



République Algérienne Démocratique et Populaire



Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université d'El Oued

Faculté des sciences et de la Technologie

Département des sciences et de la Technologie

# Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de

## Master

Filière : Génie des Procédés

Option : Raffinage et Pétrochimie

### Simulation et optimisation de topping par une colonne pré-distillation

Soutenu le 24/06/2014

Présenté par :

- ✓ Soltane abdelhak
- ✓ Laib brahim

DEVANT LE JURY

Président	Guerram abdelmadjid	Professeur	Université d'El Oued
Examineur	Chaabiah Nacer	M.A.B	Université d'El Oued
Directeur de mémoire	Lati moukhtar	M.A.B	Université d'Ouargla
Co -rapporteur	Abdelgani serouti	M.C.A	Université d'El Oued

Promotion: 2014

## Résumé

Les installations de raffinages qui travail avec un ballon de flash tel que la raffinerie d'Alger, ont un problème dans l'étouffement de la colonne de distillation atmosphérique à cause de trois paramètres qui sont la température, la pression et le débit

Notre travail consite à éliminer cette étouffement en changeant le ballon flash par un pre distillateur et d'étudier l'effet de changement sur ces parametres par la simulateur ASPEN HYSYS 7.2 . Les résultats obtenus dans une installation avec le pré distillation est meilleur que dans une installation avec le ballon flash.

**Mots clés :** distillation atmosphérique, ballon flash, colonne pré distillation, températures, pression, débit.

## ملخص

تعاني مصافي التكرير من اضطرابات على مستوى العمود الأساسي للتقطير، مصفاة الجزائر مثلا، و يعود ذلك

لثلاث عوامل وهي الحرارة والضغط والتدفق

و للقضاء على هذا المشكل قمنا بتغيير عمود فلاش بعمود ما قبل التقطير، ودرنا تأثير التغير على العوامل

الثلاثة المسماة سابقا و هذا باستعمال برنامج المحاكاة ASPEN HYSYS 7.2 . أظهرت النتائج المتحصل عليها

إن إضافة عمود ما قبل التقطير أفضل من عمود فلاش.

الكلمات المفتاحية: التقطير الجوي، عمود فلاش، عمود ما قبل التقطير ، الحرارة ، الضغط ، التدفق .

# Remerciement

**Rien ne va de soit, rien n'est donné, tout est construit.**

*Au terme de ce travail, nous tenons à remercier vivement notre encadreur M<sup>r</sup> **Moukhtar Lati et Abdelgani Soroti**, pour nous avoir défini et orienté le sujet, pour son collaboration, son suivi, a serviabilité et ses conseils, sans lui le présent travail n'aurait pu être effectué.*

*De nombreuses personnes ont participé à notre formation Scientifique, depuis la première année préparatoire jusqu'à la deuxième année master.*

*Enfin, nous remercions tous ceux qui ont contribué à la réussite de ce projet, et que tous aux qui nous ont involontairement oublié trouvent ici l'expression de notre gratitude.*

# *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail*

*A*

*Mon père qui est partie à l'autre monde  
Ma mère qui m'a encouragé de près et de loin  
et qui m'a aidé pour terminer ce travail*

*Mes frères : Abdeldjabbar, Souhaib  
Mes sœurs*

*Mes amis : Aoun Laib, , youcef Hariz Bekkar, Saddam Mhaoua, , Taher Gedeiri, Mohamed Saleh Laib, Mohamed Rida Gedeiri, Abdalahi Faridg, Moussa Laib, Younes Srotti, Amar Belhadeh, Taher Gedeiri, Rimi Brahim, , Dridi Imad, amar mekhiber, halim boukocha, mbarek nemssi.*

*Mon Binôme : Brahim*

*Soltane Abdelhak*

# *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail*

*B*

*Mes parents qui m'ont encouragé de près et de loin  
et qui m'ont aidé pour terminer ce travail*

*Mes frères : Aoun ;Mouhamed. Moussa;Abdelrahman ;mehrez,yousef sdik*

*Mes sœurs*

*Mes amis :, Taher Gedeiri , Rimi Brahim, Mohamed Rida Gedeiri, Abdalah Faredg, Dridi  
Imad , amar mekhiber ,halim boukocha ,mbarek,nemssi .*

*Mon binôme : Abdelhak*

*Laib Brahim.*

## Table des matières

	Résumé	<b>I</b>
	Remerciement	
	Dédicace	
	Sommaire	<b>II</b>
	Liste des Figures	<b>III</b>
	Liste des Tableaux	<b>VI</b>
	INTRODUCTION GENERALE	<b>1</b>
	CHAPITRE I	
<b>I</b>	Le pétrole brut	<b>2</b>
<b>I.1</b>	Introduction	<b>2</b>
<b>I.2</b>	Définition	<b>3</b>
<b>I.3</b>	Composition du pétrole brut	<b>3</b>
<b>I.3.1</b>	Les hydrocarbures paraffiniques « Alcanes »	<b>3</b>
<b>I.3.2</b>	Hydrocarbures naphthéniques « Cycloalanes »	<b>4</b>
<b>I.3.3</b>	Hydrocarbures aromatiques	<b>4</b>
<b>I.3.4</b>	Hydrocarbures insaturés (oléfines)	<b>4</b>
<b>I.3.5</b>	Composés oxygénés	<b>4</b>
<b>I.3.6</b>	Composés azotés	<b>4</b>
<b>I.3.7</b>	Substances résineuses et asphaltiques	<b>5</b>
<b>I.3.8</b>	Substances minérales	<b>5</b>
<b>I.4</b>	Caractéristiques du pétrole brut	<b>5</b>
<b>I.5</b>	Le raffinage	<b>7</b>
<b>I.5.1</b>	Le raffinage dans le monde	<b>7</b>
<b>I.6</b>	Présentation de la raffinerie d'Algérie	<b>8</b>
<b>I.6.1</b>	Historique	<b>8</b>
<b>I.6.2</b>	Les différentes unités de la raffinerie d'Alger	<b>8</b>
<b>I.6.2.1</b>	Raffinerie d'Alger	<b>8</b>
<b>I.6.2.2</b>	Raffinerie de Skikda	<b>9</b>
<b>I.6.2.3</b>	Raffinerie d'Arzeiw	<b>9</b>

<b>I.6.2.4</b>	Raffinerie de Hassi-Messaoud N°1	<b>10</b>
<b>I.6.2.5</b>	Raffinerie de Hassi-Messaoud N°2	<b>10</b>
<b>I.6.2.6</b>	Raffinerie d'In- Aménas	<b>10</b>
<b>I.6.2.7</b>	Raffinerie d'Adrar	<b>10</b>
	<b>CHAPITRE II</b>	
<b>II</b>	Description du procédé	<b>13</b>
<b>II.1</b>	Introduction	<b>13</b>
<b>II.2</b>	Définition	<b>13</b>
<b>II.3</b>	Distillation des mélanges complexes	<b>13</b>
<b>II.4</b>	Types de distillation de mélanges complexes	<b>14</b>
<b>II.4.1</b>	Distillation progressive simple	<b>14</b>
<b>II.4.2</b>	Distillation ASTM (American Society for Testing Materials)	<b>15</b>
<b>II.4.3</b>	Distillation parfait (TBP)	<b>15</b>
<b>II.4.4</b>	Distillation à l'échelle industrielle	<b>15</b>
<b>II.5</b>	Fonction TOPPING	<b>16</b>
<b>II.5.1</b>	Description du procédé TOPPING	<b>17</b>
<b>II.6</b>	la distillation atmosphérique	<b>19</b>
<b>II.6.1</b>	Description de la colonne de distillation	<b>20</b>
<b>II.6.1.1</b>	Zone de flash ou d'expansion	<b>20</b>
<b>II.6.1.2</b>	Zone de rectification	<b>20</b>
<b>II.6.1.3</b>	Zone de d'épuisement	<b>20</b>
<b>II.7</b>	Types d'installation de distillation initiale du pétrole	<b>22</b>
<b>II.7.1</b>	Unité de distillation atmosphérique avec une seule colonne	<b>22</b>
<b>II.7.2</b>	Unité de distillation atmosphérique avec pré-distillation	<b>23</b>
<b>II.7.3</b>	Unité de distillation atmosphérique avec un ballon de flash	<b>24</b>
	<b>CHAPITRE III</b>	
<b>III</b>	Introduction	<b>26</b>
<b>III.1</b>	Méthodologie	<b>26</b>
<b>III.1.1</b>	préparation le brut	<b>26</b>
<b>III.1.2</b>	Données de départ	<b>26</b>
<b>III.1.3</b>	Modélisation	<b>30</b>
<b>III.1.3.1</b>	Méthode de détermination de travaille par HYSYS	<b>30</b>

<b>III.1.3.2</b>	Simulations par logiciel HYSYS	<b>30</b>
<b>III.1.3.2.1</b>	Première Méthode	<b>32</b>
<b>III.1.3.2.2</b>	Deuxième Méthode	<b>33</b>
<b>III.2</b>	Présentation et analyse de résultats	<b>34</b>
<b>III.2.1</b>	Présentation de résultat pour ballon flache et pré distillation	<b>36</b>
<b>III.2.1.1</b>	Présentation de résultat la courbe TBP ballon flash et pré distillation	<b>38</b>
<b>III.2.1.2</b>	Comparaison des paramètres des compositions de production de deux procédés	<b>39</b>
	CONCLUSION GENERALE	<b>42</b>
	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	
	ANNEXE	

<b>Figure</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>I.1</b>	Les raffineries en Algérie	<b>12</b>
<b>II.1</b>	Schéma dessalage et distillation atmosphérique du brut	<b>17</b>
<b>II.2</b>	Installation de distillation atmosphérique dans une seule colonne	<b>23</b>
<b>II.3</b>	Installation de distillation atmosphérique avec pré flash	<b>24</b>
<b>II.4</b>	Installation de distillation atmosphérique avec un ballon de flash	<b>25</b>
<b>III.1</b>	Fenêtre du logiciel HYSYS	<b>30</b>
<b>III.2</b>	L'espace de la corrélation HYSYS	<b>31</b>
<b>III.3</b>	Schéma de distillation atmosphérique avec un ballon de flash	<b>32</b>
<b>III.4</b>	Schéma de distillation atmosphérique avec pré-distillation	<b>33</b>
<b>III.5</b>	Courbe TBP pour pétrole brut	<b>34</b>
<b>III.6</b>	Courbe la densité pour le pétrole brut	<b>34</b>
<b>III.7</b>	Courbe de la viscosité 1et 2 de pétrole brut	<b>35</b>
<b>III.8</b>	Courbe de la Poids Moléculaire pour pétrole brut	<b>35</b>
<b>III.9</b>	Caractéristique la Températures pour le de deux procédés	<b>36</b>
<b>III.10</b>	Caractéristique la pression pour le de deux procédés	<b>37</b>
<b>III.11</b>	Débits molaires pour les deux procédés	<b>37</b>
<b>III.12</b>	Courbe TBP ballon flash et pré distillation pour la phase vapeur	<b>38</b>
<b>III.13</b>	Courbe TBP ballon flash et pré distillation pour la phase liquide	<b>38</b>
<b>III.14</b>	Températures des fractions de deux procédés	<b>39</b>
<b>III.15</b>	Pressions des fractions de deux procédés	<b>40</b>
<b>III.16</b>	Débits des fractions de deux procédés	<b>40</b>

<b>Tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>I.1</b>	Des exemples des paraffinée	<b>4</b>
<b>III.1</b>	Les conditions d' alimentation	<b>26</b>
<b>III.2</b>	Fraction molaire de la composition	<b>26</b>
<b>III.3</b>	Distillation TBP du pétrole brut	<b>27</b>
<b>III.4</b>	Caractéristiques de gravité	<b>27</b>
<b>III.5</b>	Caractéristiques de la viscosité	<b>27</b>
<b>III.6</b>	Propriété de brut	<b>28</b>
<b>III.7</b>	Vapeur Streams information	<b>28</b>
<b>III.8</b>	Valeurs initiales estimées	<b>28</b>
<b>III.9</b>	Spécification de la colonne distillation	<b>28</b>
<b>III.10</b>	point du coup à partir 100 f°	<b>29</b>
<b>III.11</b>	Paramètre la colonne pré distillation	<b>29</b>
<b>III.12</b>	Caractéristique de ballon flash	<b>36</b>
<b>III.13</b>	Caractéristique de colonne pré distillation	<b>36</b>
<b>III.14</b>	Paramétré du composant le brut flash pour ballon flash	<b>39</b>
<b>III. 15</b>	Paramètre et la composant le brut flash pour colonne pré distillation	<b>39</b>

## INTRODUCTION GÉNÉRALE

Le pétrole, en étant la première source d'énergie mondiale, fournissant près de la moitié de la demande totale d'énergie primaire, a fait que notre civilisation industrielle moderne en est dépendante, et cette dépendance se constate d'après son approvisionnement à grande échelle. Le raffinage a pour objectif de transformer par des opérations physico-chimiques des pétroles bruts d'origines diverses en carburants, combustibles, lubrifiants, bitumes, et de plus en plus en produits de base pour la pétrochimie. Pour se faire les raffineurs recourent à quatre types de traitements : la séparation, la conversion, l'amélioration, le mélange. Ces traitements varient en fonction de brut à traiter et des caractéristiques des produits qui sont liées au besoin spécifique du marché. L'émergence de nouveaux pôles industriels et l'accroissement du parc automobile ne font qu'augmenter la demande en produits énergétiques.

Le problème dans les installations de raffinages qui travail avec un ballon flash tel que la raffinerie d'Alger, est l'étouffement de la colonne de distillation ce qui cause:

- L'augmentation des températures au niveau des plateaux de soutirage notamment les plateaux de solvant lourd.
- Augmentation de la pression de la zone de flash.
- Dégradation de la qualité de fractionnement des vapeurs de tête.
- Une diminution de débit des produits.

Notre travail consiste à éliminer cette étouffement en changeant le ballon flash par un pre distillateur et de'étudier le changement de trois parametres qui sont la température, la pression et le débit.

Pour mieux comprendre notre mémoire on vous propose les chapitres suivants

- Le premier chapitre présent une généralité sur le pétrole brut et le raffinage.
- Le deuxième chapitre comporte une description générale de la procédé de distillation et la colonne de distillation.
- Le troisième chapitre est consacré aux essais de la simulation effectue par ASPEN HYSYS

## I. Le pétrole brut

### I.1. Introduction

Le visiteur qui franchit pour la première fois l'enceinte d'une raffinerie est tout d'abord frappé par l'importance et la complexité des unités; en outre, le caractère statique de l'ensemble et l'absence apparente de personnel laissent naître dans son esprit une impression de mystère.

De même, celui qui cherche à s'initier aux techniques pétrolières est toujours étonné par le caractère de multiplicité des différents éléments inhérents à cette industrie.

Que ce soit la matière première, le pétrole brut, contenant un nombre pratiquement infini de constituants, ou la gamme si variée des produits finis ou encore la diversité des techniques d'élaboration, sous tous ces aspects, le raffinage se présente comme un art complexe où chaque spécialité ne peut s'épanouir qu'en bonne harmonie avec sa voisine.

Sous cet angle, le raffinage s'apparente assez étroitement aux relations humaines, en ce sens qu'il est avant tout une science de compromis entre des impératifs divers et souvent contradictoires.

De plus, cette industrie de transformation est dynamique, donc moderne; la structure d'une raffinerie évolue constamment pour satisfaire la demande quantitative et qualitative d'un marché de l'énergie chaque jour plus exigeant.

Dans ces conditions, les temps d'amortissement du matériel doivent être très courts; la recherche de procédés nouveaux et l'amélioration des rendements demeurent un objectif permanent.

L'industrie du raffinage met en œuvre des techniques de séparation et de transformation permettant de produire à partir du pétrole brut l'éventail complet des produits commerciaux allant des gaz aux asphaltes et au coke.

L'ordonnancement logique des différentes opérations de traitement du brut constitue le schéma de fabrication dont l'élaboration nécessite la connaissance précise des éléments suivants

- Composition des pétroles bruts et des produits finis;
- Propriétés physico-chimiques des hydrocarbures et des fractions pétrolières;
- Techniques de séparation et de transformation [1].

## I.2 .Définition

Les pétroles bruts sont des mélanges complexes essentiellement composés de molécules, résultant de la combinaison d'atomes de carbone tétravalents et d'atomes d'hydrogène monovalents, d'où l'appellation d'hydrocarbures.

L'obtention des produits pétroliers répondant à des spécifications données nécessite une séparation préalable en différentes fractions ou coupes lesquelles doivent être purifiées ou subir des transformations ultérieures.

Les proportions des différentes fractions recueillies sont très variables et elles diffèrent d'un pétrole à un autre.

Les hydrocarbures constituent les éléments essentiels des pétroles bruts ; leurs molécules ne contiennent que du carbone et de l'hydrogène et se divisent en plusieurs familles chimiques selon leur structure[1].

## I.3.Composition du pétrole brut

Les éléments essentiels composant le pétrole sont le carbone (83 à 87%) l'hydrogène (11 à 14%) qui forment les divers groupements d'hydrocarbures.

Parmi les composants du pétrole, on compte également des composés d'oxygène, de soufre et d'azote (au total jusqu'à 6 ou 7%).

On a pu constater la présence dans les cendres du pétrole, de chlore, phosphate, silicium et des métaux tels que : K, Na, Ca, Fe, Ni....etc.

Les hydrocarbures contenus dans le pétrole appartiennent aux trois groupements principaux suivants :

- Les paraffines (alcanes) ou hydrocarbures saturés.
- Les naphthènes et les hydrocarbures aromatiques.[3]

### I.3.1.Les hydrocarbures paraffiniques « Alcanes » :

Ces hydrocarbures sont saturés ayant la formule générale «  $C_nH_{2n+2}$  », la teneur de ces hydrocarbures dans le pétrole brut est variable, si cette teneur supérieure ou égale à 50%, on dit que le pétrole est paraffiniques [3].

On distingue :

- ✓ Les paraffines gazeuses.
- ✓ Les paraffines liquides.
- ✓ Les paraffines solides.

*Tableau . I.1.Des exemples des paraffines[3]*

Densité	T <sub>ébullition</sub> °C	Masse molaire	Formule développée	Formule globale	Nom
0.260	-161.5	16.0	CH <sub>4</sub>	CH <sub>4</sub>	Méthane
0.377	-88.6	30.1	CH <sub>3</sub> —CH <sub>3</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	Ethane
0.508	-42.1	44.1	CH <sub>3</sub> —CH <sub>2</sub> —CH <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	Propane
0.585	-0.5	58.1	CH <sub>3</sub> —CH <sub>2</sub> —CH <sub>2</sub> —CH <sub>3</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	Butane

### I.3.2. Hydrocarbures naphténiques « Cycoalanes » :

Ce sont des hydrocarbures cycliques saturés ayant la formule générale C<sub>n</sub>H<sub>2n</sub>, ces hydrocarbures sont présentés dans le pétrole sous forme de dérivés du cyclohexane et cyclopentane, ils sont divisés en naphténiques monocycliques, bi-cyclique, polycycliques, si la teneur est environ 50% dans le pétrole, on dit qu'il est naphténique [3].


### I.3.3. Hydrocarbures aromatiques :

Ce sont des hydrocarbures cycliques non saturés de formule générale « C<sub>n</sub>H<sub>2n-6</sub> », ces hydrocarbures sont présentés dans le pétrole sous forme de (benzène, toluène, xylène) et leurs dérivés. Si la teneur de ces hydrocarbures est d'environ 35% dans le pétrole, on dit qu'il est aromatique[3].

### I.3.4. Hydrocarbures insaturés (oléfines) :

Le pétrole ne contient pratiquement pas d'hydrocarbures insaturés ; ils sont produits par le traitement des produits pétroliers dans les procédés thermiques et thermo catalytiques (vapocraquage, craquage thermique et craquage catalytique).

### I.3.5. Composés oxygénés :

Ces composés sont représentés dans le pétrole sous forme de phénol et des acides naphténiques —CH<sub>2</sub>-COOH, R-COOH. Leur teneur dans le pétrole est faible (1 à 2%)[3].

### I.3.6. Composés azotés :

Ce sont des composés hétérocycliques contenant l'élément d'azote, leur teneur dans le pétrole est d'environ 2,5%[3].

### I.3.7. Substances résineuses et asphaltiques :

Ces substances sont présentées dans le pétrole sous forme d'un mélange très complexe de composés hétérocycliques à noyau contenant le soufre, l'azote, l'oxygène et les métaux, leur teneur varie entre (10 à 20%)[3].

### **I.3.8.Substances minérales :**

Le pétrole brut contient de l'eau dont la combinaison donne une émulsion qui peut être stable, il contient aussi des sels et des impuretés [3].

### **I.4.Caractéristiques du pétrole brut :**

Le pétrole et les produits dérivés du pétrole sont des mélanges assez complexes d'hydrocarbures et de leur hétéro dérivé. L'analyse de tels mélanges par composés individuels demande beaucoup de temps.

Dans les calculs technologiques, lorsqu'il s'agit de déterminer la qualité de la matière de départ, des produits de raffinage et de la pétrochimie, on recourt donc souvent aux résultats de l'analyse technique ou industrielle.

Cette dernière consiste à déterminer certaines propriétés physico-chimiques et caractéristiques d'utilisation des produits pétroliers.

On se sert à cet effet de diverses méthodes d'analyses qui permettent dans leur ensemble de caractériser les propriétés de l'emploi des produits considérés dans différentes conditions d'utilisation, les relier avec la composition des produits analysés et recommander les conditions de leur emploi dans les meilleurs conditions de sécurité.

Les méthodes d'analyses les plus utilisées[1] :

Méthodes chimiques utilisant les procédés classiques de la chimie analytique

- ✓ Méthodes physiques : densité, viscosité, points de fusion, de congélation, et d'ébullition, chaleur de combustion, masse moléculaire, ainsi que quelques indices conventionnels (pénétration etc.)
- ✓ Méthodes physico-chimiques : colorimétrie, réfractométrie, différents types, de spectroscopies et de chromatographies etc ...
- ✓ Essais spéciaux des propriétés de l'emploi et de la composition des produits analysés (Indice d'octane, de cétane des combustibles pour moteurs, stabilité chimique des combustibles et des huiles, activité corrosive, points éclair et d'inflammation etc.).

Ces paramètres servent souvent à caractériser la qualité des produits finis ou intermédiaires des procédés de raffinage ou de pétrochimie[1].

#### a) Facteur de Caractérisation Kuop :

Le facteur de caractérisation Kuop « **Universal Oil Products Co** » a été introduit par les chercheurs de la société «UNIVERSAL OIL PRODUCT CO», il repose sur la constatation que la densité des hydrocarbures est liée à leur rapport (H/C) donc à leur caractère chimique et que leur point d'ébullition est lié à leur nombre d'atomes de carbone.

L'étude des relations entre la densité, la masse moléculaire, la température d'ébullition a déterminé un coefficient K qui permet de repérer le caractère chimique d'un hydrocarbure uniquement par la valeur de son KUOP.

Tout hydrocarbure sera représenté par un point, dont les coordonnées seront : sa densité et sa température d'ébullition normale. On remarque que les hydrocarbures d'une même famille se distribuent régulièrement le long de courbes caractéristiques.

$$K_{uop} = \frac{(T_b)^{1/3}}{sp\ gr_{60/60}} \dots\dots\dots (I.1)$$

$T_b$ : température dans le ballon de reflux .

**Sp gr** : spécifique gravité pour 60°C.

Le Kuop des hydrocarbures purs examinés est alors de :

- 13 pour les paraffines et iso ;
- 12 pour les hydrocarbures mixtes ou le cycle et la chaîne sont équivalents ;
- 11 pour les naphènes purs ou aromatique légèrement substitués ;
- 10 pour les aromatiques purs[1].

#### c) Composition de groupe des produits pétroliers :

Même les fractions pétrolières étroites sont, des mélanges assez complexes d'hydrocarbures et des leurs dérivés hétéros atomiques.

Dans la pratique industrielle, il suffit de connaître la quantité totale d'hydrocarbures de chaque classe.

L'industrie pétrolière pratique un certain nombre de méthodes qui permettent de déterminer la teneur en telles ou telles classes d'hydrocarbures (composition de groupe pour les essences et composition de groupe structurale pour les huiles et les résidus lourds).

Ces méthodes peuvent être chimiques, physico-chimiques , physiques.

- **Les méthodes chimiques** : elles prévoient une action chimique du réactif sur les hydrocarbures d'une classe déterminée (aromatiques ou alcènes), dont la quantité est révélée par la variation du volume ou par la quantité des produits issus de la réaction (nitration, sulfonation).
- **Les méthodes physico-chimiques** : sont l'extraction (des arènes par le gaz sulfureux, par le sulfate de diméthyle, par l'aniline, etc...) ; et l'adsorption de ces hydrocarbures sur le silicagel .
- **Les méthodes physiques** : elles concernent essentiellement les propriétés optiques.

Les méthodes précitées sont destinées non seulement à déterminer les quantités d'aromatiques, de cycloalcanes et d'alcanes dans un produit donné, mais aussi à examiner les combinaisons hybrides du point de vue de leur teneur en différentes unités structurales (noyaux aromatiques et alicycliques, substituant alcoyles) [1].

## I.5. Le raffinage

### I.5.1. Le raffinage dans le monde :

Le pétrole, en étant la première source d'énergie mondiale, fournissant près de la moitié de la demande totale d'énergie primaire, a fait que notre civilisation industrielle moderne en est dépendante, et cette dépendance se constate d'après son approvisionnement à grande échelle.

Connues depuis l'antiquité, les utilisations de ce dernier n'ont été qu'à des fins médicales. Ce n'est que dès le 15<sup>ème</sup> siècle qu'on a attribué au pétrole toutes les vertus. Et avec la révolution industrielle, qui entraîna à la recherche de nouveaux combustibles, les bouleversements sociaux qu'elle occasionna créèrent le besoin d'un pétrole peu onéreux et de bonne qualité pour les lampes.

Vers le milieu du 19<sup>ème</sup> siècle, de nombreux scientifiques mirent au point des procédés permettant d'en faire un usage commercial, ce qui forment les bases de raffinage.

Le raffinage a pour objectif de transformer par des opérations physico-chimiques des pétroles bruts d'origines diverses en carburants, combustibles, lubrifiants, bitumes, et de plus en plus en produits de base pour la pétrochimie. Le raffinage met en œuvre plusieurs procédés qui peuvent être résumés en trois grands types :

- Le premier comprend les techniques de séparation, tels que l'extraction, l'absorption, l'adsorption, et celle qui fait l'objet de notre étude, la distillation fractionnée ou le TOPPING, représentant la base fondamentale de raffinage.
- Le deuxième regroupe les techniques de la conversion par transformation

moléculaire, qui sous l'effet conjugué de la chaleur, la pression et un catalyseur (dans le cas d'une réaction catalytique).

- Le troisième groupe comprend les techniques des épurations et des finitions[2].

## **I.6. Présentation de la raffinerie d'Algérie**

### **I.6.1 Historique :**

Comme notre pays possède d'importante réserve en pétrole, elle est dans l'obligation de bâtir des complexes afin de permettre le traitement de cette richesse pour obtenir des produits de consommation et aussi ceux qui seront utiliser comme matière première dans d'autres secteurs.

### **I.6.2. Les différentes unités de la raffinerie d'Alger**

#### **I.6.2.1. Raffinerie d'Alger**

La raffinerie d'Alger est le premier et important complexe construit en Algérie, elle répond aux impératifs suivants :

- ✓ Traiter le pétrole de Hassi Messaoud.
- ✓ Satisfaire la consommation croissante en carburant du marché national précédemment couvert par les importations.

La création de ce complexe par sept actionnaires mondialement connu a été en décembre 1959. Le chantier fut ouvert en janvier 1960 sous la direction de la CFP.

Le démarrage de la raffinerie a eu lieu exactement le 19 février 1964.

Le complexe a coûté 2,7 million de centimes[6].

La production de SONATRACH, dans cette raffinerie a connu une progression constante :

- 10% en janvier 1968.
- 44% en janvier 1969.
- 80% en janvier 1970.
- 100% en janvier 1971.

La raffinerie d'Alger a pour but de traiter le pétrole brut de Hassi Messaoud afin de satisfaire essentiellement la demande en carburants du marché national et de l'exportation (Naphta et Fuel).

- Localisation : au centre ou du pays
- Unités :
  - ❖ Unité topping avec une capacité : 2.7 millions T/an ;

- ❖ Unité reforming : 16 000 bbl/j ;
- ❖ Unité gasplant : 178 800 T/an
- Production : GPL, essences, naphta, kérosène, gasoil et le fuel oil.
- Les carburants produits (62 % de la production ) sont destinés à la région Centre, le reste (Naphta et fuel BTS) est exporté[5].

### I.6.2.2. Raffinerie de Skikda

La raffinerie traite le pétrole brut provenant de Hassi Messaoud, et le brut réduit importé pour satisfaire la demande du marché intérieur et du marché extérieur.

- Localisation : Nord Est de l'Algérie
- Unités :
  - ❖ 02 topping 7.5 million T/an.
  - ❖ 02 unités reforming : 30 000 bbl/j.
  - ❖ 03 unités gaz plant : 655 000 T/an.
  - ❖ Unité Aromatiques : 191 000 T/an.
  - ❖ Unité Bitumes : 145 000 T/an.
- Production : GPL, essences, naphta, kérosène, gasoil, fuels, aromatiques et bitumes.
- Plus de 50% de sa production est exportée [5].

### I.6.2.3. Raffinerie d'Arzew

La raffinerie d'Arzew répond aux impératifs suivants :

- Traiter le pétrole brut de Hassi Messaoud et le brut réduit importé, bitumes, fuels et paraffine.
- Exporter les excédents principalement les fuels naphta et kérosène.
- Localisation : Nord-Ouest de l'Algérie
- unités :
  - ❖ Unité Topping avec une capacité : 2.5 millions T/an ;
  - ❖ Unité reforming : 9 000 bbl/j ;
  - ❖ Unité gas plant : 131 400 T/an;
  - ❖ 02 unité Lubrifiants 50 000 T/an et 120 000 T/an ;
  - ❖ Unité bitumes : 145 000 T/an.
- Production : GPL, essences, naphta, kérosène, gasoil, fuel oil, lubrifiants et bitumes.

- Elle approvisionne la région Ouest et Sud-Ouest du pays par 62% de sa production.
- Les fuels(BTS et HTS) et le naphta pétrochimique sont exportés à partir du port d'Arzew[4].

#### **I.6.2.4.Raffinerie de Hassi-Messaoud N°1 :**

Cette unité a démarré en 1962 et a une capacité de 200.000 t/an, Elle traite le brut stabilisé de Hassi-Messaoud pour produire du butane ,du kérosène et du gasoil pour les besoins locaux , les excédents de produits sont réinjectés dans le pétrole brut et expédiés hors du pays[4].

#### **I.6.2.5. Raffinerie de Hassi-Messaoud N°2 :**

Cette raffinerie a démarré en 1980 et elle a été conçue pour traiter 1.070.000 T/an de brut de Hassi-Messaoud, La raffinerie est alimentée à partir du centre de production de SONATRACH, elle produit des essences, du kérosène et du gas-oil pour le besoin de la consommation du sud du pays[4].

#### **I.6.2.6 Raffinerie d'In- Aménas :**

Démarré en 1980 pour les besoins de la consommation du Sud Est du pays, elle comprend :

- Une unité de distillation atmosphérique de capacité de traitement de 300.000 t/an.
- Cette raffinerie est à l'arrêt depuis 1987 suite à des affaissements du sol[4].

#### **I.6.2.7. Raffinerie d'Adrar**

##### **Présentation :**

Cette raffinerie est opérationnelle depuis le mois de mai 2007 et dispose d'une capacité de production de 600 000 tonnes par an. Exploitée par la société " China National Petroleum Corporation", une entreprise publique appartenant à l'État chinois [19].

C'est la première fois en Algérie qu'une société étrangère est associée dans tel projet. Les produits pétroliers raffinés issus de la raffinerie d'Adrar sont commercialisés par la société mixte sino-algérienne Naftachin, un fruit du partenariat entre la société algérienne Naftal et la société chinoise SORALCHIN [20].

La raffinerie de SBAA est construite sur un site se trouvant à 02 Km à l'est de la commune de SBAA et à 44 Km au nord d'Adrar.

Le site de la raffinerie est divisé en 06 aires :

- ❖ Utilités
- ❖ Unités de production
- ❖ Parc de stockage
- ❖ Rampe de chargement des camions
- ❖ Laboratories
- ❖ Caserne sécurité
- ❖ Administration
- ❖ Base de vie.

L'alimentation en pétrole brut se fait à partir des gisements du bassin de Touat à travers une pipe de 08 pouces.

La raffinerie renferme trois unités de production :

- ❖ une unité de distillation atmosphérique et de production des GPL
- ❖ une unité de reforming catalytique
- ❖ une unité de craquage catalytique.

La capacité annuelle de traitement de la raffinerie de SBAA est de 600 000 Tonnes environ de pétrole brut pendant une période de 330 jours en continu par jour de vingt quatre (24) heures (8000h) [7].

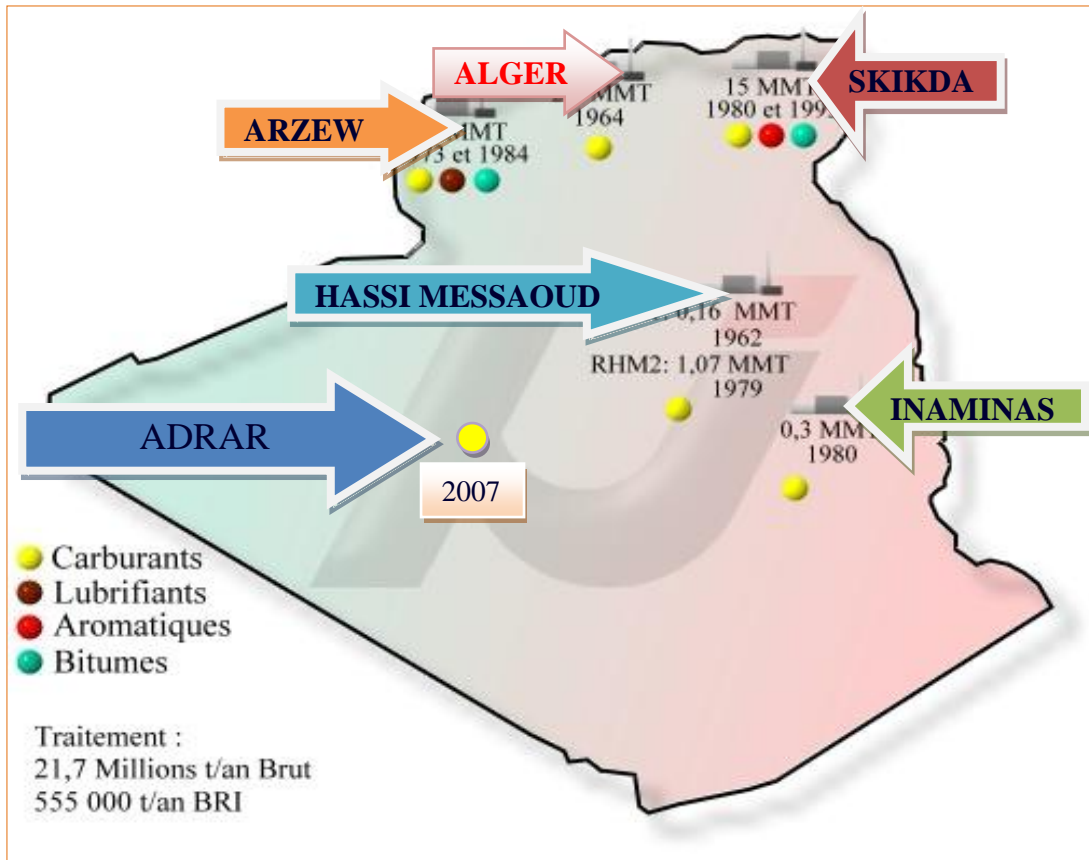


Figure .I.1. Les raffineries en Algérie [4].

**Conclusion**

Nous avons vu dans ce chapitre les caractéristiques du pétrole brute et quelque exemple de raffineries qui se trouve en Algérie tel que la raffinerie d'Alger, Skikda, ..etc.

## II. Description du procédé

### II.1.Introduction

La distillation fractionnée est l'opération fondamentale du raffinage, parce que c'est elle qui permet de séparer les différentes coupes d'hydrocarbures de propriétés physiques voisins, en utilisant la différence des points d'ébullition de ces coupes.

On distingue deux types de distillation :

- La distillation atmosphérique .
- La distillation sous vide .

Pour nous, on se limite qu'à l'étude de la distillation atmosphérique[8].

### II.2.Définition :

Le raffinage du pétrole est un procédé industriel qui permet de transformer le pétrole brut en différents produits finis tels que l'essence, le fioul lourd ou le naphta. Le pétrole brut est un mélange hétérogène d'hydrocarbures divers (molécules composées d'atomes de carbone et d'hydrogène).

Ses composants doivent être séparés afin d'obtenir les produits finaux exploitables directement. On en distingue en général deux grands types :

- o Les produits énergétiques, tels que l'essence, le diesel (gazole) ou le fioul .
- o Les produits non-énergétiques, tels que les lubrifiants, le bitume et les naphas utilisés en pétrochimie.

Le raffinage ne se limite plus aujourd'hui à la séparation des différents hydrocarbures.

Des procédés chimiques complexes sont également mis en œuvre afin d'optimiser les produits finaux. Les différentes coupes pétrolières peuvent ainsi subir des transformations, des améliorations et des mélanges pour obtenir des produits commercialisables et répondant aux normes environnementales[16].

### II.3.Distillation des mélanges complexes

Les produits pétroliers sont des mélanges complexes, c'est-à-dire contenant un grand nombre de composants d'hydrocarbures différents, Un mélange complexe bout lorsque sa tension de vapeur est égale à la pression qu'il supporte.

La tension de vapeur est la somme des tensions de vapeur partielles de ses constituants, pour le cas des produits pétroliers (corps miscible) la loi de RAOULT

s'appliquent et les tensions de vapeurs partielles sont égales aux produits des tensions de vapeurs vraies par les fractions molaires.

A des températures comprises entre le point de bulle et le point de rosé nous avons un équilibre entre une phase vapeur et une phase liquide comme pour les mélanges binaires, mais cet équilibre ne peut plus être représenté sur les courbes de bulle et de rosée. En effet, la composition ne peut plus être définie simplement comme pour les mélanges binaires par la concentration d'un composant.

L'équilibre liquide-vapeur est alors représenté par la courbe de flash qui indique à pression constante, la température en fonction du pourcentage en volume vaporisé. Cette courbe ne fournit pas d'indication sur la composition des phases en équilibre mais donne le volume de produit vaporisé à une certaine température.

- Le point initial de la courbe de flash est le point de bulle du mélange.
- Le point final est la température de rosée du mélange [10].

#### **II.4. Types de distillation de mélanges complexes**

Comme on a vu précédemment qu'après chaque découverte d'un gisement de pétrole, on procède à des analyses afin d'évaluer la composition de ce dernier en fractions légères et prévoir le schéma de traitement adéquat, parmi ces analyses, on a la distillation faite au laboratoire dont on connaît quatre types, qui sont [10] :

##### **II.4.1. Distillation progressive simple**

Dans ce type de distillation, on opère dans un ballon, placé dans un bain chauffant de telle sorte que la température soit toujours la même en phase liquide et en phase vapeur.

A chaque instant, nous avons un équilibre entre le liquide qui bout dans le ballon et la vapeur émise. On note les températures (température de vapeur, température du liquide) en fonction de la quantité recueillie dans l'éprouvette de recette.

La courbe de distillation obtenue est composée entre la température de bulle du mélange et la température d'ébullition du constituant le moins volatil. Évidemment, ce procédé ne représente aucun intérêt théorique puisqu'il ne permet d'isoler les deux constituants (A, B) dans le cas d'un mélange binaire [10].

### II.4.2. Distillation ASTM (American Society for Testing Materials)

C'est la distillation la plus utilisée dans l'industrie, en distillant le produit à analyser dans un appareillage simple, les conditions (vitesse de chauffage, vitesse d'évaporation, etc.) sont normalisées.

Ces distillations ASTM sont utilisées pour fournir les spécifications distillatoires des produits pétroliers. Cela présente l'avantage d'être assez rapide alors que la distillation TBP (plus précise et plus représentative de la composition des produits) est très longue (24 heures)[10].

### II.4.3. Distillation parfait (TBP)

C'est la distillation ASTM avec la rectification, elle s'effectue dans une colonne à garnissage qui équivalent environ " 10 plateaux théoriques" et fonctionne avec un taux de reflux bien déterminé au sommet de la colonne, passe tout d'abord la totalité du constituant le plus volatile et la suite les constituants purs par ordre de volatilité.

Cette distillation est dite parfaite parce que le constituant le plus volatile passera. Sa température de passage demeure constante et égale à sa température d'ébullition puis brusquement apparaît-le constituant suivant la température de passage montera jusqu'à sa température d'ébullition qui d'ailleurs demeure constante jusqu'à son équipement. Ces TBP présente une grande sélectivité en produits désirés.

Les TBP sert à analyser des nouveaux gisements et évaluer la composition des produits extraits du pétrole brut et de fixe le rendement de certaines fractions. Ces renseignements seront directement exploités par le raffineur ainsi ils permettent le dimensionnement des unités de raffinage[11].

### II.4.4. Distillation à l'échelle industrielle

Cette dernière peut être réalisée à pression atmosphérique ( $P=1\text{atm}$ ), ou sous vide (quelques dizaines de millimètres de mercure).

- a) **La distillation atmosphérique** : est la première opération subie par le pétrole dans la raffinerie. L'unité de distillation est l'unité maitresse de la raffinerie, car elle fournit toutes les fractions pétrolières qui deviendront des matières premières pour des procédés de conversion et de prétraitement. La séparation est généralement réalisée dans une colonne unique, fonctionnant sous une pression à peine supérieure à la pression atmosphérique , et possédant des soutirages latéraux.

**b) La distillation sous vide :** est réservée au fonctionnement de produits contenant des hydrocarbures lourds dont les températures d'ébullition normales seraient au seuil du craquage. Elle est utilisée surtout pour les produits nobles pour lesquels il faut éviter toute trace d'altération par décomposition thermique. Elle permet en effet :

- ✓ La fabrication des huiles de distillats lubrifiants qui, après traitement, serviront de base pour les huiles commerciales,
- ✓ La redistillation de ces huiles après traitements au solvant,
- ✓ La redistillation de certaines essences spéciales,
- ✓ La préparation de charge des unités de craquage pour obtenir un gasoil sous vide à partir d'un résidu atmosphérique [12].

### II.5. Fonction TOPPING

Le but de cette unité c'est la séparation en fraction où bien coupes le pétrole brut après une opération de dessalage, qui permet d'extraire les sels du brut afin de réduire la corrosion et de minimiser les salissures et les dépôts.

Dans cette unité le brut est séparé en fractions ou coupes :

- ❖ Gaz (C1 à C4) où les légers prédominent ;
- ❖ Essences légères (C5 - C8) ou les lourds prédominent ;
- ❖ Naphtha (80 - 180°C ASTM);
- ❖ Kerosene (180 - 260°C° ASTM);
- ❖ Gas-oil (260 - 360°C ASTM) ;
- ❖ Résidu atmosphérique ou brut réduit (>360°C)[12].

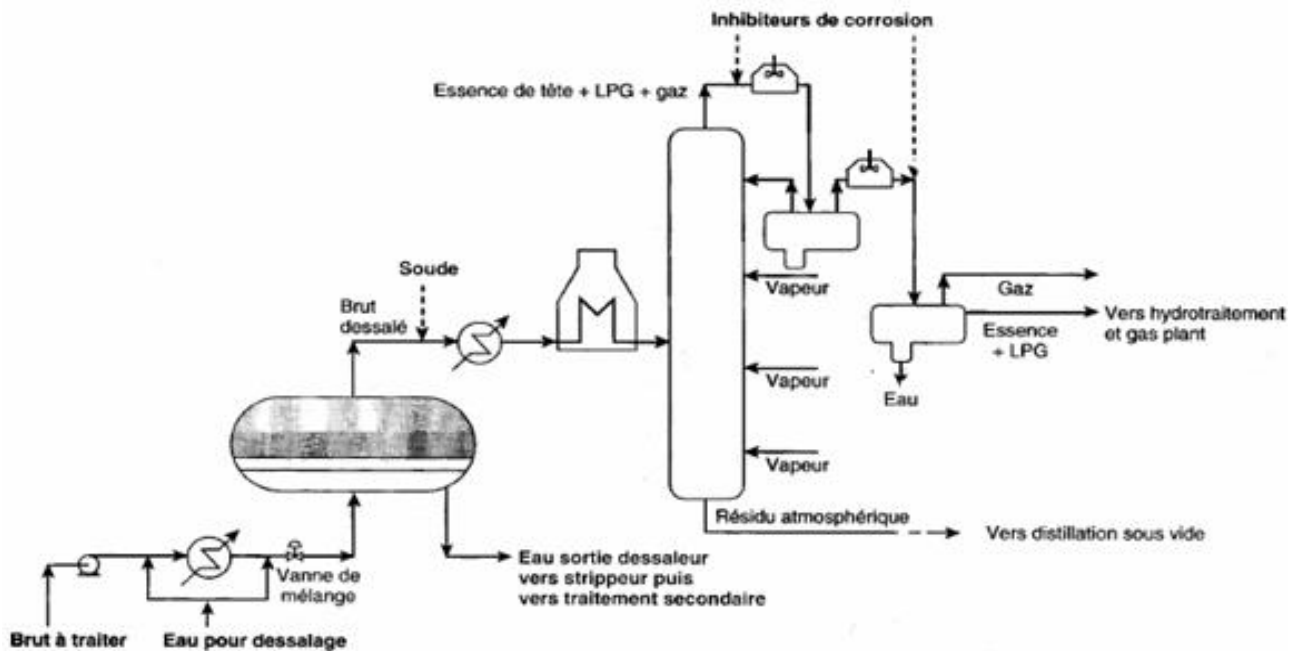


Fig. II.1: schéma dessalage et distillation atmosphérique du brut [4].

### II.5.1. Description du procédé TOPPING

La séparation est généralement obtenue dans une colonne unique, fonctionnant sous une pression de 1 à 3 bars relatifs, le plus souvent à la pression la plus basse possible

Les soutirages de produit sont effectués latéralement par l'intermédiaire de strippers qui sont dotés de rebouilleurs classiques pour les produits secs et plus généralement, strippées à la vapeur d'eau ; les fractions légères revaporisées sont renvoyées à la colonne principale au-dessus du soutirage liquide alimentant le stripper.

La colonne principale est, en plus des soutirages latéraux, munie de un à trois reflux Circulants permettant de récupérer la chaleur à des niveaux thermiques intéressants d'une part et mieux contrôler la colonne d'autre part.

La condensation de tête est totale ou partielle suivant la température du fluide de Réfrigération et la nature du brut.

La colonne principale, haute d'une cinquantaine de mètres, est équipée le plus souvent de 30 à 50 plateaux conventionnels à clapets et les strippers latéraux de 4 à 10 plateaux du même type[4].

Le pétrole brut est préchauffé dans un train d'échangeurs par récupération de chaleur sur les produits et les reflux circulants jusqu'à une température comprise entre 120 et 160 °C, à laquelle il est dessalé.

Cette opération s'effectue à une pression suffisamment élevée (une dizaine de bars) pour que le mélange brut plus eau reste liquide à la température considérée.

Le brut dessalé est ensuite chauffé dans un second train d'échangeurs, puis dans un four, jusqu'à une température d'environ 330 à 390 °C, pour alimenter la colonne principale à l'état partiellement vaporisé[4].

Exploitant les différences de volatilité des constituants d'un mélange, la distillation permet la séparation ou le fractionnement de ces constituants en fonction de leurs températures d'ébullitions. La simplicité du procédé en fait une opération de base dans les processus d'élaboration des produits chimiques et pétroliers ; c'est ainsi qu'en raffinerie, aussi bien que dans les complexes pétrochimiques, les colonnes de distillation sont largement représentées, soit au stade de la préparation de la charge avant réaction, soit au stade du fractionnement après réaction.

Travaillant comme une machine thermique entre une source chaude (four de charge, rebouilleur) qui génère un flux de vapeur montant et une source froide (condenseur de tête) qui crée un flux de liquide froid descendant dans la colonne, la distillation met en œuvre un contre – courant de liquide et de vapeur, discontinu dans le cas des colonnes à plateaux ou continu pour les colonnes à garnissage[4].

Comme la thermodynamique l'a montré, le contact des deux phases conduit à un échange de matière entre éléments volatils et lourds par vaporisation du liquide et condensation des vapeurs, ainsi tout au long de la colonne, les vapeurs vont perdre leurs composés lourds pour arriver en tête colonne à un produit très riche en éléments très volatils et le liquide va perdre ses composés les plus volatils pour arriver en fond de colonne, après rebouillage, à une composition très riche en éléments lourds.

Parallèlement se produit aussi un échange thermique entre la vapeur chaude qui monte et le liquide plus froid qui descend ; tout au long de colonne, la vapeur va perdre ses calories pour réchauffer le liquide à l'inverse du liquide qui va gagner des calories en descendant pour refroidir la vapeur[4].

La répartition des constituants entre les deux phases se traduit entre la tête et le fond de la colonne par un gradient de température qui dérive directement du gradient de concentration.

La température est plus élevée au fond de la colonne (arrivée de la charge chaude et rebouillage) et plus basse en tête (arrivée du liquide plus froid du reflux de tête).

Entre ces deux extrémités, les températures s'échelonnent de plateau en plateau ; chacun d'eux à sa propre température de fonctionnement (équilibre liq – vap) qui est toujours supérieure à la température du plateau du dessus et inférieure à la température du plateau du dessous.

La plus part des colonnes de distillation utilisées dans l'industrie du pétrole et de la pétrochimie fonctionnent en continu, elles sont alimentées en permanence par une charge dont la composition, le débit et la température sont constants, elles produisent en tête un distillat et au fond un résidu dont la composition, le débit et la température sont également constants [4].

## II.6. la distillation atmosphérique

L'installation de la distillation atmosphérique se trouve la première dans le schéma de toutes les raffineries de pétrole ; l'opération est réalisée dans une colonne verticale, appelée colonne de distillation, fonctionnant sous une pression de (1 à 2atm) et possédant des soutirages latéraux.

La charge est chauffée dans un circuit de chauffage composé d'un four et une série d'échangeurs pour avoir une température à l'entrée de la colonne entre 330 à 380°C (généralement 350°C). Une fois dans la tour, la charge se sépare en deux phases en équilibre :

- Une phase liquide qui se dirige vers la zone d'épuisement et au fond de la tour ;
- Une phase vapeur ascendante, qui se dirige vers la zone de rectification et au sommet de la colonne.

La pression et la température diminuent de bas en haut c'est à dire d'un plateau à un autre. Ces conditions nous permettent d'obtenir une variété de fractions pétrolières au sommet et par des soutirages latéraux et aussi au fond à savoir :

- ❖ Le gaz (fraction < 30°C) ;
- ❖ L'essence légère (30 à 80°C) ;
- ❖ Solvant léger (80 à 120°C) ;
- ❖ Solvant lourd (120 à 165°C) ;
- ❖ Kérosène (165 à 250°C) ;
- ❖ Gas-oil léger (250 à 320°C) ;
- ❖ Distillat (320 à 380°C) ;
- ❖ Résidu atm (> 380°C)[9].

### II.6.1. Description de la colonne de distillation

La colonne de distillation est un appareil cylindrique vertical de hauteur qui varie entre 40 et 50m. Elle est munie. des cloisons horizontales appelées plateaux qui ont pour rôle d'assurer un contact intime entre le liquide et le vapeur de façon à permettre l'équilibre des phases à la suite des transferts de chaleur et de matière, Elle se divise en trois zones[9]:

#### II.6.1.1. Zone de flash ou d'expansion

Dans cette zone s'effectue la séparation de la charge en phase vapeur et en phase liquide. La construction de cette zone doit assurer une bonne séparation des phases et protéger les parois de la colonne contre l'érosion. Pour cela, la matière première entre par des tubulures tangentielles et se dirige vers le centre en spirale grâce à une plaque métallique placée verticalement[9].

#### II.6.1.2. Zone de rectification

Elle contient des plateaux pour permettre la rectification. Le nombre de plateaux dépend de la nature de la charge à traiter et des fractions qu'on veut obtenir (entre 22 à 45%)[9].

#### II.6.1.3. Zone de d'épuisement

Dans cette zone s'accumule la partie la plus lourde du pétrole. C'est le résidu atmosphérique qui servira de charge pour la distillation sous-vide, dans lequel on injecte la vapeur d'eau pour éliminer les constituants légers volatiles. Cette zone comprend aussi des plateaux dont le nombre varie de (6 à 8)[9].

Pour un bon fractionnement de cette colonne, on peut utiliser :

- **Stripping** :En générale les produits soutirer soit au fond de la colonne, soit latéralement, ne sont pas correcte en leur point initial, ce qui incite à effectuer une opération de correction pour ces soutirages et ça afin de limiter la teneur en hydrocarbures légers.

Cette correction est faite par injection de la vapeur d'eau avec une basse pression et surchauffée jusqu'à 400°C ; mais le stripage du kérosène ainsi que la matière première pour le reforming (solvant lourd) qui nécessitent une absence totale d'eau se fait par rebouillage[1].

- **Soutirages** : Le soutirage consiste à enlever une partie liquide d'une section quelconque de la colonne pour absorber une quantité de chaleur.
- **Reflux** : afin de contrôler la température dans différentes parties de la colonne, on utilise 04 reflux qui sont :

1- **Reflux de tête** :

Il règle la température au sommet de la colonne, ce reflux c'est les vapeurs de tête à l'état liquide après être condensé, décomposé de l'eau qui contiennent. Ce dernier à la température de 25 à 45°C est injecté sur le plateau supérieur, puis passe dans le deuxième plateau là où il se vaporise, en absorbant de la chaleur latente qu'il perd aussitôt dans le condenseur.

La quantité de reflux injecté est à son tour contrôlé par un dispositif de régulation de température[14].

2- **Reflux chaud** :

Une température du produit de fond de tour est dirigé vers un rebouilleur pour évaporer les légers entraînés et le faire revenir dans la colonne dans une partie mixte[14].

Reflux circulant intermédiaire et Reflux circulant intérieur :

Ces reflux sont utilisés pour contrôler la température au niveau des plateaux de soutirages latéraux. Pour le premier reflux, c'est la fraction entre le gas-oil léger et le kérosène, quant au deuxième c'est la fraction entre le gas-oil léger et le distillat[14].

Ces deux reflux présentent les avantages suivants :

- Ils diminuent la quantité de vapeur au sommet de la colonne, ce qui implique la diminution de diamètre de la colonne.
- L'utilisation de la chaleur de ce reflux pour chauffer le pétrole brut
- Ils permettent d'augmenter la capacité de la colonne, parce que le débit maximal de vapeur diminue.

Et leurs inconvénients sont :

- Des plateaux fonctionnent comme un échangeur de chaleur, alors on prévoit des plateaux supplémentaires
- Diminution de la qualité de fractionnement entre les soutirages latéraux qui encadrent ces reflux[15].

## II.7. Types d'installation de distillation initiale du pétrole

Il existe trois types de distillation atmosphérique.

Le choix de ces types est lié aux deux façons :

- La nature du pétrole brut à traiter.
- Les produits à obtenir.

### II.7.1. Unité de distillation atmosphérique avec une seule colonne

Ce type de schéma est utilisé pour traiter un pétrole brut à faible teneur en fractions légères et peu sulfureuses, afin d'éviter la corrosion de la colonne principale, qui est très coûteuse[9].

#### Avantage :

- ✓ Le schéma est simple.
- ✓ On peut utiliser les basses températures (entre 330 et 380 °C) Pour la rectification du pétrole, la vaporisation des fractions lourdes s'effectue en présence des coupes légères.
- ✓ Ce schéma est compact (c'est-à-dire ne prend pas un beaucoup de surface).

#### Inconvénients :

- La capacité de l'installation est petite.
- Cette unité ne traite pas le pétrole léger qui contient beaucoup d'essence à cause d'augmentation de la pression dans la colonne raison pour laquelle il faut une grande épaisseur des parois et le prix de revient augmente.
- Il est difficile de maintenir le régime de la colonne de fractionnement constant (Pression, Température, etc.) si la teneur en essence et en eau varie dans le pétrole.
- C'est une unité destinée pour traiter le pétrole lourd[9].

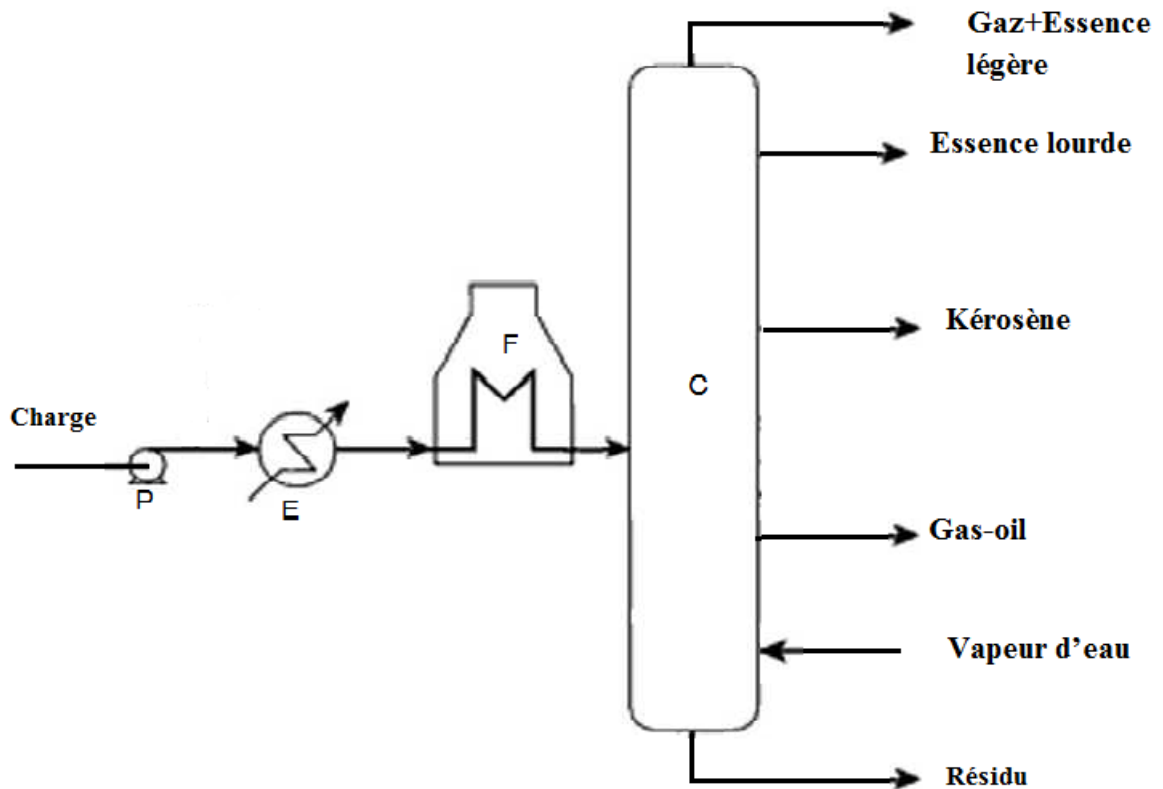


Figure . II.2: Installation de distillation atmosphérique dans une seule colonne [9].

### II.7.2. Unité de distillation atmosphérique avec pré distillation

Ce type de schéma permet de traiter un pétrole brut non stabilisé et sulfureux.

#### Avantages :

- ❖ Le schéma est simple et permet de traiter des différents pétroles avec une bonne qualité de fractionnement.
- ❖ Le pétrole qui ne contient plus des fractions légères (flashé) ne provoque pas l'augmentation de la pression dans le four et dans la colonne atmosphérique.
- ❖ L'élimination des fractions légères (dans la colonne de distillation) permet de diminuer la puissance du four parce que le débit de brut étêté est inférieur à celui du pétrole brut.
- ❖ La capacité de l'installation est élevée.
- ❖ Possibilité de traiter les pétroles bruts non stabilisé avec une teneur élevée en soufre.

#### Inconvénients :

- Nécessite d'utiliser une haute température à la sortie du four pour pouvoir évaporer les fractions lourdes dans la deuxième colonne.

- La consommation d'énergie est supérieure de 40% par rapport au schéma à seule colonne.
- Il faut avoir une colonne supplémentaire, deux pompes supplémentaires pour charger le four et pour le reflux froid.
- Complexité de l'unité[9].

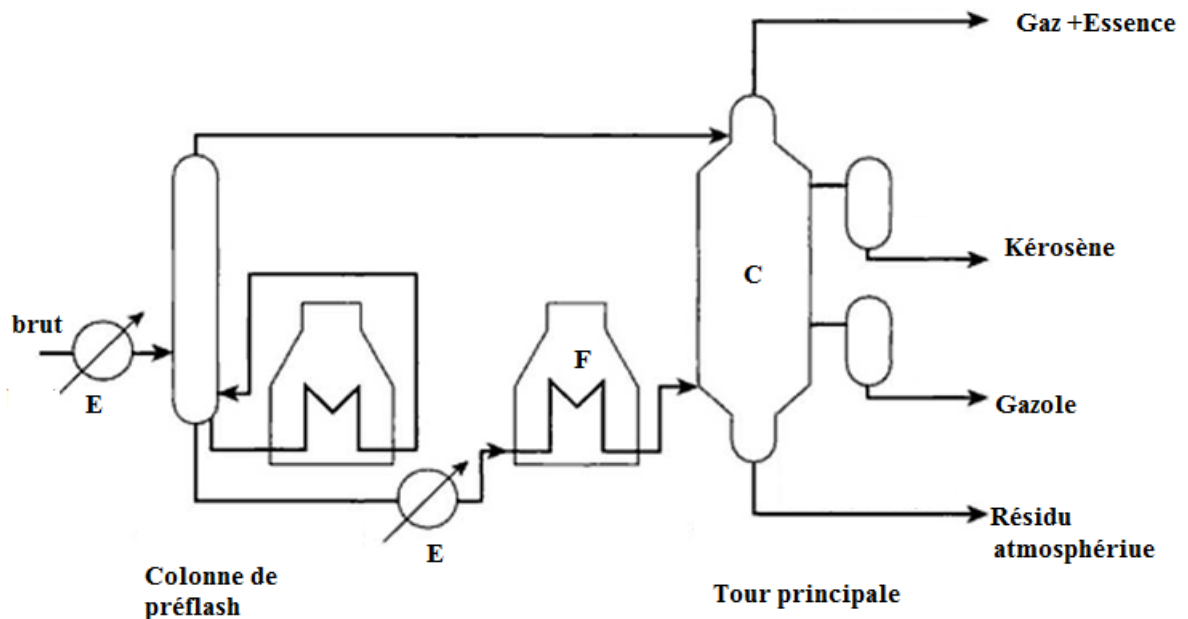


Figure . II.3: Installation de distillation atmosphérique avec pré flash [9].

### II.7.3. Unité de distillation atmosphérique avec un ballon flash

Cette installation consiste à traiter une charge contenant une quantité importante en fractions légères.

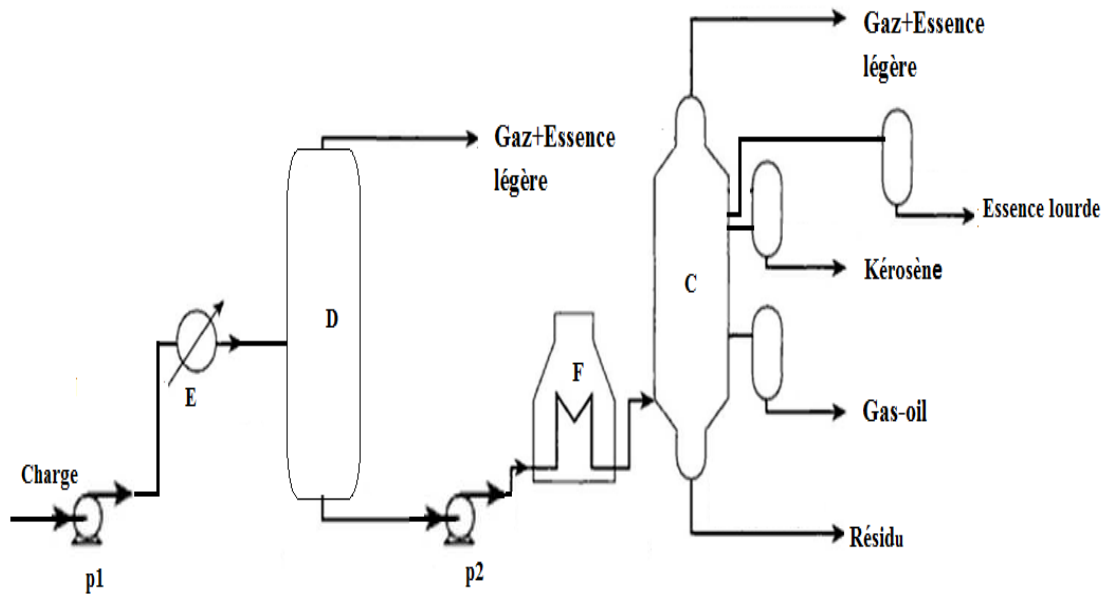
#### Avantages :

- ✓ Grande capacité de l'unité.
- ✓ Possibilité de traiter les pétroles légers (mais à conditions d'un gaz ne dépasse pas 1.5% de pourcentage).
- ✓ Evaporation préalable de l'essence légère du pétrole diminue la capacité du four.
- ✓ Absence de la pression exagérée dans le système four-pompe.

#### Inconvénients :

- Si la teneur en fractions légères varie, la marche de la colonne est mauvaise.

- La complexité et l'impossibilité de distiller le pétrole brut riche en composés sulfureux[9].



*Figure . II.4: Installation de distillation atmosphérique avec un ballon de flash[9].*

### Conclusion

Nous avons vu dans ce chapitre d'une façon générale la distillation atmosphérique puis nous avons vu les différents types des installations (l'installation seule colonne, installation avec pré distillation, et finalement installation avec ballon flash) et leurs avantages et leurs inconvénients.

### III. Introduction

Comme l'indique le titre, dans ce chapitre on met en évidence les modèles de la méthode de développement des corrélations, et aussi comment cette méthode peut être adaptée et appliquée par le simulateur HYSYS .

Pour le calcul des diverses propriétés pétrolières [17].

#### III.1. Méthodologie

##### III.1.1.préparation du brut

Avant toute opération de simulation on prend un échantillon réel du pétrole brute est en tire ses caractéristiques bien sûr cette opération se fait dans un laboratoire.

Les données sont: la propriété du pétrole (température, pression , densité ,viscosité ..... Etc.) et les composant (i-Butane, n-Butane, i-Pentane, n-Pentane ).

##### III.1.2. Données de départ

Pour un bon fonctionnement de la simulation par logiciel HYSYS on introduire les paramètres (les conditions d'alimentation, le fraction molaire de la composition, distillation TBP du pétrole brut ,.....etc. les données sont dans les tableaux si dissous:

*Tableau .III.1: les conditions d'alimentation*

Température	450 °f
Pression	89.69 psia
Débit	662.4 m <sup>3</sup> /h
Nombre de plateaux	29

*Tableau.III.2: fraction molaire de la composition*

Lumière termine liquide pour cent en volume	
i-Butane	0.1900
n- Butane	0.1100
i-pentane	0.3700
n- pentane	0.4600

*Tableau.III.3: Distillation TBP du pétrole brut*

TBP Distillation		
Liq.vol.pour cent distillée	Température °f	poids moléculaire
0.00	90.00	60.00
10	255.0	119.0
20	343.0	150.0
30	430.0	182.0
40	527.0	225.0
50	635.0	292.0
60	756.0	350.0
70	954.0	496.0
80	1095	585.0
90	1277	713.0
96	1450	938.0

**Tableau.III.4:** Caractéristiques de gravité

gravité API (API Gravity Assay)	
Liq.vol% distillée	API Gravité
13.00	63.28
33.00	54.06
57.00	45.90
76.00	38.21
91.00	26.06

**Tableau.III.5:** Caractéristiques de la viscosité

Viscosité (Viscosity Assay)		
Liq.vol% distillée	Viscosité(cP) 100°F	Viscosité(cP) 210 °F
10	0.2000	0.1000
30	0.7500	0.3000
50	4.200	0.8000
70	39.00	7.500
90	300.0	122.3

**Tableau.III.6:** Propriété de brut

Propriétés de brut (Bulk Crude Properties)	
poinds moléculaire ( MW)	300.0
API Gravité	49.70

**Tableau.III.7:** Information sur le courant du vapeur

courant du vapeur d'information			
	Temp.(°F)	Pression (Psia)	Débit massique (Ib/Hr)
Bas. vapeur (Bottom .Steam)	375	150	7500
Diesel. vapeur	300	50.00	3000
AGO. Vapeur	300	50.00	2500

**Tableau.III.8:** Valeurs initiales estimées

Valeurs initiales estimées (Initial estimated Values)		
	Température (°F)	pression (Psia)
Condenser	100	19.7
Condenser press. goutte (drop)	-	9
Haut Plateau (Top Stage)	250	-
Fond de plateau (Bottom Stage)	700	32.7

**Tableau.III.9:** Spécification de la colonne distillation

Spécification			
Stripper	Type	Niveau de plateau	Retour à plateau
Kérosène	Rebouille	9	8
Diesel	Vapeur	17	16
AGO	Vapeur	22	21

**Tableau.III.10:** point du coup à partir 100 f°

Hydrocraquage	<i>coups</i> / 100 F°
800 F°	28
1200 F°	8
1400 F°	2

Le tableau( III.11) suivant présente les caractéristiques des données (Nombre de plateau température, pression et Reflux raito),pour utilise le données dans le deuxième unité lors du remplacement du ballon de flash par une colonne de pré distillation.

**Tableau.III.11:** Paramètre la colonne pré distillation

Nombre de plateau	10	-
Température Top Plateau	246.9	F
Température Fond de plateau	424.6	F
Haut plateau Pressure	39.70	Psia
Pression Fond de plateau	40	Psia
Reflux raito	0.3440	-

### III.1.3.Modélisation

### III.1.3.1.Méthode de détermination de travaille par HYSYS

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

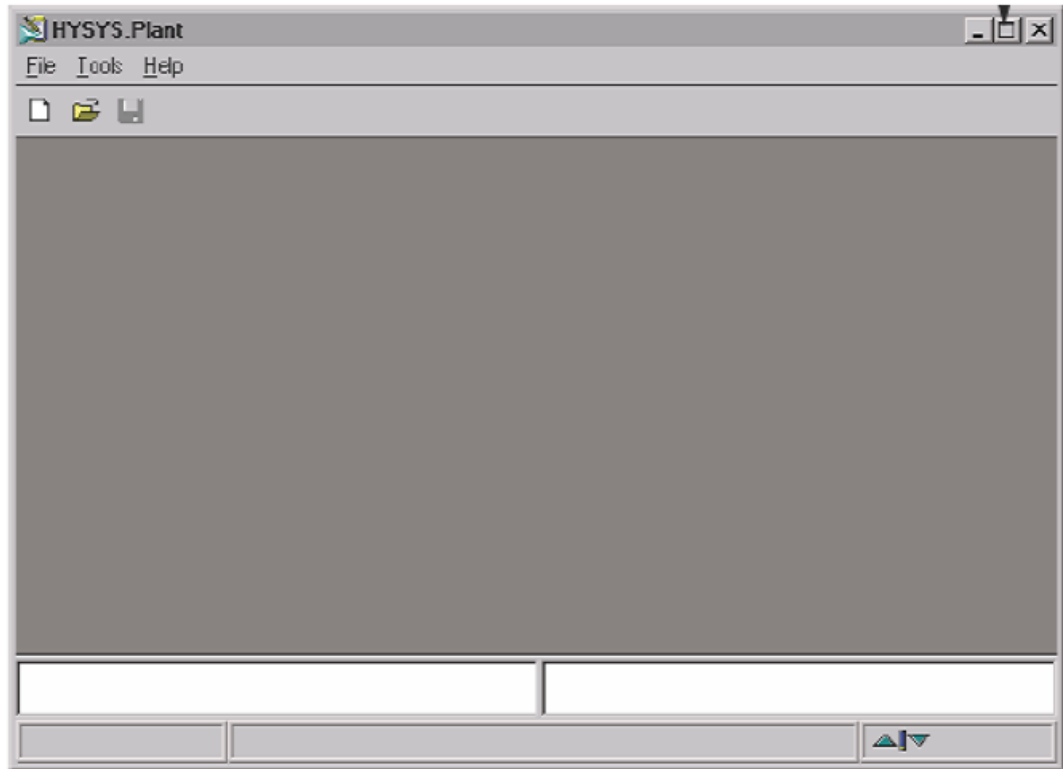


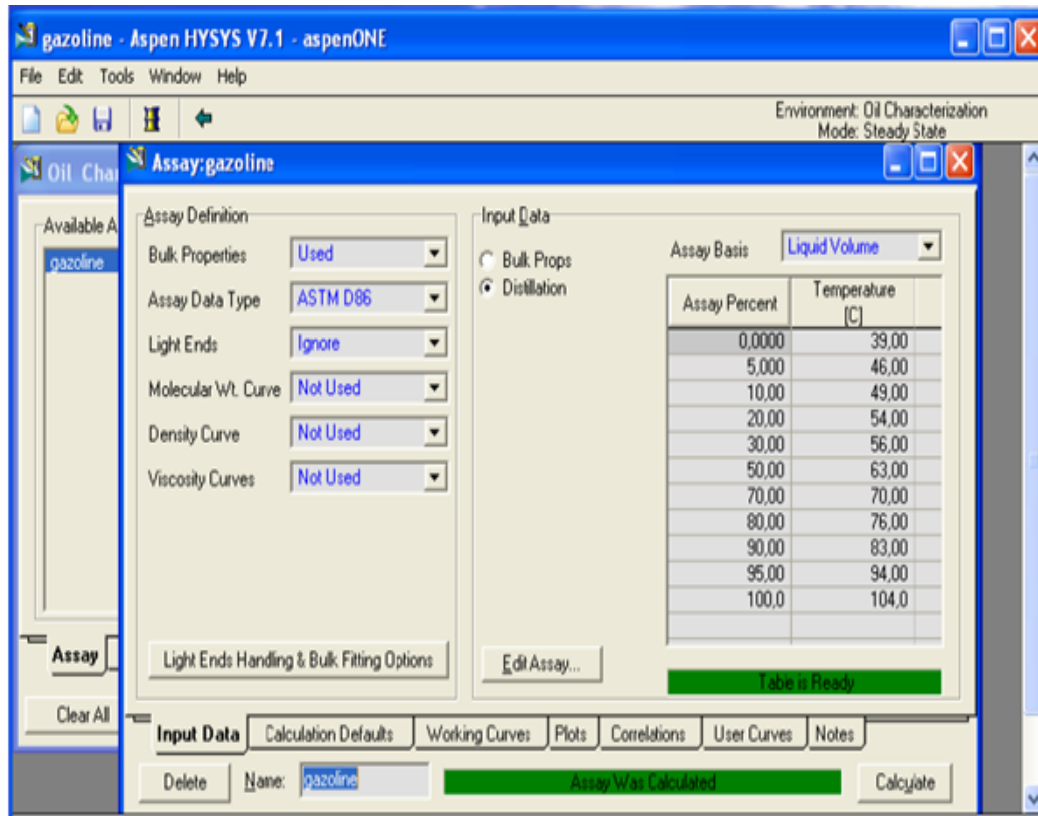
Figure . III.1: Fenêtre du logiciel HYSYS [16]

### III.1.3.2.Simulations par logiciel HYSYS

La simulation HYSYS commence par les étapes suivants:

- 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 list) composants dans notre exemple, un( i-Butane, n-Butane, i-Pentane, n-Pentane), avec l'eau.
- On nous exige de choisir un model thermodynamique, alors on fait un click sur l'icône '**Fluid Pkgs**', et une autre fenêtre 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[16].

- Après avoir choisi le modèle thermodynamique, il est nécessaire de préciser le domaine du travail, ainsi on passe à ‘’oïl environnement’’ , ainsi on sera sur notre page de corrélation, et applique le deux types de la distillation désirée (ASTM ou TBP),(confère la figure suivante) [16].



*Figure. III.2 : L'espace de la corrélation HYSYS [16]*

**III.1.3.2.1. Première Méthode:**

( Etude la colonne distillation atmosphérique avec un ballon de flash)

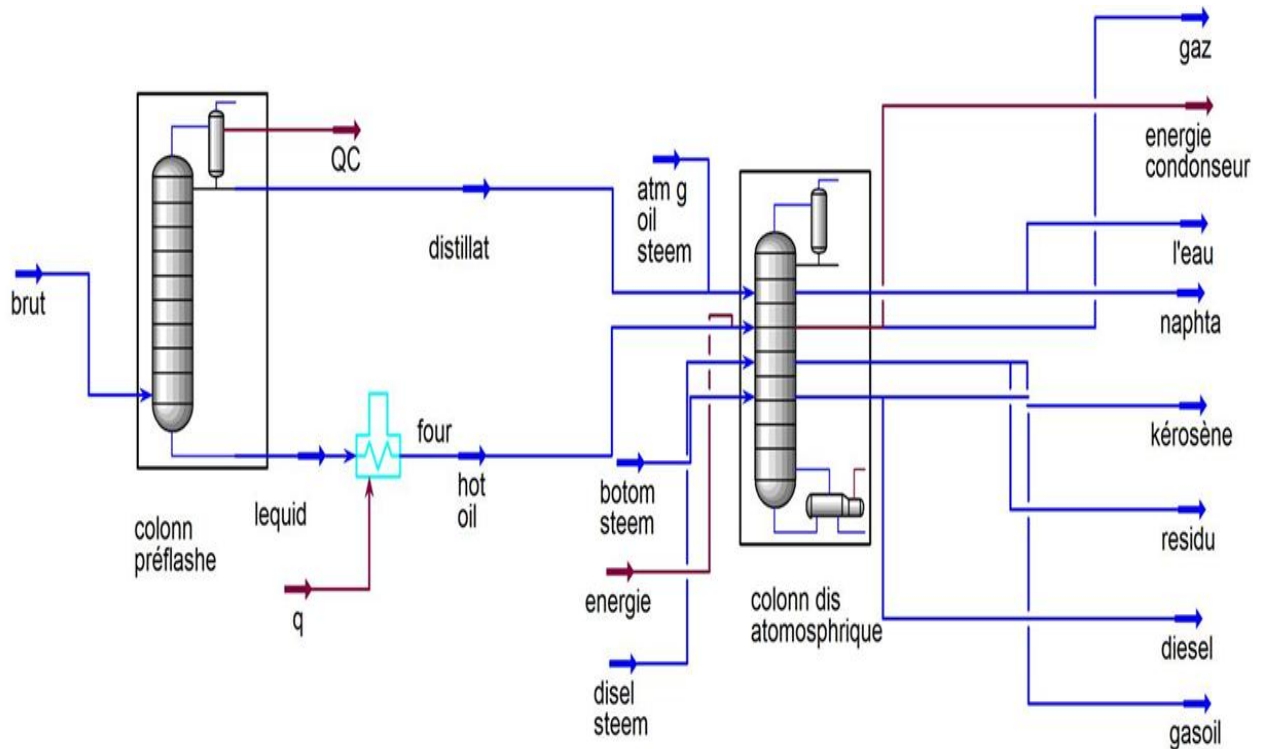
La première simulation HYSYS nous donne le schéma suivant, qui caractérise l' étude de la colonne de distillation atmosphérique avec un ballon de flash (voir la figure .III.3)

*Figure.III.3: Schéma de distillation atmosphérique avec un ballon de flash*

Après tout opération on applique le condition dans les tableaux à citées précédemment , et installe le brut dans logiciel hysys on smillée pour la distillation atmosphérique avec un ballon de flashs , et injection le brut dans le ballon flash pour la séparation le brut à le deux phase flache vapeur et flashe liquide ,et injection le flash liquide dans le four pour l'augmentation la température avec injection le flash vapeur et hot flash liquide et trois composent pour le facilite la séparation pour chaque composent le gaz , eau , naphta ,.....etc.

### III.1.3.2.2. Deuxième Méthode:

(Etude la colonne de distillation atmosphérique avec pré-distillation ).



**Figure III.4:** Schéma de distillation atmosphérique avec pré-distillation

On refait la première procédure avec les paramètres, une seule modification sur le ballon du flash qui est remplacé par un colonne pré-distillation.

La deuxième simulation HYSYS nous donne le schéma suivant, qui caractérise la distillation atmosphérique avec une colonne pré-distillation ,on Trouver le débit pour la composant gaz et naphta ,..... etc., ce augmente par rapport la première méthode (voir la figure .III.4)

III.2. Présentation et analyse de résultats

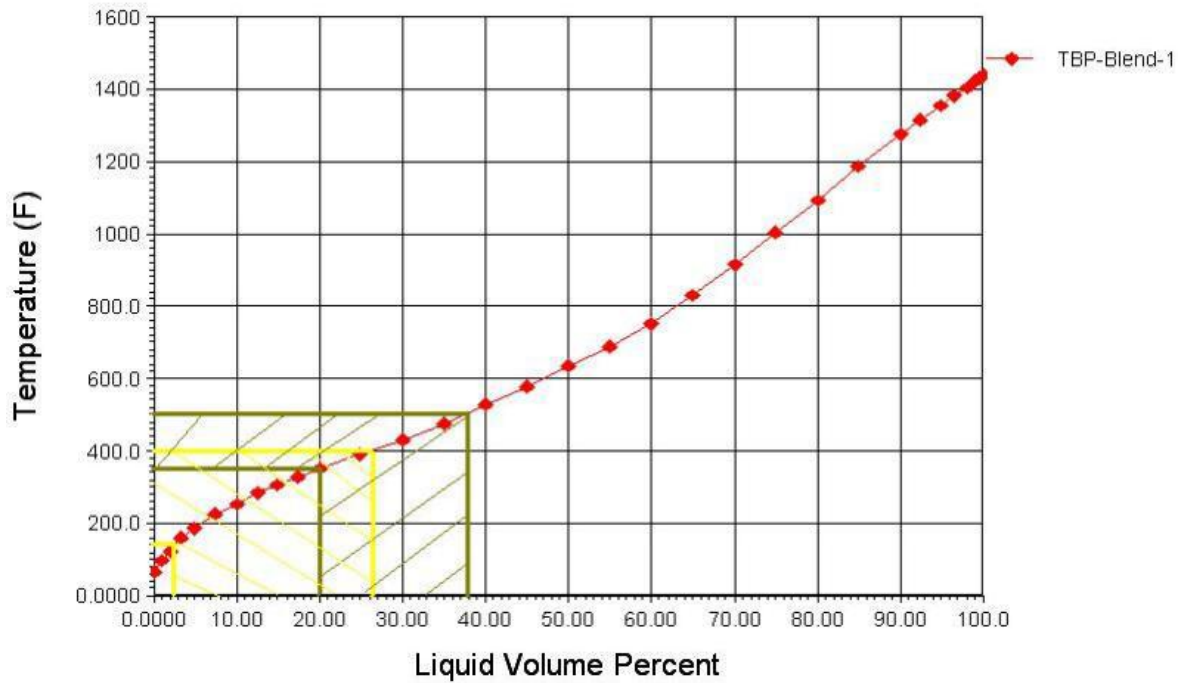


Figure. III.5: Courbe TBP pour pétrole brut

La figure( III.5 ) représente la courbe TBP pour le pétrole brut, la température par rapport le poucentage de volume de liquide de chaque fraction de production.

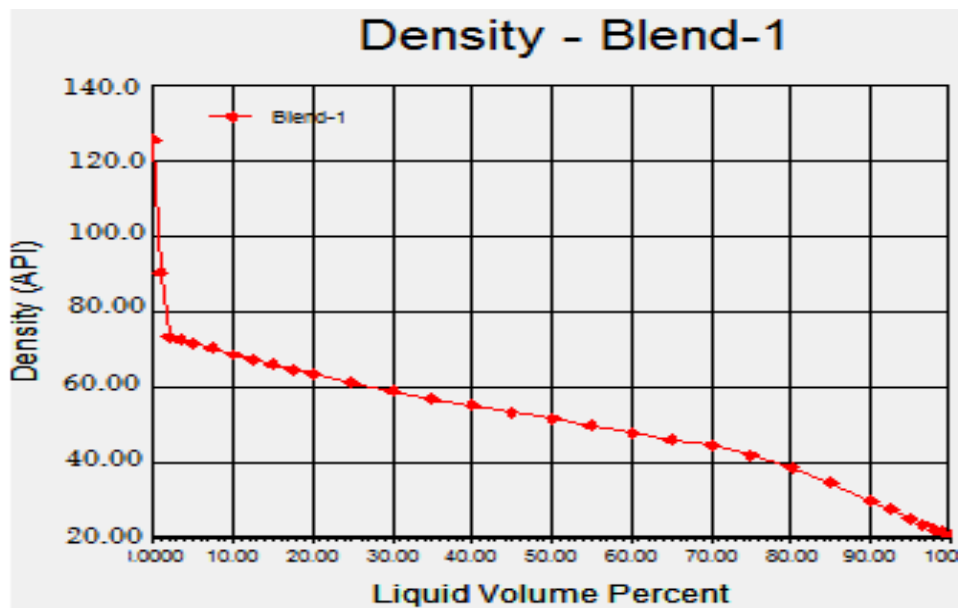


Figure. III.6: Courbe la densité pour le pétrole brut

La figure( III.6) représente la courbe de densité (API) par rapport le pourcentage de volume de liquide pour le brut .

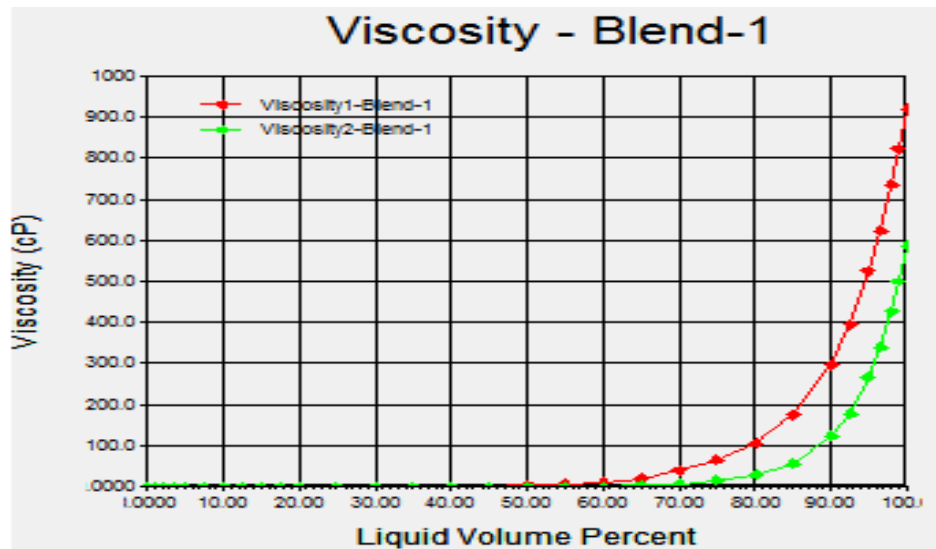


Figure. III. 7: Courbe de la viscosité 1 et 2 de pétrole brut

La figure( III. 7) représente la relation de corrélation directe de la viscosité 1(100°F) et 2 (210°F) , et le pourcentage de volume du liquide.

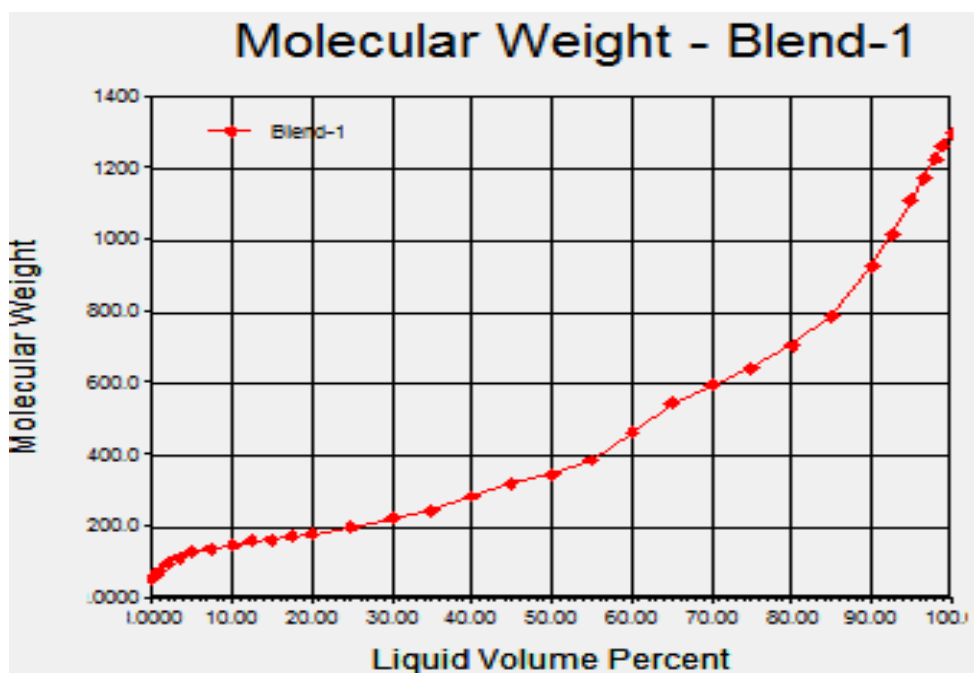


Figure. III. 8: Courbe de la Poids Moléculaire pour pétrole brut

La courbe( III.8) représente le poids moléculaire par rapport le pourcentage de volume de liquide pour le pétrole brut.

### III.2.1. Présentation de résultat pour ballon de flache et pré distillation

*Tableau.III.12: caractéristique de ballon flash*

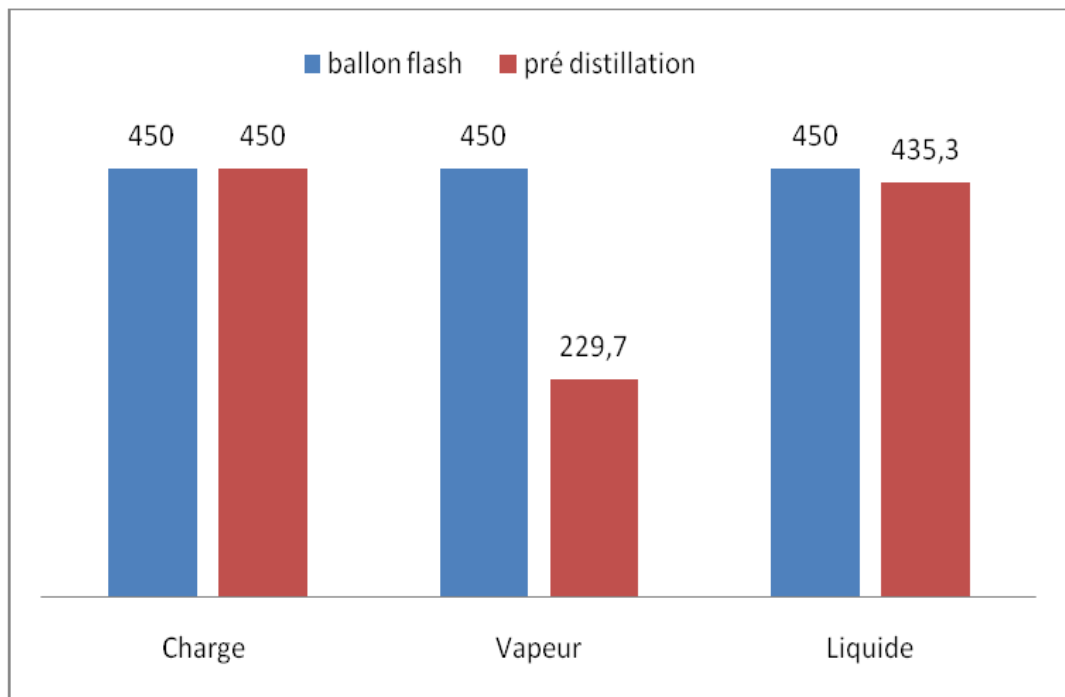
	Charge	vapeur	Liquide	Unité
Température	450	450	450	F
Pression	89.69	89.69	89.69	Psia
Débits molaires	3794	217.0	3573	Ibmol/hr

*Tableau.III.13: caractéristique de colonne pré distillation*

	Charge	vapeur	Liquide	Unité
Température	450	229.7	435.3	F
Pression	89.69	39.70	40.85	Psia
Débits molaires	3794	999.8	2794	Ibmol/hr

Les diagrammes regroupent les résultats de comparaison entre les deux méthodes

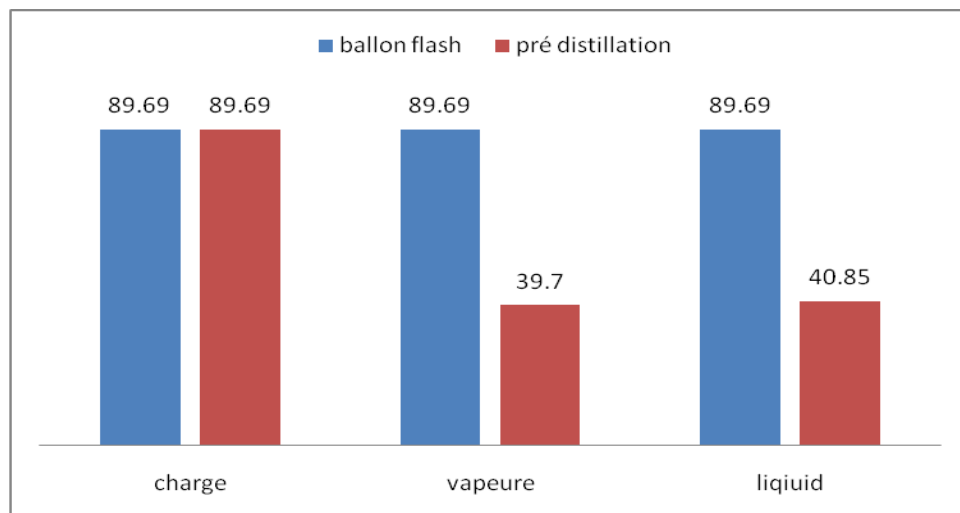
- **Température**



*Figure. III.9: caractéristique la Températures pour le de deux procédés*

D'après les résultats de simulation du changement de ballon flash par pré distillation présentés dans la figure( III.9) de même débit de la charge, on remarque une diminution de la température dans les deux phases. Une diminution importante de la phase vapeur de valeur de 220,3°F, par contre, on observe une faible diminution environ de 14,7 °F dans la phase liquide

• **Pression**



*Figure. III.10: caractéristique la pression pour le de deux procédés*

D'après les résultats de simulation du changement de ballon flash par pré distillation présentés dans la figure(III.10) du même débit de la charge, on remarque une diminution dans les deux phases environ de 49 psia .

• Débits molaires

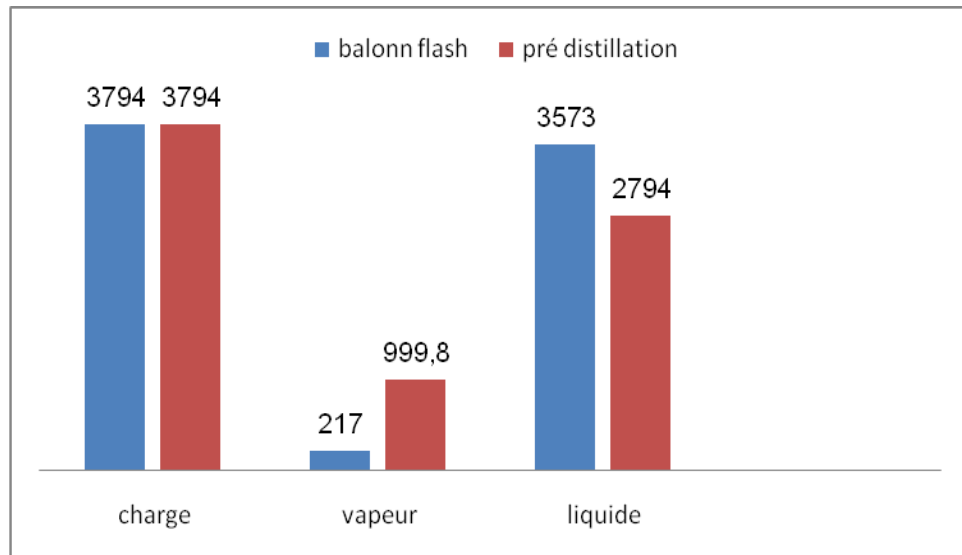


Figure. III.11: Débits molaires pour les deux procédés

D'après les résultats de simulation du changement de ballon flash par pré distillation présentés dans la figure( III.11) du même débit de la charge de 3794 Ibmol/hr, on remarque une augmentation de le débit la phase vapeur de valeur de 782,8 Ibmol/hr , par contre on observe une diminution environ de 779 Ibmol/hr de la phase liquide .

III.2.1.1.Présentation de résultat la courbe TBP ballon flash et pré distillation

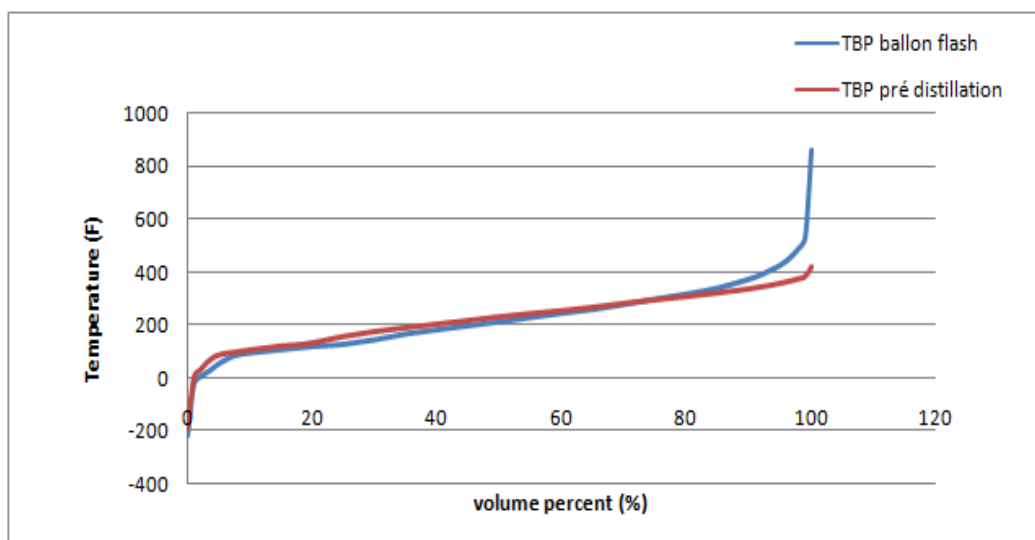


Figure. III.12: Courbe TBP ballon flash et pré distillation pour la phase vapeur

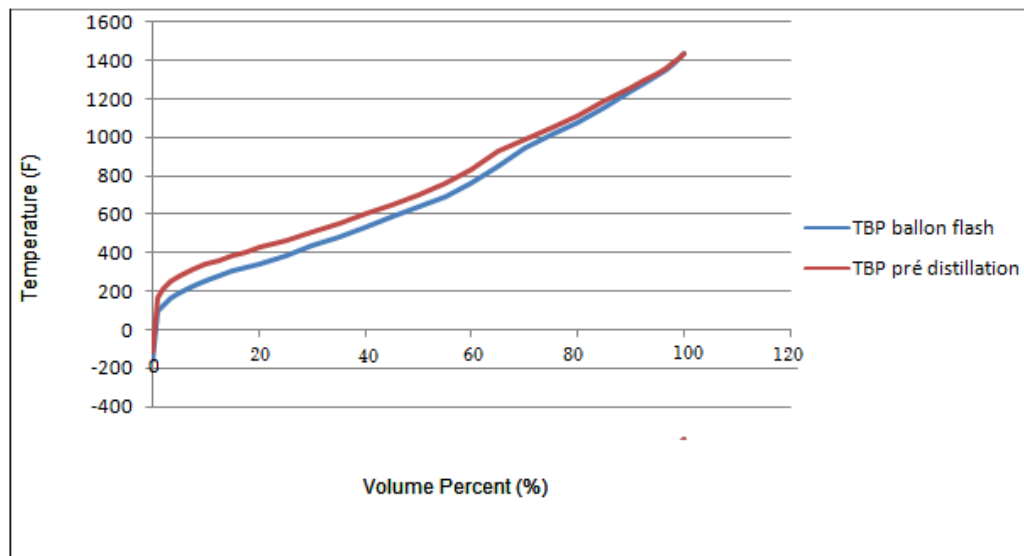


Figure. III.13: courbe TBP ballon flash et pré distillation pour la phase liquide

### III.2.1.2. Comparaison des paramètres des compositions de production de deux procédés

Tableau. III.14: paramétré du composant le brut flash pour ballon flash

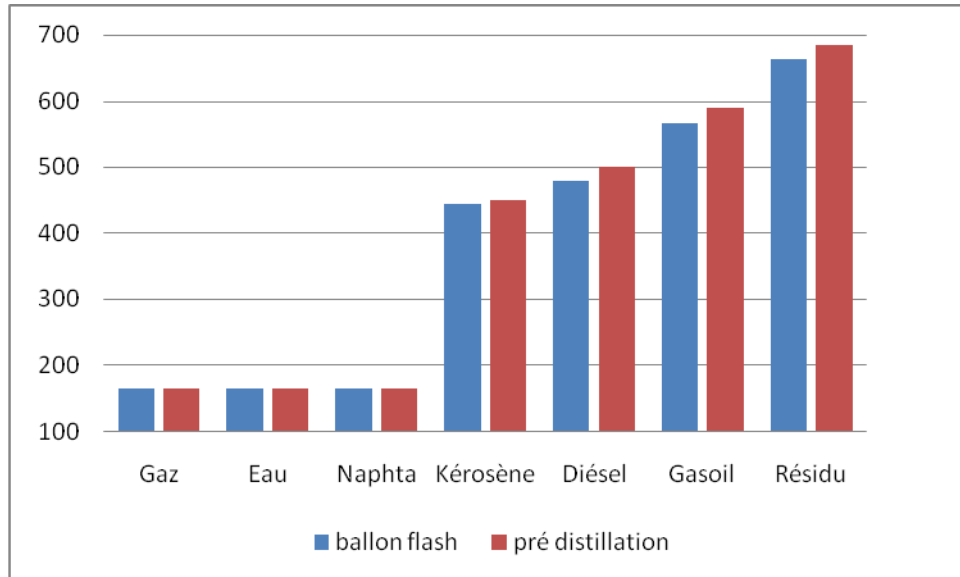
Paramètre	Composant							Unité
	Gaz	Eau	Naphta	Kérosène	Diésel	Gasoil	Résidu	
Température	164.2	164.2	164.2	444.7	478.3	566.0	663.5	F
Pression	19.70	19.70	19.70	29.92	31.14	31.90	32.97	Psia
Débit	5.118 e -005	699.5	1500	671.9	649.3	146.8	847.8	Ibmol/hr

Tableau .III.15: paramètre et la composant le brut flash pour colonne pré distillation

Paramètre	Composant							Unité
	Gaz	Eau	Naphta	Kérosène	Diésel	Gasoil	Résidu	
Température	164.2	164.2	164.2	450.9	499.8	588.8	685.0	F
Pression	19.70	19.70	19.70	29.92	31.14	31.14	32.97	Psia
Débit	2.980 e -004	700.1	1502	768.3	713.1	136.2	696.1	Ibmol/hr

Les diagrammes regroupent les résultats des composants produite dans la colonne de distillation

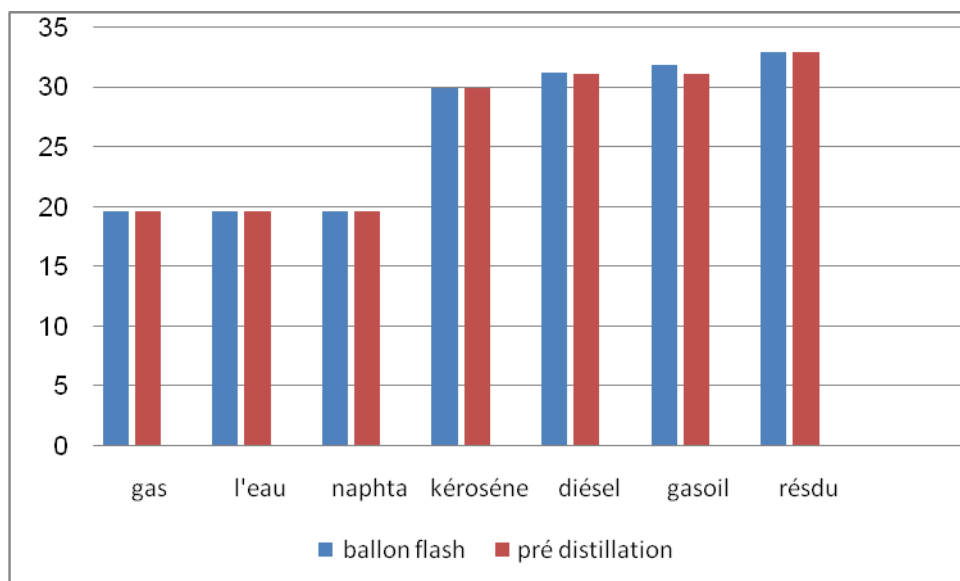
• **Température**



*Figure. III.14: Températures des fractions de deux procédés*

La figure( III.14) présente l'effet du changement de ballon flash par pré distillation sur la température des fractions produites, donne les mêmes valeurs pour le gaz, l'eau et le naphta, mais les autres compositions, on remarque une augmentation de 6 °C pour le kérosène et environ de 22 °C pour le diesel et gasoil et le résidu

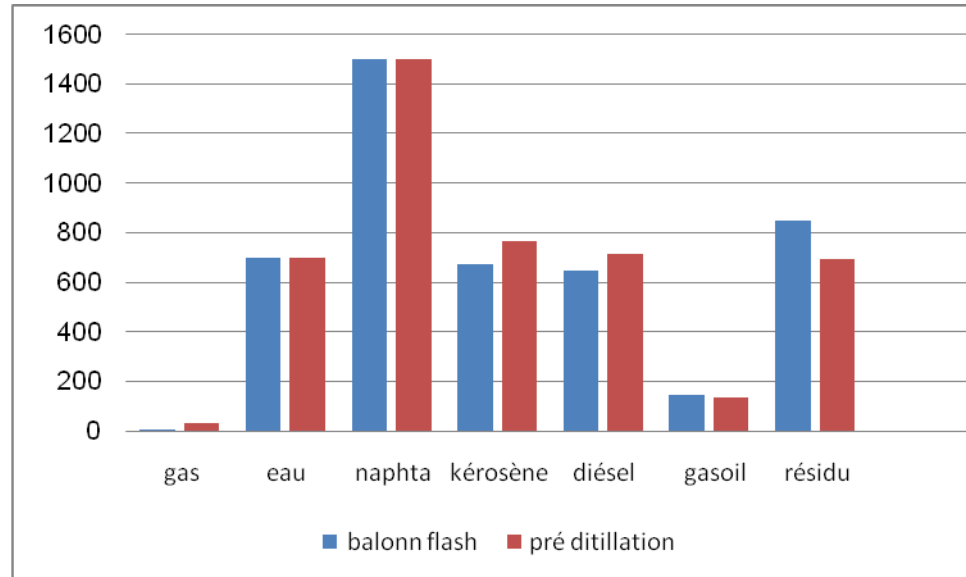
• **Pression**



*Figure. III.15: Pressions des fractions de deux procédés*

La figure( III.15) présente l'effet du changement de ballon flash par pré distillation sur la pression des fractions produites, donne les mêmes valeurs pou toutes les fractions (le gaz, l'eau et le naphta, le kérosène, le diesel et le résidu), mais le fraction gasoil, on remarque une faible diminution environ 0,76Psia.

#### • Débit



*Figure. III.16: débits des fractions de deux procédés*

La figure (III.16) présente l'effet du changement de ballon flash par pré distillation sur les débits produits, donne une augmentation importante de 96,4 Ibmol/hr pour le kérosène et de 63,8 Ibmol/hr et une forte diminution du résidu de valeur de 150,7 Ibmol/hr Pour l'eau et le naphta on obtient presque les mêmes valeurs de deux procédés, une très faible augmentation environ de 2 Ibmol/hr , mais et gasoil on observe une diminution de valeur non négligeable de valeur 10,6 Ibmol/hr. Pour le gaz, on observe une augmentation de valeur négligeable .

#### Conclusion

D'une façon générale, les résultats obtenus dans une installation avec le pré distillation est meilleur que dans une installation avec le ballon flash.

## **CONCLUSION GÉNÉRALE**

L'étouffement des installation de raffinage qui travail avec un ballon flash cause un vrai problème, nous avons changer ce ballon par un pré distillation est les résultats sont surprenantes car l'étouffement est éliminer , ce changement des trois paramètre des La température et la pression et le débit a causés automatiquement le changement positif de la débit de la majorité des produits hydrocarbures (gaz, eau ,naphta, kérosène, diesel, gasoil, résidu ) et une diminution de la résidu de la dixième procède pour la distillation atmosphérique avec pré - distillation.

**REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE**

- [1] J. P. WAUQUIER, le raffinage du pétrole procédés de séparation, Tome 2 (1998), page 3.
- [2] H. ABDALLAH, mémoire (Vérification de faisabilité d'augmentation de la capacité de traitement de topping par le remplacement du ballon de flash par une colonne pré distillation), 2013, page 2.
- [3] J. P. WAUQUIER, Le Raffinage du pétrole ; procédés de séparation, Édition 1998, page 10.
- [4] A. BENAHMED, Généralités sur le Raffinage. Groupement IAP Edition, 1984 page 6.
- [5] Documentation Internet :
- ✓ [www.naftec.dz.com](http://www.naftec.dz.com), Consulté le 3/5/2013
  - ✓ [www.sonatrach-dz.com](http://www.sonatrach-dz.com), Consulté le 3/5/2013
  - ✓ <http://economie.jeuneafrique.com/images/stories/graphiques/petrolebp2012.jpg>, Consulté le 3/5/2013
- [6] ALILOU, L'augmentation de capacité de traitement dans l'unité de distillation atmosphérique de la raffinerie d'Alger, Mémoire d'ingénieur d'état, Université de Boumerdes 2005, page 7.
- [7] DALIL Youssouf, Manuel opératoire de raffinerie de SBAA7, page 9.
- [8] P. WUITHIER, Le pétrole, raffinage et génie chimique (tome 1 et 2), Edition technip, Paris 1972, page 7.
- [9] J.P., WAUQUIER, Procédés de séparation Paris : Edition Technip, publication de l'institut français de pétrole, Tome 2, (1998) page 145.
- [10] J.P. Moulin, génie des procédés, Ecole central paris, tome 1, 2005, page 79.
- [11] F. WHEELER, Brochure de la raffinerie d'Alger. 1<sup>ère</sup> édition, (1963).
- [12] C.E. CHITOUR, Raffinage, propriétés thermiques, OPU, Tome 3, (1999) page 223.
- [13] K. Emilian, Aide-mémoire Génie chimique, 3<sup>ème</sup> édition, 2009, page 12.
- [14] J. G. Speight, D. Marcel, The Chemistry and Technology of Petroleum, 2<sup>nd</sup> Edition, 1991, page 24.
- [15] J.P. Moulin, Génie des procédés, Ecole central paris, tome 1, 2005 page 471.
- [16] <http://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/raffinage-petrolier>
- [17] I. Y. Wakai, Développement des corrélations pour le calcul des propriétés du pétrole et de ses fractions, Mémoire de Master, Université d'Ouargla, 2011, page 21 et 22.

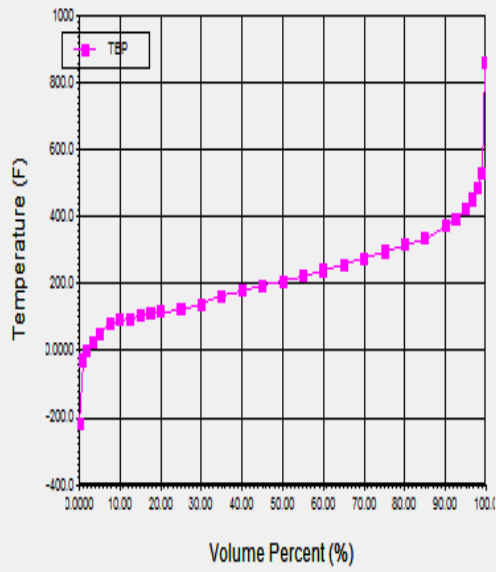
[18] Introduction à la simulation avec le logiciel HYSYS, 2005, page 14.

[19] Documentation Internet :

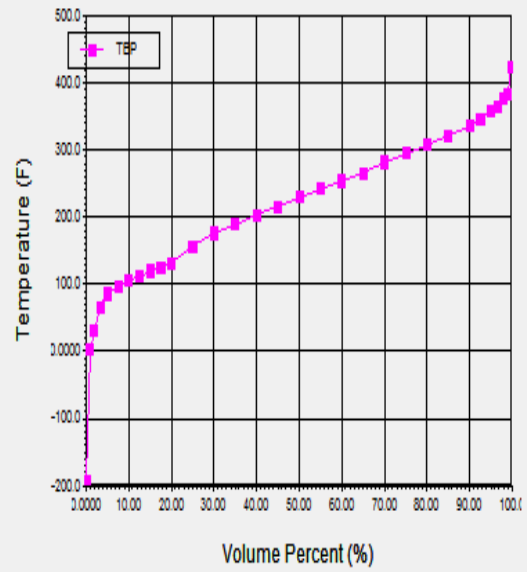
Reprise des activités de la raffinerie d'Adrar , Journal El-Moudjahid, Le 23 janvier 2012

[20] Documentation Internet :

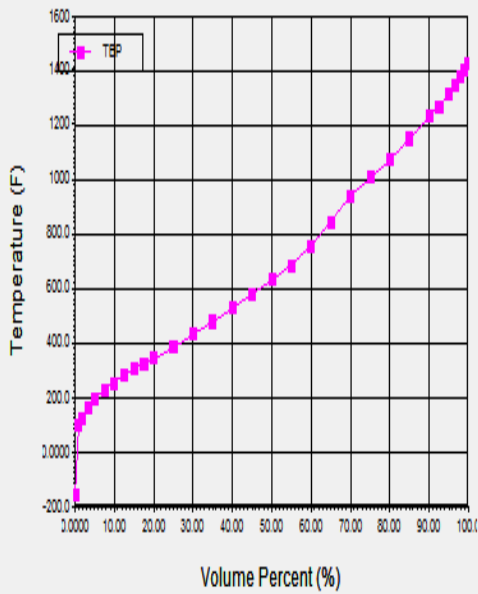
B. Yacine, La raffinerie d'Adrar opérationnelle, Journal le Maghreb, Le 22 mai 2007



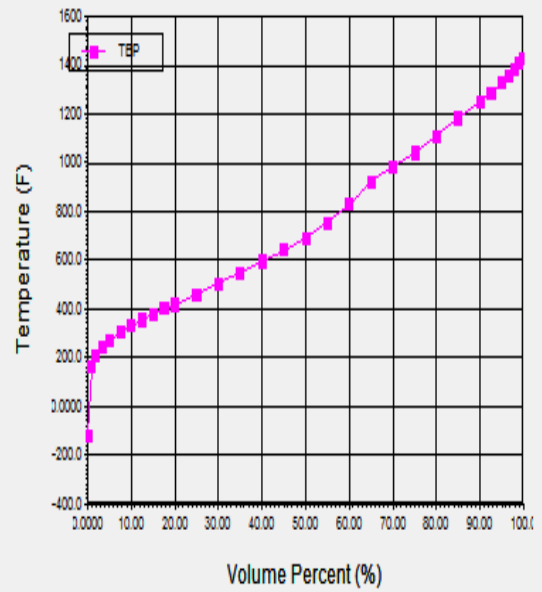
**Figure. 1 :** Courbe TBP de ballon de flache phase vapeur



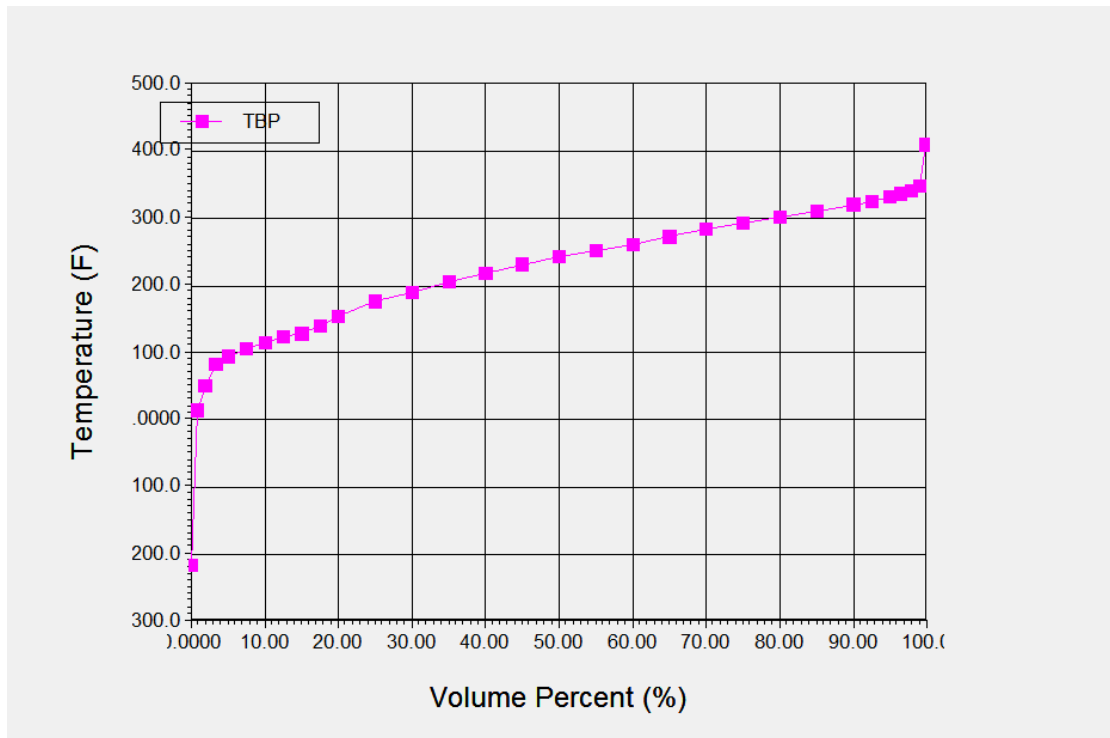
**Figure. 2:** Courbe TBP de pré distillation phase vapeur



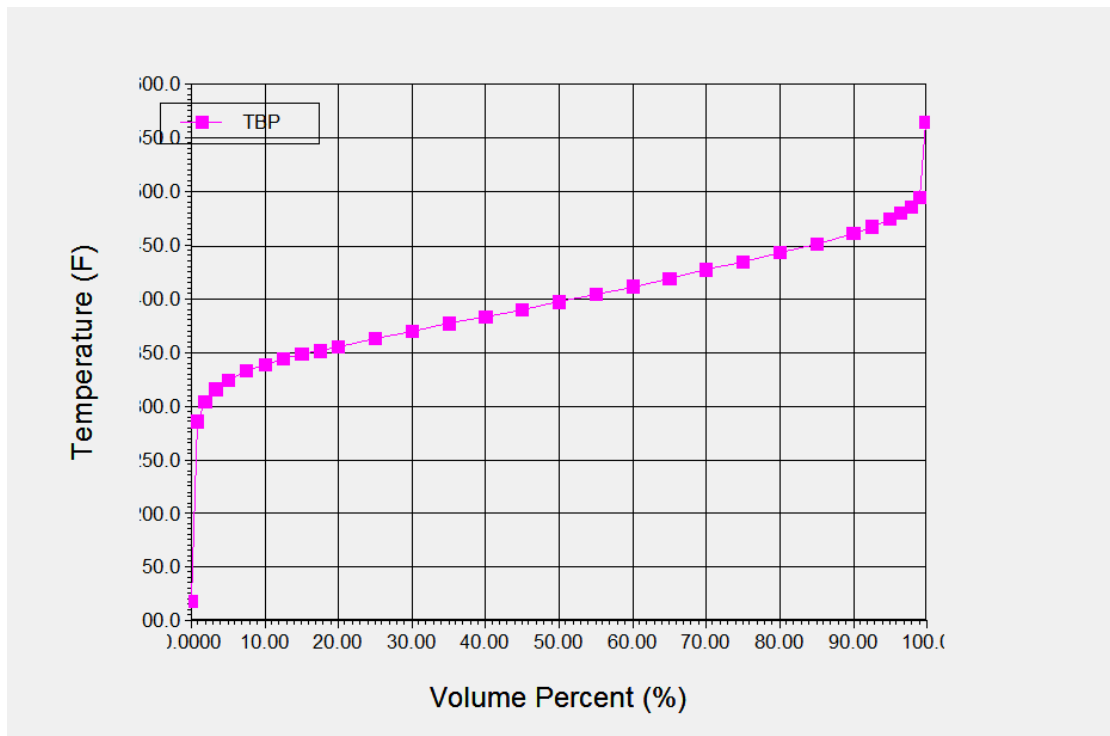
**Figure. 3 :** Courbe TBP de ballon flache phase liquide



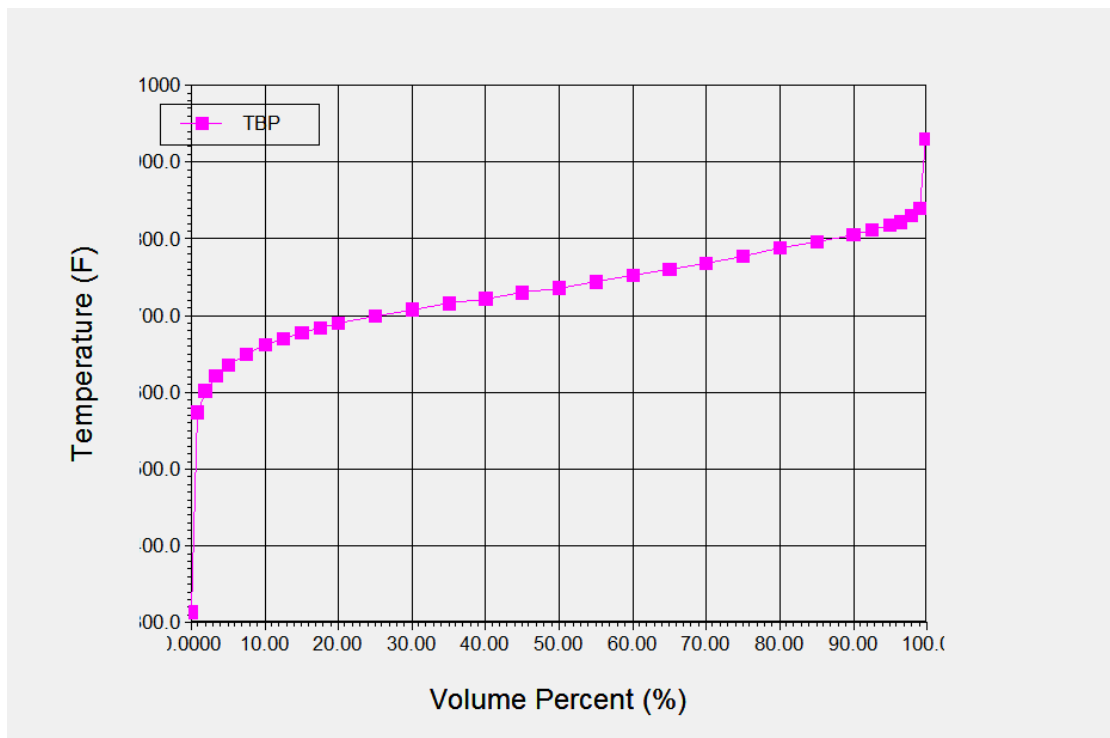
**Figure.4 :** Courbe TBP de pré distillation phase liquide



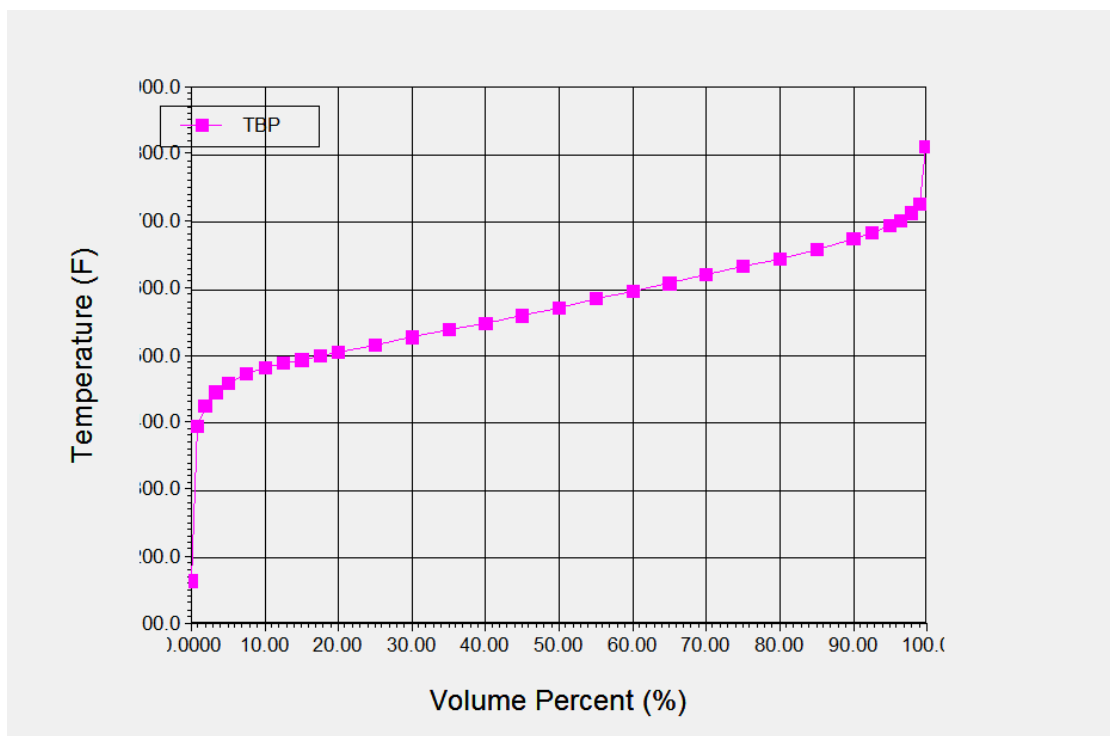
*Figure 5: courbe TBP pour le solvant Naphta*



*Figure:6 courbe TBP pour le solvant kérosène*



*Figure 7: courbe TBP pour le solvant gaz oil*



*Figure 8: courbe TBP pour le solvant diésel*