclage des condensats (Unité 35)
- Canalisation d'export des condensats (Unité 37)
- Système d'expédition des produits gazeux
- Canalisation d'export de gaz résiduel (Unité 34)

**Unités des utilités :**

- Système gaz combustible (Unité 45)
- Système d'huile chaude (Unité 41)
- Systèmes de torche (Unité 43)
- Système d'injection de produits chimiques (Unité 42)
- Air instrument / Air service (Unité 63)
- Azote (Unité 64)
- Drains fermés (Unité 57)
- Drains ouverts (Unité 56)
- Traitement des eaux huileuses (Unité 44)
- Diesel (Unité 62)
- Eau brute et eau potable (Unités 50 & 53)
- Traitement des eaux usées (Unité 66)
- Système d'eau incendie (Unité 71)

**Unité 20 : Séparation d'entrée**

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

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

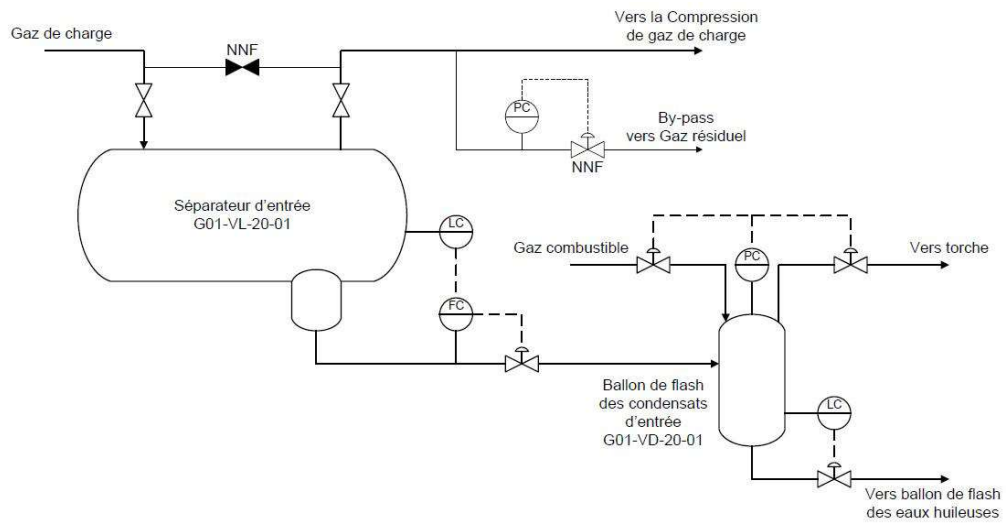


Figure I.3 : Schéma du séparateur d'entrée

Le ballon de flash des condensats d'entrée G01-VD-20-01 reçoit le liquide du séparateur d'entrée G01-VL-20-01 envoyé via un contrôle de niveau. Ce ballon permet de dégazer l'eau saturée en hydrocarbures et d'envoyer les gaz dissous à la torche basse pression. Le liquide de fond du ballon est expédié vers le système de traitement des eaux huileuses sous contrôle de niveau. [1]

***CHAPITRE II***  
***Généralités sur GPL et***  
***Les condensât***

## II : Généralités sur GPL et Les condensât

### II.1. Gaz de pétrole liquéfies :

#### II.1.1. Notion générales sur les GPL:

Le terme GPL ou gaz de pétrole liquéfies GPL est un mélange d'hydrocarbures pétrole constitue principalement de propane et de butane. Les GPL sont gazeux aux conditions normales de la température et de pression, mais ils ont la propriété de passer immédiatement à l'état Liquide sous les conditions suivantes :

- Pression élevée à la température ambiante.
- Pression atmosphérique et basse température.
- Pression modérée et température pas tellement basse.

Cette propriété permet avantageusement de les stocker dans un volume réduit (250 litres de GPL sous forme gazeuse peuvent être réduits à 1 litre de GPL liquide). [1]

#### II.1.2 Les sources des GPL :

Les GPL sont extraits à partir de diverses sources qui peuvent être :

- De la récupération à partir des champs gaziers.
- De la récupération à partir des la liquéfaction du gaz associes (champs pétroliers).
- Comme sous produits à partir des unités de liquéfaction du gaz naturel .

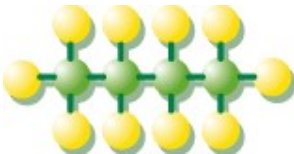
Du pétrole brut après raffinage comme sous produit. [2]

#### II.1.3 Caractéristiques générales des GPL :

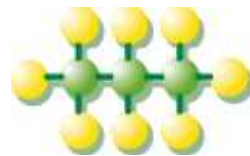
Les caractéristiques des GPL sont :

#### -Composition du GPL

BUTANE C<sub>4</sub> H<sub>10</sub>



PROPANE C<sub>3</sub> H<sub>8</sub>



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

**Tableau II.1** : Composition molaire du GPL

<b>Les composants du GPL % molaire</b>	
Méthane	0.32
Ethane	1.12
Propane	60.95
Iso butane	15.46
Normal butane	22.14
Iso pentane	0.01

**- Odeur :**

Les GPL sont inodores à l'état naturel, mais on doit ajouter un odorant pour des raisons de sécurité, dans des limites à des fins de commercialisation.

**- Tension de vapeur :**

Les GPL ont une tension de vapeur à 10 °C égale à 4.686 bars et à 60°C égale à 18.12 bars.

**- Dilatation :**

A l'état liquide, ils ont un haut coefficient de dilatation donc il faut tenir compte lors de leur stockage (les sphères ne doivent jamais être complètement remplies). [2]

**- Densité**

Aux conditions normales de température et pression, les GPL sont plus lourds que l'air, la densité du propane commercial est une fois et demie plus lourde ; et le butane commercial en phase vapeur dans l'eau peut former un mélange inflammable, c'est pour cela qu'il n'est pas toléré de négliger la moindre consigne de sécurité dans l'industrie du gaz. [2]

**- Impuretés:**

Les plus importantes sont le soufre dans le GPL, leur teneur en soufre est inférieure ou égale à 0.005% en masse et pour le propane l'eau constitue la plus importante impureté.

Il est intéressant de citer que les GPL sont :

- Non corrosif à l'acier et généralement au cuivre, alliage de cuivre ou aluminure.
- Ils n'ont aucune propriété de lubrification et cet effet doit être pris en considération lors de la conception des équipements des GPL pompes et compresseurs.
- Les GPL sont incolores, que soit phase liquide ou vapeur. [2]

### II.1.4 . Propriétés physiques et spécification des GPL:

#### a) Propriétés physiques des GPL :

Les GPL sont constitués principalement de propane et de butane en proportions variables selon leur origine (le gaz naturel, le gaz associés) et le gisement. [2]

**Tableau II.2 :** Propriétés physiques des GPL.

	Masse Molaire (kg/kmol)	Densité standard	Température D'ébullition (K)	Viscosité Liquide 100°F (mm <sup>2</sup> /s)	Viscosité Liquide à 210°F (mm <sup>2</sup> /s)	Température Critique (°k)	Pression Critique (bar)
Propane	44.097	0.5070	231.07	0.1858	0.1620	369.85	42.48
I-Butane	58.123	0.5629	261.36	0.2586	0.1675	407.85	36.41
n-Butane	58.123	0.5840	272.64	0.2773	0.1873	425.16	37.97

#### b) Spécification des GPL :

Les GPL produit au niveau des différent champs doivent répondre aux spécifications suivantes:

- Teneur en C<sub>2</sub> : inférieur ou égale à 3 % mol
- Teneur en C<sub>5</sub> : inférieur ou égale à 0.4 %o mol.

### II.1.5. Le stockage du GPL :

Les GPL sont stockés sous pression des réservoirs sphériques.

Lors de leur stockage, des vapeurs de GPL se dégagent par ébullition sous l'effet de :

- La convection et la radiation de chaleur atmosphérique.
- L'échauffement dû à la friction des GPL produits dans les canalisations.
- La différence de la température entre le liquide stocké et celui à introduire dans le réservoir.

Pour éviter la perte de ces vapeurs, les paramètres de stockage doivent être maintenus dans une plage bien déterminée. Pour cette raison, un système de réfrigération par compression, refroidissement et détente des vapeurs sont utilisé.

Ces vapeurs sont comprimées de 5.3 bars à 19.0 bars, 115 °C par un compresseur alternatif puis condensées à 54 °C dans un aéroréfrigérant et enfin détendues à 5 bars. Ceci permet le refroidissement de la sphère et par conséquent la réduction de sa pression.

Il est à noter que certaines unités utilisent d'autres techniques de stockage à savoir :

- Stockage dans des sphères protégées par des pare-soleil des pressions variables entre 12.5 et 14.5 bars. [2]

- Stockage sous pression de fuel gaz dans des cigares. [2]

### **II.1.6. Risque des GPL :**

Le GPL peut constituer une source de danger dans la mesure où les précautions suivantes n'ont pas été prises en considération :

- le GPL peut présenter un risque d'incendie dès qu'une fuite se produit ou dès que le gaz s'échappe dans l'atmosphère.

- le GPL ne jamais remplir dans les réservoirs à plus de 85 %.

- leur vapeur est plus lourde que l'air, ce qui provoque son accumulation dans les points les plus bas, donc il faut éviter les cavités, aérer et ventiler les endroits pollués.

- Il a une viscosité faible, ce qui le rend un fluide qui présente beaucoup de fuite, donc il faut éviter au maximum les assemblages non soudés.

- Purger les canalisations de liquide après dépotage afin d'éviter les risques de rupture des réservoirs s'ils sont sur remplis. [3]

### **II.1.7. L'utilisation des GPL :**

Les GPL sont utilisés dans nombreux domaines d'utilisation tels que :

#### **a) Les GPL en pétrochimie :**

Essentiellement utilisés comme combustible, dans les secteurs résidentiels et commerciaux, 1.8% des GPL sont cependant consommés comme charge pétrochimie, 10% d'éthylène, produit phare de la pétrochimie suit produits mondialement à partir du propane.

La demande globale pétrochimique des GPL enregistre un taux de croissance de l'ordre de 10%. [3]

#### **b) Le GPL carburant:**

Le GPL /C, dont la composition diffère d'une région à une autre carburant qui est utilisé dans de nombreux pays dans le monde, essentiellement en Amérique, en Europe et dans le sud asiatique, la consommation du GPL comme carburant s'élevait à près de 10 MT en 1993. Un pourcentage de 7 à 8 % du GPL consommé mondialement est sous forme de carburant. L'expérience internationale dans l'utilisation du GPL comme carburant fait que celui-ci est aujourd'hui un carburant éprouvé et largement utilisé, les avantages de ce carburant lui confèrent les caractéristiques d'un carburant éprouvé moins polluant que l'essence.

L'indice d'octane élevés des GPL permet leurs substitution à l'essence sans modification du moteur, de plus, ils confèrent à celui-ci pouvoir calorifique élevé. [3]

Le GPL/C est le premier carburant sans plomb compétitif au gas-oil et au super sans plomb avec près de 23000 stations dans le monde qui délivre du GPL/C à plus de 5 millions de véhicules pour une consommation de 10 MT.

**c) Le GPL dans le produit électrique :**

Le parc de production électrique en Algérie a été développé avec l'utilisation du gaz naturel comme unique et principal combustible. Les GPL n'ont pas été introduits jusqu'ici dans la génération électrique ni en tant que combustible de base, ni en tant que combustible de secours en dépit des recommandations du modèle national de consommation énergétique.

Cependant la pénétration des GPL dans la génération électrique pourrait être importante si les conditions de nature économique ou financière venaient à être favorables, les marchés ciblés à cet effet, et qui sont attractifs pour le GPL devraient être les marchés où le gaz naturel est inaccessible.

**d) Le GPL dans la climatisation :**

La détente du GPL absorbe de la chaleur et crée du froid sur ce principe ont été construits :

- Des réfrigérateurs.
- Des climatiseurs (moyenne capacité).

**II.1.8 Avantages écologiques du GPL en tant que carburant :**

Le GPL présente les avantages suivants :

- ils sont très peu polluants, absence de plomb tétraéthyle, soufre ou de monoxyde de carbone
- Absence d'additifs
- Indice d'octane élevé, supérieur à celui de l'essence
- Durée de vie du moteur du véhicule plus longue
- Moins cher que l'essence. [9,10]

**Tableau II.3:** Comparaison des rejets d'un moteur fonctionnant au GPL et d'un moteur diesel

rejets	Emissions d'un moteur (en g/kWh)		
	GPL	Diesel	Pourcentage
Oxydes d'azote (NOX)	0.4	7.00	15 fois moins
Particules	0.015	0.15	10 fois moins
Hydrocarbures imbrûlés	0.01	1.10	100 fois moins
Oxyde de carbone (CO)	0.25	4.00	16 fois moins

### II.1.9 Les condensât

Il est important de faire une distinction entre le pétrole brut et les hydrocarbures liquides. Les hydrocarbures liquides comprennent bien entendu le pétrole brut mais également les liquides de gaz naturel et les condensâts. Les liquides de gaz naturel et condensâts sont constitués de molécule qui existent à l'état gazeux dans un gisement de gaz naturel, mais qui se condensent par détente et refroidissement lors de production de gaz naturel. On récupère ainsi des quantités importantes de propane et de butane (gaz de pétrole liquéfié) mais également de produits constitués de molécules comportant de cinq à dix ou quinze atomes de carbone : Les condensât proprement dites.

On distingue les condensâts légers (de C5 à C10 environ) très proche du naphta et les condensâts lourds (de C5 à C15 environ) qui peuvent donner du naphta et des distillats (kérosène et gazole).

La distinction entre les liquides de gaz et de condensâts varie d'un spécialiste à l'autre. Il peut cependant paraître logique d'appelle condensâts, les flux constitués de molécule C5+, alors que les liquides de gaz naturel comprennent également les gaz de pétrole liquéfié.

La distinction entre condensâts et brut léger n'est pas non plus toujours aisée. A titre d'ordre de grandeurs un condensât à une densité inférieure a environ 0.8. [5]

## II.2. Les GPL dans le monde et en Algérie :

### II.2.1. Situation internationale des GPL :

Environ les deux tiers des GPL dans le monde sont produits des usines de gaz naturel, et un tiers est issu des raffineries de pétrole brut.

#### 1) Consommation mondiale en GPL :

Actuellement, le GPL représente 2% de la consommation énergétique mondiale. La demande mondiale en GPL a augmenté à un rythme bien supérieur à celui de la demande énergétique totale en atteignant 170MT en 2000.cette demande est dominée par le secteur résidentiel dans le

marché asiatique et par leur secteur de raffinage (18%) et de la pétrochimie (43%) aux Etats-Unis. La demande en Europe est équilibrée entre ces trois secteurs.

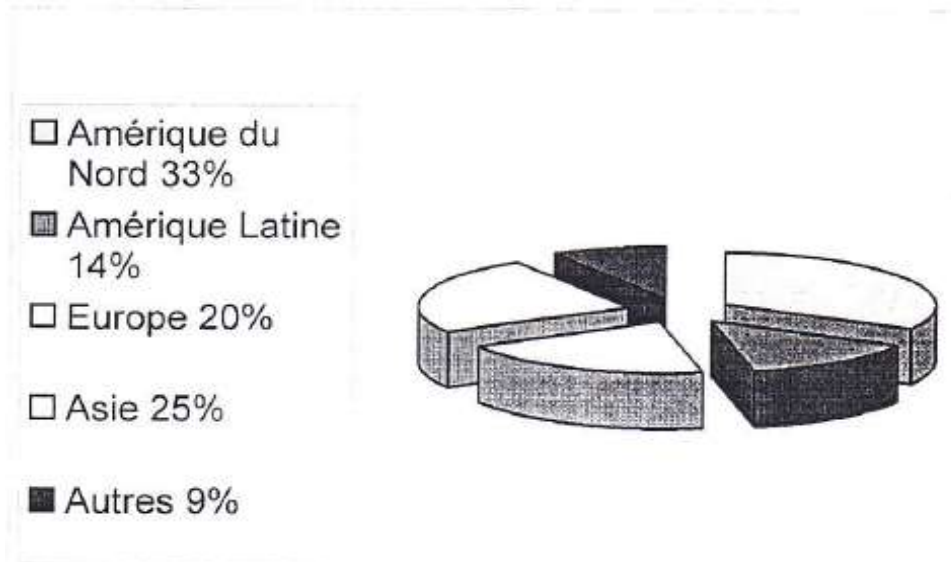


Figure II.1 : Demande mondiale du GPL

**2) La production mondiale :**

L'offre mondiale du GPL représentait 160 MT en 1995. Il croîtra à un rythme de 5% par an  
Figure (II.2)

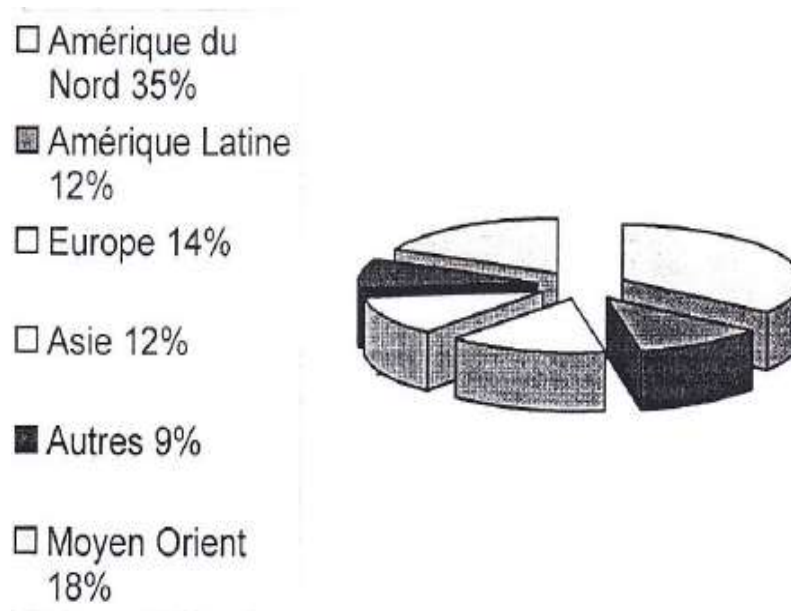


Figure II.2 : Offre mondiale du GPL

## II.2.2. Situation de GPL en Algérie :

### 1) Industrie de GPL en Algérie :

Durant de dernière décennie, l'industrie algérienne des GPL a connu des changements profonds, notamment en matière de production, d'exploitation et dans les activités de transport maritime.

Le programme de valorisation des ressources gazières lancé au début des années 90 fait bénéficier aujourd'hui SONTRACH de disponibilités importantes de GPL. Depuis la mise en exploitation du champ gazier de Hamra en 1996, la production des GPL en Algérie a suivi une croissance soutenue.

Quelques chiffres peuvent illustrer cette dynamique. La production est passée de 5.5 millions de tonnes en 1996 à plus de 7.3 millions de tonnes en 1998. Un pic de 12.5 million de tonnes sera atteint en 2006 lorsque les projets développés auront été mis en service. [7]

#### • Offre nationale des GPL :

En Algérie la majeure partie est produite au niveau des champs pétroliers (79%), l'autre partie aux raffineries de pétrole de Skikda, Alger et Arzew (10%) et des complexes des liquéfactions de gaz naturel de SONTRACH ; GL2Z et GLIK (11%).

L'offre du GPL est localisée essentiellement dans la région ouest à Arzew avec 87%, 9% dans la région de Skikda ; 2% au sud et 2% dans la région centre. (Figure II.3)

Cet accroissement est dû à la mise en place d'unités d'extraction au niveau des champs de Hassi-R'mel ; Adrar; Haoudh-Berkaoui et EL-Hamra.

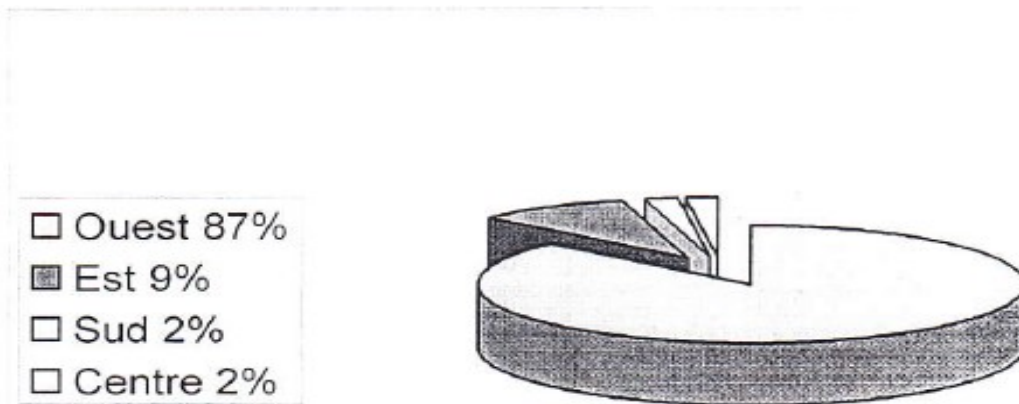
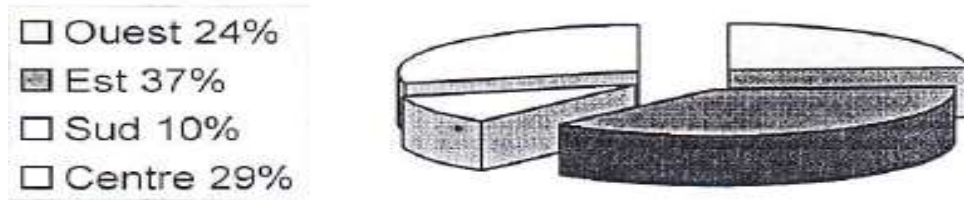


Figure II.3: Offre nationale de GPL région

- **La demande nationale de GPL :**

Le niveau de la demande national de GPL est de l'ordre de 1.4 millions de tonnes dont 90% de butane et 5% de GPL carburant. La figure (I-4) montre que 37% de cette demande sont situés dans la région Est.



**Figure II.4 :** Demande nationale de GPL

- **Evaluation de la production du GPL :**

L'entreprise de la production des GPL aux champs sur les vingt dernières années (1975-1996) montre que :

Jusqu'en 1978, La production de GPL (de l'ordre de 300.000 tonnes) provenait du champ Hassi-Massaoud, à partir traitement du pétrole brut. De 1979 à 1996. La production est passée de 0.5 à près de 5millions de tonne. En 1996 elle a été pratiquement multipliée par 10 grâce à la mise en service d'unités d'exploitation de GPL aux des champs de gaz et de pétrole suivant :

- Hassi-R'mel en 1979.
- Adrar en 1985.
- Haoud-berkaoui en 1993.
- Hamra en 1995.
- Oued-Noumer fin 1996.

Dans sa stratégie de valorisation des ses ressources SONATACH a mise en place un important plan développement actuellement en cours réalisation. Ce plan prévoit des augmentations de production notamment celle de GPL qui va doubler pour atteindre une capacité annuelle de 10 millions de tonnes. [7]

***CHAPITRE III***  
***Généralités sur Les***  
***séparateurs***

### III. Généralités sur Les séparateurs

#### III.1. Introduction

Un traitement consiste à séparer les principaux composants de l'effluent brut afin de permettre la livraison au client de produits conformes à des normes définies.

Le fluide en place dans un gisement est un mélange constitué d'hydrocarbures liquides et/ou gazeux et d'eau. A l'origine, ce mélange est dans un état d'équilibre qui dépend de sa composition ainsi que des conditions de pression et de température existant dans la formation.

L'exploitation détruit cet équilibre.

Par le jeu des pertes de charge dans la roche magasin, dans le trou de sonde et dans les conduites de collecte, l'effluent subit des décompressions successives jusqu'à son entrée dans le centre de traitement.

Ces décompressions s'accompagnent aussi de baisses de température.

En conséquence, des gaz se libèrent de l'huile, des hydrocarbures et de l'eau se condensent à partir du gaz.

Le Centre de traitement reçoit donc des bouchons alternés de gaz hydraté, d'eau libre et d'huile encore chargée de gaz dissous.

L'extraction et les manipulations de l'huile brute provoquent parfois des émulsions et des mousses.

Ces phénomènes particuliers nécessitent la mise en place d'équipements complémentaires sur le centre de traitement.

Quand on met en production un gisement d'hydrocarbures, liquides ou gazeux, on recueille non pas un seul produit homogène, mais plusieurs qui se séparent plus ou moins facilement.

Dans les gisements de gaz on a généralement dans le réservoir un seul fluide homogène. Arrivé en surface, ce fluide est détendu et refroidi. Ces variations de pression et de température font apparaître différents constituants : d'une part, la vapeur d'eau contenue dans le gaz se condense en partie : nous avons donc une phase eau-liquide ; d'autre part, les hydrocarbures les plus lourds se condensent également : nous avons une deuxième phase liquide, la gazoline.

Avec la phase gazeuse, nous avons donc trois constituants séparés. Comme ces produits ont des utilisations différentes, un problème important de la production consiste à les séparer aussi complètement que possible pour les acheminer chacun vers sa destination propre.

Pour les puits à huile, le fluide produit peut être également homogène dans les conditions de fond, mais la détente de surface libère de l'huile une quantité variable de gaz.

Suivant l'importance de la quantité de gaz ainsi produite, on peut envisager de l'utiliser, ou au contraire de le brûler sur torche. Mais de toute façon, l'huile doit être débarrassée de son gaz.

Dans tous les cas, on voit que le problème consiste à séparer un effluent complexe en une phase gazeuse et une ou plusieurs phases liquides.

Le rôle d'une unité de séparation est d'éliminer l'eau de gisement, de traiter l'huile pour qu'à pression atmosphérique il n'y ait pratiquement plus de dégagement gazeux, de libérer un gaz qui soit le plus sec possible. [4]

### **III.2. L'importance de la séparation**

Pourquoi séparer : il y a à cela plusieurs raisons :

#### **Raisons techniques**

Il est important de disposer d'un fluide huile ou gaz, qui dans les conditions de température et de pression des installations de stockage et de transport se maintienne en état monophasique. En effet, si la tension de vapeur de l'huile après traitement reste trop élevée, des bouchons de gaz apparaissent aussitôt.

Ces bouchons de gaz perturbent l'équilibre des réservoirs de stockage, dérèglent les mesures, nuisent au rendement des pompes et créent dans les réseaux de pipe-lines des pertes de charge parasites, importantes et imprévisibles.

Les inconvénients sont du même ordre dans les lignes de transport du gaz. L'apparition des condensats qui survient à la faveur d'une chute de pression ou de température, fausse les comptages, augmente les pertes de charge, et peut dans certaines conditions critiques provoquer le bouchage des conduites par formation d'hydrates. [4]

#### **Raisons économiques**

Une séparation bien menée peut augmenter dans des proportions non négligeables, le volume de la récupération liquide par piégeage des composants légers.

Elle élève en même temps la valeur marchande du brut, car la valeur d'un brut augmente généralement avec sa densité API, c'est-à-dire, en sens inverse de son poids spécifique. En plus, l'élimination immédiate de l'eau économise des frais de transport et d'entretien inutiles.

#### **Raisons de contrôle**

Le fait de pouvoir disposer de produits séparés facilite grandement le contrôle de production à l'échelon champ. Des contrôles quotidiens sont ainsi possibles sur place ; d'index de productivité, de densité d'huile, de salinité, etc... [4]

### **III.3 Définition d'un séparateur**

Le séparateur est un appareil utilisé pour dissocier le pétrole, les gaz et l'eau contenus dans l'effluent à sa sortie d'un puits de production par différence de densité.

Un séparateur est une capacité sous pression, incorporée à un circuit, sur lequel elle provoque un ralentissement de la vitesse d'écoulement de l'effluent.

Les séparateurs sont placés en tête de la chaîne de traitement dont ils constituent les éléments essentiels. Ils reçoivent directement du manifold d'entrée la production amenée par les collectes.

Un séparateur se présente comme un réservoir cylindrique disposé soit verticalement, soit horizontalement.

Il existe aussi des séparateurs sphériques, mais ils sont d'un usage moins courant.

Des piquages pourvus de vannes et des appareils de mesure permettent le contrôle du fonctionnement.

Selon l'usage auquel on les destine, on distingue :

- Les séparateurs de détente utilisés pour le traitement des gaz à condensats.
- Les séparateurs gaz / huile.
- Les séparateurs d'eau libre.
- Les séparateurs de test
- Les scrubbers (ex : ballon de torche) [4]

### III.3.1. Exemple d'un séparateur

Lorsque l'on parle de séparateur, on a l'habitude de penser au(x) séparateur(s) de production situé(s) en amont de la chaîne de traitement.

Il existe cependant différents types de séparateurs selon les fluides qui circulent dans ces ballons.



Figure III.1: Vue d'un séparateur triphasique

Les séparateurs de production sont « désignés » à recevoir un débit continu provenant des puits.

Ce type de capacité sépare les gaz, des liquides. Ce séparateur étant triphasique, il séparera en plus l'eau de l'huile. [4]

## II.4. Fonctionnement de la séparation

### II.4.1. Les section d'un séparateur

Indépendamment de la forme, les séparateurs contiennent d'habitude quatre sections principales en plus des commandes et contrôles nécessaires :

- A .Section de la séparation primaire
- B .Section de la séparation secondaire
- C .Section de coalescence
- D .Section de collecte

Les emplacements de ces sections, quelque soit le type de séparateur, sont figurés dans la vue ci-dessous. [4]

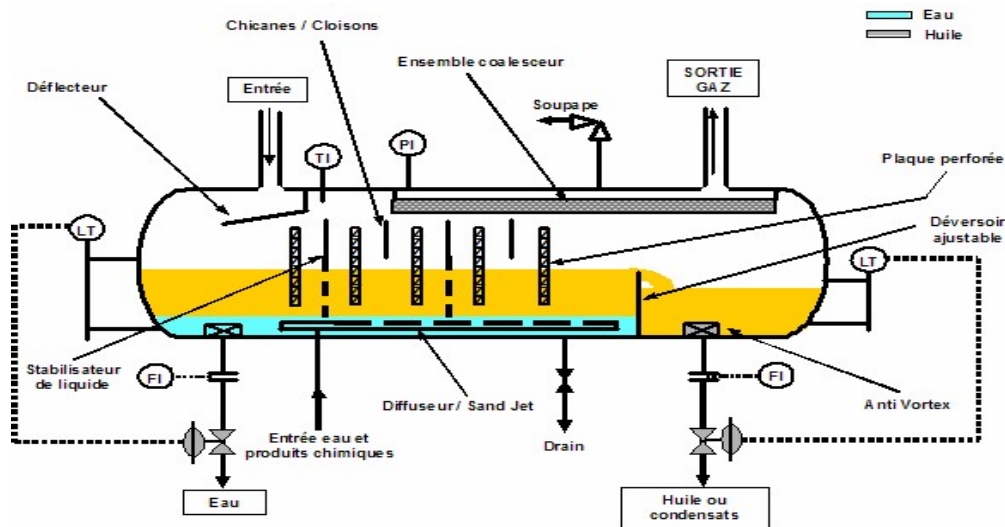


Figure III.2. : Vue des équipements d'un séparateur

#### III.4.1.A. La section de la séparation primaire

La section A est la séparation primaire.

Elle est utilisée pour séparer la partie principale de liquide libre du fluide d'entrée. Il contient le bec d'admission qui est généralement tangentiel, ou un déflecteur pour profiter des effets d'inertie de la force centrifuge ou d'un changement brusque de direction pour séparer la plus grande partie du liquide du gaz. [4]

#### III.4.1.B. La section de la séparation secondaire

La séparation secondaire ou la section de gravité, B, est conçu pour utiliser la pesanteur pour augmenter la séparation de gouttelettes entraînées.

Dans cette section du séparateur le gaz se déplace à une vitesse relativement basse avec peu de turbulence [4]

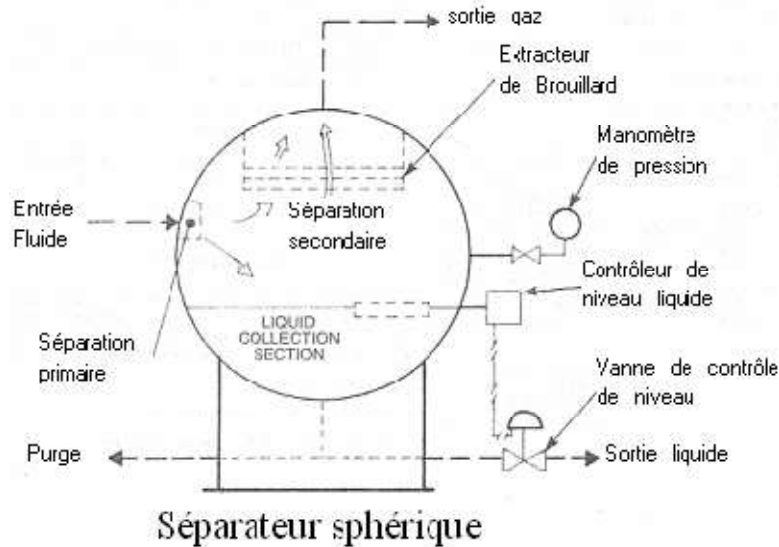


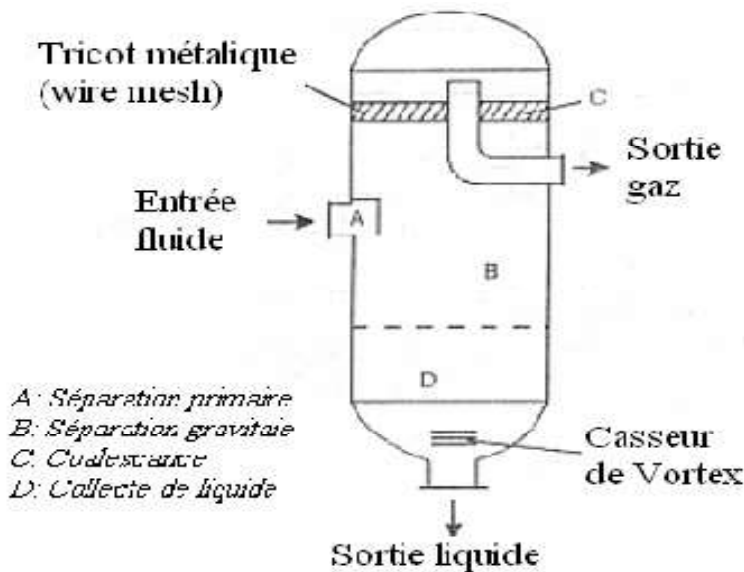
Figure III.3. : Les différentes sections sur un séparateur sphérique

Dans certains cas, des aubes directrices sont utilisées pour réduire la turbulence. Ces aubes agissent aussi comme des collecteurs de gouttelette et facilitent ainsi la séparation des gouttelettes et du gaz. [4]

**III.4.1.C. La section de coalescence**

La section de coalescence, C, utilise un coalesceur ou un extracteur de brouillard qui peut consister en une série d’aubes (labyrinthe), un bloc de treillis métallique entremêlés ou encore des passages cycloniques.

Cette section enlève les très petites gouttelettes de liquide du gaz par la collision sur une surface où elles coalescent. [4]



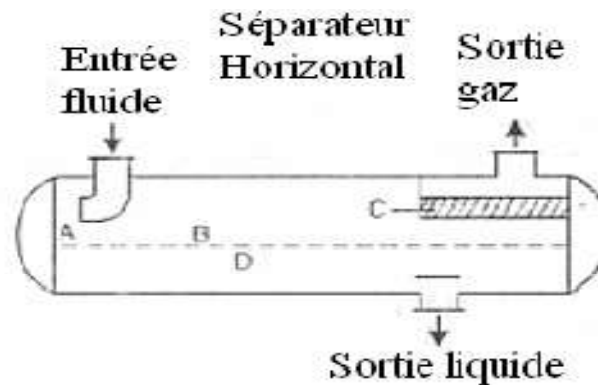
**Figure III.4:** Les différentes sections sur un séparateur vertical

Un entraînement liquide typique sur un extracteur de brouillard est de moins de 0.013 ml par m<sup>3</sup>.

#### III.4.1.D. La section de collecte

Le puisard ou la section de du liquide, D, agit comme le récepteur pour tous les liquides enlevés du gaz dans les sections primaires, secondaires et de coalescence.

Selon les exigences (conditions), la section liquide devra avoir un certain volume, pour le dégazage ou les arrivées de bouchon liquide. [4]

**Figure III.5 :** Les différentes sections sur un séparateur horizontal

De plus un niveau liquide minimal sera nécessaire pour un fonctionnement correct. Le dégazage peut exiger un séparateur horizontal avec un niveau liquide peu profond tandis que la séparation d'émulsion peut exiger un niveau liquide plus important, des températures supérieures, et/ou le complément d'un surfactant. [4]

### III.5. Les Internes d'un séparateur

Les internes les plus courants utilisés pour améliorer l'efficacité dans un séparateur sont :

#### III.5.1. Le Déflecteur (Déflecteur or diverter plate)

Lorsque le fluide frappe la plaque, la vitesse ralentit et des gouttelettes liquides tombent au fond du séparateur et le gaz continue son chemin en faisant le tour de la plaque. [4]

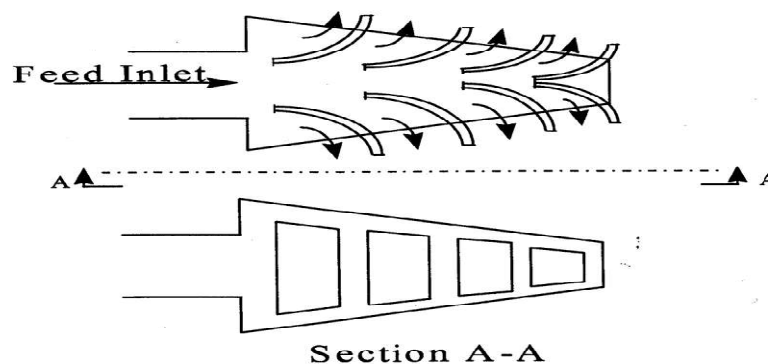


Figure III.6 : Déflecteur d'entrée

### III.5.2. Le Coalesceur (Demister pad / Coalescing pack)

Utilisé pour que les gouttelettes minuscules s'unissent dans de plus grandes gouttelettes. Appareil équipé d'un remplissage, chicanes multiples, tricot métallique (Wire mesh), fibres diverses, de façon à ce que des particules liquides puissent se rassembler en gouttelettes et se séparer de gaz ou de vapeurs ainsi que de liquides non miscibles. [4].



Figure III.7: Le Coalesceur ( Wire Mesh )

### III.5.3. Le Plateau de barrage ou déversoir (Weir or Weir plate):

Utilisé pour augmenter le temps de résidence du liquide puisque selon son positionnement il augmente le volume offert au liquide



Figure III.8 : Plateau de barrage perforé

### III.5.4. Le Casseur de Vortex ou Anti-Vortex (Vortex breaker or anti-vortex):

Installé pour empêcher la création de tourbillons dans le liquide, lesquels entraîneraient le gaz avec le liquide s'évacuant du séparateur. [4]

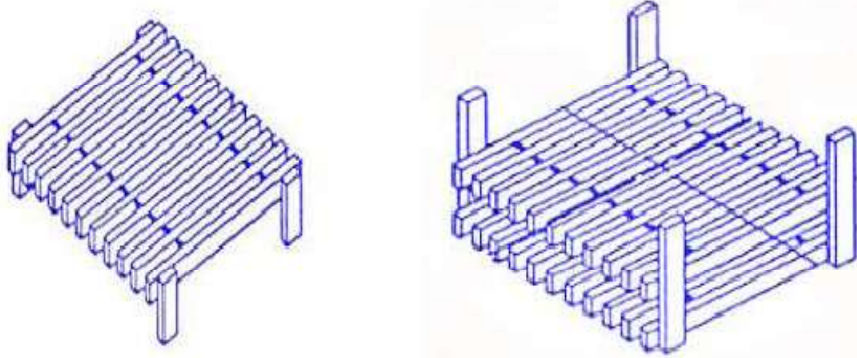


Figure III.9 : Casseur de Vortex

### III.5.5. Les Aubes directrices (Straightening Vanes):

Utilisées pour enlever les turbulences dans le courant du gaz après la séparation initiale du déflecteur d'entrée. [4]

## III.6. Les différents procédés de séparation

### III.6.1. Séparateur Horizontal

Ils sont très utilisés pour les puits à GOR élevé car ils ont une très bonne surface d'échange.

Ces séparateurs sont en général d'un diamètre plus petit que les séparateurs verticaux pour une même quantité de gaz et présentent une interface plus large entre gaz et liquide.

Ils sont plus faciles à monter sur skid.

La figure suivante représente l'arrangement typique d'un ballon séparateur de champ, sur lequel on peut faire les commentaires suivants : [4]

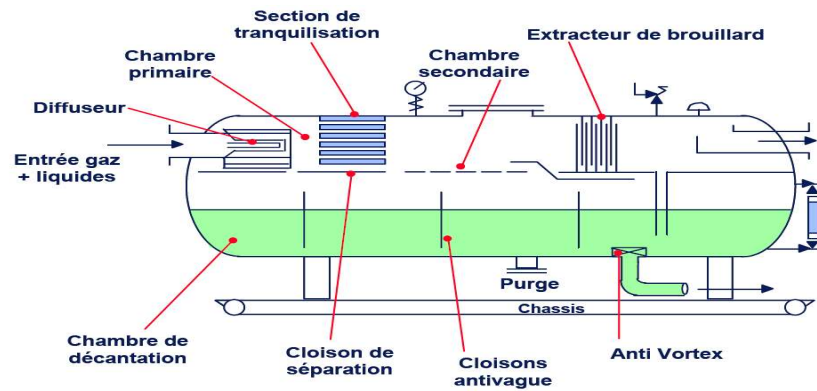


Figure III.10 : Vue détaillée d'un séparateur horizontal diphasique

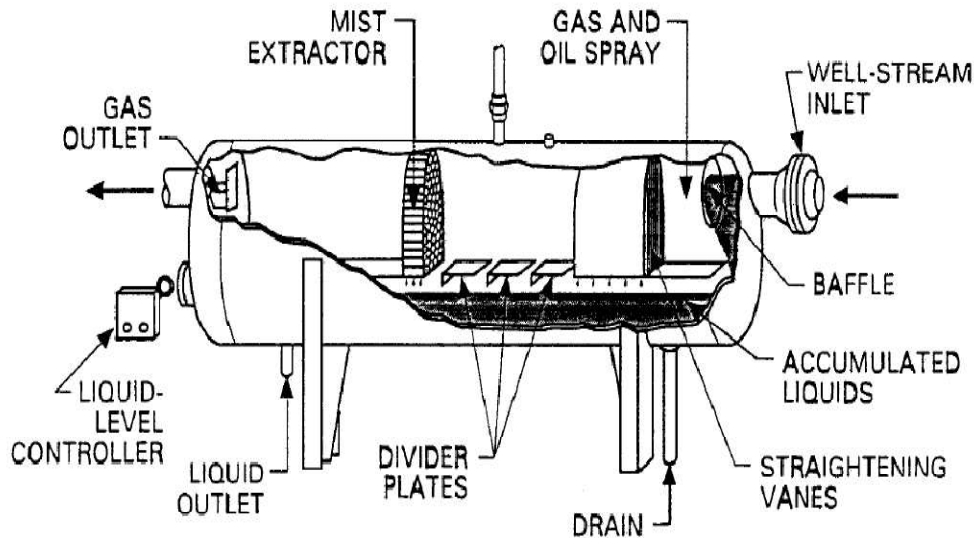
### II.6.1.a. Séparateur horizontal deux phases

Un séparateur diphasique horizontal possède une séparation primaire proche de l'entrée du séparateur.

La seconde séparation et l'extracteur de brouillard se situent dans la partie haute de la capacité. Il y a une section qui collecte le liquide dans le fond du séparateur.

L'effluent provenant du puits entre dans le séparateur et frappe contre une paroi brise jet.

[4]



**Figure III.11 :** Vue écorchée d'un séparateur horizontal biphasique

La plus grande partie du liquide (liquides les plus lourds) est séparée et tombent au fond du séparateur.

Les vapeurs de gaz et de liquide continuent leur chemin à travers les sections de tranquillisation.

Ces sections provoquent la formation de gouttelettes d'huile.

Ces dernières tombent dans le collecteur de liquide. Les parois brise-jet limitent les turbulences.

Le gaz continue son parcours horizontalement à travers les extracteurs de brouillard. Ici presque tous les liquides (mise à part certaines petites gouttelettes) restants sont enlevés par ce chemin de mailles.

Le gaz quitte le séparateur par la sortie gaz située en haut du ballon.

La collecte de liquide se situant dans la partie basse du séparateur.

Ces liquides étant séparés du gaz par des plateaux.

Lorsque le liquide atteint le niveau requis, le contrôleur de niveau liquide ouvre la vanne de niveau. Le liquide quitte le séparateur par la sortie liquide. [4]

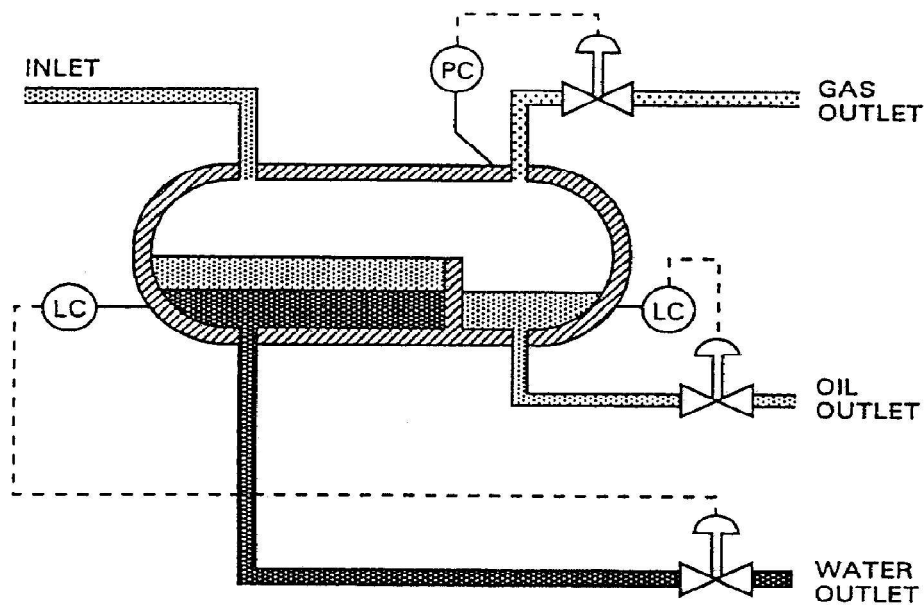
### III.6.1.b. Séparateur horizontal trois phases

Le design d'un séparateur horizontal tri-phasique est similaire à un séparateur horizontal diphasique.

La différence majeure étant dans la section collecte des liquides.

Dans un séparateur tri-phasique la partie supérieure de la section collecte de liquide contient l'huile alors que dans la partie inférieure se trouve l'eau.

Chacune des sections liquides possédant son propre contrôleur associé à leur vanne réciproque. [4]



**Figure III.12:** Diagramme simple d'un séparateur trois phases

Lorsque le liquide atteint le niveau requis, les contrôleurs de niveau liquide ouvrent leur vanne de niveau respective.

Les liquides ainsi séparés quittant le séparateur par les différents sorties liquides. [4]

### III.6.2. Séparateur vertical

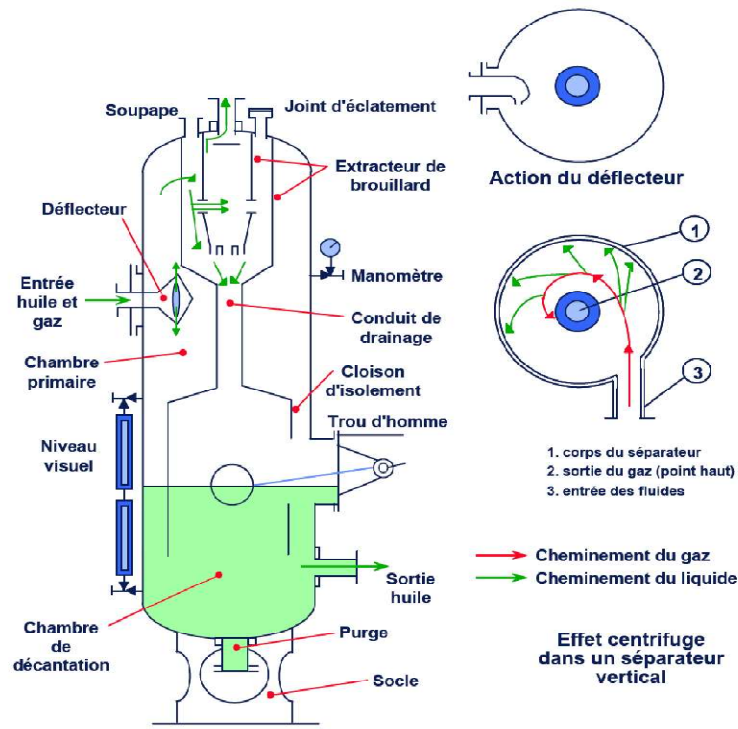


Figure III.13 : Vue détaillée séparateur huile/gaz vertical 2 phases

Ces séparateurs sont constitués par un cylindre vertical terminé par des fonds bouchés. L'arrivée de l'effluent s'effectue en général tangentielle à une circonférence et à peu près à mi-hauteur du séparateur. Le mélange se sépare par gravité, l'huile descend en hélice le long de la paroi et le gaz montant à la partie supérieure. Le gaz traverse un tamis extracteur de gouttelettes et est évacué à la partie supérieure en passant à travers une vanne automatique de contrôle de pression. L'huile est évacuée à la partie inférieure à travers une vanne automatique d'huile commandée par un flotteur. La capacité des séparateurs verticaux atteint entre 500 et 850 m<sup>3</sup> /j avec des pressions pouvant atteindre 420 bars. [4]

### III.6.3. Séparateur sphérique

Peu courant, ils sont réservés aux puits à GOR très élevé (cas des puits à gaz + condensats). Ces séparateurs sont relativement bon marché et compacts, mais avec un temps de rétention liquide et une section de décantation assez limitée ; la marche en séparation triphasique est donc très difficile sinon impossible.

Ils ont l'avantage d'être peu encombrants mais leur capacité est faible. Ils sont très faciles à manipuler. Autre intérêt important, ils supportent toutes les pressions par leur forme sphérique.

[4]

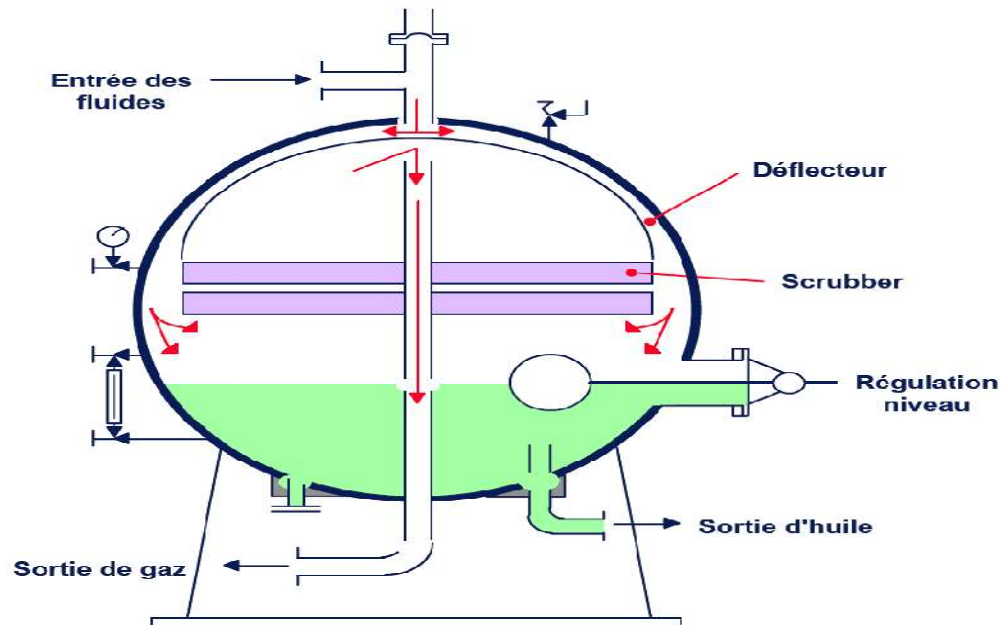


Figure III.14 : Séparateur Sphérique 2 phases

### III.6.4. Avantages et inconvénients des différents types

Comme nous venons de le voir il existe trois types de séparateurs principaux. Dans le tableau ci-dessous, il est fait une comparaison des performances des différents types de séparateurs. [4]

**Tableau III.1** : Comparaison des performances des différents types de séparateurs

	Horizontaux	Verticaux	Sphérique
Efficacité de la séparation	1	2	3
Stabilisation des fluides séparés	1	2	3
Souplesse (production par bouchons)	1	2	3
Facilité de réglage (niveau)	2	1	3
Capacité à diamètre égal	1	2	3
Prix par unité de capacité	1	2	3
Aptitude à admettre les corps étrangers	3	1	2
Aptitude au traitement des mousses	1	2	3
Facilité de transport	1	3	2
Encombrement vertical	1	3	2
Encombrement horizontal	3	1	2
Facilité d'installation	2	3	1
Facilité d'inspection et d'entretien	1	3	2
1 : Le plus favorable                      2 : Intermédiaire                      3 : Le moins favorable			

***CHAPITRE IV***  
***La simulation et le***  
***simulateur Hysys V8.0***

## IV. La simulation et le simulateur HysysV8.0 [11]

### IV.1. Introduction

La simulation est un outil utilisé dans différents domaines de l'ingénierie et de la recherche en général, permettant d'analyser le comportement d'un système avant de l'implémenter et d'optimiser son fonctionnement en testant différentes solutions et différentes conditions opératoires. Elle s'appuie sur l'élaboration d'un modèle du système, et permet de réaliser des scénarios et d'en déduire le comportement du système physique analysé. Un modèle n'est pas une représentation exacte de la réalité physique, mais il est seulement apte à restituer les caractéristiques les plus importantes du système analysé. Il existe plusieurs types de modèle d'un système physique : allant du modèle de représentation qui ne s'appuie que sur des relations mathématiques traduisant les grandes caractéristiques de son fonctionnement, jusqu'au modèle de connaissance complexe issu de l'écriture des lois physiques régissant les phénomènes mis en jeu. Le choix du type de modèle dépend principalement des objectifs poursuivis.

### IV.2. Principes de fonctionnement et rôle des simulateurs [11]

Les simulateurs de procédés utilisés classiquement dans l'industrie, peuvent être considérés comme des modèles de connaissance. Ils sont basés sur la résolution de bilans de masse et d'énergie, des équations d'équilibres thermodynamiques, ... et sont à même de fournir l'information de base pour la conception. Ils sont principalement utilisés pour la conception de nouveaux procédés (dimensionnement d'appareil, analyse du fonctionnement pour différentes conditions opératoires, optimisation), pour l'optimisation de procédés existants et l'évaluation de changements effectués sur les conditions opératoires. Avant même de parler de modèles d'opération de transformation de la matière, il faut des modèles pour prédire les propriétés physiques de la matière. C'est pourquoi ces simulateurs disposent tous d'une base de données thermodynamiques contenant les propriétés des corps purs (masse molaire, température d'ébullition sous conditions normales, paramètres des lois de tension de vapeur, ...). Cette base de données est enrichie d'un ensemble de modèles thermodynamiques permettant d'estimer les propriétés des mélanges. Tout simulateur industriel de procédés chimiques est organisé autour des modules suivants :

- Une base de données des corps purs et un ensemble de méthodes pour estimer les propriétés des mélanges appelés aussi modèles thermodynamiques.
- Un schéma de procédé permettant de décrire les liaisons entre les différentes opérations unitaires constituant l'unité PFD
- Des modules de calcul des différentes opérations unitaires contenant les équations relatives à leur fonctionnement : réacteur chimique, colonne de distillation, colonne de séparation, échangeurs de chaleur, pertes d charges, etc.
- Un ensemble de méthodes numériques de résolution des équations des modèles.

Avec ce type de logiciel, les ingénieurs peuvent à partir de la donnée des corps purs présents dans le procédé et du schéma de procédé, développer un modèle du processus reposant sur la mise en commun des équations décrivant les différentes opérations unitaires, les réactions chimiques, les propriétés des substances et des mélanges, qui puisse aussi communiquer avec d'autres applications comme Excel, Visual Basic et Matlab.

#### IV.3. Modes de fonctionnement des simulateurs [11]

Il y a deux modes de fonctionnement dans un simulateur : statique (ou stationnaire) et dynamique. Les simulateurs statiques résolvent des équations statiques qui traduisent le fonctionnement en régime permanent (à l'équilibre), tandis que les simulateurs dynamiques permettent d'évaluer l'évolution des variables dans le temps à partir de la résolution de systèmes d'équations différentielles. Les simulateurs industriels sur la thermodynamique les plus connus mondialement sont :

- Statiques : ASPEN PLUS (Aspen Technologies), Design II de (WinSim), HYSYS (Hyprotech), PRO/II (Simulation Sciences), PROSIM.
- Dynamiques : HYSYS (Hyprotech), ASPEN DYNAMICS (Aspen Technologies), Design II de (WinSim), DYMSYM (Simulation Sciences Inc.). Selon Winter (Winter, 1992) les simulateurs dynamiques sont en passe de se substituer aux simulateurs en régime permanent. Par exemple, HYSYS (Hyprotech) peut passer de la simulation d'un régime permanent à celle d'un régime transitoire (dynamique) par un seul «click » sur un bouton.

Néanmoins, tout procédé ne peut être simulé à l'aide de ces simulateurs industriels. En effet, dans le cas de la mise au point de nouveau procédé, il est généralement nécessaire de disposer de son propre simulateur. Le concept est le même : sur la base des propriétés thermodynamiques des corps purs impliqués dans l'opération et des modèles thermodynamiques, il y a résolution des équations de bilan de matière et d'énergie et des relations d'équilibre constituant le modèle. La différence vient du fait que généralement seules les propriétés des corps présents dans le procédé chimique considéré ne sont détaillées et que l'environnement de développement est moins convivial. On parlera de simulateur dédié (spécifique à un procédé donné). Il a l'avantage de pouvoir avoir une totale maîtrise sur la façon d'écrire les équations du modèle et de les résoudre.

#### IV.4. Utilisation de la simulation [11]

Les différentes tâches qu'un simulateur de procédé devrait effectuer sont :

Dans la conception (engineering) :

- La résolution des bilans de matières et d'énergie.
- Le dimensionnement des équipements.

- L'évaluation économique du procédé.
- L'optimisation du procédé.

Dans le suivi des procédés :

Réajustement des paramètres de fonctionnement dans le cas des changements de composition de l'alimentation. Détermination de la performance des équipements.

HYSYS est un simulateur de conception orientée-objets. Tout changement spécifié sur un élément est répercuté dans tout le modèle. C'est un logiciel de simulation interactif intégrant la gestion d'événements (Event driven) : C'est-à-dire qu'à tout moment, un accès instantané à l'information est possible, de même que toute nouvelle information est traitée sur demande et que les calculs qui en découlent s'effectuent de manière automatique.

Deuxièmement, il allie le concept d'opérations modulaires à celui de résolution non-séquentielle. Non seulement toute nouvelle information est traitée dès son arrivée mais elle est propagée tout au long du Flowsheet. Dans ce qui suit, on définit les principaux concepts de base et vocabulaires associés, qui sont utilisés pendant les étapes de construction d'un modèle dans le simulateur Hysys:

- « Flowsheet » : c'est un ensemble d'objets « Flowsheet Elements » (courants de matière, d'énergie, d'opérations unitaires, de variables opératoires) qui constituent tout ou une partie du procédé simulé et qui utilisent la même base de données thermodynamique « Fluid Package ». Ce simulateur possède une Architecture Multi-Flowsheet : il n'y a pas de limite par rapport au nombre de Flowsheets. On peut préalablement construire des Flowsheets pour les utiliser dans une autre simulation, ou organiser la description de procédés complexes en les scindant en sous-Flowsheets qui sont des modèles plus concis (ceci permet de hiérarchiser un processus très complexe). Il possède un certain nombre d'entités particulières : PFD, un « Workbook ».
- « Fluid Package » : il permet de définir les composants chimiques présents dans le procédé simulé et leurs affecte les propriétés chimiques et physiques contenues dans la base de données des corps purs. Il permet aussi de définir les modèles thermodynamiques qui seront utilisés pour le calcul des propriétés des mélanges et de définir les cinétiques des réactions chimiques mises en jeu dans le procédé.
- « Process Flow Diagram » : ce diagramme permet de visualiser les courants et les opérations unitaires, représentées par des symboles dans le « Flowsheet », ainsi que la connectivité entre les courants, les opérations unitaires et les tableaux des propriétés des courants.

- « Workbook » : il permet d’avoir accès à l’information sur les courants et les opérations unitaires sous forme de tableau de données.
- « Desktop »: c’est l’espace principal de HYSYS pour visualiser les fenêtres lors de la conception.
- « Property view » : il contient l’information décrivant un objet (opération ou courant)
- « Simulation Case » (fichier de simulation) : c’est l’ensemble des « Fluid Packages », «Flowsheets » et « Flowsheet Elements » qui constituent le modèle.

**IV.5. Les modèles thermodynamique de HYSYS V8.0 [11]**

- Les équations d’état

Les modèles basés sur les équations d’état (RK, SRK, PR...etc.); sont souvent utilisés pour le calcul des systèmes d’hydrocarbures et des systèmes presque idéaux.

Leurs avantages par rapport aux autres modèles résident dans le fait de l’utilisation des coefficients d’interaction-binaire. En générale les équations d’état permettent de calculer l’ensemble des propriétés des produits par rapport à la température et aux fractions molaires.

- Equation de REDLICH-K WONG (RK)

Considérer comme la plus simple des équations d’état, elle est très utilisée pour prédire d’état de la phase vapeur.

$$P = \frac{RT}{V - B} - \frac{a}{\sqrt{T} V(V + B)} \dots \dots \dots (IV. 1)$$

- Equation de SOAVE-REDLICH-KWONG (SRK)

Cette équation modifiée celle de REDLICH-KWONG, par l’introduction d’une fonction (T) qui dépend du facteur acentrique .L’équation de SOAVE est de la même forme générale

$$P = \frac{RT}{v-B} - a(T)/v(v - B) \dots \dots \dots (IV2)$$

- Equation de PMG-ROBINSON

L’équation de PENG-ROBINSON diffère de l’équation de SOAVE par l’expression du terme d’attraction. Elle a été introduite en vue d’améliorer les résultats obtenus par l’équation de SAOVE,

notamment en ce qui concerne le calcul des densités en phase liquide, sans modifier le nombre de paramètres :

$$P = \frac{RT}{V - B} - \frac{a(T)}{v(V + B) + b(v - b)} \dots \dots \dots (IV. 3)$$

Les termes (T) et b sont définis comme suit:

$$a = 0.4455552244 R^2 T^2/P_c (a(Tr)) \dots \dots \dots (IV.4)$$

Domaines d'applications de l'équation de PENG ROBINSON :

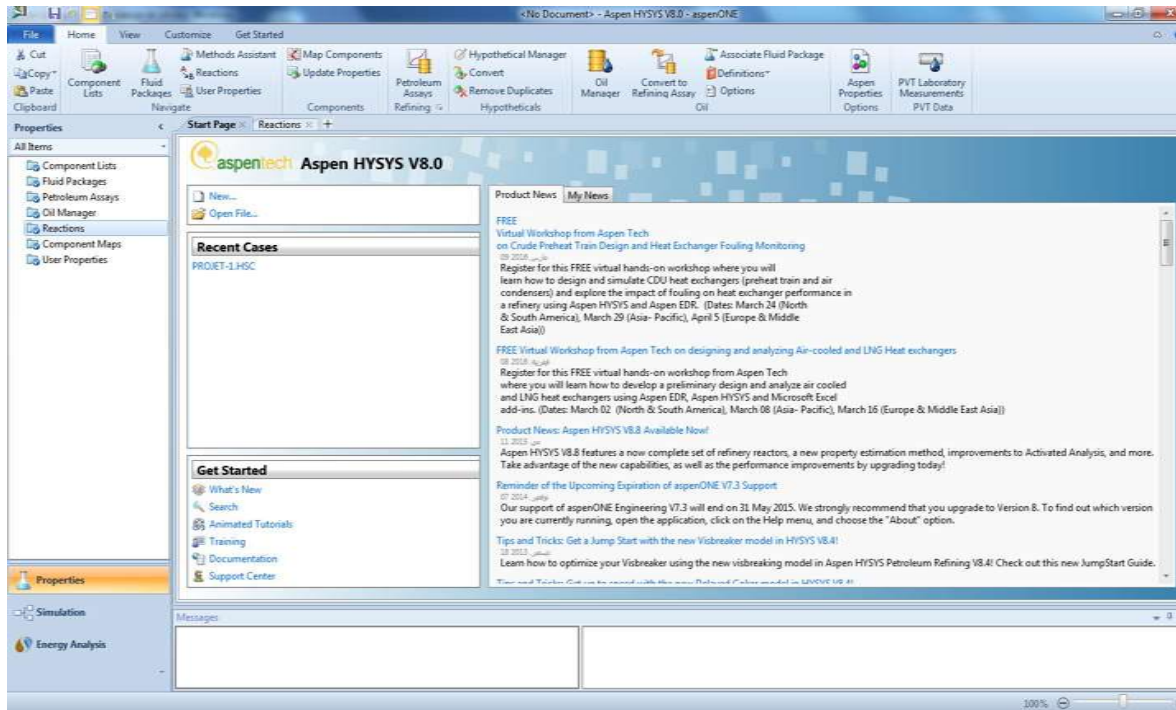
**Tableau IV.1** : Domaine d'application de l'équation PR

L'équation	Température (C°)	Pression (Pa)
PR	>-271	100000

## IV.6.Modélisation

### IV.6.1.Travaille par Hysys V8.0

**IV.6.2.Démarrage du logiciel :** on démarre le logiciel en cliquant deux fois sur son icône,alors on obtient la fenêtre suivante :



**Figure IV.1:** Simulations par logiciel HYSYS

La simulation HYSYS commence par les étapes suivantes :

- Nous ouvrons un nouveau cas dans le programme (New Case)
- Ensuite, nous ajoutons une liste nouveaux des composants et nous ajoutons de nouvelles (new component liste) composants dans notre exemple, un ( i-Butane, n-Butane, i-Pentane, n-Pentane), avec l'eau.

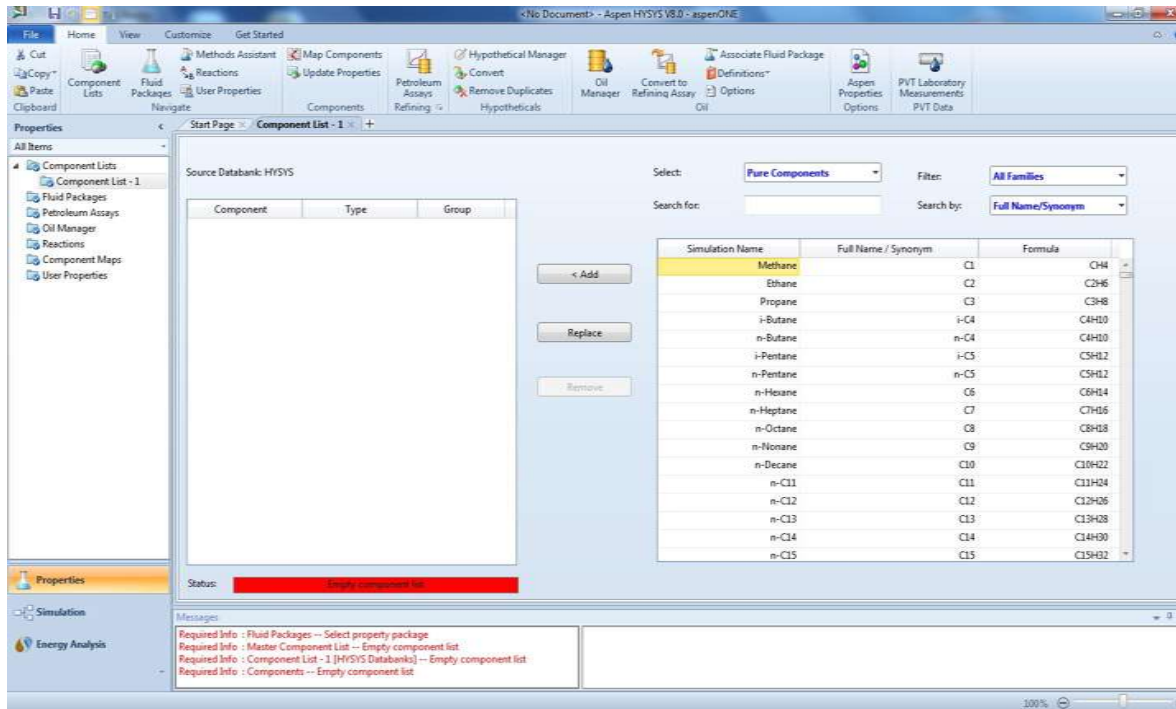


Figure IV.2 : Fenêtre de la liste nouvelle des composants

- On nous exige de choisir un model thermodynamique, alors on fait un click sur l'icône 'Fluide Packages', et une autre fenêtr s'ouvre, dans laquelle on y trouve l'icône 'ADD' qui nous permet de préciser notre choix sur le model désiré, en raffinage le model thermodynamique le plus utilisé est celui de Peng-Robinson, ainsi dans ce travail, on a choisi le Peng-Robinson

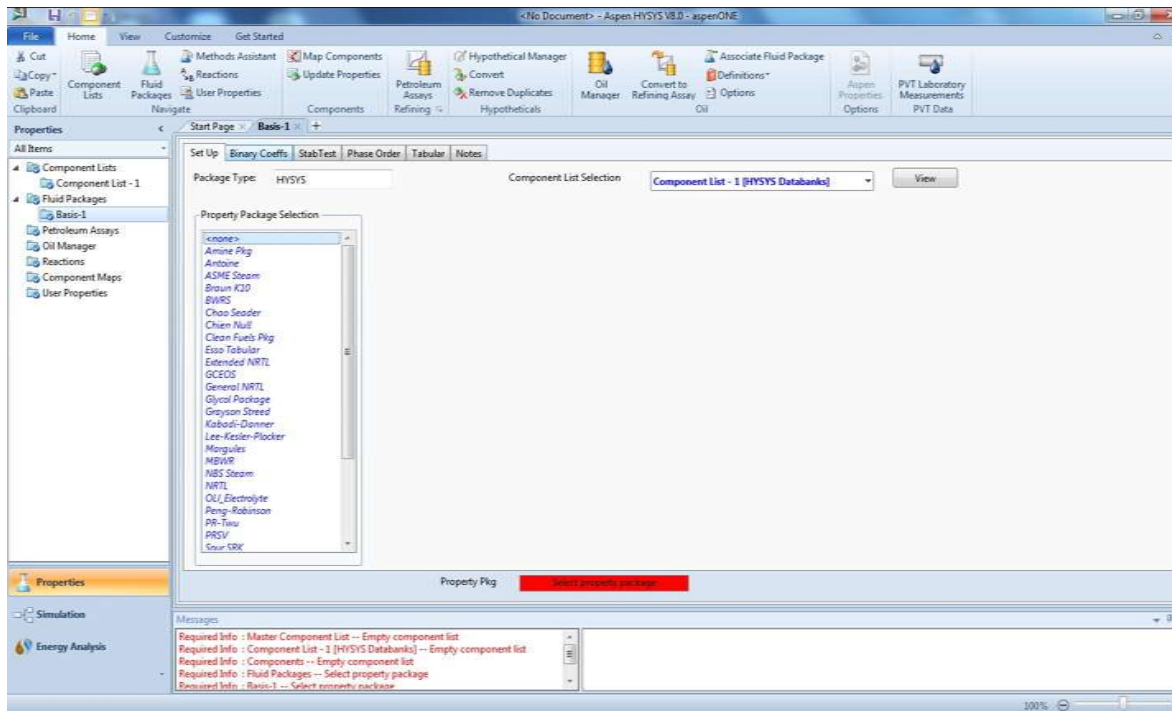


Figure IV.3 : Fenêtre du Fluide Packages

IV.6.3.les Données utilisée dans Hysys :

Material Stream: CHARGE

Worksheet Attachments Dynamics

**Worksheet**

	Mole Fractions	Vapour P
Conditions	Methane	0.5256
Properties	Ethane	0.1945
Composition	Propane	0.1136
Oil & Gas Feed	i-Butane	0.0121
Petroleum Assay	n-Butane	0.0408
K Value	i-Pentane	0.0092
User Variables	n-Pentane	0.0176
Notes	n-Hexane	0.0127
Cost Parameters	n-Heptane	0.0082
Normalized Yields	Nitrogen	0.0378
	CO2	0.0214
	H2O	0.0064
	Total	1.00000

Buttons: Edit... View Properties... Basis... OK Delete Define from Other Stream...

Figure IV.4 : composition de la charge CINA [1]

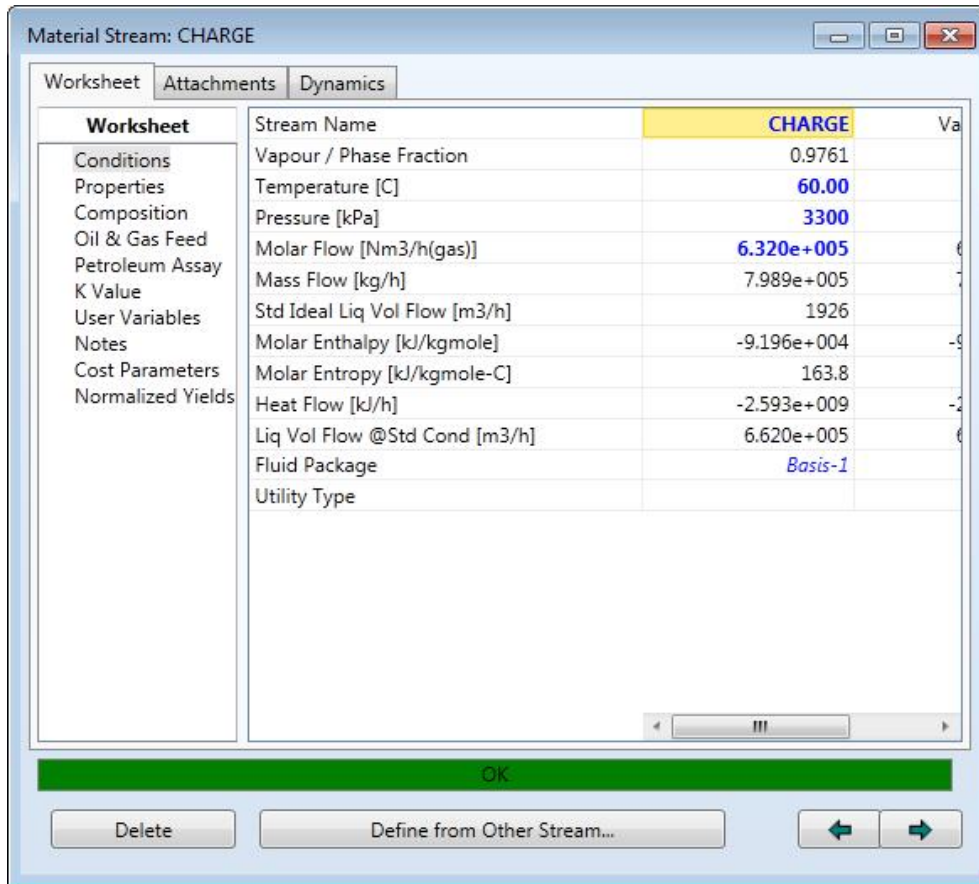


Figure IV.5: paramètre de la charge CINA [1]

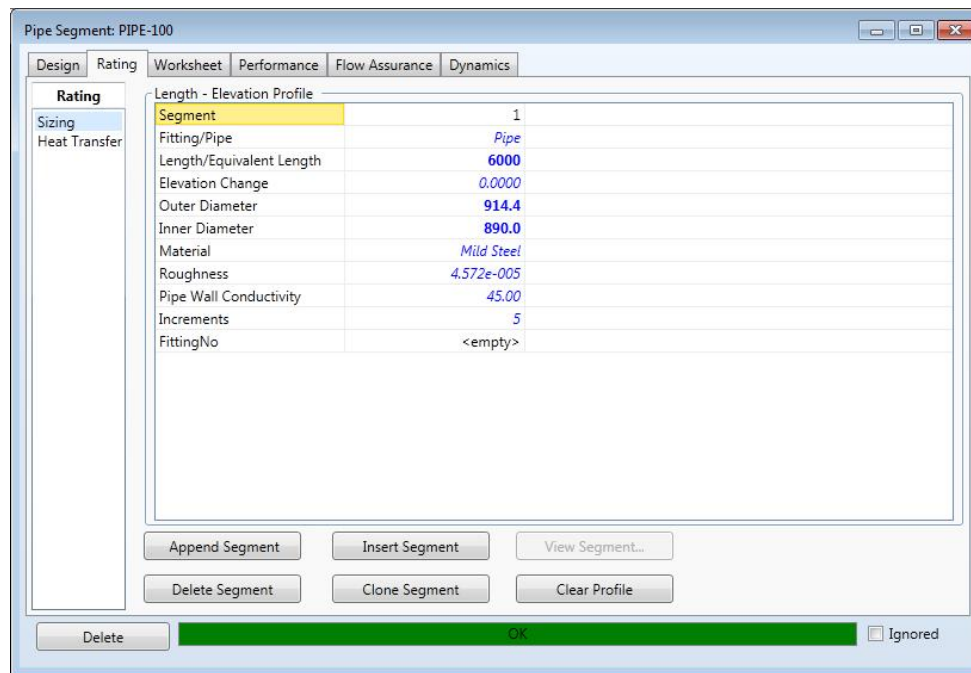


Figure IV.6: Caractéristique de pipe [1]

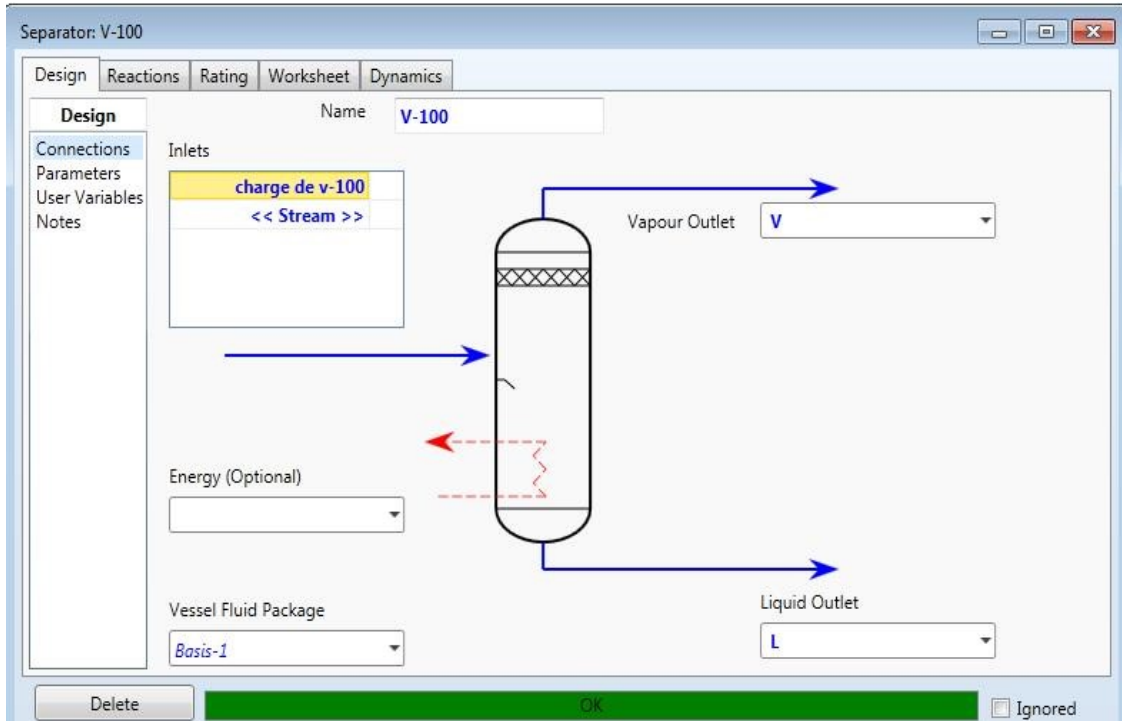


Figure IV.7 : Caractéristique de séparateur

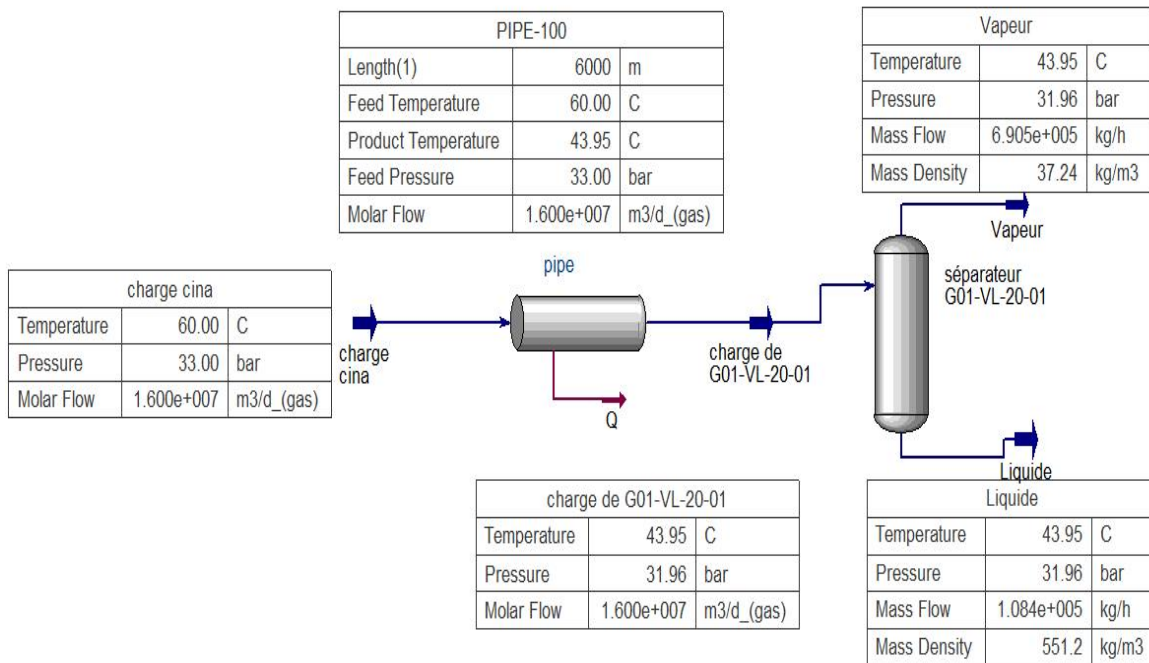


Figure IV.8 : Schéma général de la séparateur d'entres par le logiciel Hysys [1]

***CHAPITRE V***  
***Méthode de***  
***redimensionnement***

## V. Méthode de redimensionnement: [5]

### V.1. Conception des ballons de séparateurs à deux phases gaz-liquide :

La séparation gaz-liquide est généralement réalisée en 3 étapes. La première étape est une séparateur primaire, qui utilise un déflecteur de sorte que la quantité de mouvement du liquide entraîne par la vapeur, le plaquage des larges gouttelettes sur le déflecteur tombent par la suite par gravité. La deuxième étape est la séparation secondaire ou les petites gouttelettes descendent par gravité lors du passage de la vapeur dans l'air de désengagement. La troisième et la dernière étape est l'élimination des plus petites gouttelettes par coalescence et la formation de grosses gouttelettes sur le demister qui tombent par gravité.

Pour la séparation secondaire la vitesse admissible doit être calculée de sorte que l'aire de désengagement puisse être déterminée. Les larges gouttelettes de liquide à décanter à une vitesse constante  $U_T$  obtenue par l'équation de Soudre-Brown :

$$U_T = K * \sqrt{\frac{\rho_l - \rho_v}{\rho_v}}$$

Donc tant que la vitesse verticale admissible est inférieure à la vitesse critique  $U_v < U_T$ . Les gouttelettes de liquide se décanter. Typiquement la vitesse admissible est :

$$U_v = 0.75 U_T$$

Pratiquement les toutes petites gouttelettes ne peuvent pas être séparées par gravité mais par coalescence et forment de grosses gouttelettes qui peuvent décanter par gravité.

Les dispositifs de coalescence (demister ou éliminateur, métal ou tamis métallique) forcent les gaz à suivre un chemin tortueux et la quantité de mouvement des gouttelettes le diamètre des gouttelettes qui coalescent ne peut être connu avec précision, c'est ainsi que les valeurs de K pour la plupart des demisters sont empiriques. C'est là qu'intervient le subjectivisme dans la conception des séparateurs. Les valeurs de K données par GPSA (Gaz Processing Suppliers Association). [5]

GPSA Handbook :

$$0 < P < 1500 \text{ Psig} \quad K \text{ Max } [0.04 \div 0.08]$$

- Particularités : Vapeur sous vide :  $K = 0,2$
- Solution amine-glycol :  $K' = k * 0,6$  à  $0,8$
- Ballon d'aspiration d'un compresseur :  $K' = K * 0,7$  à  $0,8$
- Ballon en amont d'un expandeur :  $K' = K * 0,7$  à  $0,8$
- Ballon en amont d'un déshydrateur :  $K' = K * 0,7$  à  $0,8$

**Remarque:** Pour un ballon vertical ou horizontal sans demister divisé  $K' = K/2$

La pression de notre charge est  $P=463.5$  Psig, donc nous avons prendre le premier cas.

**V.2.Sélection du Holdup time (Temps de retention) et le surge time (Temps d'alarme) :**

**V.2.1.Holdup time (Temps de retention):** c'est le temps nécessaire pour maintenir un soutirage normal (effluent) au cas où il y a un problème au niveau de l'alimentation du ballon

**V.2.2. Surge time (Temps d'alarme) :** c'est temps de sécurité que l'on donne si on a un problème au niveau de l'évacuation du liquide par exemple (Vanne de sortie liquide bloquée en position fermée)

**V.3.Dimensionnement d'un ballon séparateur gaz-liquide horizontaux :**

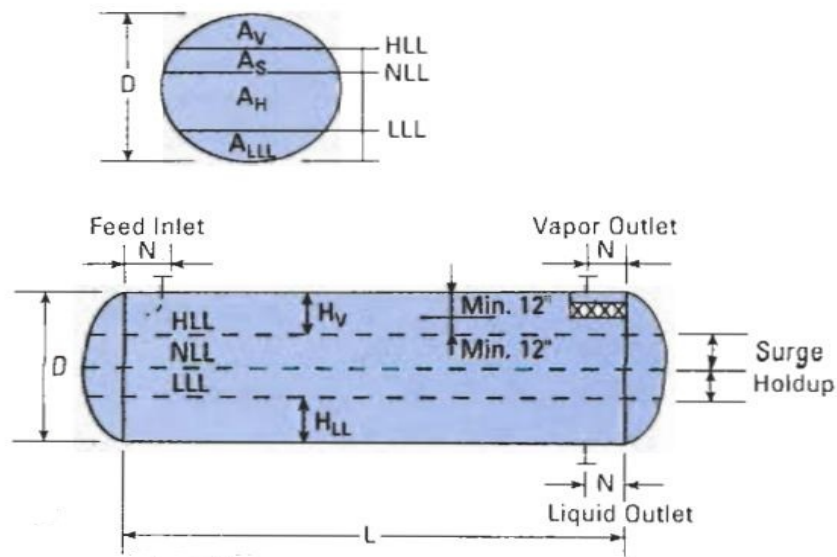


Figure V.1: séparateur horizontal bi-phasique

Pour déterminer le dimensionnement de séparateur gaz - liquide horizontal il faut calculer les paramètres suivant:

**V.3.1. Calculer Ut:** par la formule suivant

$$U_t = K * \sqrt{\frac{\rho_l - \rho_v}{\rho_v}} \text{ en ft/s} \dots\dots\dots V.1$$

**V.3.2. Calculer Uv:** par la formule suivant

$$U_v = 0.75 U_t \text{ en ft/s} \dots\dots\dots V.2$$

**V.3.3. Calculer Qv:** par la formule suivant

$$Q_v = \frac{W_v}{3600 * \rho_v} \text{ en ft}^3/\text{h} \dots\dots\dots V.3$$

**V.3.4. Calculer QL:** par la formule suivant

$$Q_l = \frac{W_l}{60 * \rho_l} \text{ en ft}^3/\text{min} \dots\dots\dots V.4$$

**V.3.5. Calculer VH:** par la formule suivant

$$V_H = T_H * Q_L \text{ en ft}^3 \dots\dots\dots V.5$$

**V.3.6. Calculer VS:** par la formule suivant

$$V_S = T_S * Q_L \text{ en ft}^3 \dots\dots\dots V.6$$

**V.3.7. Calculer D:** par la formule suivant

$$D = \left( \frac{4(V_H + V_S)}{\pi * 0.6 * L/D} \right)^{\frac{1}{3}} \text{ en ft} \dots\dots\dots$$

V.7

Tableau V.1: Recommendations pour l'estimation du rapport L /D

Pression opératoire en psig	Rapport L/D
$0 \leq P \leq 250$	1,5 à 3
$251 \leq P \leq 500$	3 à 4
$P > 501$	4 à 6

V.3.8. Calculer  $A_T$ : par la formule suivant  $A_T = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$  en  $ft^2$   
 .....V.8

V.3.9. Calculer  $H_{LLL}$  : par la formule suivant  $H_{LLL} = 0.5D +$  en inch  
 .....V.9

Avec D en ft si  $D \leq 4$  ft  $H_{LLL} = 9$ in  
 D en ft 1inch  $\Rightarrow 0.02$

V.3.10. Calculer de  $A_{LLL}/A_T$  en utilisant  $H_{LLL}/D$  d'après l'expression donnée en tableau V.3 ou la courbe V.2 .puis calcul l'aire  $A_{LLL}$

V.3.11. Calculer  $H_v$  et  $A_v$ : par la formule suivant  $Max H_v = 0,2 \cdot D$  en ft .....V.10

Calcul de  $A_v/A_T$  en fonction de  $H_v/D$  d'après la table ou la courbe puis calcul  $A_v$

V.3.12. Calculer L: par la formule suivant  $L = \frac{(V_h + V_s)}{A_T - A_v - A_{LLL}}$  en ft ..... V.11

V.3.13. Calculer  $\Phi$  : par la formule suivant  $\Phi = \frac{H_v}{U_v}$  en s ..... V.12

V.3.14. Calculer  $U_{VA}$ : par la formule suivant  $U_{VA} = \frac{Q_v}{A_v}$  en ft/S..... V.13

V.3.15. Calculer  $L_{min}$ :  $L_{min} = \Phi * U_{VA}$  en ft .....V. 14

$L_{min}$  (longueur qu'aura parcourue la gouttelette en un temps  $\Phi$ )

- Si  $L < L_{min}$  poser  $L = L_{min}$  ( difference  $< 20\%$  )
- Si  $L_{min} > L$  augmenter la valeur de  $H_v$  et répéter les calculs
- Si  $L > L_{min}$  dimensionnement acceptable
- Si  $L \gg L_{min}$  réduire la valeur de  $H_v$  et répéter les calculs

**V.3.16. Recalculer L/D**

- Si  $L/D > 6$  augmenter D et répéter les calculs
- Si  $L/D < 1,5$  diminuer D et répéter les calculs

<b>Temps de retention (min) NLL-LLL</b>	<b>Temps d'alarme (min) NLL-HLL</b>
---	---

**Tableau V.2:** Sélections le Temps de retention  $T_H$  et Temps d'alarme  $T_S$

A)- Ballon d'alimentation d'une unité	10	5
B)-Ballon séparateur alimentant		
1- une colonne	5	3
2-un autre ballon ou réservoir		
a)-avec une pompe à travers un échangeur	5	2
b)-sans pompe	2	1
3- alimentation d'un four	10	3
C)-Ballon accumulateur (reflux-produit)		
1. Reflux uniquement	3	2
2. Reflux plus produit	3+	2+
D)-fond de colonne		
1-alimentation d'une autre colonne	5	2
2-alimentation d'une autre colonne		
a)avec pompe au à travers un échangeur	5	2
b)sans pompe	2	1
E)-Ballon d'aspiration d'un compresseur	3 mn entre HLL et HLSD alarm et fermeture. 10 mn entre linge se soude Du fond et l'alreme HLL	
F)-ballon de torche	20 à 30 mn à HLL	

Ce tableau  
différents  
ballon de  
ces valeurs de  
retention  $T_H$  et Temps d'alarme  $T_S$ .

$$Y = \frac{a + cx + ex^2 + ix^4}{10 + bx + dx^2 + fx^3 + hx^4}$$

represent les  
positions du  
separation et  
Temps de

Nous avons prendre la premiere cas, donc  $T_H=10mn$  et  $T_S=5mn$ .

**Tableau V.3 :** Les données utilisées dans la courbe des surfaces

H/D → A/A <sub>T</sub>	A/A <sub>T</sub> → H/D
X = H <sub>v</sub> /D	X = A <sub>LL</sub> /A <sub>T</sub>
Y = A <sub>v</sub> /A <sub>T</sub>	Y = H <sub>LL</sub> /D
a = 4.75593 * 10 <sup>-5</sup>	a = 0.00153756
b = 3.924091	b = 26.787101
c = 0.174875	c = 3.299201
d = - 6.358805	d = - 22. 923932
e = 5.668973	e = 24.353518
f = 4.01.844824	f = -14.844824
h = - 1.801705	h = 10.529572

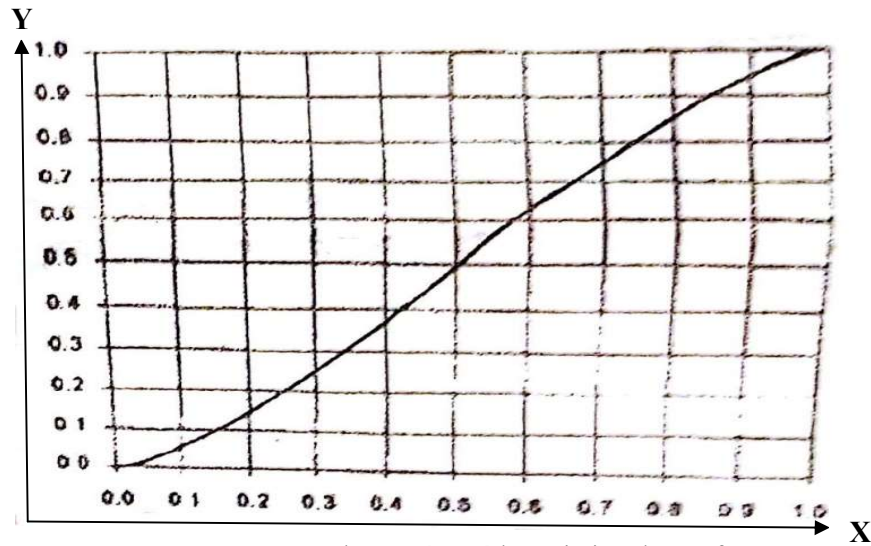


Figure V.2: Cette courbe représenté la variation des surfaces

Cette courbe représenté la variation du rapport  $Y = A_v/A_T$  on fonction de  $X = H_v/D$ .

On a calculé le rapport  $H_v/D$ , et d'après la courbe nous avons déterminé  $A_v/A_T$ , afin d'obtenir la valeur de  $A_v$ .

#### V.4.Vérification de la fiabilité de la méthode de calcul

Le calcul de dimensions le ballon de séparateur est basé sur les données suivantes

**Tableau V.4:** Les Données de calcul [1]

	Ballon de séparateur
$\rho_v$ en (kg /m <sup>3</sup> ) à t = 44c° à partir Hysis Figure IV.9	37.24
$\rho_L$ en (kg /m <sup>3</sup> ) à t = 44c° à partir Hysis Figure IV.9	551.2
P en (psig) à partir Hysis Figure IV.9	463.5
W <sub>v</sub> en (kg/h) à partir Hysis Figure IV.9	6.905 e <sup>5</sup>
W <sub>L</sub> en (kg/h) à partir Hysis Figure IV.9	3.27 e <sup>5</sup>

On a refait le calcul des données du design selon la méthode citée au-dessous afin de vérifier la fiabilité de ce dernier les résultats sont représentés

**Tableau V.5 :** Paramètres de ballon séparateur

Données dans ballon de séparateur	Résultat
K en (m/s) / par GPSA Handbook	0.08
U <sub>T</sub> en (m/s) / formule V. 1 p 41	0.2972
U <sub>V</sub> en (m/s) / formule V.2 p 41	0.2229
Q <sub>V</sub> en m <sup>3</sup> /s / formule V.3 p 41	5.15
Q <sub>L</sub> en m <sup>3</sup> /min / formule V.4 p 41	3.27

Le

diamètre du ballon de séparateur dans le calcul est basé sur le temps rétention de liquide et le temps d'alarme et le rapport (L/D). Le nouveau diamètre calculé est représenté dans le tableau ci-dessous :

**Tableau V.6 :** Dimensionnement de diamètre de ballon de séparateur

Paramètres dans ballon de séparateur	Résultat
T <sub>H</sub> en (s) à partir le tableau V.2 p 43	5
T <sub>s</sub> en (min) à partir le tableau V.2 p 43	3
V <sub>H</sub> en m <sup>3</sup> / formule V.5 p 41	16.35
V <sub>S</sub> en m <sup>3</sup> / formule V.6 p 41	9.81
La rapporte (L/D) à partir le tableau V.1 p 42	4
D en m / formule V.7 p 41	2.8

On termine le calcul de la longueur et la longueur minimale par la même méthode. ce dernier est basé sur HLLL et HV et AV et AT pour ce la on a utilisé QV, UV, VH, VS la nouvelle longueur est représenté comme ca :

**Tableau V.7:** Dimensionnement la longueur et longueur minimale de ballon de séparateur

Données dans ballon de séparateur	Résultat
AT en m / par formule V.8 p 42	4.15
HLLL en m / par formule V.9 p 42	0.2
ALLL en m a partir FigureV.2et tableau V.3 p 44	0.5
H <sub>V</sub> en m / par formule V.10 p 42	0.48
A <sub>V</sub> en m a partir FigureV.2et tableau V.3 p 42	0.9
L en m / par formule V.11 p 42	9.51
∅ en s / par formule V.12 p 42	2.15
U <sub>V</sub> A en m/s / par formule V.13 p 42	5.72
L <sub>min</sub> en m / par formule V.14 p 42	12.29

La même chose pour le calcul de L, il faut passer par les paramètres suivants de 8 à 13 .Pour vérifier, la fiabilité de notre résultats on passe par le calcul de 14 et 15 pour attendre à L<sub>min</sub>

**Remarque :**

Si L<sub>min</sub> > L donc augmenter la valeur de H<sub>v</sub> et répéter les calculs.

Alors, Dans notre cas nous avons trouvé L<sub>min</sub>= 12.29 et L= 9.51 c'est le cas de L<sub>min</sub> > L, donc on doit répéter les calculs à partir de l'étape ... et les résultats trouvé sont regroupé dans le tableau suivant :

Tableau V.8. Répétition du calcul avec l'augmentation de  $H_v$ 

$H_v$	$H_v/D$	$AV/AT$	$AV$	$L$	$\emptyset$	UVA	$L_{min}$
0.65	0.23	0.17	1.04	10	2.9	4.95	14.35
0.70	0.25	0.20	1.23	10.58	3.14	4.18	13.12
0.75	0.26	0.21	1.29	10.73	3.36	3.99	13.40
0.80	0.28	0.24	1.47	11.23	3.58	3.50	12.53
0.90	0.32	0.27	1.66	11.81	4.03	3.10	12.45
1	0.35	0.3	1.84	12.42	4.48	2.72	12.45
1.1	0.39	0.38	2.33	14	4.93	2.21	10.89

Comme indique le tableau précédant, l'augmentation de la valeur de  $H_v$  aboutir dans le 7eme cas à une valeur de  $L$  qui est égale à 14 supérieur a  $L_{min}$  qu'est égale 10.89, Alors on conclure que ce dimensionnement est acceptable

**Remarque :** CAS 7  $\Rightarrow L > L_{min}$  dimensionnement acceptable

**V.4.1.Recalculer  $L/D$  :**  $L/D = 5 \Rightarrow 1.5 < L/D < 6$

Afin de vérifier qu'un tel dimensionnement est acceptable nous avons utilisé le rapport  $L/D$ , un tel rapport quand-t-elle est compris entre 1.5 et 6 donc le dimensionnement est acceptable et dans notre étude le rapport  $L/D = 14/2.8 = 5$ .

V.5 .Indication des dimensions actuelles et celles du design sur le schéma de séparateur :

On a refait le calcul des données du design selon la méthode cités au dessous afin de vérifier la fiabilité de ce dernier les résultats sont représentés sur le figure et le tableau suivant :

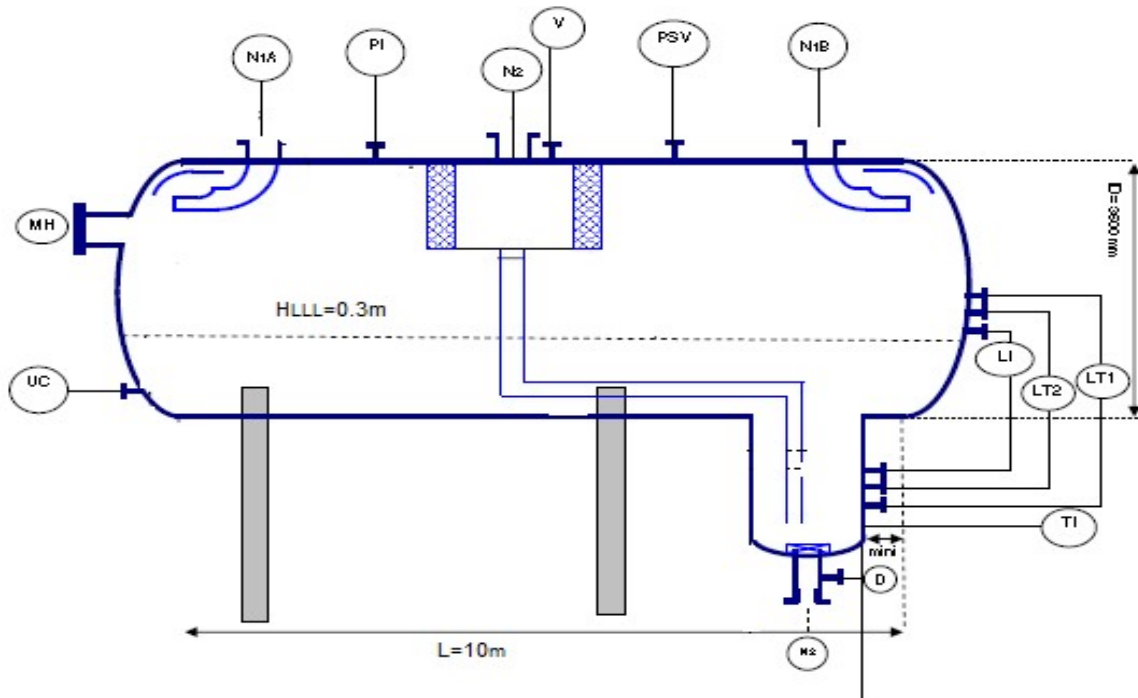


Figure V.3: Data sheet de ballon de séparateur cas design [1]

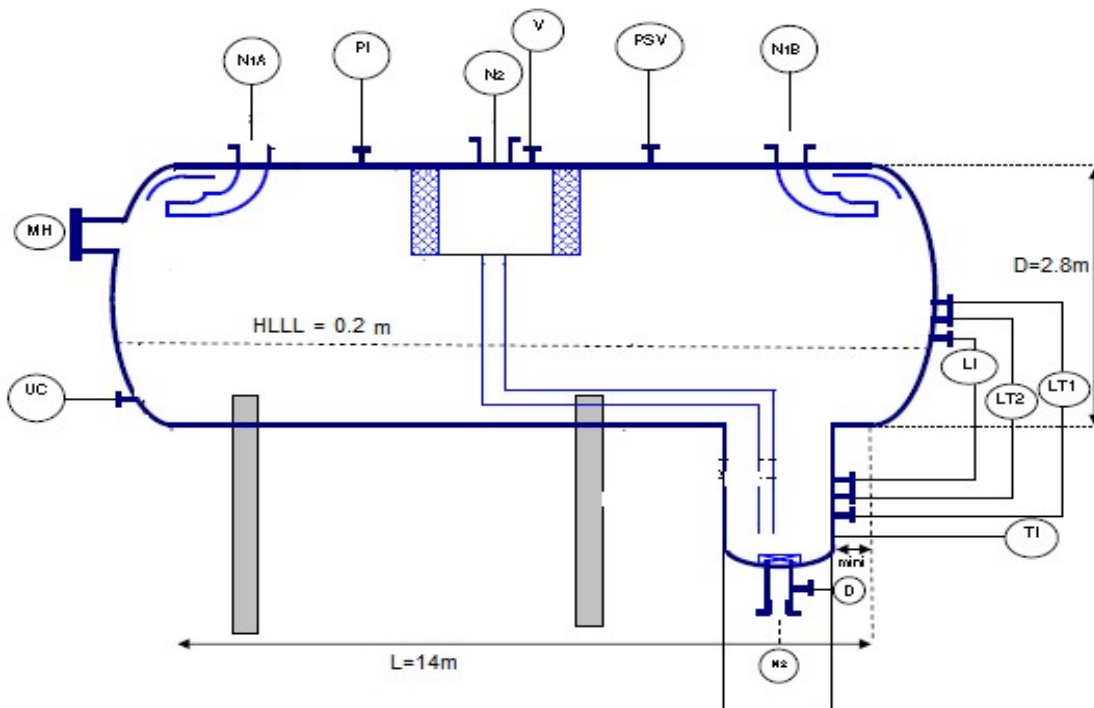


Figure V.4 : Data sheet de ballon de séparateur cas actuelle

Tableau V.9: Indication des dimensions actuelle et celles du design

Cas design de séparateur		Cas actuelle de séparateur		Cas écart	
Diametre en m	longeur en m	Diameter en m	longeur en m	D en m	L en m
3.6	10	2.8	14	-0.8	+4

### V.5.1. Comparaison entre la composition de vapeur actuelle et celles du design:

Afin de confirmer d'avantage qu'un tel séparateur prendre les nouvelles dimensions est fonctionne mieux qu'une séparateur de design, nous avons utilisé le logiciel HYSYS.

La figure V.5 présenté la fenêtre d'insertion des valeurs de L et D obtenu (les nouvelles dimensions)

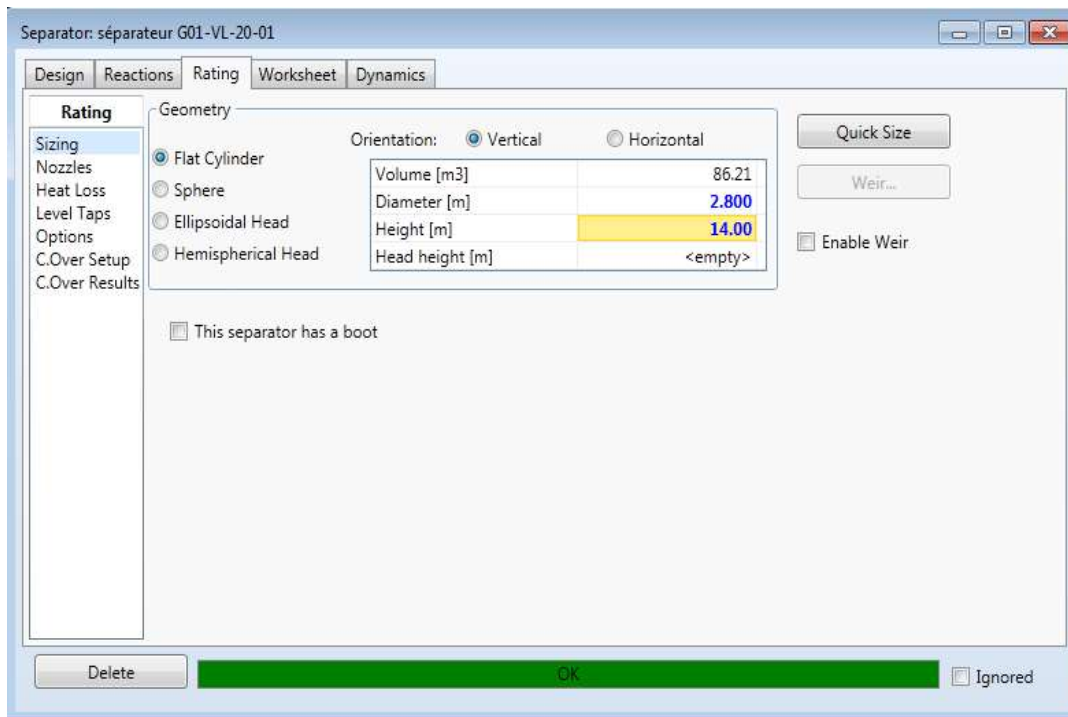
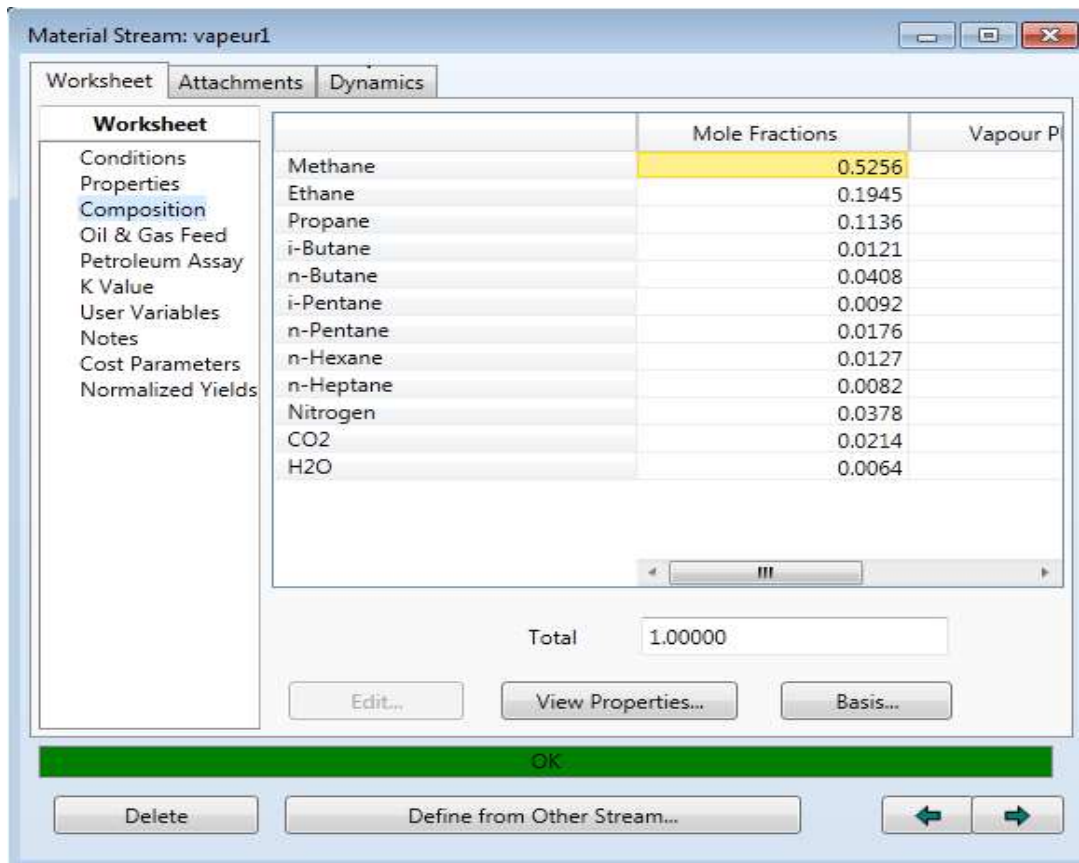


Figure V.5 : les nouvelles dimensions de séparateur

La figure V.6 présente les compositions du vapeur sortir du séparateur qui prendre les anciens dimensions



	Mole Fractions	Vapour P
Methane	0.5256	
Ethane	0.1945	
Propane	0.1136	
i-Butane	0.0121	
n-Butane	0.0408	
i-Pentane	0.0092	
n-Pentane	0.0176	
n-Hexane	0.0127	
n-Heptane	0.0082	
Nitrogen	0.0378	
CO2	0.0214	
H2O	0.0064	

Total: 1.00000

Buttons: Edit..., View Properties..., Basis..., OK, Delete, Define from Other Stream..., Left Arrow, Right Arrow

Figure V.6: La charge design de vapeur

La figure V.7 présente les compositions du vapeur sortir du séparateur qui prendre les nouvelles dimensions

Material Stream: Vapeur

Worksheet Attachments Dynamics

**Worksheet**

Conditions  
Properties  
Composition  
Oil & Gas Feed  
Petroleum Assay  
K Value  
User Variables  
Notes  
Cost Parameters  
Normalized Yields

	Mass Fractions	Vapour P
Methane	0.3403	
Ethane	0.2287	
Propane	0.1830	
i-Butane	0.0232	
n-Butane	0.0740	
i-Pentane	0.0167	
n-Pentane	0.0293	
n-Hexane	0.0157	
n-Heptane	0.0063	
Nitrogen	0.0430	
CO2	0.0376	
H2O	0.0022	

Total 1.00000

Edit... View Properties... Basis...

OK

Delete Define from Other Stream... ← →

**Figure V.7:** La charge actuelle de vapeur

On remarque que la teneur en H<sub>2</sub>O dans le vapeur qui sortie de séparateur de design est égale 0.0022 et après l'amélioration des dimensions cette valeur est diminué jusqu'à 0.0015.

D'après les valeurs de la teneur en eau obtenu à partir de la simulation avec le logiciel HYSYS, on peut déduire que les nouvelles dimensions de longueur = 14m et de diamètre 2.8m du séparateur est aboutir à un gaz plus sec que l'ancien modèle.

# **CONCLUSION GENERALE**

## CONCLUSION GENERALE

A travers cette étude de redimensionnement du ballon de séparation, nous avons démontré à quel point la séparation gaz-liquide est importante pour un bon fonctionnement de l'unité de compression du GPL ZCINA.

La récupération de l'eau est protéger les équipements des dommages et effets secondaires causant l'obturation de certains ouvrages ou la détérioration de certains appareils. Cela conduit à la diminution des maintenances préventives.

A la fin de cette étude nous concluons le résultat suivant :

Conformément à ce que nous souhaitons réaliser, ces différents travaux de master nous ont conduits à l'application de la méthode théorique afin de changer l'ancien paramètre de séparateur de longueur  $L= 10$  m et de diamètre  $D= 3.6$  m par des nouvelle dimensions de  $L=14$  m et  $D=2.8$  m.

Cependant, ces nouvelle dimensions sont révélé une activité de séparation plus efficace tout ça on accord avec les résultats de simulation par le logiciel HYSYS qui nous avons trouvé que la teneur en eau est diminué de **0.0064 jusqu'à 0.0022** ce que nous permettant d'obtenir un gaz plus sec.

En fin, Les résultats des cette étude montrent que le fonctionnement du ballon de séparation peut s'améliorer en le redimensionner.

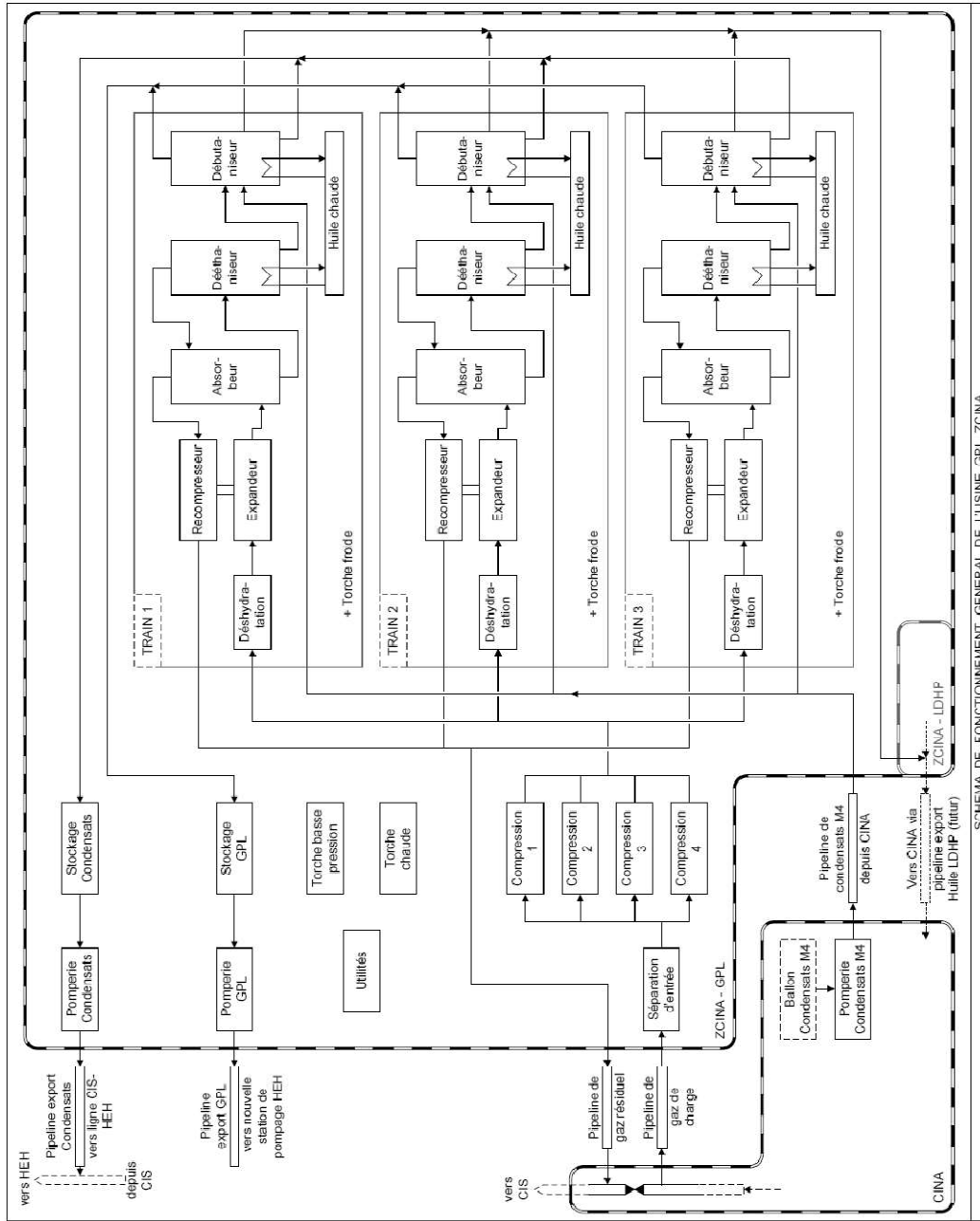
# **Bibliographies**

## **Bibliographies :**

- [1]. Manuel opératoire d'exploitation ZCINA.
- [2]. F-ztlatikite: « Sumposium Binnal» 1997.volume I  
Session 2: (la chaîne des GPL: de la production des GPL à leur utilisation).
- [3]. Manuel opératoire de l'unité GPL-1 Hassi Messaoud.
- [4]. Support de Formation: EXP-PR-EQ080-FR Dernière Révision0.1: 11/04/2007 TOTAL
- [5]. W.Y.SVRCEK / W MONNERY GPSA Hundbook « Engineering data book » Chemical Engineering Progress. Octobre 1993 page (53 à 60)
- [6] Jean-Pierre Favennec Livre « le raffinage du pétrole, exploitation et gestion de la raffinerie »Vol 5 Edition TECHNIP mai 2000
- [7] Revue « bilan énergétique national de l'année 2011 Edition 2012 ».
- [8] **M. TALBI Hamou M.YAHIA CHERIF Bilal** OPTIMISATION DES PARAMETRES DE MARCHE D DEBUTANISEUR DE L'UNITE DE TRAITEMENT GPL/LDHP ZCINA-HASSI MESSAOUD. Projet professionnel de fin de formation Pour l'obtention du diplôme d'ingénieur spécialisé en exploitation des hydrocarbures. Février 2016
- [9] - Penin, R;et Scharff, J.P : «Chimie industrielle» 1995. Volume I. France. P (211-234)
- [10] - Proskourikov, v; et Drabkine, A: «La chimie du pétrole et du gaz» 1993. Edition MiriMoscou. P (164-182)
- [11] Dr ku Syahidah ku Ismail et Cik hafizah Mod Jahor , HYSYS simulation manual , 2016  
( 2 ,5)

# Annexe

Annexe A: Schéma bloc de l'usine GPL ZCINA

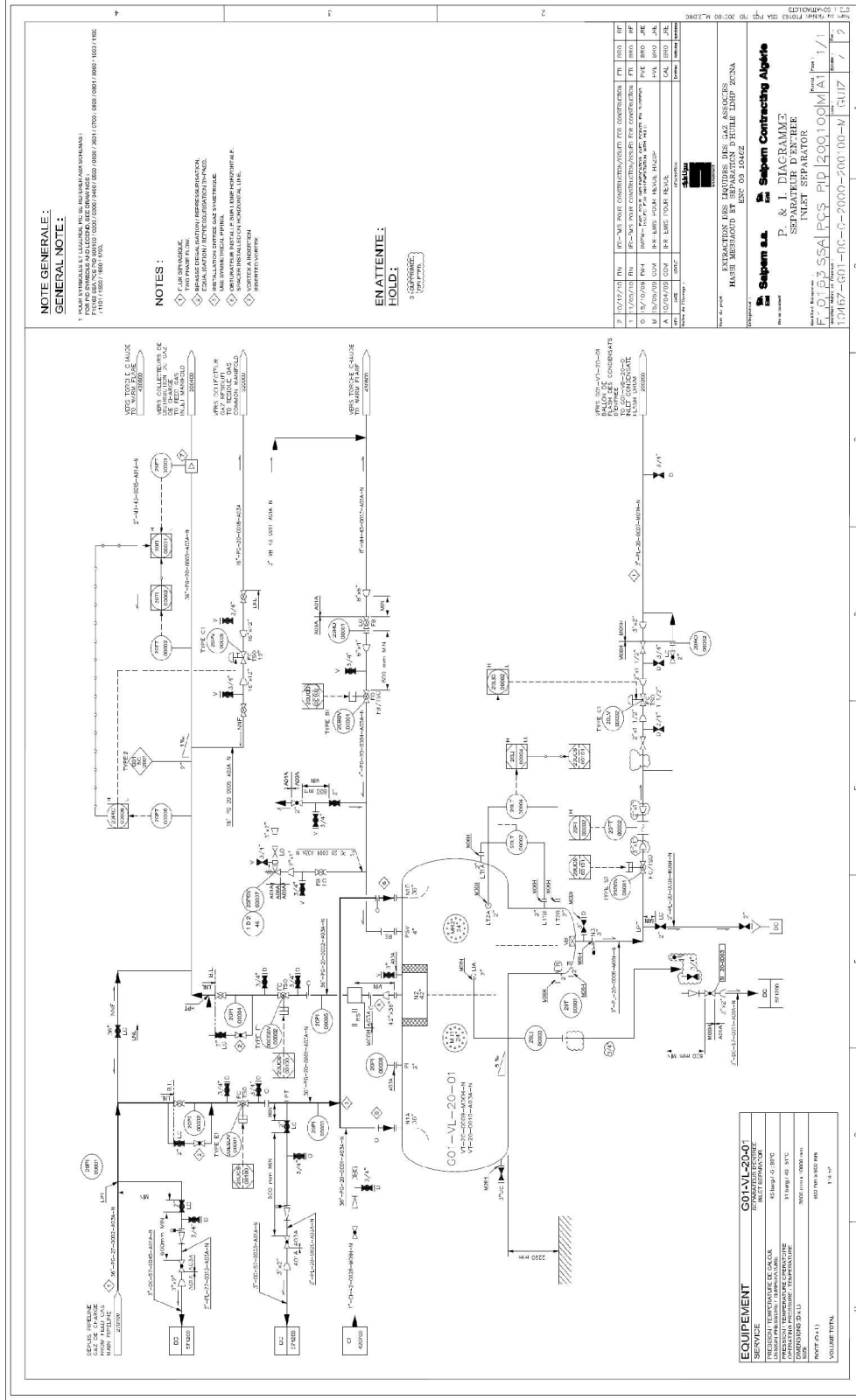


SCHEMA DE FONCTIONNEMENT GENERAL DE L'USINE GPL ZCINA

Annexe B: Caractéristiques principales des équipements :

Equipement		G01-VL-20-01	G01-VD-20-01
Service		Séparateur d'entrée	Ballon de flash des condensats d'entrée
Pression opératoire	barg	30.8	4
Température opératoire	°C	40 - 51	51
Pression de calcul	barg	45	8.8
Température de calcul (min / max)	°C	- 5 / 90	- 5 / 90
Dimension (D/L)	mm	3 600 / 10 000	900 / 2 250

# Annexe C: Schéma de la séparateur d'entrée



## Annexe D : Data sheet de la séparateur d'entrée

	<b>EXTRACTION DES GPL HASSI MESSAOUD ET SEPARATION D'HUILE LDHP ZCINA - ALGERIE</b>						Date : 08/07/2009
	<b>BALLON / DRUM</b>						Rev. : 1
	<b>FEUILLE DE DONNEES PROCEDE / PROCESS DATA SHEET</b>						Page : 3 / 5
Ref.	F10163	SSA		PCS	DTS	000039-M	
	Job code	Origin	Unit code	Discipline	Type of doc.	Chrono	

1	UNIT SECTION ( NUMBER / NAME )										20					
2	REPERE / TAG NUMBER										G01-VL-20-01					
3	SERVICE										SEPARATEUR D'ENTREE / INLET SEPARATOR					
4	PID REFERENCE										F10163-SSA-PCS-PID-2001-00-M					
5	TYPE										SEPARATEUR 2 PHASES / 2 PHASES SEPARATION		ORIENTATION		HORIZONTAL	
6	FLUIDE ET CONDITIONS OPERATOIRES / FLUID AND OPERATING CONDITIONS															
7	FLUIDE / FLUID				GAZ / GAS				CONTAMINANTS				-			
8	PRESSION DE SERVICE / OPERATING PRESSURE				(1)	30,8	barg	CHEMICAL INJECTION				-				
9	TEMPERATURE DE SERVICE / OPERATING TEMPERATURE					40 - 51	°C	CO <sub>2</sub>				1,86 mol%				
10	MASSE VOLUMIQUE LIQUIDE / LIQUID DENSITY					997	kg/m <sup>3</sup>	H <sub>2</sub> S				- mol%				
11	ABRASION, CORROSION, CAUSE / EROSION, CORROSIVE DUE TO					CO <sub>2</sub> / H <sub>2</sub> O (6)		CHLORIDE				- mg/l				
12	INFLAMMABLE - EXPLOSIF / FLAMMABLE - EXPLOSIVE					Inflammable / Flammable		O <sub>2</sub>				- ppb				
13								OTHER				-				
14	DONNEES DE CONSTRUCTION / DESIGN DATA										NOTES / REMARKS					
15	PRESSION DE CALCUL / DESIGN PRESSURE				(1)	45	barg	(1) Pression donnée en phase gas (sans hauteur statique liquide) /								
16	VIDE / DEPRESSION DE CALC. / DESIGN VACUUM PRESS.					NON / NO	bara	Pressure of gas phase (without liquid static head).								
17	TEMPERATURE DE CALCUL / DESIGN TEMPERATURE MIN. / MAX.					-5 / 90	°C	(2) Par Département MAE si non rempli / By MAE Department if left blank								
18	VOLUME TOTAL					114,2	m <sup>3</sup>	(3) Par département tuyauterie / By piping department								
19	OPERAT. BETWEEN LLL AND HLL					21,85	m <sup>3</sup>	(4) Internes / Internals :								
20								- Défecteur d'entrée avec plaque d'usure /								
21	CONDITIONS EXCEPTIONNELLES (NETTOYAGE A LA VAPEUR, DEPRESS....) / EXCEPTIONAL CONDITIONS (STEAM OUT, DEPRESSURIZATION)							Inlet diverter with elbow and antierosion plate								
22	CASE					PRESSION / PRESS. (barg)		TEMPERATURE (°C)								
23	DEPRESSURIZATION															
24																
25																
26	MATERIAU / MATERIAL (2) CS / SS (7)				NACE (2)	NON / NO		(5) Les niveaux LLL et LSL sont dans le boot / LSL and LLL levels are located in the boot								
27	SUREPAISSEUR DE CORROSION / CORROSION ALLOWANCE (2)					3	mm	(6) Présence d'anti-corrosion (Amine filmants) / With corrosion inhibitor (filming amine)								
28	DETENSIONNEMENT POUR RAISON PROCESS / STRESS RELIEF FOR PROCESS REASONS ONLY (i.e. H2S)					NON / NO		(7) L'appendice est en SS ; le ballon est en CS + revêtement								
29	1							Interne / Boot to be in SS ; vessel to be in CS + internal lining								
30	1							(8) Dans la phase liquide / In liquid phase								
31	1							(9) 1 transmetteur de niveau pour LSL / 1 level transmitter for LSL								
32	1							(10) Par le département instrumentation / By instrumentation department								
33	1							(11) Tubulures en dessous du HLL en SS / Nozzles below HLL in SS								
34	1							(12) A confirmer / To be confirmed later								
35	TUBULURES / NOZZLES															
36	REPERE / MARK	QUANT.	DN / NOM. SIZE (")	RATING	FACING	SERVICE										
37	N1 A/B	2	36	300#		Entrée / Inlet										
38	N2	1	42	300#		Sortie gaz / Gas outlet										
39	1	N3	1	3	600 # (11)	Sortie liquide / Liquid outlet										
40	1	UC	1	3	600 # (11)	Utilités / Utility										
41	1	V	1	3	300#	Event / Vent										
42	1	D	1	3	600 # (11)	Drain										
43	1	PSV	1	1.5 (12)	300#	PSV										
44	1	MH	1	24	300#	Trou d'homme / Man hole										
45	1	LT1 A/B	2	(10)	(11)	LT (pour contrôle / for control)										
46	1	LT2 A/B	2	(10)	(11)	LT (9)										
47	1	LI A/B	2	(10)	(11)	LI										
48	1	PI	1	(10)	(11)	PI										
49	1	TI	1	(10)	(11)	TW (8)										
50																
51																
52																
53																
54																
55																
56																
57																
58																
59																
60																
61																
62																
63																
64																
65																
66																
67																
68																
69																
70																
71																
72																
73																
74																
75																
76																
77																
78																
79																
80																
81																
82																
83																
84																
85																
86																
87																
88																
89																
90																
91																
92																
93																
94																
95																
96																
97																
98																
99																
100																
101																
102																
103																
104																
105																
106																
107																
108																
109																
110																
111																
112																
113																
114																
115																
116																
117																
118																
119																
120																
121																
122																
123																
124																
125																
126																
127																
128																
129																
130																
131																
132																
133																
134																
135																
136																
137																
138																
139																
140																
141																
142																
143																
144																
145																
146																
147																
148																
149																
150																
151																
152																
153																
154																
155																
156																
157																
158																
159																