



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
La République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
Ministère de L'Enseignement Supérieur et la Recherche Scientifique  
جامعة عبد الحميد بن باديس - مستغانم  
Université Abdel Hamid Ben Badis – Mostaganem  
كلية العلوم والتكنولوجيا  
Faculté des Sciences et de la Technologie



N° d'ordre : M2 /GC/2020

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES DE MASTER ACADEMIQUE

**Filière : Génie des procédés**

**Spécialité : Génie Chimique**

**Procédés de fabrication des huiles moteurs au niveau de la  
raffinerie d'Arzew**

**Présenté par :**

1. Mr Djedid Hadj Hocine
2. Mr Forloul Sidahmed

**Soutenu le 01/07/ 2020 devant le jury composé de :**

Présidente : M <sup>me</sup> N. BOUBEGRA	MCA	U - Mostaganem
Examinatrice : M <sup>me</sup> I.S.ABDELI	MCB	U - Mostaganem
Encadreur : Mm N.HADDOU	MCB	U - Mostaganem

**Année Universitaire : 2019 / 2020**

# Remerciements

*En premier lieu, nous tenons à remercier DIEU notre créateur, pour nous avoir donné la force d'accomplir ce travail.*

*Nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont contribué de manière directe ou indirecte à l'aboutissement de ce travail.*

*Tout d'abord, nous adresse mes respectueux remerciements à tous les membres du jury qui m'ont fait l'honneur de participer à l'évaluation de mon travail.*

*Nous remercions également profondément D<sup>r</sup>. M<sup>me</sup>. N. BOUBEGRA maître de conférences à l'université de Mostaganem, pour avoir accepté de présider ce jury.*

*Nous exprimons mes profonds remerciements à D<sup>r</sup>. M<sup>me</sup> I.S. ABDELI Maître de conférences à l'université de Mostaganem, pour l'honneur qu'elle me fait en acceptant d'examiner ce travail et de participer à ce jury.*

*Nous s'adressons également à **D<sup>r</sup>. M<sup>me</sup> N. HADDOU**, notre encadrant, nos remerciements pour son soutien et encouragements.*

## LISTE DES ABREVIATION

**ASTM** : American society for testing and materials : organisme de normalisation US. La plupart des essais normalisés de contrôle de qualité des produits pétroliers ont pour origine des normes ASTM.

**BRA** : Brut Réduit Atmosphérique.

**BRI** : Brute réduit importé.

**RSV** : Résidu Sous Vide.

**P1, P2** : Département de productions de la raffinerie.

**VO** : Viscous Oil, (huile visqueuse).

**MVO** : Medium Viscous Oil, (huile mi-visqueuse).

**BS** : Bright Stock.

**GPL**: Gaz de pétrole liquéfié.

**SPO** : Spindle oil ou huile légère

**SAE** : Il s'agit d'une norme établie par la Society of Automotive Engineer.

**LVGO** : Light Gas Oil.

**HGO** : Heavy Gas Oil.

**DAO** : De-asphalted oil, (huile désasphaltée).

**HSRN** : Heavy Straight Run Naphta/Naphta lourd.

**LSRN** : Light Straight Run Naphta/Naphta Léger.

**MEC** : Méthyl-éthyle-cétone.

**VI** : Indice de viscosité.

**VIS** : La Viscosité.

**Cst** : Centième partie du stoke, l'unité de viscosité statique des lubrifiants.

**PE** : Point d'écoulement.

**T.B.N** : Totale Base Nombre : quantité d'acide, exprimée par le nombre équivalent de milligrammes d'hydroxyde de potassium (KOH) par gramme d'échantillon, nécessaire pour titrer les constituants à caractère basique présents dans un gramme d'échantillon

**RDC** : Rotating Disk Column : Colonne d'extraction liquide-liquide, munie d'un système decontactage constitué par un axe vertical entraînant en rotation des plateaux circulaires. Ce type de matériel est utilisé par exemple pour l'extraction des aromatiques dans la chaîne de fabrication des huiles de base.

---

---

## SOMMAIRE

Remerciements	
Liste des abréviations	
Introduction générale .....	01
Chapitre I. Présentation de la raffinerie	
I.1. Historique .....	03
I.1.1. Localisation et accès.....	
I.1.2. Fonction de l'usine RA1/Z .....	04
I.1.3. La capacité de production de la raffinerie.....	04
I.1.4. Organisation générale.....	05
I.2. Composition du complexe RA1/Z.....	06
I.2.1. Départements de production p1.....	08
I.2.1.1. Zone 03 : Utilités.....	09
I.2.1.2. Zone 04 : les carburants.....	09
I.2.1.3. Zone 07 : Lubrifiants .....	09
I.2.1.4. Zone 06 : Les huiles finies.....	10
I.2.1.5. Zone 10 : Les bitumes.....	11
I.2.1.6. Zone 28 : Zones de stockages et expédition .....	11
I.3. Présentation du laboratoire.....	12
I.3.1 Le rôle du laboratoire.....	13
I.3.2. Les différentes analyses effectuées au niveau du laboratoire.....	13
Chapitre II : Généralité sur les Lubrifiants	14
II.1. Introduction .....	15

II.1.1. Le rôle et l'importance de lubrifiant .....	15
II.1.2. Les huiles de base .....	16
II.1.2.1. La tendance des huiles .....	16
II.1.2.2. Les Principaux types de lubrifiants .....	17
II.2. Caractéristiques Physico-chimiques des huiles de base .....	19
II.3. Procédé de fabrication des huiles de base .....	22
II.3.1. Description .....	22
II.3.2. Production des huiles de base.....	22
II.3.2.1. Distillation sous vide .....	24
II.3.2.2. Dés asphaltage au propane.....	25
II.3.2.3. Extraction au furfural.....	26
II.3.2.4. Déparaffinage au MEK/Toluène.....	27
II.3.2.5. Hydrofinissage .....	29
Chapitre III : Les additifs	30
III.1. Définition.....	31
III.2. Classification des additifs .....	31
III.3 Actions des additifs .....	32
Chapitre IV : Les Formulations & Les Analyses Physico-chimique des huiles finies	35
IV.1. Le choix des huiles de base et des additifs dans la formulation d'une huile finie ...	36
IV.2. Formulations des huiles finies.....	38
IV.2.1. Formulation d'une huile pour moteurs diesel « CHIFFA 40 » .....	38
IV.2.1.1. Préparation et formulation d'un échantillon à l'échelle du laboratoire .....	40

---

IV.2.1.2. Interprétation des résultats.....	40
IV.2.1.3. Fabrication de 200 tonnes de la formulation CHIFFA 40.....	41
IV.2.1.4. Les corrections.....	41
IV.3.2. Formulation d'une huile pour moteur à essence « NAFTILIA SAE 20W50 » ...	42
A Préparation et formulation d'un échantillon à l'échelle du laboratoire.....	42
B Interprétation des résultats.....	44
IV.4. L'échantillonnage.....	44
Conclusion générale .....	45
Références bibliographiques	

---

## Introduction générale

Le pétrole, qui est un mélange de différents produits hydrocarbonés, pour être utilisable dans les différentes branches de l'industrie et des moteurs à combustion, doit subir une série de traitements divers.

Le raffinage est le procédé de transformation des pétroles bruts d'origine diverses en carburants, lubrifiants, bitumes et des produits de base pour la pétrochimie par des opérations physico-chimiques résultant de la séparation et des procédés de transformation des fractions pétrolières.

Mis à part l'utilisation du pétrole comme source d'énergie et de chaleur, il a permis de fabriquer les lubrifiants dont l'industrie a besoin.

Le passage de pétrole dans la raffinerie permet de suivre les principales procédures de fabrication des huiles lubrifiantes de la zone 5 et leurs analyses au laboratoire.

Les huiles lubrifiantes sont indispensables pour assurer le bon fonctionnement du moteur, elles sont constituées huile de base auxquels sont ajoutés d'additifs convenablement choisis pour qualifier le lubrifiant à assurer sa fonction. Au plan national, le marché algérien des lubrifiants est de l'ordre de 180.000 tonnes par an, se répartissant comme suit : 75% des huiles moteurs, 19% des huiles industrielles, 3% des graisses et 3% des huiles aviation et marine.

Dans ce mémoire, nous avons présenté en première lieu l'historique de la raffinerie d'Arzew, le rôle et ses principales zones et unités de productions, une description générale des propriétés des lubrifiantes et leurs avantages et de décrire la zone de fabrication des huiles de base.

La présente étude a pour objectif de vérifier et de suivre la qualité de ces huiles par la détermination au laboratoire des différents paramètres physico-chimiques nécessaires pour l'obtention d'une meilleure huile de lubrifiante pour moteur.

# Chapitre I

Présentation de la raffinerie d'Arzew

## I.1. Historique

La raffinerie d'Arzew a été réalisée dans le cadre du premier plan quinquennal entre 1970 et 1973. Troisième raffinerie du pays après celles d'Alger et de Hassi Messaoud.

La construction du complexe a été confiée à la société japonaise Japan Gazoline Corporation JGC. C'est l'entreprise NAFTEC, issue de la restructuration de la Sonatrach qui gère la raffinerie d'Arzew. [1]

La raffinerie a connu une évolution importante :

- Le 19 juin 1970 : La pose de la première pierre,
- A partir du mois de juillet 1972 : Le démarrage des unités a été lancé, par la mise en exploitation des utilités,
- En mars 1973 : L'ensemble des unités de la Raffinerie était en service,
- Le 17 juin 1973 : La réception provisoire,
- En 1975, pour répondre à la demande du marché, les travaux d'extension des unités de production de bitumes ont été lancés et ont duré (02) années,

La capacité des unités de production de bitumes direct et oxydé fut augmentée respectivement de 65000 T/ AN à 120 000 T/ AN, et de 5000 T/ AN à 20000T/AN.

- En 1978, suite aux besoins importants en lubrifiants, la réalisation d'un ensemble intégré de production de 120000 T/ AN d'huiles de base a été lancée,
- En 1984 : l'ensemble des unités suivantes entré en production :
  - Utilités ;
  - Huiles de base ;
  - Graisses ;
  - Paraffines ;
  - Mélange et conditionnement ;
  - Réception d'additifs en vrac ;
  - Réception et expédition d'huile de base.

La construction de cet ensemble a été confiée à un consortium européen composé des sociétés suivantes : Voest Alpine (Autriche Klockner), SGP-Simmering Graz Pauker (Allemagne) et Foster Wheeler (France).

- En 1997, a été lancée la construction d'une nouvelle unité d'emballages divisionnaires des huiles finies. La réalisation a été confiée à la firme allemande BATTENFELD GMBH.

La Raffinerie traite 2,75 millions de tonnes par an de pétrole brut saharien sur une capacité de 2,5 millions de tonnes par an et de 280 000 tonnes par an de brut réduit importé pour la production de bitumes.

### **I.1.1. Localisation et accès**

Le complexe de La raffinerie d'ARZEW RA1/Z est situé dans la commune de Bethioua, dans la zone industrielle d'Arzew, à environ 6 km au Sud – Est de la ville D'Arzew et à 40 km au Nord-Est d'Oran, située au Nord-Ouest de l'Algérie. Le complexe RA1/Z s'étend sur une superficie de 150 hectares.

### **I.1.2. Fonction de l'usine RA1/Z**

C'est le troisième et important complexe construit dans cette région, la raffinerie d'Arzew répond aux impératifs suivants :

- Fournir la totalité du marché Algérien actuel et futur en lubrifiants, paraffines et graisses, dans les limites technologiques des installations.
- Fournir la région Ouest et Sud-Ouest en carburants selon besoins actuels et futurs.
- Fournir le marché Algérien en bitumes, en coordination avec la Raffinerie de Skikda.
- Maximiser la valeur des excédents exportables et atteindre les exigences du marché Européen en qualité de produits.
- Adapter la Raffinerie à l'Essence et au Diesel aux normes et qualités Européennes.
- Optimiser les consommations en additifs et produits chimiques.

### I.1.3. La capacité de production de la raffinerie

Les produits finis sont soumis à des contrôles sévères. Les niveaux de performance de ces produits doivent satisfaire aux spécifications des marchés national et international.

Outre les GPL, les carburants et les bitumes, la spécificité de la raffinerie d'Arzew est la production d'une gamme diversifiée de lubrifiants de qualité comparable aux produits des grandes sociétés pétrolières internationales.

La RA1Z a été conçue pour traiter :

- 2.5 Millions T/an de pétrole brut Saharien,
- 280 000 T/an de BRI pour répondre à la demande du marché en bitumes.

Les capacités annuelles de production (en T/an) des différentes unités sont :

**Tableau.I.1.** Illustre la capacité de production du RA1Z.

<b>Produits</b>	<b>Capacité de production annuelle</b>
Propane	15.000
Butane	70.000
Gasoil	980.000
Kérosène	250.000
Essence super	70.000
Essence normale	270.000
Naphta	200.000
Fuel basse teneur en soufre	800.000
Fuel haute teneur en soufre	60.000
Lubrifiants	170.000
Graisses	7.000
Paraffines	7.000
Bitumes routiers	120.000
Bitumes oxydés	2000

La gamme de lubrifiants mise sur le marché est la suivante :

**Huiles de base :**

- Spindle Oil
- SAE 10
- SAE 30
- Bright Stock

**Extraits**

- Les différents Huiles pour moteurs (Essence, Diesel) ainsi les huiles utilisées dans l'Industrie
  
- Bitumes (Routiers, oxydés)

**I.1.4. Organisation générale :**

Le complexe RA1/Z est composé de différents départements et services représentés dans :

- **Département Sécurité :**

Le département de sécurité a pour rôle d'intervenir sur les équipements et les installations, faire de la prévention et la sensibilisation auprès du personnel du complexe. Le département de sécurité est lié directement à la direction et il a comme politique : « qu'aucun travail n'est urgent au point qu'il ne puisse être effectué de la manière la plus sûre possible ».

- **Département Maintenance :**

La fonction principale du département de maintenance consiste à mettre en œuvre les moyens humains et matériels pour l'entretien et la répartition de l'appareil de production et de ses annexes.

- **Département Finances :**

Il a pour objectif d'établir le bilan de chaque fin d'année de gérer et justifier toutes les opérations financières, juridiques, budgétaires, trésoreries et leur comptabilisation.

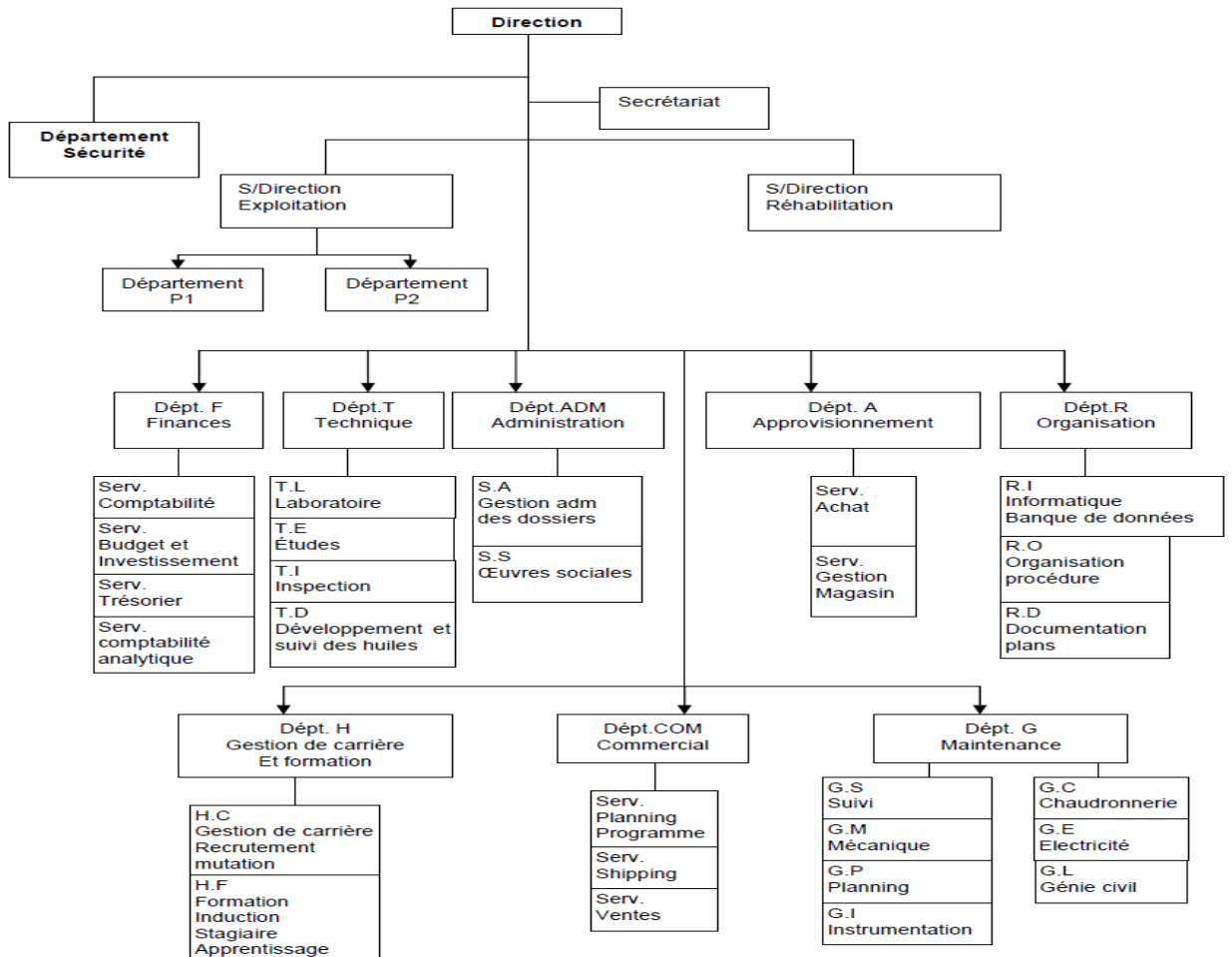
- **Département travaux neufs :**

Il s'occupe de la réalisation des investissements ainsi que la grande maintenance et assure la procure ment.

- **Département Technique :**

Il est relié directement avec la direction, il a pour mission l'étude des projets d'installation des moyens de production.

### Département Production





### **I.2.1. Départements de production p1 :**

Les installations du département p1 sont celles construites en 1970. Elles produisent les carburants, les lubrifiants et les bitumes.

Chaque zone est destinée à produire les utilités et les produits préliminaires ou finaux selon la répartition suivante. C'est l'ancienne usine qui sert à produire les carburants, les lubrifiants et les bitumes : elle comprend les zones suivantes :

- Une zone d'utilité.
- Une zone pour la production des carburants.
- Une zone pour la production des lubrifiants.
- Une zone pour les huiles finis.
- Une zone pour la production des bitumes.

#### **I.2.1.1. Zone 03 : Utilités**

Elle comprend les unités suivantes :

- **-unité 31** : Production de vapeur et d'électricité.
- **-unité 32** : Production de l'eau distillée.
- **-unité 33** : Circuit d'eau de refroidissement.
- **-unité 34** : station de pompage d'eau.
- **-unité 35** : Récupération et distribution du gaz combustible.
- **-unité 36** : Unité d'air comprimé.

#### **I.2.1.2. Zone 04 : les carburants**

Cette zone comporte trois unités :

##### **Unité 11 : Unité de distillation atmosphérique**

C'est l'unité principale du complexe qui traite le pétrole brut algérien. Les produits obtenus au niveau de cette unité sont :

- Gaz de pétrole liquéfié.

- Naphta lourd.
- Naphta léger.
- Kérosène.
- Gas oil.

- Le brut réduit, qui constitue la charge des unités de distillation sous-vide pour la production d'huiles de base.

### **Unité 12 : Unité de reforming catalytique**

Le naphta lourd HSRN provenant de l'unité de distillation atmosphérique contient du soufre, de l'azote, de l'oxygène et d'autres composants constituant un poison pour le catalyseur du platforming. C'est l'unité d'hydrobon qui est destinée à transformer et éliminer les composants indésirables par hydrogénation.

Le platforming est un procédé catalytique où on emploie un catalyseur sélectif afin de transformer en présence de l'hydrogène, l'unifiant en produit de base de meilleure qualité pour la fabrication des essences.

### **Unité 13 : Unité de traitement de gaz**

Les gaz de pétrole liquéfiés obtenus dans les unités de distillation atmosphérique et de reforming catalytique sont traités dans cette unité et séparés en produits suivants :

- Propane ;
- Butane.

#### **I.2.1.3. Zone 05 : Lubrifiants**

La raffinerie d'Arzew dispose de :

- Deux chaînes de production d'huile de base de capacités annuelles respectives de 48 000 TM et 120 000 TM.
- Deux unités de fabrication, de mélange et de conditionnement des huiles finies.
- Deux unités de production et de conditionnement des graisses. - Une unité de traitement et de deux unités de moulage de la paraffine.

Les deux chaînes de production d'huiles de base disposent respectivement des unités suivantes :

- **unité 100** : Distillation sous vide ;
- **unité 200** : Dé-asphaltage au propane ;
- **unité 300** : Extraction des aromatiques au furfural ;
- **unité 400** : Déparaffinage à la méthyl-éthyle-cétone et au toluène ;
- **unité 500** : Hydro-finishing des huiles.

La 2<sup>ème</sup> chaîne dispose d'une unité d'hydrotraitement de la paraffine.

#### **I.2.1.4. Zone 06 : Les huiles finies**

Elle est conçue pour le mélange et le conditionnement des huiles finies à partir des huiles de base fabriquées dans cette 1ère chaîne de production. Les mélanges des huiles de base sont réalisés avec des additifs pour améliorer les caractéristiques. Le lubrifiant est conditionné dans des fûts de 200 litres.

La gamme de lubrifiants se compose de : huile pour moteur, huile industrielle, huile de graissage.

Huile hydraulique, huile de coupe, graisses industrielles

#### **I.2.1.5. Zone 10 : Les bitumes**

Cette zone se divise en :

- **Unité14** : Flash sous vide du résidu importé, pour la production du Bitume routier.
- **Unité15** : Oxydation des bitumes.
- **Unité45** : Chargement bitumes.
- **Unité49** : Conditionnement bitumes oxydés.

**I.2.1.6. Zone 28 : Zones de stockages et expédition**

Le pétrole brut et le brut réduit importé sont stockés dans les bacs avant d'être traités.

Les produits finis sont stockés dans des bacs de capacités variant entre 5000 et 30 000 m<sup>3</sup>.

L'expédition des produits finis se fait par :

- Camions ;
  - Navires ;
  - Pipes ;
  - Trains.
- 
- Zone 8A - 8B - 9 : stockage intermédiaire des huiles de base.
  - Zone 11 - 12 - 13 : stockage pétrole brut.
  - Zone 16 - 17 - 18 - 22 - 23 - 24 - 25 : stockage carburant.
  - Zone 26 : stockage GPL (sphères).
  - Zone 27 - 28 - 30 : Expéditions.
  - Zone 29 : stockage brut réduit importé (BRI).
  - Zone 31 : zone des torches.

### **I.3. Présentation du laboratoire :**

La présence de laboratoire est nécessaire au niveau de l'industrie, comme elle présente le fruit de l'efficacité de n'importe quel complexe du fait qu'il permet de juger la qualité des produits traités durant le procès.

La raffinerie possède un laboratoire de grande importance du fait qu'il veille sur le bon déroulement des procédés de traitement de pétrole dans les unités de productions et analysés des produits finis destinés à être commercialisés soit au niveau national ou international.

#### **I.3.1 Le rôle du laboratoire :**

Le laboratoire de la raffinerie d'Arzew est divisé en deux sections dont l'une est section de contrôle des produits intermédiaires échantillonnés au fur et à mesure du traitement.

#### **I.3.2. Les différentes analyses effectuées au niveau du laboratoire :**

Les différentes analyses généralement effectuées au laboratoire sont :

##### **Utilités :**

Analyse des eaux telles que le PH, TH, TAL, etc....

##### **Les lubrifiants :**

Analyses des huiles, des bitumes tel que ; la viscosité, le point de flash, la couleur, la pénétrabilité des graisses, etc...

##### **Les carburants :**

Les analyses permettent de suivre le procédé de la production pour s'assurer du rendement et de l'efficacité des catalyseurs. Parmi ces analyses, la teneur en plomb, PONA, L'indice d'octane, etc....

# Chapitre II

Généralité sur les lubrifiants

## II. Généralité sur les Lubrifiants

### II.1. Introduction

Le lubrifiant est un produit interposé entre des surfaces en frottement d'un mécanisme, réduit le frottement et par voie de conséquence l'échauffement, tous en combattant l'usure des organes en mouvement.[2]

Les lubrifiants sont une composante essentielle de tout équipement mécanique en effet, la durée de vie d'un équipement est intimement liée à la quantité et la qualité du lubrifiant.

Les lubrifiants, prennent la forme des matières onctueuses. Ils sont composés des huiles de base auxquelles on ajoute des additifs dont la nature diffère selon l'huile utilisée et les conditions d'utilisation.

#### II.1.1. Le rôle et l'importance du lubrifiant

Les lubrifiants (huiles et graisses) permettent de séparer 2 surfaces en mouvements pour :

- **En réduire les frottements :**

L'interposition d'un lubrifiant entre des surfaces métalliques en mouvement entraîne des diminutions plus ou moins sensibles, du coefficient de frottement. Ceci se traduit par une économie d'énergie importante et une diminution très sensible de l'usure

- **Améliorer le fonctionnement des machines ou leur résistance à l'usure :**

Il existe trois types d'usures :

- **L'usure physique**, qui relève de la constitution du métal et de sa fatigue, et pour laquelle le rôle du lubrifiant est limité.
- **L'usure chimique**, qui est essentiellement l'usure corrosive. Les lubrifiants ont naturellement des propriétés anticorrosives qui peuvent être renforcées selon l'utilisation envisagée.
- **L'usure mécanique**, qui est :

- L'usure par jonction intermétallique. Lorsque deux pièces métalliques frottent l'une sur l'autre, il se produit localement des microsoudures.
- L'usure par abrasion, qui résulte du frottement des pièces mobiles avec interposition de particules solides entre ces pièces.
- L'usure par érosion, provoquée par le choc des particules solides ou fluides animées de grandes vitesses ou sous fortes pressions.
- **Réduire les pertes d'énergie mécanique :** La plus grande partie du travail résultant des forces de frottement est transformée en chaleur. Le lubrifiant, par sa présence, assure le refroidissement des organes mécaniques : En diminuant la quantité de calories produites En contribuant à l'évacuation de la chaleur.
- **Evacuer la poussière et impuretés :**

Elles se forment en cours de fonctionnement dans les mécanismes (par exemple les suies de combustion dans les moteurs Diesel). Généralement, ces impuretés sont ensuite retenues par des filtres.

- Protégé les organes contre la corrosion
- Diminuer la température de régime des machines.

### II.1.2. Les huiles de base

Les huiles lubrifiantes actuellement utilisées sont généralement constituées d'un fluide de base appelé « base de lubrifiant » qui peut être synthétique ou d'origine minérale, auquel sont ajoutés de nombreux additifs dont la nature varie avec la destination du produit.

#### II.1.2.1. La tendance des huiles :

##### A- Les huiles à tendance paraffinique :

Ce sont des hydrocarbures saturés linéaires ou ramifiés, stables à l'oxydation, et possédant un indice de viscosité élevé, une faible agressivité mais un pouvoir solvant limite et un point de congélation élevé. Elles contiennent en moyenne 60 à 70 % d'hydrocarbures paraffiniques, 25 à 30 % d'hydrocarbures naphthénique et 6 à 8% d'hydrocarbures aromatiques et des traces d'asphaltes.

**B- Les huiles à tendance naphténiq**

Ce sont des hydrocarbures cycliques saturés qui sont moins stables à l'oxydation et possédant un indice de viscosité plus faible, mais ont un pouvoir solvant et un bas point d'écoulement.

Les proportions de ces différents hydrocarbures sont respectivement de 50 à 60 % d'hydrocarbures paraffiniques, de 28 à 36 % d'hydrocarbures naphténiq

**C- Les huiles à tendance aromatique :**

Ce sont des produits cycliques insaturés, présentent des caractères encore plus accusés que les naphténiq

**II.1.2.2. Les Principaux types de lubrifiants :**

La production se divise en deux grandes catégories :

**1/ Huiles pour moteurs :**

L'huile moteur, généralement utilisée pour la lubrification des moteurs à combustion interne, est une huile minérale, semi-synthétique ou synthétique, dérivée du pétrole et enrichie en additifs techniques.

Elles sont des huiles dont la viscosité varie le moins possible avec la température et assure au moins son rôle à froid et à chaud car les moteurs ne fonctionnent pas à des températures isothermes.

**➤ Fonctionnement des huiles moteur :**

Elle lubrifie, nettoie, inhibe la corrosion, améliore l'étanchéité et contribue à évacuer la chaleur de friction et de combustion (circulation dans les calottes de pistons) de façon que les pièces du moteur restent dans les tolérances de fonctionnement (dimensionnelles et de résistance mécanique).

**➤ Différents types d'huiles moteurs**

Les huiles moteurs sont classées suivant leur viscosité, les normes de classement sont déterminées par la S.A.E. (Society Automotive Engineering). On distingue :

Les huiles multigrades dont la viscosité est donnée pour une valeur de la température.

On trouve les huiles SAE 10W, 15W, 20W, 30, 40, 50.

Exemple 1 : Une huile classée SAE 10W signifie que :

- 10 indique la valeur de la viscosité,
- W indique que la valeur de la viscosité a été mesurée à la température de 0°F (-18°C).

Exemple 2 : Une huile classée SAE 40 signifie que :

- 40 indique la valeur de la viscosité,
- l'absence de lettre indique que la valeur de la viscosité est donnée à la température de 210°F (100°C).
- une huile SAE 40 est plus visqueuse qu'une huile SAE 30 à la température de 210°F.

Les huiles multigrades dont la viscosité est donnée pour deux valeurs de la température.

On trouve les huiles SAE 10W30, 10W40, 10W50

15W40, 15W50

20W40, 20W50.

Exemple : 15W40

15W viscosité à 0°F,

40 viscosité à 210°F.

Les huiles pour moteurs représentent environ **81%** du tonnage produit, soit **97000 T/an** d'huile de base à traiter.

- Huiles pour moteur à essence : **27700 T/an.**
- Huiles pour moteurs diesel : **58000 T/an.**
- Huiles pour transmission : **11300 T/an.**

### ***2/ Huiles industrielles :***

Les huiles industrielles représentent environ **19%** du tonnage produit, soit **23000 T/an** d'huile de base à traiter.

- Huiles hydrauliques (TISKA).
- Huiles turbines (TORBA).
- Huiles engrenages (FODDA).
- Huiles compresseurs (TORADA).
- Huiles diverses.

## **II.2. Caractéristiques Physico-chimiques des huiles de base**

Les huiles lubrifiantes destinées au graissage des moteurs sont préparées à partir de mélange d'huile de base obtenues dans la chaîne de fabrication des huiles de base.

Ces mélanges d'huiles de base ne possèdent pas toutes les caractéristiques requises pour ces types de lubrifiants, et on doit pour cette raison leur adjoindre un certain nombre d'additifs.

Les principaux critères de qualité recherchés pour les huiles de base sont les suivants :[3]

### **La densité : 15/4 c**

C'est le rapport du poids d'un certain volume d'échantillon à une température au poids du même volume d'eau à la température standard de 4 c.

- **Film d'huile :**

C'est l'épaisseur d'huile aussi mince soit elle qui se trouve entre deux pièces en mouvement et qui empêche celles-ci de se toucher.

- **Viscosité :**

C'est la résistance à l'écoulement d'un lubrifiant. La viscosité diminue lorsque la température augmente. Unité de mesure : Cst ou mm<sup>2</sup>/s

- **Indice de viscosité (VI) :**

Le VI (Viscosity Index) est important pour déterminer quelle sera la viscosité d'une huile à basse ou haute température. Forte variation avec la température le 'VI' sera bas Faible variation avec la température le 'VI' sera haut.

**Couleur :**

Cette norme a pour but de fixer la condition dans lesquelles on doit effectuer l'essai pour la détermination de la couleur de produits pétroliers, la couleur de l'échantillon désirée est exprimée par le numéro de verre standard dont la couleur est plus comparable à celle de la prise d'analyse.

- **Point d'écoulement**

C'est la température la plus basse à laquelle l'huile peut encore couler, elle peut descendre jusqu'à - 50 °C.

- **Point éclair :**

C'est la température la plus basse à laquelle les vapeurs d'huile chauffé peuvent s'enflammer spontanément au contact d'une flamme, Le point éclair d'huile se trouve entre 200 et 250 °C.

- **Point de feu :**

C'est la température la plus basse à laquelle l'inflammation de l'huile est suivi de la combustion de cette huile.

- **Stabilité :**

L'huile doit conserver le plus longtemps possible ses propriétés initiales.

- **Détergence :**

C'est la faculté de préserver la propreté des surfaces exemptes de dépôts produits par les réactions chimiques (boues, vernis).

- **Dispersion :**

C'est la capacité des lubrifiants à maintenir en suspension les contaminants insolubles pour éviter de colmater les crépines ou obstruer les circuits de lubrification.

- **Point d'aniline :**

C'est la température la plus basse à laquelle peut s'observer, sous une forme homogène, un mélange à parties égales d'aniline et d'huile étudiée. Le point d'aniline est une caractéristique déterminante du comportement d'un lubrifiant vis-à-vis de certains joints.

## II.3. Procédé de fabrication des huiles de base

Zone 5 : Fabrication des huiles de base

### II.3.1. Description

Cette zone a pour tâche de produire les huiles de base à partir du brut réduit atmosphérique venant de la zone 4. Le schéma de fonctionnement et de fabrication est le suivant :

### II.3.2. Production des huiles de base avec un schéma conventionnel

Les huiles de base sont produites à partir des fractions lubrifiantes du brut, ces fractions sont obtenues par distillation sous vide du brut réduit, puis elles sont raffinées dans une série d'unités de séparation physique des composés à caractéristiques lubrifiantes et des composés indésirables en utilisant les différences de solubilité de ces composés dans différents solvants.[2]

Le schéma conventionnel de fabrication des huiles est indiqué sur la figure jointe, les différentes principales opérations sont :

- Distillation sous vide réalisée à l'unité 100.
- Dés asphaltage au propane réalisé à l'unité 200.
- Extraction au furfural réalisée à l'unité 300.
- Déparaffinage au MEK/Toluène réalisée à l'unité 400.
- L 'hydrofinissage réalisée à l'unité 500.

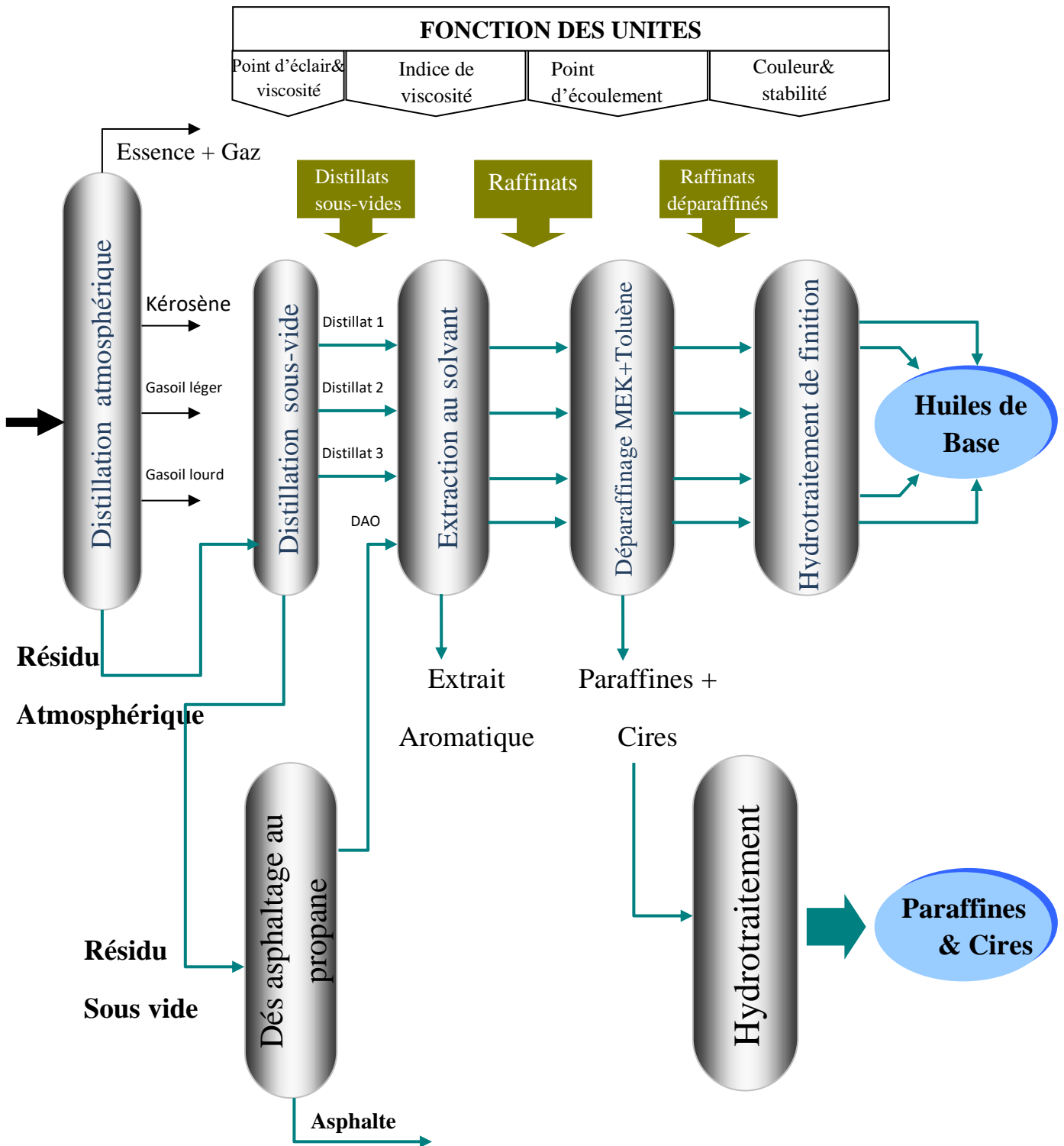


Figure II.1 : Chaîne de fabrication des huiles de base.

### II.3.2.1. Distillation sous vide

**Principe** : Distillation sous vide du brut réduit atmosphérique (**BRA**) pour éviter le craquage moléculaire.

**But** : Cette unité a pour but de séparer les diverses coupes distillats nécessaire à la production des huiles lubrifiantes de hautes qualités.

**Procédé** : Après le passage de **BRA** par des échangeurs et par le four, puis il passe dans une colonne de distillation avec une température de 380 °c, ou on joue sur les points d'ébullition de chaque constituant du **BRA**, la différence de température des produits dans la colonne favorise la séparation des huiles et on aura des produits suivants par différences de viscosité.

Les distillats obtenus sont :

- Spindle ou huile légère (SPO),
- SAE10 ou huile mi-visqueuse (MVO),
- SAE30 ou huile visqueuse (VO),
- RSV ou résidu sous vide qui est un résidu noir recueilli dans le fond de la colonne est envoyé à l'unité (200) pour la fabrication d'une huile lubrifiante très visqueuse appelée : Bright stock (BS).

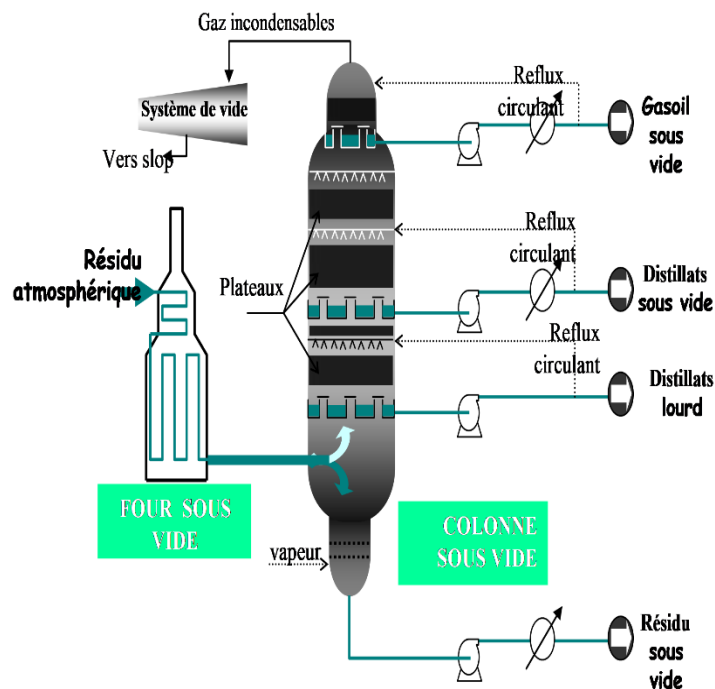


Figure II.2 : schéma simplifié de la distillation sous vide.

### II.3.2.2. Dés asphaltage au propane (U 200)

**But :** Cette unité a pour but d'extraire de l'asphalte contenu dans l'huile au moyen d'un solvant liquide (Propane) qui dissout l'unité.

**Procédé :** Après les analyses au soit que le résidu sous vide est un mélange de 65% de (DAO) désasphalte oil et du 30% de l'asphalte et 5% de résine pour permettre la dissolution de la résine d'où la séparation entre la DAO et l'asphalte, on fait une extraction liquide, en traitant le RSV par le propane ( $C_3H_8$ ) à contre-courant dans une colonne à disque rotatif RSV

On obtient au sommet de la colonne de la DAO+  $C_3H_8$  (85% ajouté) et au fond de la colonne on a de l'asphalte de 15% du  $C_3H_8$  ajouté.

La récupération du propane  $C_3H_8$  se fait par un traitement thermique on aura :

- De la DAO qui servira comme charge pour l'obtention.
- Asphalte (Goudron) utilisé comme charge pour l'obtention du bitume (zone 10), ou envoyé comme fuel.

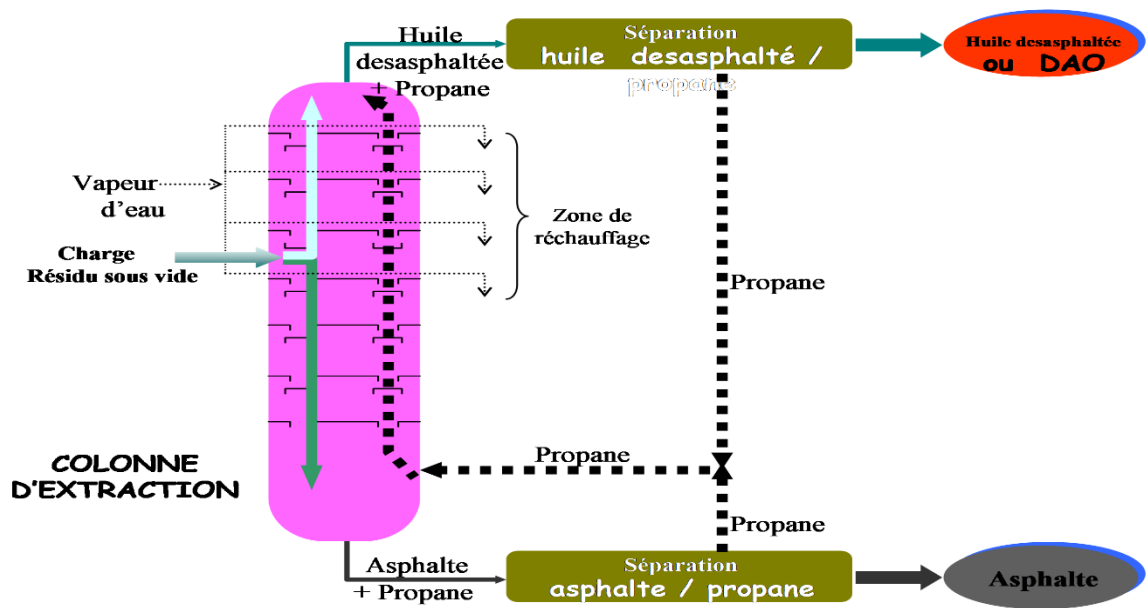


Figure II.3. : schéma simplifié du dés asphaltage au propane.

### II.3.2.3. Extraction au furfural (U 300)

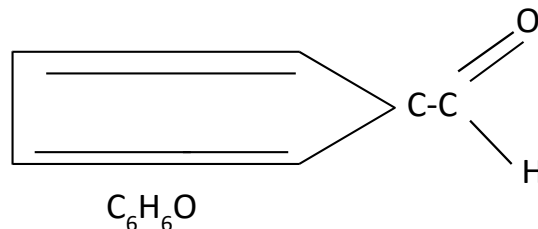
**Principe** : L'extraction sélective des produits aromatiques pour améliorer l'indice de viscosité à une valeur **VI=95**.

**But** : Cette unité a pour but d'éliminer les aromatiques dans les huiles lubrifiantes de leur base de l'indice de viscosité.

**Procédé** : Cette unité traite successivement les différentes coupes d'huiles de basse (SDO, MVO, VO, BS) suivant un planning et en fonction des commandes du marché avec le furfural.

Chaque huile constituée d'un grand porté de paraffine et aromatique, dont la viscosité varie beaucoup avec la température, qui présente un indice de viscosité faible due à la présence des aromatiques.

**Remarque 1** : Le furfural est un solvant organique qui a une fonction aldéhyde sous la structure suivante :



Le furfural est difficile à récupérer car il est sensible à l'air, à l'eau, à la température, et surtout aux oxydes (acides). Généralement ; c'est le furfural qui est utilisé pour extraire ces aromatiques. On obtient donc par extraction en furfural deux phases :

- Un extrait riche en aromatique
- Un raffinat sans aromatiques.

Dans cette unité qui permet d'ajuster l'indice de viscosité

**Remarque 2** : La présence d'aromatique dans distillats entraîne :

- Une forte viscosité.

- Un indice de réfraction élevée.
- Un faible indice de viscosité.
- Les aromatiques sont des hydrocarbures cycliques non saturés à simples ou triples cycles.

#### II.3.2.4. Déparaffinage au MEK/Toluène (U 400)

**Principe** : Après l'extraction au furfural des hydrocarbures aromatiques, les coupes d'huiles contiennent des hydrocarbures à point d'écoulement élevé.

En effet leur élimination est nécessaire car les lubrifiants doivent être fluides aux bases à une température inférieure à 10 °c.

**But** : Le but de déparaffinage est de produire des huiles lubrifiantes à un point d'écoulement et les paraffines dures à basse teneur en huiles.

**Procédé** : Pour que le raffinât ne fige pas, il faut éliminer les paraffines qui se congèlent à une température ambiante de -12°C [3], en ajoutant un solvant mixte à 50% de Méthyle-Éthyle Cétone (**MEC**) et 50% du toluène pour les cristalliser dans les batteries de siller afin de pouvoir les séparer après avoir passé dans une série de filtres rotatifs L'objectif du **MEC/Toluène** est comme suit :

- Le **MEC** refroidi est un anti-solvant utilisé pour ne pas boucher les filtres.
- Le Toluène maintient la partie restante à l'état liquide.
- Le solvant (**MEC/Toluène**) doit être sec pour éviter la formation des cristaux qui ont une tendance à boucher les canalisations.

On obtient de la paraffine mélangée à un solvant qu'on récupère par traitement thermique, de la même manière on peut séparer l'huile (filtrat) du solvant.

**Remarque** :

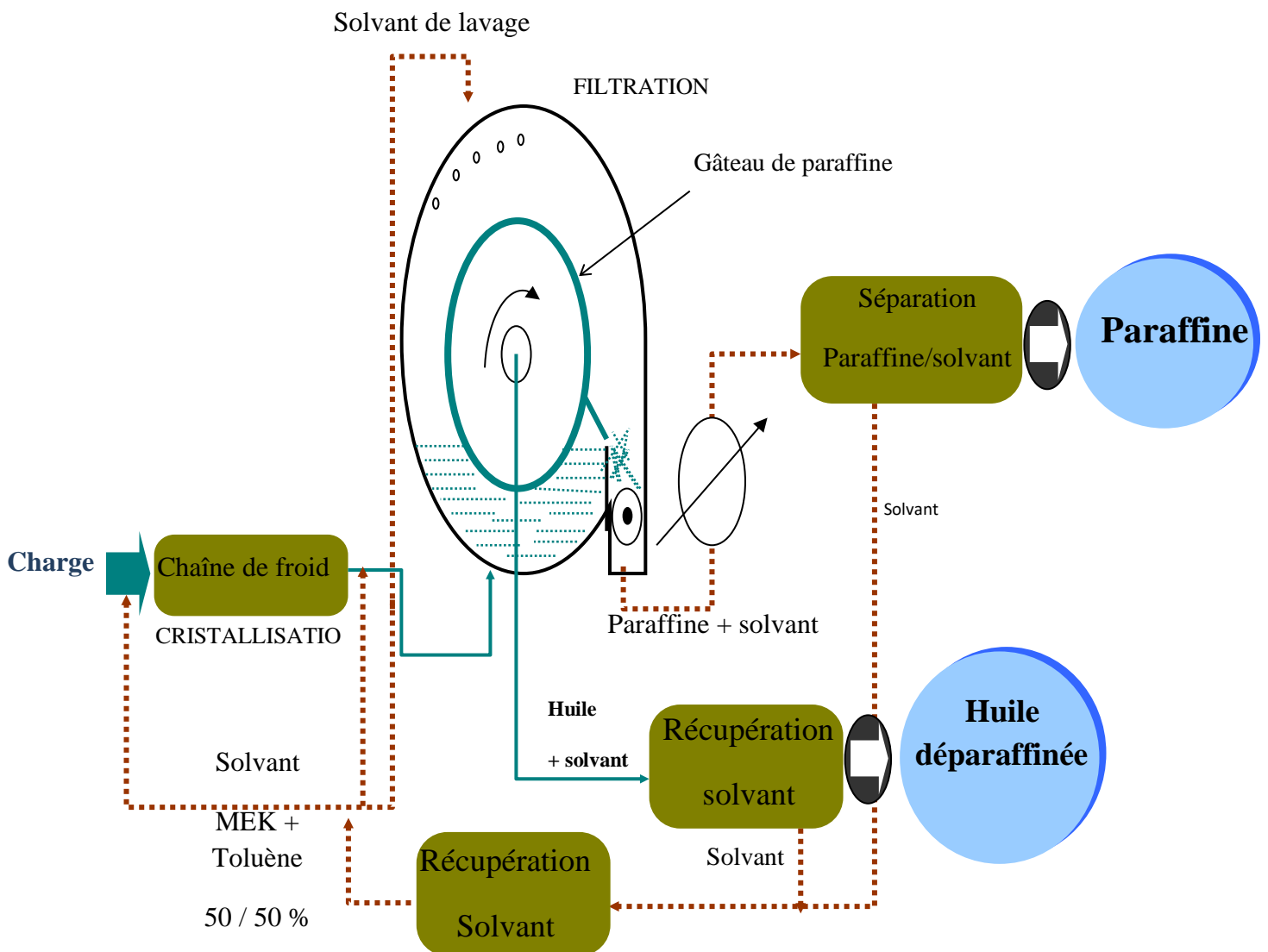
- **MEC** : Méthyle-Éthyle-Cétone, sa structure est :  $C_3H-C=O-C_2H_5$ , est un solvant qui favorise la précipitation des paraffines.
- **Le Toluène** : sa structure est un solvant dans l'état liquide, qui a la propriété d'augmentation la solubilité d'huile.

- **Le mélange MEC/Toluène à 50%/50%** : permet d'avoir une cristallisation et une bonne filtration pour les grades.

MEC/Toluène : est un solvant sélectif pour :

- Extraire la paraffine ayant un point d'écoulement élevé des quatre raffinats (SPO.SAE10.SAE30.BS) et obtenir des huiles déparaffinées.
- Extraire l'huile dans la paraffine pour améliorer son point de fusion.

Cette unité permet donc d'ajuster le point d'écoulement des huiles de base.



**Figure II.4** : schéma simplifié du déparaffinage au MEK/Toluène.

### II.3.2.5. Hydrofinissage (U 500)

**Principe :** C'est une unité de traitement catalytique à l'hydrogène de faible sévérité qui permet d'améliorer les propriétés suivantes de l'huile déparaffinée :

- Couleur et la stabilité thermique et chimique.
- Teneur en impureté par élimination des substances indésirables (Azote, soufre, oxygène qui est un oxydant corrosif).

**But :** Le but de cette unité qui est la dernière étape dans la production des huiles de base à haute qualité prétend pour la fabrication des huiles finies par l'ajout d'un ou plusieurs additifs selon l'huile demandée par notre consommateur.

**Procédé :** Les quatre huiles déparaffinées venant de l'unité 400 sont traitées directement par la suite à l'hydrogène aux niveaux des unités hydrofinishing des huiles pour dégager tous les gaz polluants sous forme  $H_2S$ ,  $NH_3$  et  $H_2O$  à l'aide d'hydrogène.

Ces quatre huiles de base permettent de fabriquer au niveau de la raffinerie d'Arzew, une gamme de 55 qualités de lubrifiants.

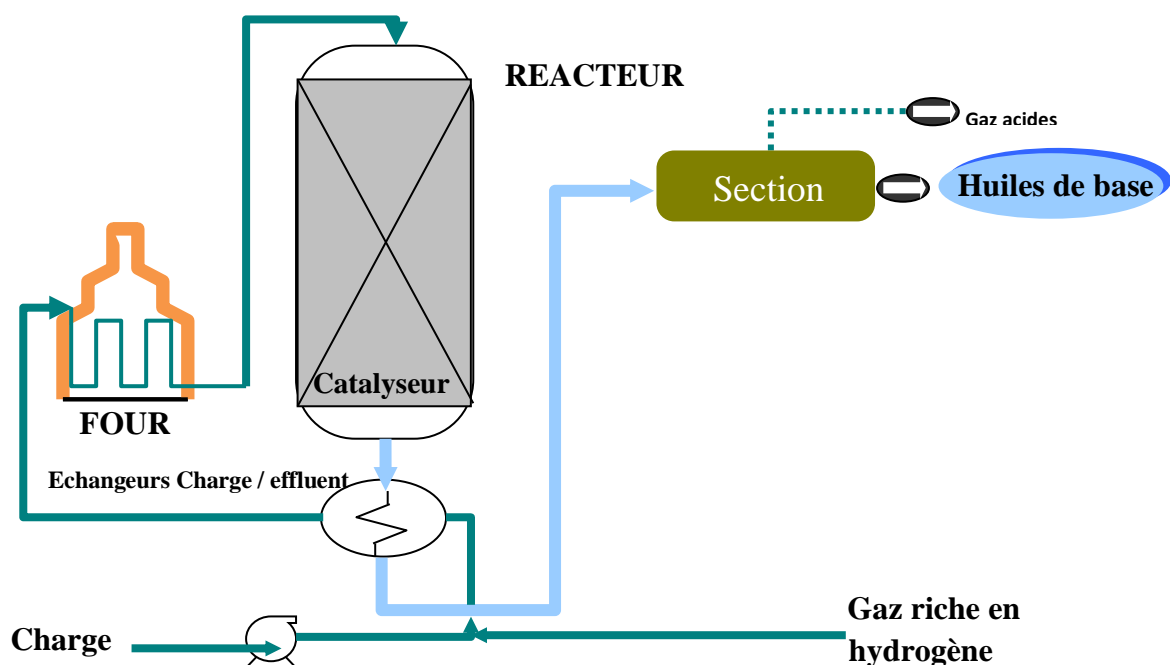


Figure II.5 : Schéma simplifié de l'hydrofinishing.

# Chapitre III

Les additifs

### III.1. Définition

Les additifs sont des produits chimiques complexes qui sont incorporés aux huiles de base, dont le but d'améliorer certaines propriétés ou de leur en apporter de nouvelles. Les mélanges et les dosages des différents composants entrant dans une formulation de lubrifiant doivent tenir compte des antagonistes ou des synergies des produits entre eux. Il existe des additifs ne possédant qu'une seule fonction tandis que d'autres, à structure souvent plus complexe sont « multi- fonctionnels ».[4]

En effet la réaction d'un additif avec une huile de base donnée dépend de la composition chimique de l'additif, de la quantité qui est utilisé, du type du degré de raffinage et de la nature chimique de l'huile de base.

Il dépend aussi du type de moteur et des conditions de service auxquelles il doit répondre le plus souvent

Le rôle essentiel des additifs est de permettre au lubrifiant de s'interposer entre les surfaces des pièces mécaniques en mouvement rotatif pour diminuer les frottements et éviter l'usure.

Dans le moteur, les additifs permettent également au lubrifiant d'assurer des démarrages à des températures pouvant être très basses et de supporter des températures très élevées au niveau des premières gorges de piston.

### III.2. Classification des additifs

On distingue les additifs lyophiliques et les additifs lyophobiques. Les premiers ont une affinité avec les solvants, qui est la base lubrifiante. Ils sont constitués de particules colloïdales de dimensions inférieures au micromètre : additifs de viscosité, polyméthacrylates, acides gras, savons, additifs antiusure. Les seconds n'ont pas d'affinités avec le solvant dont lequel ils restent en suspension.

### III.3 Actions des additifs

- **Additifs détergents** (utilisés à raison de 3 à 15%) : les premières huiles détergentes furent introduites en Europe par les armées alliées en 1944. L'un des premiers produits utilisés a été le naphthénate d'aluminium, qui fut suivi par beaucoup d'autres. Les additifs détergents ont pour principal effet de maintenir en suspension dans l'huile les boues et particules charbonneuses afin d'éviter qu'elles se déposent et « gommant » les pièces, surtout à haute température, par exemple, les gorges de segments dans les moteurs thermiques.
- **Additifs dispersants** (de 3 à 15%) : contrairement au précédent, il agit essentiellement à basse température en retardant la formation de dépôt ou de boues (le sludge en anglais). Ce sont des sels organiques, phénates, salysilates ou sulfonates de métaux alcalinoterreux : calcium, baryum, magnésium.
- **Additifs abaissant le point de congélation** (jusqu'à 0.5%) : on les appelait autrefois inhibiteurs de figeage. Les méthylacrylates et les acrylates améliorent le comportement à froid des huiles paraffiniques. Grâce à leur structure fibreuse, ils forment sur les microcristaux de paraffines un film très mince qui évite leur grossissement et leur agglomération. Il existe une concentration optimale de l'ordre de 0.25% au-delà de laquelle le point de congélation ne s'abaisse plus.
- **Additifs de viscosité** (de 5 à 10%) : La viscosité des huiles diminue beaucoup lorsque la température augmente et l'on a cherché à corriger ce défaut. Si l'huile ne doit pas être trop visqueuse à froid pour faciliter le démarrage, elle ne doit pas non plus être trop fluide à chaud pour conserver une solidité raisonnable aux films lubrifiants. On utilise un faible pourcentage de produits de masse moléculaire élevée (10 à 20000), du genre polybutènes, polyméthacrylates, polyacrylates, polymères d'oléfines, qui tendent à limiter la liberté de mouvement des molécules de la base, et ce d'autant plus que la température est plus élevée.

- **Additifs d'onctuosité, de frottement, d'adhésivité** (proportions très variables) : Ils augmentent l'adhérence du film d'huile pour en prévenir la rupture et sont donc très intéressant pour le glissement à faible vitesse sous forte charge. Ils diminuent la tendance au stick-slip dans les glissières. Beaucoup d'huiles ou de graisses contiennent des savons, comme le naphatéate de plomb qui convient bien aux couples roues et vis sans fin. Dans l'ordre d'efficacité croissante, on trouve diverses familles de composés polaires : esters gras naturels ou synthétiques, amines grasses, glyacides, alcools gras.
  
- **Additifs anti usure** (1%) : Utiles surtout aux bases températures, ils s'accrochent aux surfaces par des liaisons chimiques et forment des films épais et plastique qui répartissent les contraintes et réduisent l'usure. Leurs propriétés dépendent du substrat et des autres additifs qui inhibent parfois leurs actions, en particulier les détergents qui entrent en compétition avec eux pour se fixer sur les surfaces. Des additifs classiques sont le dithiophosphate de zinc, le tributylphosphate et le tricrésylphosphate, le dithiocarbonate de zinc, qui convient bien aux engrenages cylindriques et coniques moyennement chargés. On utilise aussi des composés organométalliques du plomb. L'usure du lubrifiant correspond à la disparition progressive de l'additif transformé en divers produits de dégradation. Lorsqu'il a entièrement disparu, le coefficient de frottement et l'usure augmentent brutalement.
  
- **Additifs anti oxydation** (1% environ) : Les huiles s'oxydent en formant divers produits, résines, polymères divers... qui se déposent sous forme des boues ou des vernis acides. Les additifs antioxydants, phénols, amines, composés sulfurés ou phosphosulfurés, ajoutés en faible quantité, limitent cet effet tous en protégeant les pièces contre la corrosion.[5]
  
- **Additifs antimousses** (10ppm) : ils empêchent la formation de mousses stables en brisent les bulles qui surviennent par exemple lors du retour à la pression atmosphérique du fluide d'une installation de transmission de puissance hydraulique.[6]

- **Additifs anticorrosion et antirouille (1%)** : ils constituent des couches adsorbées étanches aux produits corrosifs, ce sont surtout des savons d'amines, des sulfonâtes, naphtéates... attention aux incompatibilités entre les additifs, extrême pression et anti rouille, qui entrent tous en compétition pour l'adsorption sur les métaux.

# Chapitre IV

Les Formulations & Les Analyses Physico-  
chimique des huiles finies.

## IV.1. Le choix des huiles de base et des additifs dans la formulation d'une huile finie

Le choix des huiles de base et les additifs est généralement très important pour déterminer les performances et les qualités des huiles finies.

- Le choix des huiles de base dépend des spécifications des huiles finies (grade de viscosité) ; leurs pourcentages dans le mélange sont donnés à l'aide de la charte (**Two component blending chart**).
- Le choix des additifs : la sélection des additifs dépend des huiles de base et des services auxquels l'huile est destinée.

La détermination des caractéristiques du grade d'un lubrifiant se fait par mesure de viscosité soit à **40°C** ou à **100°C**, l'amélioration de viscosité peut influencer sur les caractéristiques de l'huile finie.

D'autres parts, la nature d'huile de base en plus de modifier les caractéristiques viscosimétriques du lubrifiant vont jouer un rôle essentiel sur les propriétés des lubrifiants essais.

Donc, la fabrication des huiles finies est effectuée par mélange des huiles de base de qualité appropriée (80%-90%) avec des additifs spécifiques du (10%-20%).

Dans ce travail, effectué au laboratoire de la raffinerie d'Arzew, deux formulations sont élaborées :

- Formulation d'une huile monograde pour moteur diesel « **CHIFFA 40** ».
- Formulation d'une huile multigrade pour moteur à essence « **NAFTILIA 20W50** ».

Avant d'entamer ces deux formulations, nous avons effectué des analyses physico-chimiques aux Huiles de base et aux additifs afin de vérifier leurs conformités.

### IV.1.1. LES DIFFERENTES ANALYSES EFFECTUEES :

Les caractéristiques physico-chimiques des huiles finies peuvent être déterminées suivant les analyses ci-dessous :

- Densité
- Viscosité cinématique à 40°C
- Viscosité cinématique à 100°C
- Point d'éclair
- Point d'écoulement
- Teneur en calcium
- Teneur en soufre
- Teneur en phosphore
- Teneur en Zinc
- Nombre total de base (TBN)

**Tableau.V.1.** Les résultats d'analyses des huiles de base.

	<b>NORME ASTM</b>	<b>MVO</b>	<b>VO</b>	<b>BS</b>
<b>Couleur</b>	<b>D-1500</b>	<0.5	<1.5	<4.5
<b>Densité 15/4</b>	<b>D-1298</b>	0.8642	0.8759	0.8932
<b>Viscosité à 40°C cst</b>	<b>D-445</b>	37.79	97.12	570.4
<b>Viscosité à 100°C cst</b>	<b>D-445</b>	5.98	10.89	35.71
<b>Indice de viscosité</b>	<b>D-2270</b>	101	96	98
<b>Soufre Total</b>	<b>D-1552</b>	0.032	0.056	0.076
<b>Point d'écoulement °C</b>	<b>D-92</b>	-15	-15	-12
<b>Point d'éclair °C</b>	<b>D-17</b>	218	244	310
<b>Total base number (TBN)Mg KOH/g</b>	<b>D-664</b>	0.017	0.023	0.021

➤ Les résultats d'analyse de l'additif **OLOA 59722** (additif pour la formulation **CHIFFA 40**) sont les suivant :

Analyse chimique		Analyse physique	
<b>Calcium</b>	% masse 7.4	<b>Densité 15 /4</b>	1.06
<b>Phosphore</b>	%masse 1.17	<b>Viscosité à 100°C (cst)</b>	44.3
<b>Zinc</b>	% masse 1.22		
<b>TBN(Mg KOH/g)</b>	208.01		

➤ Les résultats d'analyse de l'additif **OLOA 9252** (pour la formulation **NAFTILIA 20W50**) sont les suivant :

Analyse chimique		Analyse physique	
<b>Calcium</b>	% masse 1.7	<b>Densité 15/4</b>	0.95
<b>Phosphore</b>	%masse 0.9	<b>Viscosité à 100°C(cst)</b>	44.2
<b>Zinc</b>	% masse 1		
<b>TBN (Mg KOH/g)</b>	65.02		

Les résultats d'analyses physico-chimiques des huiles de base et les additifs obtenus sont conformés aux spécifications demandées.

## IV.2. Formulations des huiles finies

### IV.2.1. Formulation d'une huile pour moteurs diesel « CHIFFA 40 »

La détermination des pourcentages des huiles de base de la formulation « **CHIFFA 40** » sont donnés à l'aide de la charte, dont le principe est le suivant :

- Connaître la fourchette de viscosité à 100° C de l'huile finie qui est entre **12.5** et **16.3** cst (La viscosité ciblé est la moyenne, donc **14.5** cst).
- Connaître le taux de traitement de l'additif **OLOA 59722** qui est 2.8% pds.

- La fabrication de la formulation de **CHIFFA 40** se fait par les huiles de base **VO** (11 cst) et **BS** (35 cst) à 100° C.

Les pourcentages en poids des huiles de base VO et BS sont obtenus selon la charte avec la méthode suivante :

1. Tracer la droite qui traverse les deux points correspondants aux viscosités des deux huiles de base ; **VO** (11 cst) et **BS** (35 cst).
2. Déduire le point dont les coordonnées sont déterminées par le taux d'additif (2.8% pds) et la viscosité ciblée (14.5 cst).
3. Tracer une autre droite qui est désignée par le point déduit en (2) et la viscosité de l'additif à 100° C (194 cst), cette droite va d'une valeur sur la limite de viscosité des légers (l'axe gauche sur la charte).
4. La projection horizontale de ce point sur la droite (1) va nous permettre de déduire les deux pourcentages des huiles de base lourd (**BS** en bas de la charte) et léger (**VO** en haut de la charte).

## Résultat

Les pourcentages des huiles de base entrant dans la formulation de **CHIFFA 40** obtenus selon cette méthode sont :

**BS=24 %**

**VO=76%**

La formulation qui prend compte l'ajout de l'additif **OLOA 59722** est définie alors comme suit :

**BS=24-2.8**

Donc la formulation de CHIFFA 40 est la suivante :

<b>BS=21.2% pds</b>	}	<b>Formulation N°1</b>
<b>VO=76% pds</b>		
<b>OLOA 59722=2.8% pds</b>		

**Remarque :**

La valeur du pourcentage du BS est celle trouvée selon la charte moins le taux de traitement de l'additif (pourcentage additif).

**IV.2.1.1. Préparation et formulation d'un échantillon à l'échelle du laboratoire**

Faire agiter l'échantillon à l'aide d'un agitateur pendant 4 heures (pour une bonne homogénéisation du produit).

Faire les différentes analyses physico-chimiques de l'échantillon, les résultats sont donnés dans le tableau suivant :

**Tableau.V.2.** Les différentes analyses physico-chimiques de l'échantillon.

Caractéristiques physico-chimiques	Normes ASTM	Spécifications			Résultats obtenus
		Min	Typi	Max	
Densité à 15/4° C	D-1298	0.875		0.89	0.8807
Viscosité cinématique à 40° C (cst)	D-445				154.03
Viscosité cinématique à 100°C (cst)	D-445	12.5		16.3	15.05
Indice de viscosité	D-2270	93			98
Point d'écoulement ° C	D-97	-9			-12
Point d'éclair ° C	D-92	230			248
Calcium % pds		0.204		0.231	0.22
Zinc %pds		0.033		0.039	0.037
Phosphore %pds	D-1091	0.030		0.036	0.034
Total Base Number mg KOH/gr	D-2896	5.51		5.82	5.96

**IV.2.1.2. Interprétation des résultats**

Les résultats des analyses physico-chimiques de la formulation CHIFFA 40 obtenus sont conformes aux spécifications demandées.

#### IV.2.1.3. Fabrication de 200 tonnes de la formulation CHIFFA 40

La méthode de conversion des pourcentages de la formulation N°1 de CHIFFA 40 pour la fabrication de 200 tonnes se fait de la manière suivante :

➤ VO :  $200 \times 76/100 = 152$  Tonnes.

VO :  $152/0.87 = 174.7 \text{ m}^3$  (0.87 la densité de VO).

➤ BS :  $200 \times 21.2/100 = 42.4$  Tonnes.

BS :  $42.4/0.88 = 48.2 \text{ m}^3$  (0.88 la densité de BS).

➤ OLOA 59722 :  $200 \times 2.8/100 = 5.6$  Tonnes.

OLOA 59722 :  $5.6/1.07 = 5.23 \text{ m}^3$  (1.07 la densité de l'additif OLOA 59722).

#### IV.2.1.4. Les corrections

Si les résultats d'analyses physico-chimiques de l'huile finie ne sont pas concluants, on procède aux différentes corrections :

##### 1. Correction de la viscosité d'huile finie

Si la viscosité de l'huile finie est faible, on doit ajouter l'huile de base lourde en utilisant la charte.

Si la viscosité de l'huile finie est élevée, on doit ajouter l'huile de base légers en utilisant la charte.

##### 2. Correction des métaux d'huile finie

Si les résultats d'analyse chimique sont supérieurs aux fourchettes demandées, on doit ajouter les huiles de base, si l'inverse on doit ajouter une quantité d'additif tout en prenant en considération la valeur de la viscosité.

- Des exemples sont donnés, pour mieux comprendre le principe :

➤ Le résultat d'analyse chimique de l'huile finie a donné le résultat suivant (teneur en phosphore égale à 0.028, la fourchette est entre 0.030 et 0.036), la correction se fait comme suit :

On vise la valeur moyenne de la teneur en phosphore, donc 0.033

$$5.23 \times 0.033 / 0.028 = 6.16 \text{m}^3 \text{ (5.23m}^3 \text{ quantité d'additif pour 200 Tonnes de CHIFFA 40)}$$

Donc  $6.16 - 5.23 = 0.93 \text{m}^3$  quantité quand doit ajouter à notre huile finie.

Le résultat d'analyse chimique de l'huile finie a donné le résultat suivant (teneur en phosphore égale à 0.038). La correction se fait comme suit :

$$5.23 \times 0.038 / 0.033 = 6.34 \text{m}^3$$

Donc  $6.34 - 5.23 = 1.11 \text{m}^3$  quantité on excès on doit ajouter l'huile de base.

Pour	5.23 d'additif	→	74.7 de VO	}	X <sub>vo</sub> = 33.61 m <sup>3</sup> .
	1.11 en excès	→	X		
Et	5.23 d'additif	→	48.2 de BS	}	Y <sub>BS</sub> = 10.23 m <sup>3</sup> .
	1.11 en excès	→	Y		

**IV.3.2. Formulation d'une huile pour moteur à essence « NAFTILIA SAE 20W50 » :** La formulation de NAFTILIA 20W50 est la suivante :

<b>VO=77.62% pds</b>	}	<b>Formulation N°2</b>
<b>MVO=12.63% pds</b>		
<b>OLOA 9252=9%</b>		
<b>OLOA 19803=0.1</b>		
<b>PARATONE 8900=0.65%</b>		

#### IV.3.2.1. Préparation et formulation d'un échantillon à l'échelle du laboratoire

##### A. Préparation du concentré de paratone :

La paratone 8900 est copolymère d'oléfine linéaire, qui se présente sous forme de bille, il se dissout dans les huiles de base appropriées, il permet d'obtenir un améliore de l'indice de viscosité ayant une excellente propriété à basse température.

Donc, on mélange les 63.15 gr de MVO au 3.25 gr de paratone 8900 tout en maintenant le chauffage à une température d'environ 110 ° C jusqu'à l'obtention d'une solution visqueuse (4 heures au minimum).

Après avoir obtenu la solution du concentré de paratone on ajoute les autres constituants de notre formulation.

Faire agiter l'échantillon à l'aide d'un agitateur pendant 4 heures (pour une bonne homogénéisation du produit).

Faire les différentes analyses physico-chimiques de l'échantillon, les résultats sont donnés dans le tableau suivant :

**Tableau.V.3.** Les différentes analyses physico-chimiques de l'échantillon.

Caractéristiques Physico-chimiques	Normes ASTM	Spécifications			Résultats obtenus
		Min	Typi	Max	
Densité à 15/4° C	D-1298	0.880		0.890	0.8823
Viscosité cinématique à 40° C	D-445				157.6
Viscosité cinématique à 100° C	D-445	16.3		21.9	17.26
Indice de viscosité	D-2270	105			119
Point d'écoulement ° C	D-97	-12			-24
Point d'éclair ° C	D-92	220			260
Calcium % pds		0.166		0.194	0.173
Zinc% pds		0.100		0.117	0.107
Phosphore% pds	D-1091	0.092		0.107	0.97
Total Base Number mg KOH/gr	D-2896	6.39			6.214
Evaporation (Noack) % pds	Cecl 40a94	15			4.63

**B. Interprétation des résultats :**

Les résultats des analyses physico-chimiques de la formulation NAFTILIA 20W50 obtenus sont conformes aux spécifications demandées.

**IV.4. L'échantillonnage**

Après avoir obtenue la préparation de l'huile finie au niveau de la production, on doit Procéder à un échantillonnage afin de contrôler la qualité de cette huile.

L'opérateur sur instruction du chef de section prélève une quantité de deux (2) litres au niveau du bas du bac de stockage de cette huile, puis du milieu et du haut de même bac. On doit bien sur procéder à l'identification de cet échantillon (étiquetage, date, nom du produit, numéro de bac, numéro de batch).

Il est utile de rappeler qu'au moment de prise d'échantillon il est recommandé de respecter certaines règles :

- Eviter les intempéries susceptibles d'altérer le produit.
- Purger une certaine quantité de la ligne.

Après quoi, le chef de section dresse une demande d'analyse physico-chimique au laboratoire et reçoit un bulletin d'analyse.

## Conclusion Générale

Les huiles lubrifiantes sont des liquides visqueux utilisées pour la lubrification des parties mobiles des moteurs et des machines.

Ce présent travail effectué durant notre stage pratique est essentiellement axé sur la fabrication et l'analyse physico-chimique des huiles de base produites à partir du pétrole brut au sein de la raffinerie d'Arzew.

L'objectif principal de notre étude est de chercher à développer la qualité des huiles lubrifiantes pour moteur « CHIFFA 40 » et « NAFTILIA 20W50 ». Le contrôle de la qualité des huiles lubrifiantes avait été effectué par des analyses physico-chimiques au laboratoire de la raffinerie d'Arzew.

Le travail a regroupé les caractéristiques physico-chimiques obtenues par les différentes techniques de base connues (La couleur, la densité, la viscosité, point d'écoulement, point d'éclair, TBN, masse volumique et cendres sulfatées) dans une matrice mathématique.

D'après les résultats obtenus, on peut tirer les conclusions suivantes :

- L'amélioration de viscosité peut influencer sur les caractéristiques de l'huile finie.
- La viscosité doit être suffisante proche aux normes afin de ne pas causer d'usure excessive.
- Un point d'écoulement très bas pour que le produit ne fige pas, pour permettre un démarrage facile.
- La formulation d'un huile moteur est la combinaison d'additifs de performance dans les huiles de base.
- Les caractéristiques des huiles de base impactent le développement de la formulation des additifs de performance.
- Les additifs de performance sont ajustés aux caractéristiques des huiles de base afin d'obtenir les performances souhaitées.

- Il est donc important de connaître les critères de performance de l'additif de performance dans l'huile de base utilisée.

Le choix de l'huile de base qui est fonction de la viscosité de l'huile finie à obtenir et le choix de l'additif qui dépend :

- De l'ensemble des caractéristiques et propriétés que l'on désire conférer à l'huile finie pour l'obtention d'une meilleure huile moteur.
- Des exigences des constructeurs de moteurs et d'équipements industriels.

## Références bibliographiques

[1] Fiche Technique de complexe RA1/Z.

[2] HEINZ, P. BLOCH. « Practical Lubrification for Industrial Facilities ». USA. Edition 2000.

[3] P. WUITHIER, raffinage et génie chimique, tome 1.

[4] SCHILLING A. « Les huiles pour moteurs et le graissage des moteurs » ; Editions Technip 1975.

[5] CYRIL A. MIGDAL. « Antioxydants ». USA. Edition Copyright 2003.

[6] J. BRIANT. « Phénomènes d'interface, agents de surface : principes et modes d'action ». IFP. Edition Technip 1989.

