



وزارة البحث العلمي والتعليم العالي  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPEREUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
جامعة عبد الحميد بن باديس مستغانم  
Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem  
لكلية العلوم والتكنولوجيا  
Faculté des Sciences et de la Technologie  
DEPARTEMENT DE GENIE DES PROCÉDES



N° d'ordre : M...../GCH/2019

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES DEMASTER ACADIMIQUE

**Filière : Génie des procédés**

**Option : Génie chimique**

**Thème**

### *Hydrocraquage des huiles de base*

Présenté par

**BELHADJ CHIKH Mohamed**

Soutenu le **12/12/ 2019** devant le jury composé de :

Présidente :	<b>BENTATA Rachida</b>	<b>MCB</b>	<b>Université de Mostaganem</b>
Examinatrice :	<b>MEKIBES Zohra</b>	<b>MAA</b>	<b>Université de Mostaganem</b>
Reportrice :	<b>CHERID Samira</b>	<b>MCA</b>	<b>Université de Mostaganem</b>

## Table des matières

Dédicace	
Remercient	
Résumé	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste desabréviations	
Introduction .....	P1
<b>Chapitre I : présentation de la raffinerie</b>	
1.1. Historique .....	P3
1.2. Production.....	P4
1.3. Principaux produitschimiquesutilisés.....	P6
1.4. Présentation des principales installationsdeRA1Z .....	P7
1.4.1. Principales zonesducomplexe .....	P8
1.4.1.1 .Département deproductionP1 .....	P8
1.4.1.2. Département deproductionP2.....	P12
1.4.1.3. DépartementdeproductionP3 .....	P14
1.5. Stockageetexpéditions .....	P15
1.6. Laboratoiredecontrôle .....	P15
<b>Chapitre II : généralités sur les huiles lubrifiantes</b>	
2 .1.Définition deshuileslubrifiantes .....	P16
2 .2. Classificationdeslubrifiants .....	P16
2 .2.1.Lubrifiantssolides .....	P16
2.2.2. Lubrifiants semi solidesouplastiques .....	P16

2.2. 3. Lubrifiants liquides .....	P16
2.2. 4. Lubrifiants industriels .....	P16
2.3. Le rôle des huiles lubrifiantes .....	P17
2.4. Composition des huiles lubrifiantes .....	P17
2.4.1. Les bases minérales.....	P18
2.4.2. Les bases synthétiques .....	P19
2.5. Principales caractéristiques des huiles .....	P19
2.6. Huiles de base minérales .....	P21
2.6.1. Huiles de base minérales fabriquées à la raffinerie d'Arzew .....	P21
2.6.1.1. Distillation sous vide (unité 21) .....	P23
2.6.1.2. Désasphaltage au propane (Unité 22).....	P24
2.6.1.3. Extraction au furfural (Unité 23).....	P27
2.6.1.4. Déparaffinage au MEC/Toluène (Unité 24).....	P29
2.6.1.5. Hydrofinishing-hydrotraitement (Unité 25).....	P31
2.6.1.6 Evolution des spécifications pendant la fabrication des huiles de la raffinerie d'Arzew .....	P32
2.6.1.7. Compondage des huiles finies.....	P36
2.6.2. Huiles de base minérales du groupe (II).....	P37
2.6.2.1. Distillation sous vide).....	P37
2.6.2.2. Procédé d'hydrocraquage rigoureux .....	P37
2.6.2.3. Procédé de déparaffinage catalytique.....	P37
2.6.2.4. Hydrofinishing des huiles.....	P37
2.6.2.5. Principales propriétés requises pour une huile de base minérale du groupe (II) .....	P38
2.6.3. Huiles de base minérale du groupe III .....	P40

2.6.3.1. Distillation sous vide .....	P40
2.6.3.2. Procédé d'hydrocracking rigoureux .....	P40
2.6.3.3. Procédé d'hydroisomérisation .....	P40
2.6.3.4. Procédé d'Hydrofinishing .....	P41
2.6.3.5. Principales propriétés requises pour une huile de base du groupe	

(III) P41

2.7. Huiles de bases synthétiques.....	P43
2.7.1. Huiles de base synthétiques du groupe IV (Les polyalphaoléfinés.....	P43
2.7.2. Huiles de base synthétiques du groupe V (Les esters) .....	P43

### **Chapitre III : procédé de l'hydrocraquage**

3.1. Les différents raisons de choix du procédé d'hydrocraquage .....	P45
3.1.1. Des raisons environnementales .....	P45
3.1.2 Les raisons de qualité .....	P46
3.1.2.1 Le coût approximatif .....	P46
3.1.2.2. Résistance à l'oxydation.....	P47
3.1.2.3. Durée de vie .....	P47
3.1.2.4. Propriétés et spécifications .....	P47
3.2. Procédé de l'hydrocraquage .....	P48
3.2.1. Définition .....	P48
3.2.2. Rôle du procédé .....	P48
3.2.3. Données de base .....	P49
3.2.3.1. Les catalyseurs .....	P49
3.2.3.1.1. Les Catalyseurs bifonctionnels.....	P49

3.2 .3.2. Types deréactions .....	P50
3.2 .3.3. La composition surlaqualité.....	P50
3.2.3.4. Réaction d'hydrotraitement .....	P51
3.2.3.5. Réactions d'hydrocraquage et d'hydro-isomérisation .....	P52
3.2.3.6. Thermodynamique des réactions.....	P54
3.2.3.7. Fonction hydro-déshydrogénant.....	P55
3.2.3.8. Tamis moléculaire .....	P55
3.2.3.9. Composition typique des charges d'hydrocraquage.....	P56
3.2.3.10. Description de procédé .....	P57
3.2.3.10.1. Conditions opératoires.....	P57
3.2.3.10.2. Pression partielle d'hydrogène .....	P58
3.2 .3.10.3. Température de réaction .....	P58
3.2.10.4. Vitesse spatiale horaire de la charge .....	P58
3 .2.10.5. Taux de recyclage d'hydrogène .....	P58
3 .2.3.10.6. Consommation en hydrogène.....	P59
3.2.3.10.8. Comparaison entre les huiles de base synthétiques et minérales .....	P59
3.2.3.10.9. Classification des huiles de base .....	P60
3.2.3.10.10. Spécifications des huiles de base hydrocraquée .....	P60
3 .2.10.11. Huiles raffinées au solvant versus les huiles hydro craquées.....	P61
3.2.10.12. Les Principaux avantages et Inconvénient du Procédé .....	P63
3.2.10.12.1. Avantages .....	P63
3.2.10.12.2. Inconvénients .....	P63
Conclusion et propositions .....	P67
Références bibliographiques .....	P69

## Dédicace

*En premier lieu, au Dieu tout puissant de m'avoir accordé la puissance et la volonté et m'avoir guidé tout au long de ma vie dans le droit chemin.*

*À ceux qui m'ont élevée, aidée, enseignée dans les années passées*

*À mes parents Nouria et Houcine, les plus chers que ma vie, qui ont su m'apporter l'amour et le sentiment tendre et qui ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui. Et je leur serai toujours redevable.*

*À mes chers frères BECHIKH Abdel Ghafour et Bouchama Belkacem*

*À ma grande mère et mon grand-père que leur âme repose en paix et à tous la famille BELHADJ  
A tous ce qui me sont chers.*

*Que je dédie ce travail avec beaucoup de gratitude, et leur souhaite une longue et heureuse vie*

*BELHADJ CHIKH Mohamed*

## *REMERCIEMENT*

قال رسول الله صلى الله عليه وسلم:  
" من أولي معروفا فليذكره فمن ذكره فقد شكره ومن كتمه فقد كفره "

*Je tiens, en premier lieu, à remercier Dieu le tout puissant de m'avoir donné le courage et la patience durant toute ces années.*

*J'ai l'honneur et le plaisir de présenter ma profonde gratitude et mes sincères remerciements à mon encadreur Mme CHERID.S pour sa précieuse aide, ses orientations et sa confiance et sa gentillesse.*

*Je tiens à remercier tous ceux qui m'ont aidé à réaliser mon stage dans la raffinerie d'Arzew*

*Notamment Mr. AIT.A directeur de la sous production des lubrifiants et des huiles de base.*

*Mes grands remerciements vont à mon encadreur Mr. SOUCI.S pour la gentillesse et la patience qu'il a manifestées à mon égard durant ce stage, pour ses précieux conseils, sa disponibilité et sa confiance et pour la façon efficace avec laquelle il a suivi ce modeste travail. Ainsi que tous le personnel des ingénieurs de département technique.*

*Mes respects aux membres de jury, qui nous feront l'honneur d'accepter de juger ce modeste travail, d'apporter leurs réflexions et leurs critiques scientifiques.*

*Je tiens à exprimer mes profonds remerciements à tous les enseignants du département de génie des procédés de l'université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem*

*Ce travail n'aurait jamais pu se réaliser sans le soutien continu de mes parents qui ont eu confiance en moi et qui m'ont aidé à surmonter certains moments difficiles, merci mille fois ma très chère famille.*

## **RESUME**

L'huile minérale constitue le liquide le plus communément employé d'une part pour ses propriétés physico-chimiques et d'autre part pour son faible coût et sa disponibilité.

Cependant les performances de cette huile commencent à être limitées par rapport aux nouveaux critères. Pour pallier à ce problème, deux solutions sont envisageables trouver des liquides de substitution ou améliorer les propriétés de l'huile minérale.

C'est à cette première solution qu'est dédié ce travail.

Il s'agit de d'hydrocraquage rigoureux, ce procédé donne des huiles de base ayant des VI plus élevés (jusqu'à **130**) et un rendement en produits amélioré comparativement aux procédés classiques satisfaisant la demande croissante du marché et élargir la clientèle tout en respectant l'environnement.

## Liste des figures

<b>Figure 1 : Production des différents produits pétroliers .....</b>	<b>P4</b>
<b>Figure 2 : Plan d'implantation de la raffinerie.....</b>	<b>P7</b>
<b>Figure 3 : Chaîne de fabrication des huiles de base .....</b>	<b>P22</b>
<b>Figure 4 : Distillation sous vide.....</b>	<b>P24</b>
<b>Figure 5 : Désasphaltage au propane .....</b>	<b>P26</b>
<b>Figure 6 : Extraction au furfural .....</b>	<b>P28</b>
<b>Figure 7 : Déparaffinage au MEC/Toluène .....</b>	<b>P30</b>
<b>Figure 8 : Hydrofinishing .....</b>	<b>P32</b>
<b>Figure 9 : La chaîne de fabrication des huiles de base groupe II .....</b>	<b>P39</b>
<b>Figure 10 : La chaîne de fabrication des huiles de base groupe III.....</b>	<b>P42</b>
<b>Figure 11 : Les émissions (dioxyde de carbone) émis par kilomètre parcouru en 2008.....</b>	<b>P45</b>
<b>Figure 12 : Représentation schématique des composés présents dans les catalyseurs HDT[9].....</b>	<b>P52</b>
<b>Figure 13 : Mécanisme bifonctionnel de l'hydrocraquage[8] .....</b>	<b>P54</b>
<b>Figure 14 : Structure à trois dimensions de ZSM-5.....</b>	<b>P56</b>
<b>Figure 15 : Représentation schématique de l'hydrotraitement de la charge.....</b>	<b>P65</b>
<b>Figure 16 : Représentation schématique de l'hydrocraquage de la charge hydrotraitee.....</b>	<b>P66</b>

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Capacités annuelles de production .....	P5
Tableau 2 : Consommation énergétique de la raffinerie .....	P6
Tableau 3 : Produits chimiques utilisés par la raffinerie .....	P6
Tableau 4 : Caractéristiques des produits obtenus de la distillation sous vide .....	P33
Tableau 5 : Caractéristiques des produits obtenus de désasphaltage au propane .....	P33
Tableau 6 : Caractéristiques des produits obtenus de l'extraction au furfural .....	P34
Tableau 7 : Caractéristiques des produits obtenus de déparaffinage au MEC/Toluène .....	P34
Tableau 8 : Caractéristiques des produits obtenus de l'hydrotraitement .....	P34
Tableau 9 : Spécifications des huiles de base groupe « I » de la raffinerie d'ARZEW .....	P35
Tableau 10 : Production et coût relatif des huiles de base .....	P46
Tableau 11 : Test d'oxydation avec la durée de vie d'une huile raffinée par solvant groupe I et une huile de groupe (II et III) .....	P47
Tableau 12 : Durée de vie d'une huile de base .....	P47
Tableau 13 : Classification selon (API) des catégories des huiles de base .....	P48
Tableau 14 : Caractéristique des groupes d'hydrocarbures .....	P50
Tableau 15 : La chaleur des différentes réactions [10] .....	P54
Tableau 16 : Composition typique d'un distillat sous vide .....	P56
Tableau 17 : Comparaison entre les huiles de base synthétiques et minérales .....	P59

<b>Tableau 18: Classification des huiles de base .....</b>	<b>P60</b>
<b>Tableau 19: Spécifications des huiles de base hydrocraquée.....</b>	<b>P60</b>
<b>Tableau 20: Huiles raffinées au solvant versus les huiles hydrocraquées.....</b>	<b>P61</b>
<b>Tableau 21: Comparaison entre le bilan matière actuel et de l'hydrocraquage .....</b>	<b>P63</b>

## Liste des abréviations

**SPO: Spindle Oil**

**MVO:Medium Viscous Oil**

**VO: Viscous Oil**

**BS :Bright Stock**

**RSV : Résidu Sous Vide**

**LVGO : Light Gas Oil**

**HGO: Heavy Gas Oil**

**BRA: Brut Réduit Atmosphérique**

**DAO: Asphalted Oil**

**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 normesASTM.

**GPL : Gaz Pétrole Liquéfié**

**Asphalte** – Résidu thermoplastique plus ou moins dur résultant du désasphaltageau solvant d'un résidu. Selon le solvant utilisé (éthane, propane, butane, pentane, hexane, heptane), l'asphalte (fraction insoluble dans le solvant de désasphaltage) peut contenir, en plus des asphaltènes, des résines.

**Asphaltènes** – Composés lourds de structure complexe contenus dans les coupes pétrolières résiduelles. Ils concentrent de nombreuses impuretés : S, N, O et métaux (nickel et vanadium)

**Bright-stock** – **Huile de base** paraffinique (voir Paraffine) lourde et visqueuse obtenue à partir de résidu sous-vide.

**API : American Petroleum Institute**, organisme US intervenant notamment dans les spécifications des matériels utilisés dans l'industrie pétrolière et publiant des données techniques relatives aux hydrocarbures.

**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 parexemple pour l'extraction des aromatiques dans la chaîne de fabrication des huiles de base.

**MEC : Méthyl Ethyl Cétone.** Solvant utilisé pour le déparaffinage dans la chaîne de fabrication des huiles de base. Ce solvant est souvent utilisé en mélange soit avec du toluène (Mec-Toluène) ou avec de la MIBC (MIBC MEC).

**Hydrofinition** – Procédé catalytique à l'hydrogène s'appliquant à la purification des huiles de base.

**VI : Indice de viscosité (Viscosity Index)** – Mesure de la variation de la viscosité d'une huile de base avec la température. Plus l'indice de viscosité est élevé, plus cette variation est faible.

**Catalyseur** – Composé permettant d'accélérer sélectivement la vitesse de réactions chimiques que l'on cherche à favoriser.

**Catalyseurbifonctionnel** – Catalyseur comportant deux fonctions, par exemple : une fonction hydrogénante et unefonction acide (catalyseurs d'hydrocraquage).

**Catalyse** - Domaine scientifique couvrant la mise en œuvre des catalyseurs - L'industrie pétrolière utilise essentiellement

**Cobalt** – (Co). Métal de transition fréquemment rencontré dans les formules catalytiques utilisées dans leshydrotraitements.

**Coke** – Terme général pour désigner les dépôts solides d'hydrocarbures lourds de type polyaromatiques condensésse formant dans les unités de raffinage ou se déposant sur la surface active des catalyseurs ou dans les points chauds des installations.

**HDT** : hydrotraitement, s'applique plutôt aux coupes légères.

**Hydrocraquage** – Procédé de raffinage catalytique à l'hydrogène permettant la conversion des charges lourdesen fractions plus légères : essence, kérosène,gazole.

**Hydrogénation** – Procédé catalytique permettant la saturation par l'hydrogène de composés insaturés : oléfines,dioléfines, aromatiques

**Platine** – (Pt) Métal précieux. Ce métal entre dans la composition des catalyseurs de reformage catalytique et d'isomérisation ainsi que dans celle des pots catalytiques.

**Réacteur** – Appareil chaudronné au sein duquel se déroulent des transformations chimiques. Contient le plus souvent un ou plusieurs catalyseurs.

**Mo** – Métal de transition de numéro atomique 42, d'un blanc mat, dur, cassant, fréquemment rencontré dans les formules catalytiques utilisées dans les hydrotraitements.

**Zéolithe** (Zeolite) – Synonyme : Tamis moléculaire. Silice- Alumine synthétique cristallisée, présentant une structure poreuse régulière. Les zéolithes sont utilisées pour le séchage, la purification, la séparation, la catalyse.

On distingue différents types de zéolithes dont les plus courants sont :

- **Tamis A** : séchage, purification, séparation.

- **Tamis X ou Y** : purification, catalyse.

- **ZSM5** : catalyse.

**ZSM5** : Zéolithe Socony Mobil 5. Synonyme : MFI - MOBIL FIVE. Zéolithe mis au point par MOBIL OIL dont la taille des canaux internes est voisine de (05Å)<sup>o</sup> angströms.

# Introduction

## Introduction

Le nom de lubrifiant vient du latin « *lubricus* » qui signifie un produit onctueux et les huiles lubrifiantes sont des fractions pétrolières lourdes. Elles peuvent être à l'état liquide (huile), semi-fluide (graisse) ou solide (graphite) ; elles sont également constituées d'un composant principal appelé « base » ou « huile de base » qui peut être minéral ou synthétique.

Les huiles lubrifiantes doivent satisfaire à trois exigences principales : avoir un indice de viscosité élevé, un point d'écoulement bas et une bonne résistance à l'oxydation. Vu le développement de la technologie des moteurs, les huiles lubrifiantes sont devenues un pôle central d'intérêt. En un mot, l'huile peut s'apparenter au "sang dumoteur".

Actuellement, les ingénieurs de développement savent que le lubrifiant n'est pas un produit consommable indispensable mais un élément de conception, de ce fait la qualité des huiles lubrifiantes est devenue une question extrêmement importante.

A cet effet, la raffinerie d'Arzew a pensé de changer le procédé classique de fabrication des huiles de base par le procédé d'hydrocraquage afin d'être à la pointe de la technologie et poursuivre l'évolution du raffinage dans le monde, qui s'évolue de procédés de séparation à des procédés de transformation et produire des huiles de haute qualité (Groupes II et III).

La raffinerie d'Arzew vise aussi à augmenter la production des huiles lubrifiantes et à satisfaire la demande croissante du marché tout en respectant l'environnement.

Dans cette optique, notre travail a pour objectif l'étude de la faisabilité du procédé d'hydrocraquage et a été subdivisé en deux grandes parties, à savoir :

1. Une partie théorique qui comprend deux chapitres:

📖 **Chapitre I** : Présentation de la raffinerie d'Arzew.

📖 **Chapitre II** : Généralités sur les huiles lubrifiantes (définition, classification, composition, etc.).

2. Une partie expérimentale qui contient un seul chapitre:

- 📌 **Chapitre III** : Etude de faisabilité du procédé d'hydrocraquage en faisant une étude comparative qualitative entre le procédé classique et l'hydrocraquage.

Enfin, nous terminerons notre travail par une conclusion qui regroupe les principaux résultats obtenus et nous proposerons quelques perspectives utiles pour éventuelle suite à notre démarche.

# Chapitre I

## Présentation de la

## raffinerie d'Arzew

## Chapitre I

### Présentation de la raffinerie d'Arzew

#### 1.1. Historique

NAFTEC est une filiale à 100 % du groupe SONATRACH, sa mission principale est le raffinage de pétrole et la production des GPL, carburants, aromatiques, lubrifiants, paraffines et bitumes. Un tiers de sa production assure la couverture des besoins nationaux en produits raffinés.

NAFTEC dispose d'un outil de production de 24 millions de tonnes / année de capacité de traitement, constitué des raffineries d'Alger, de Skikda, d'Arzew, de HASSI MESSAOUD et de In Amenas.

La Raffinerie d'Arzew a été conçue pour traiter :

- 2.5 millions de tonnes par an de pétrole brut de HASSI MESSAOUD.
- 280000 tonnes de brut réduit importé (production bitumes).
- Satisfaire les besoins de consommations en carburants, lubrifiants et bitumes du marché national.
- exporter les produits excédentaires (naphta, kérosène, fiouls).

La construction du complexe a été confiée à la société japonaise Japon Gasoline Corporation, et la pose de la première pierre a eu lieu le 19 juin 1970.

La Raffinerie s'étend sur une superficie de 150 hectares, et le démarrage des unités a été lancé à partir du mois de juillet 1972 par les utilités.

## 1.2. Production

La production de la raffinerie est très diversifiée et se

**CARBURANTS  
LUBRIFIANTS**

**BITUMES**

Butane  
Propane  
Essence super  
Essence normale  
Kérosène  
Gasoil  
Huiles de base

Huiles finies

P

Bitume routier  
Bitume oxydé

**Figure 1** : production des différents produits  
Les capacités annuelles de production des différentes unités sont indiquées dans le tableau  
suivant :

**Tableau 1 :** Capacités annuelles de production

Propane	15000 T
Butane	70000 T
Essence super	70000 T
essence normale	490000 T
Naphta	160000 T
Kérosène	120000T
Gaz oil	980000 T
Lubrifiants	160000 T
Graisses	7000 T
Paraffine	4000 T
Bitumes Routiers	120000 T
Bitumes Oxydes	20000 T

**Bilan énergétique :**

Le complexe dispos des unités de production d'énergie électrique, mais qui n'assure pas la totalité de la consommation des différentes zones, le reste est assuré par SONALGAZ

La raffinerie a aussi d'une source énergétiques qui est le gaz naturel de HassiR'Mel.  
La consommation annuelle est présentée dans le tableau suivant

**Tableau 2 :**Consommation énergétique de la raffinerie

Sources énergétiques	Consommation annuelle	Sources d'alimentation
Gaz	309 000 000 N.m <sup>3</sup>	Gaz Naturel / SONATRACH Gaz Raffinerie
Electricité	74 000 000 KW	SONELGAZ Turbo générateur

### 1.3. Principaux produits chimiques utilisés

La raffinerie d'Arzew nécessite l'utilisation de produits chimiques, essentielles aux différents procès des unités, présenté dans le tableau suivant

**Tableau 3 :**Produits chimiques utilisés par la raffinerie

Dénomination du produit	Quantité consommée/An	Quantité stockée	Nature du produit	Unités
Furfural	1130000 Kg	300000 Kg	Solvant	U 23-300
MEC	770000 Kg	29000 Kg	Solvant	U 24-400
Toluène	870000 Kg	186000 Kg	Solvant	U 25-500
Acide sulfurique	423000 Kg	13500 Kg	Neutralisant	Zone 3-19
La soude	26000 Kg	18000 Kg	Neutralisant	Zone 3-19-4
La javel	59000 Kg	3000 Kg	Désinfectant	Zone 3-19
Sulfite de sodium	752 Kg	5 Kg	Inhibiteur de corrosion	Zone 3-19
Phosphate de sodium	824 Kg	6 Kg	Neutralisant	Zone3-19



### 1.4.1. Principales zones du complexe

La raffinerie d'Arzew comprend deux principaux départements de production le P1 et le P2 et chaque département est constituée de plusieurs zones ayant des activités spécifiques, que eux même sont composées des différentes unités de production, comme suite:

#### 1.4. 1.1. Département de production P1

Ce département concerne la production des carburants, des lubrifiants en traitant le pétrole brut de Hassi Messaoud (BHM) comme charge et le brut réduit importé (BRI) pour la production des bitumes ; et elle est constituée des zones suivantes :

##### A- Zone 03 (Les utilités)

Cette zone a la charge d'alimenter les autres zone en : air, vapeur, eau, électricité, et gaz qui est vital pour les unités de traitement. Elle se divise en plusieurs unités :

- **Unité 31** : Production de vapeur d'eau à haute pression qui sert au stripage, et comme energie motrice des turbogénérateurs.
- **Unité 32** : Production de l'eau distillée qui est utilisé comme eau d'alimentation pour leschaudière.
- **Unité 33** : Distributions d'eau de refroidissement, utilisée pour les opérations de refroidissement des produits.
- **Unité 34** : Production d'électricité qui sert à alimenter les unités de traitement.
- **Unité 35** : Gaz de combustion au niveau des chaudières et des fours.
- **Unité 36** : Productions d'air service et d'air instrument.
- **Unité 67** : Réseaux d'incendie.

### **B- Zone 04 (Les carburants)**

C'est le point de départ du procédé de raffinage du pétrole brut. Elle comprend 3 unités.

➤ **Unité 11** : Distillation atmosphérique(Topping)

Elle a pour rôle la séparation par distillation atmosphérique des différents composants contenus dans le pétrole selon leurs densités, du plus léger au plus lourd. Il s'agit

- Du gaz de pétrole liquéfié(LPG)
- Du naphta légerLSRN
- Du naphta lourdHSRN
- Du kérosène;
- Du gasoil léger etlourd
- Le résidu du fond 11C1 (BRA) est soutiré pour la distillation sousvide.

➤ **Unité 12** : Reforming (Platforming)catalytique

Cette unité a pour but de produire des aromatiques à partir des naphènes et des paraffines présentent dans le naphta lourd (HSRN) provenant de la distillation atmosphérique (U. 11). Soit pour les utiliser comme carburant (reformats) c'est à cause de leurs rendements à indice d'octane très élevé ou comme source de composés aromatiques spécifiques.

Cette unité comprend 02 sections :

✓ **Hydrobon** : Le naphta lourd (HSRN) contient des poisons tels que : le soufre(S), l'azote (N) et l'oxygène (O) ; dont cette section est sensé à les transformer et les éliminer par hydrogénation et en même temps à saturer les oléfines pour obtenir des produits de haute qualité. La capacité de cette section et de  $56\text{m}^3/\text{h}$ .

Après purification, le naphta lourd (HSRN) est appelé Unifinat qui est la charge du procédé de Platforming.

✓ **Platforming** : C'est un procédé catalytique où on emploi un catalyseur sélectif afin de transformer en présence de l'hydrogène, l'Unifinat provenant de la section Hydrobon en produit de base de meilleur qualité pour la fabrication des essences. la capacité de cette section Platforming est de  $56\text{ m}^3/\text{h}$ . Apres des différentes réactionschimiques on obtient à la fin une charge de Platformat d'indice d'octane très élevé jusqu'à96.

➤ **Unité 13** : Récupération et séparation des GPL

Cette unité a pour but de récupérer le propane et le butane à partir des produits de tête du stabilisateur de l'unité de distillation atmosphérique et de tête du débutaniseur de l'unité de reforming catalytique.

**C .Zone 07 (Les lubrifiants)**

Cette zone a pour tâche la fabrication des huiles de base à partir de brut réduit atmosphérique (BRA) venant du topping (unité 11) ; sa capacité de production est de 50 000 T/an. Elle comprend les unités suivantes :

➤ **Unité 20** : Stockage d'huile.

➤ **Unité 21** : Distillation sous vide.

Certains produits lourds et résidus provenant de l'unité 11 de la zone 4 (Brut Réduit Atmosphérique) est soutirée sous vide dans cette unité, afin d'obtenir des huiles de base semi-finis :

- Gasoils VGO
- Huiles SPO (Spindle)
- Huile mi-visqueuses (MVO)
- Huile visqueuse (VO)
- Des résidus (en fond de colonne) RSV.

➤ **Unité 22**: Désasphaltage au propane

Les Résidus provenant du fond de colonne de l'unité 21, sont traités avec du propane afin d'en extraire l'asphalte, afin d'obtenir une huile appelée DAO (ou huile des asphaltée)

➤ **Unité 23**: Extraction au furfural

Les huiles spindle, MVO, VO et DAO produites par les unités 21 et 22, sont envoyées dans cette unité afin d'améliorer leurs indice de viscosité. Ceci est rendu possible grâce à l'élimination des aromatiques et des naphthènes.

On obtient ainsi les 4 huiles suivantes :

- Spindle
- Mi-visqueuse (SAE10)
- Visqueuse (SAE30)

- BrightStock

➤ **Unité 24:**Déparaffinage des huiles

Déparaffinage des huiles au MEC toluène, et déshuilage des paraffines.

Les 4 coupes d'huile obtenus par l'unité 23, sont traités au MEK et toluène, afin d'en extraire la paraffine avec pour but d'améliorer leurs point d'écoulement.

La paraffine obtenue sera ensuite déshuillée, afin d'améliorer sa consistance et son point de fusion.

➤ **Unité 25:**Hydrofinishing

Les huiles déparaffinées obtenues dans l'unité 24, sont traitées alternativement à l'hydrogène dans un réacteur contenant un catalyseur à base de Fe Co Mo pour éliminer les impuretés tel que le soufre afin d'améliorer certains paramètres ; la couleur, l'odeur, la stabilité thermique et la résistance à l'oxydation.

Afin d'obtenir une huile de base (BO).

**D-Zone 10 (production de bitumes)**

Cette zone concerne la production des bitumes routiers et oxydé, elle comprend 2 unités :

➤ **Unité 14:**Flash sous vide

La charge de BRI (Brut réduit importé) additionné à l'asphalte récupéré de l'unité 22 est fractionnée sous vide en gasoils et en un produit visqueux obtenu en fond de colonne, lequel est traité dans la section soufflage à l'air pur pour obtenir des bitumes routiers.

➤ **Unité 15:**SemiBlowing

Dans cette unité on procède à l'oxydation de la charge (Bitume routier + Gasoil) afin d'obtenir du bitume oxydé, conditionné dans des sacs de 25Kg.

**E-Zone 28 (stockage et expédition)**

C'est une zone de stockage des matières premières, des mélanges, des expéditions et des produits semi-finis et finis, ainsi que le pétrole brut.

**F- Les zones de stockage :**

**1-Zone 08 et 09 :** stockage du résidu atmosphérique dans 2bacs.

**2-Zone 11, 12 et 13 :** stockage du brut de Hassi -Messaoud ; 3 bacs de 60 000T et 2 bacs de 50000 T

**3-Zone 31 :** Contient une torcheP1.

**1.4.1.2. Département de production P2**

La réalisation de ce département fut suite aux demandes importantes en lubrifiants, elle comprend trois principales zones:

**A- Zone 05 (Les huiles de base)**

Cette zone assure la production des huiles de base (SPO, SAE10, SAE30, BS), elle a une capacité de production de 120 000 T/an. Le traitement se fait de la même façon que dans la zone 07.Elle englobe deux compartiments : HB3 et HB4.

**HB3 :** composé des unités suivantes

**Unité 100 :** distillation sous vide.

**Unité 150 :** huile caloporteur.

**Unité 160 :** traitement des eauxacides.

**Unité 200 :** desasphaltage au propane.

**Unité 300 :** extraction auFurfural.

**HB4 :** comprend les unités suivantes:

**Unité 400 :** déparaffinage/déshuilage au MEK-Toluène.

**Unité 500 :** hydrofinishing.

**Unité 600 :** hydrogénation des paraffines.

### **B-Zone 19 (Les utilités)**

Elle assure le bon fonctionnement de la chaîne de production des huiles de base ; elle comprend les unités suivantes :

*Unité 1100*: production de vapeur.

*Unité 1200*: production de l'énergie électrique.

*Unité 1300*: tour de refroidissement des eaux.

*Unité 1400*: gaz de combustion.

*Unité 1500*: production d'air comprimé (air instrument et air de service).

*Unité 1600*: traitement et production d'eau distillé et déminé.

*Unité 1700*: réseau de torche P2.

*Unité 1800*: traitement des affluents.

*Unité 280* : production de gaz inerte.

### **C-Zone 30 (Les huiles finis)**

A pour but de fabriquer des huiles finis par l'ajout aux huiles de base des additifs chimiques, et leur conditionnement dans des fûts métallique de 200L, ainsi que la fabrication des graisses et leur conditionnement dans des sceaux de 16Kg et des boites de 1Kg.

### **D- Zone 27 (Unité 1800 - Station de traitement des effluents) :**

Récupération des eaux usées ; deux bassins de séparation et de décantation physique (API et PPI).

### **E- Les zones de stockage :**

**Zone 16** : Stockage d'eau brut pour réseau anti-incendie et Stockage du naphta.

**Zone 17** : Stockage du kérosène et Stockage d'essences de la 1<sup>ère</sup> distillation.

**Zone 18** : Stockage du fuel pour mélange.

**Zone 24** : Stockage de gasoils.

**Zone 25** : Stockage de fuel.

**Zone 26** : Stockage des GPL (Butane et Propane),

-Une sphère de propane destiné à l'unité lubrifiante et au marché normal.

-Trois sphères de butane destiné au mélange de GPL.

-Deux sphères de butane commerciales.

**Zone 29** : Stockage du brut réduit importé (BRI).

**Zone 31** : Contient une torche P2.

#### **1.4.1.3. Département de production P3**

Une nouvelle réorganisation des départements de production a ajouté un troisième département qui comprend les zones suivantes :

##### **A- Zone 06 (Production des huiles finies) :**

Elle est conçue pour le mélange et le conditionnement des huiles finies à partir des huiles de base fabriquées dans cette 1<sup>ère</sup> 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.

**B- Unité 3000** : Elle comporte les unités suivantes

##### **Unité 3100 : Production des huiles finies**

Elle est destinée à fabriquer des huiles finies à partir des huiles de base fabriquées dans les unités 100 à 500 et des additifs importés. (Production de 132000 t/an pour une quantité de 10% d'additifs).

##### **Grades d'huiles fabriquées**

- Huiles pour moteurs (Essence, Diesel, Huiles pour transmission).
- Huiles industrielles (hydraulique, turbines, engrenage compresseur et huiles divers).

**Unité 3200** : Préparation et conditionnement des graisses.

**Unité 3300** : Conditionnement des paraffines.

**Unité 3400, 3500, 3600** : Assurent le conditionnement des huiles finies.

## 1.5. Stockage et expéditions

Le pétrole brut et le brut réduit importé sont stockés dans des bacs avant d'être traités. Les produits finis sont stockés dans des bacs de capacités variant entre 5000 et 30000 m<sup>3</sup>. L'expédition des produits finis se fait :

- par camions pour le propane, le butane, les essences, le Gasoil, les lubrifiants.
- par train et par pipe (vers Oran) pour les essences, le kérosène, le Gasoil.
- par bateau pour tous les produits.

## 1.6. Laboratoire de contrôle

Durant toutes les étapes de raffinage au niveau des différentes unités, les produits semi-finis et finis sont soumis selon un programme bien défini à un contrôle de qualité rigoureux au niveau du laboratoire.

Avant tout enlèvement ou expédition de produit fini, un certificat de qualité attestant la conformité de ce produit aux spécifications arrêtées est établi.

Le laboratoire contrôle aussi la qualité des eaux, les rejets et procède aux analyses de différents échantillons spéciaux.

# Chapitre II

## Généralités sur les huiles

lubrifiantes

## Chapitre II

### Généralités sur les huiles lubrifiantes

#### 2.1. Définition des huiles lubrifiantes

Un lubrifiant est une matière onctueuse, d'une couleur claire, soit liquide, semi plastique ou solide ; elle est fabriquée à partir d'un mélange d'huiles de base (entre 80 à 90%) et d'additifs (entre 10 à 20%) qui confère aux produits finis des propriétés physico-chimiques selon le domaine d'application.

La lubrification permet de réduire les frottements entre les organes mécaniques en mouvement, par un film d'un matériau qui peut être cisèle facilement sans causer de dommages aux surfaces.

#### 2.2. Classification des lubrifiants

##### 2.2.1. Lubrifiants solides

Ils sont utilisés dans des endroits très chauds où le lubrifiant liquide ne résiste pas à des hautes températures, tels que les polymères, les métaux, les sels et les oxydes.

##### 2.2.2. Lubrifiants semi-solides ou plastiques

Une graisse lubrifiante est un produit de consistance semi fluide à solide, obtenue par dispersion d'un agent épaississant dans un liquide lubrifiant.

Ces lubrifiants comprennent essentiellement les graisses lubrifiantes mais aussi les cires, les paraffines et les vaselines extraites du pétrole pour application lubrifiante.

##### 2.2.3. Lubrifiants liquides

Une huile lubrifiante est un mélange de deux constituants, d'huile de base et d'additifs avec des pourcentages bien déterminés. Elles sont d'origine animale (huile grasse), végétale, minérale (huile de pétrole) ou synthétique.

##### 2.2.4. Lubrifiants industriels

C'est une large gamme des produits très divers dont les principaux sont :

- ✓ Les fluides de transmissions hydrauliques : parmi lesquels on trouve des fluides difficilement inflammables dont l'emploi est de plus en plus généralisé pour des raisons de sécurité.
- ✓ Les lubrifiants pour engrenages : se distinguent par leurs résistances aux fortes pressions et la protection contre l'usure.

- ✓ Les lubrifiants pour compresseurs : peuvent être à base minérale ou synthétique selon le type de compresseurs et la nature du fluide comprimé (air, gaz, fluide frigorigène).
- ✓ Les lubrifiants pour turbines : sont des lubrifiants minéraux très raffinés et bien inhibés contre la rouille et l'oxydation.
- ✓ Les huiles à mouvements : conviennent pour le graissage des machines outils et de machines divers tels que les machines textiles.

### 2.3. Rôle des huiles lubrifiantes

Le rôle d'un lubrifiant se résume en :

- ✓ Lubrifier : l'huile forme un film protecteur afin d'assurer la sécurité de fonctionnement en évitant les contacts métal-métal qui entraîneraient le grippage.
- ✓ Gain de matière (réduction l'usure) et d'énergie (réduction de l'effet du frottement).
- ✓ Évacuation ou prise en charge des déchets : les particules métalliques d'usure, la poussière, les résidus de combustion, les produits solides résultants de l'altération du lubrifiant.
- ✓ Se comporter comme fluide caloporteur (réfrigérant) : le lubrifiant contribue d'une façon très active au refroidissement des machines et à l'évacuation de la chaleur produite lors du mouvement en vue d'un équilibre thermique.
- ✓ Réduire le choc et le bruit.
- ✓ Étanchéité : dans les moteurs, l'huile tend à réduire les fuites et à améliorer le rendement de la machine.
- ✓ Protection contre la corrosion : l'huile doit limiter ou combattre l'action corrosive des produits résultants de sa propre dégradation ou de gaz de combustion acide ou de l'humidité.
- ✓ Assurer d'autres fonctions passives permettant d'accroître la longévité et la fiabilité des mécanismes.

### 2.4. Composition des huiles lubrifiantes

Toutes les huiles lubrifiantes sont constituées d'un composant principal appelé "base", auquel sont ajoutés des additifs qui confèrent au lubrifiant les propriétés spécifiques requises pour une application donnée. Les bases pour lubrifiants peuvent être minérales (d'origines pétrolières) ou synthétiques [1].

### 2.4.1. Les basesminérales

Les bases minérales classiques résultent du raffinage de coupes de distillation sous vide ainsi que de celui de résidus atmosphériques sous vide désasphaltés.

Selon la nature du pétrole brut d'origine, mais aussi en fonction des opérations de raffinage, ces bases minérales sont un mélange de trois catégories essentielles des hydrocarbures, chacune représente des caractéristiques spéciales qui soit désirables ou indésirables, pour cela l'huile doit être composée des pourcentages de celles-là prédéfinis, l'augmentation de l'un des composés par rapport à l'autre influe sur les caractéristiques des huiles.

Il faut combiner ces composés de telle façon que les huiles répondent aux spécifications du marché, les trois tendances chimiques sont:

#### ➤ **La tendanceparaffinique**

Ce sont des hydrocarbures saturés linéaires (n-paraffines) ou ramifiés (iso paraffines), caractérisés par :

- Une faible densité à viscosité donnée (de 0,88 à 0,89) pour les huiles de moteurs.
- Un indice de viscosité important (de l'ordre de 100) pour les huiles moteurs.
- Une faible volatilité à viscosité donnée.
- Un point d'écoulement élevé.

Les paraffines ramifiées qui sont les plus intéressantes doivent être en quantité appréciable dans les fractions lubrifiantes des bruts paraffiniques. Par contre les paraffines à chaîne droite de poids moléculaire élevé augmentent la température de congélation des huiles, elles doivent être retirées par déparaffinage.

#### ➤ **La tendancenaphténique**

Ce sont des hydrocarbures saturés cycliques ou polycycliques, ils sont moins stables à l'oxydation que les paraffines, caractérisés comme suit :

- Une densité élevée à viscosité donnée (plus de 0,9 pour les huilesmotrices).
- Un indice de viscosité bas (de l'ordre de 40 à60).
- Un point d'écoulement naturellementbas.

### ➤ La tendance aromatique

Ce sont des hydrocarbures non saturés cycliques avec une ou plusieurs chaînes latérales, caractérisée par :

- Une densité très élevée
- Un indice de viscosité très faible
- Une forte volatilité
- Une formation de produits résineux et asphaltés par oxydation du fait de leurs

défauts, les produits à tendances aromatiques doivent être éliminés par extraction

### 2.4.2. Les bases synthétiques

Les bases de synthèse sont obtenues par réaction chimique de deux grandes familles des produits sont utilisées pour la formulation des lubrifiants:

Les esters d'origine végétale, en particulier les PAO (Poly-Alpha-Oléfines) préparés à partir d'éthylène.

Ces produits présentent d'excellentes propriétés physiques telles que :

- Un indice de viscosité élevé.
- Un point d'écoulement très bas.
- Une volatilité faible.
- Une stabilité thermique.

### 2.5. Principales caractéristiques des huiles

Ces huiles de base doivent avoir des propriétés précises, déterminées au niveau de l'aboratoire qui sont

**Indice de viscosité :** C'est un nombre conventionnel qui a pour but d'indiquer l'effet du changement de température sur la viscosité d'une huile dans un intervalle de température déterminé (40 °C et 100 °C). Plus ce nombre est élevé, plus la viscosité varie avec la température.

**Taux de carbone « Conradson » :** Détermine la teneur en corps résineux et en hydrocarbures polycycliques. Il peut être considéré comme degré de raffinage (épuration) de l'huile. Cette mesure caractérise la tendance d'une huile à former des dépôts carbonés lorsqu'elle est soumise à une carbonisation.

**Point d'éclair :** C'est la température minimale à laquelle s'allument les vapeurs d'un liquide spontanément en présence d'une flamme dans des conditions normalisées, exprimée en °C.

**Densité :** C'est le rapport de la masse d'un certain volume de cette huile à une température donnée (généralement 15 ou 20 °C) à celle du même volume d'eau à 4 °C. Le résultat est donné directement à l'aide d'un densimètre automatique.

**Point d'écoulement :** C'est la température minimale à laquelle l'huile peut encore couler lorsqu'elle est refroidie sans agitation dans des conditions normalisées. Celui-ci doit être très bas pour assurer le démarrage du moteur à froid.

**Résistance à l'oxydation:** C'est la dégradation des caractéristiques des huiles sous l'influence de l'oxygène et de la température.

**Couleur :** C'est la détermination visuelle de la couleur d'une large variété de produits Pétroliers. L'appareillage consiste à une source de lumière et une série de verres Colorés standard.

**Indice de neutralisation (acidité et/ou basicité des huiles (mg KOH/g) :**

1. **L'indice d'acide :** C'est le nombre de milligrammes de potasse nécessaire à la neutralisation des acides contenus dans un gramme d'huile (mg KOH/g). Les huiles de base pures de type hydrocarbure (bases minérale classique, bases hydrotraitées, ne doivent présenter aucune acidité à l'état neuf, tandis que les huiles formulées peuvent présenter, au départ, un indice non négligeable, celui-ci du à la présence de certains additifs.
2. **Indice de base :** la basicité d'une huile renfermant des additifs alcalins est caractérisée par la neutralisation des ensembles des produits acides formés dans les moteurs soit par oxydation de l'huile, soit par formation des produits acides dans les gaz de combustion.

**Teneur en eau, en cendres et en impuretés :** Déterminent le degré d'élimination des impuretés, donc influence directement sur le rendement d'huile.

**Onctuosité :** Caractérise la continuité et la solidité du film adhérent entre les pièces lubrifiées. Ce film parmi ces fonctions doit réduire les usures des éléments pendant le démarrage du moteur à froid.

**Point d'aniline :** Cette valeur caractérise la teneur en aromatiques des huiles. Le point d'aniline est d'autant plus élevé que cette teneur est faible [2].

## 2.6. Les huiles de baseminérales

La production des huiles de base minérales s'effectue en une série de procédés, destinés à améliorer des propriétés précises, ces huiles de base sont obtenues à partir du raffinage de pétrole brut. Il existe trois groupes d'huiles de base minérales groupe I qui est obtenu par un procédé conventionnel tel que la chaîne de fabrication de la raffinerie d'Arzew, groupe II et III qui sont obtenus par un procédé d'hydrocraquage (basehydrocraquée).

### 2.6.1. Les huiles de base minérales fabriquées à la raffinerie d'Arzew

#### (Groupe I)

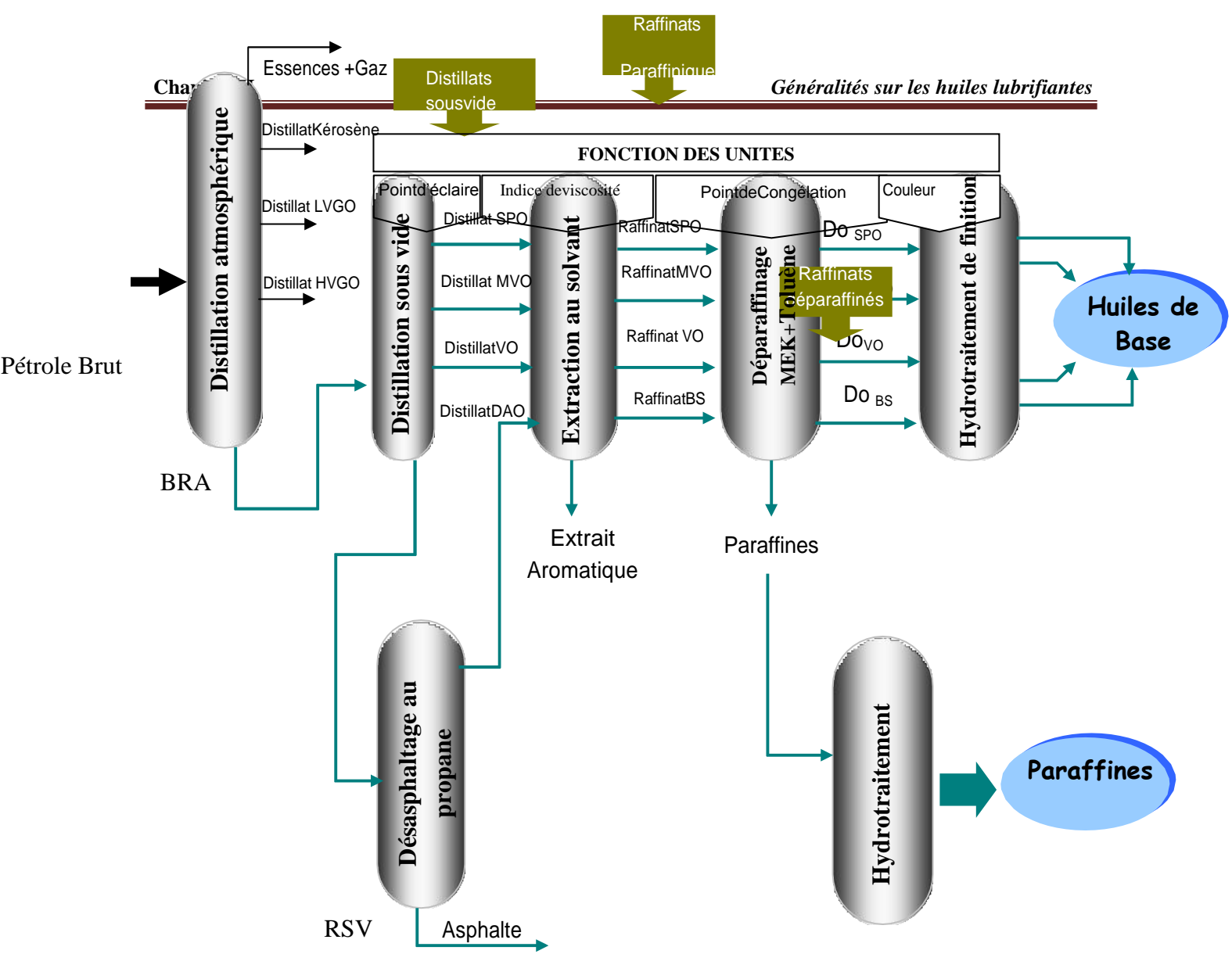
Elles sont fabriquées à partir du pétrole brut réduit atmosphérique après divers traitements complexes de raffinage. Elles sont très utilisées, aussi bien dans les applications automobiles qu'industrielles.

La chaîne de fabrication de ces huiles de base est une chaîne classique. La production se déroule à la zone 7 ; elle est alimentée par le brut réduit atmosphérique (BRA) issu de fond de colonne de distillation atmosphérique de la zone 4, la zone 7 dispose de Cinq (05) unités sont les suivantes:

- Distillation sous vide(U21).
- Des asphaltages au propane(U22).
- Extraction au furfural(U23).
- Déparaffinage au MEC/TOLUENE(U23).
- Hydrofinishing(U25).

Tous ces procédés sont des procédés de séparation (distillation, extraction, filtration) sauf pour l'unité 25 qui a un procédé de transformation.

Le schéma ci-après décrit la chaîne classique du raffinage des huiles de base et explique l'objectif recherché à travers le procédé de chaque unité [3] [4].



**Figure 3 :** Chaîne de fabrication des huiles lubrifiantes

Les unités de fabrication des huiles de base à trois unités qui fonctionnent avec des solvants sélectifs, le solvant est choisi en tenant compte des critères suivants :

**a) Sélectivité**

Le solvant doit dissoudre de préférence le soluté souhaité et non d'autre soluté éventuellement présent.

**b) Pouvoirsolvant**

Le pouvoir solvant s'exprime par la quantité de soluté qui peut se dissoudre dans une unité de volume ou de poids de solvant.

**c) Densité**

Pour que la décantation entre phases, diluant et solvant, s'opère facilement, il faut que la différence de leurs densités ne soit pas trop faible.

**d) Stabilité**

Le solvant doit résister à toute dissociation ou dégradation due à une augmentation de la température ou à une diminution de l'ordre de « PPM » la phase d'alimentation.

**e) Régénération**

La régénération se fait le plus souvent par distillation rarement par une deuxième extraction ou par cristallisation ; donc la tension de vapeur du soluté doit être bien différente de celle du solvant.

**f) Récupération facile**

La tension de vapeur largement différente de celle de l'extrait et du raffinat est suffisamment faible pour ne pas surcharger l'appareillage.

**g) Sécurité**

Pour des raisons de sécurité, le solvant devra être :

- Noninflammable
- Le moins possible toxique et noncorrosif
- Une bassevolatilité

**1.6.1.1. Distillation sous vide (unité 21)**

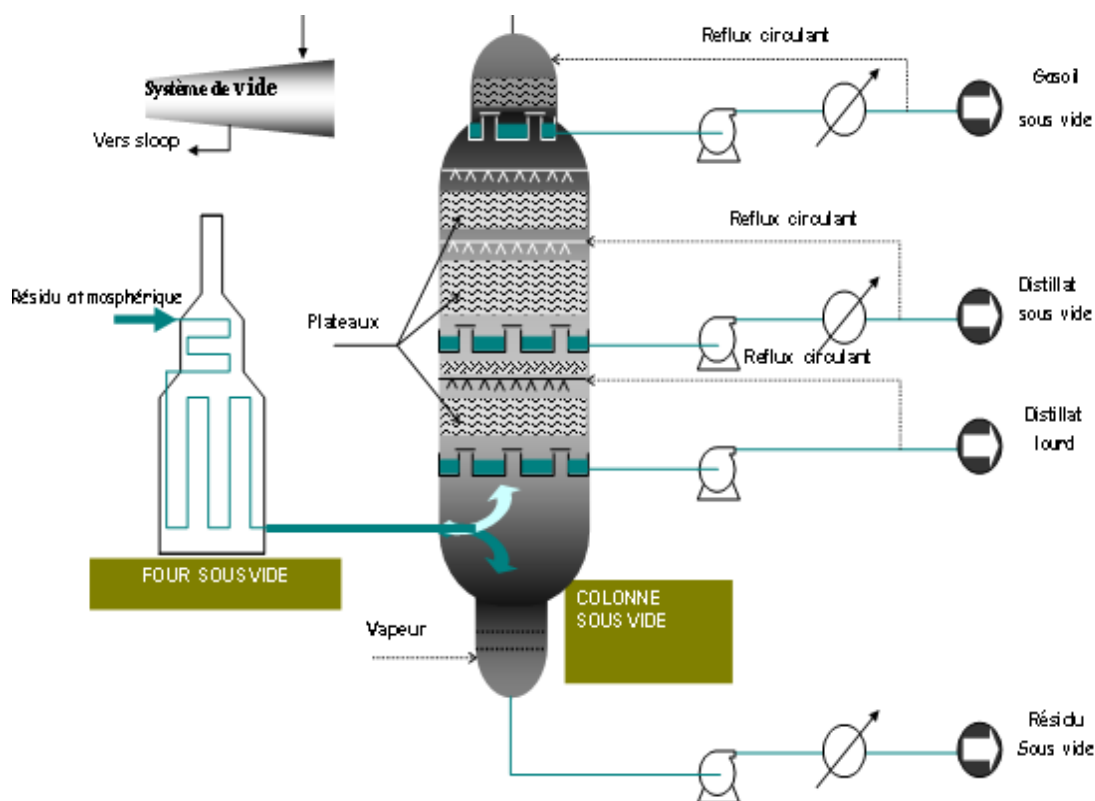
Elle a pour but de fractionner le BRA obtenue de la distillation atmosphérique du pétrole brute sous une pression inférieure à 1 atm (sous videpartiel).

L'objectif de cette distillation est d'obtenir à différents plateaux de la colonne sous-vide des huiles lubrifiantes de base (distillats sous vide) à viscosités variables.

L'opération sous vide permet d'abaisser les températures de distillation et d'éviter ainsi la dégradation thermique des hydrocarbures à haute température d'ébullition.

Elle permet de ne pas dépasser 400 à 430 °C qui est, dans ce type d'unité, l'ordre de grandeur de la température limite de stabilité des hydrocarbures.

Le vide est assuré par un dispositif d'aspiration des gaz résiduels en tête de colonne. Le gasole et les distillats sous vide « spindle ou huile légère (SPO), huile mi-visqueuse (MVO) et huile visqueuse (VO) », sont soutirés latéralement et le RSV (goudron >500°C) est obtenu en fond de colonne qui sera la matière première du procédé de désasphaltage qui nous donnera par la suite une huile plus lourde (plus visqueuse) appelée : la BRIGHT-STOCK (BS).



**Figure 4 :** Distillation sous vide

### 2.6.1.2. Désasphaltage au propane (Unité22)

Le procédé de désasphaltage est appliqué pour la production des huiles lubrifiantes résiduelles ayant des viscosités élevées appelées la DAO d'une part et les asphaltes utilisés pour la fabrication des bitumes.

Le but de ce procédé est d'obtenir une huile lourde désasphalté (**DAO**) à partir du résidu sous vide ou on élimine des produits asphaltiques et résineux qui nuisent à la stabilité thermique de l'huile et donnent une mauvaise couleur.

Le désasphaltage est un procédé d'extraction réalisé par raffinage au solvant sélectif qui est le propane. Cette opération se déroule dans une colonne d'extraction à disques rotatifs (**RDC**) qui fonctionne à un contre courant d'un flux de résidu sous vide et d'un flux de propane.

Lorsqu'une huile est mélangée avec du propane liquide, il se produit une séparation de l'huile en fonction des poids moléculaires, la phase huileuse appelée souvent **DAO** soluble dans le propane est séparée des produits de haut poids moléculaires appelés asphaltes qui se décante au fond de la colonne.

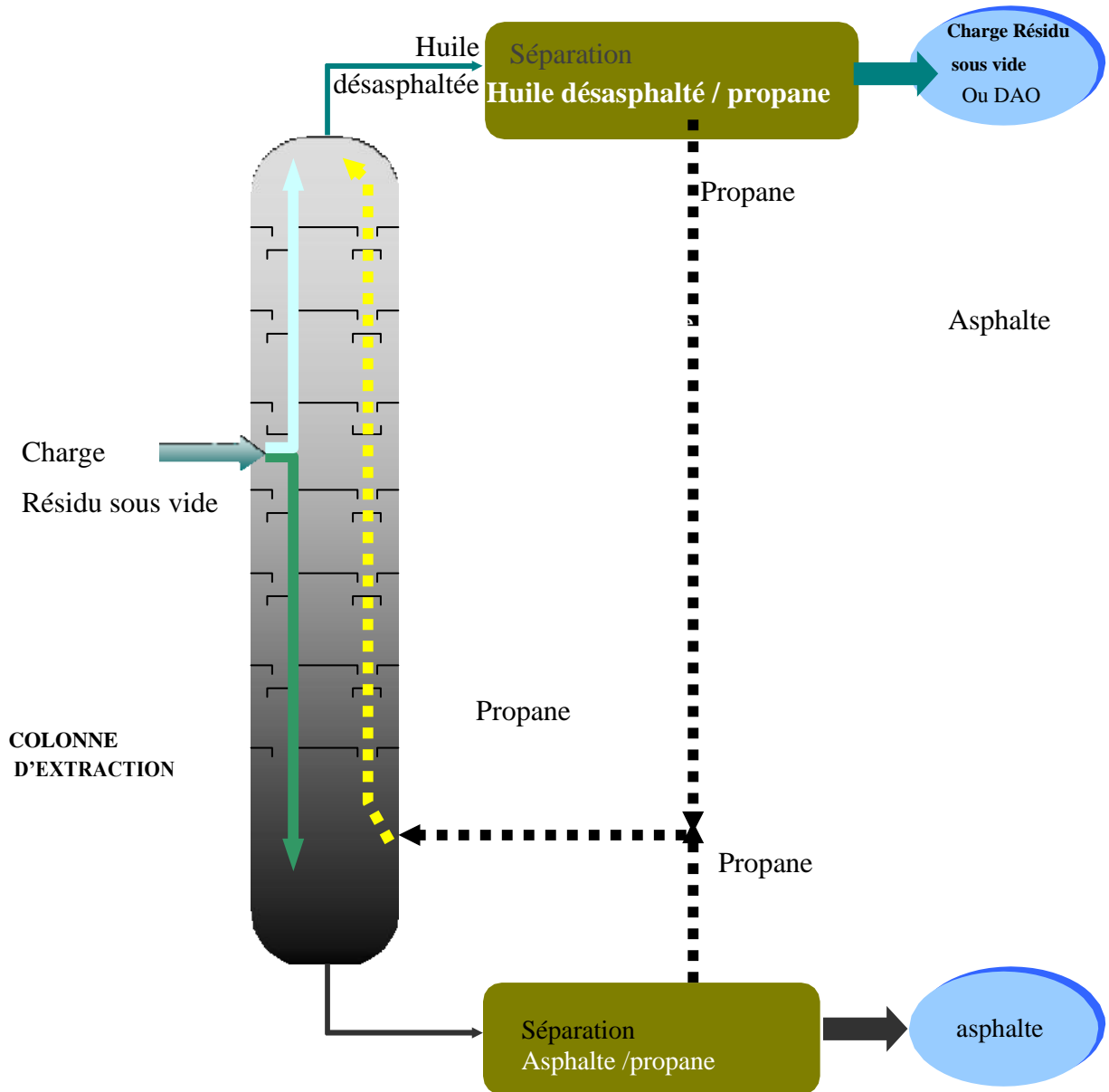


Figure 5 : Désasphaltage des distillats au propane

### 2.6.1.3. Extraction au furfural (Unité23)

Ce procédé permet de diminuer l'indice de Conradson et la teneur en soufre et d'éliminer les aromatiques et les naphthènes afin d'améliorer l'indice de viscosité (**V.I**)

Les trois distillats ainsi que la DAO passent alternativement dans un RDC. Cette opération se fait par l'emploi d'un solvant sélectif qui est le furfural, le furfural a été choisi comme solvant dans cette unité d'extraction vu ses avantages et sa grande utilisation à travers le monde.

Ce solvant utilisé doit présenter une solubilité préférentielle en faveur d'abord des aromatiques puis des naphthéniques qui constituent ce qu'on appelle l'extrait.

Le furfural est un liquide incolore avec une odeur agréable rappelant la boulangerie, mais il est très toxique.

C'est un aldéhyde hétérocyclique :

$$M=96,03 \text{ g mol}^{-1} \quad d_4^{20} = 1,1594 \quad T^{\circ}_{\text{ébul}} = 161,7^{\circ} \text{C}$$

Le furfural est un liquide incolore avec une odeur agréable rappelant la boulangerie, mais il est très toxique.

Le taux de solvant est de :

On obtient dans la colonne d'extraction (**RDC**) deux phases dont la première est le raffinat riche en composants paraffiniques.

- Raffinat **SPO** (spindle oil)
- Raffinat **MVO** (mi-visqueux oil)
- Raffinat **VO** (visqueux oil )
- Raffinat **BS** (bright stock)

Et la deuxième est un extrait riche en aromatiques qui est envoyé vers fioul après la récupération du furfural.

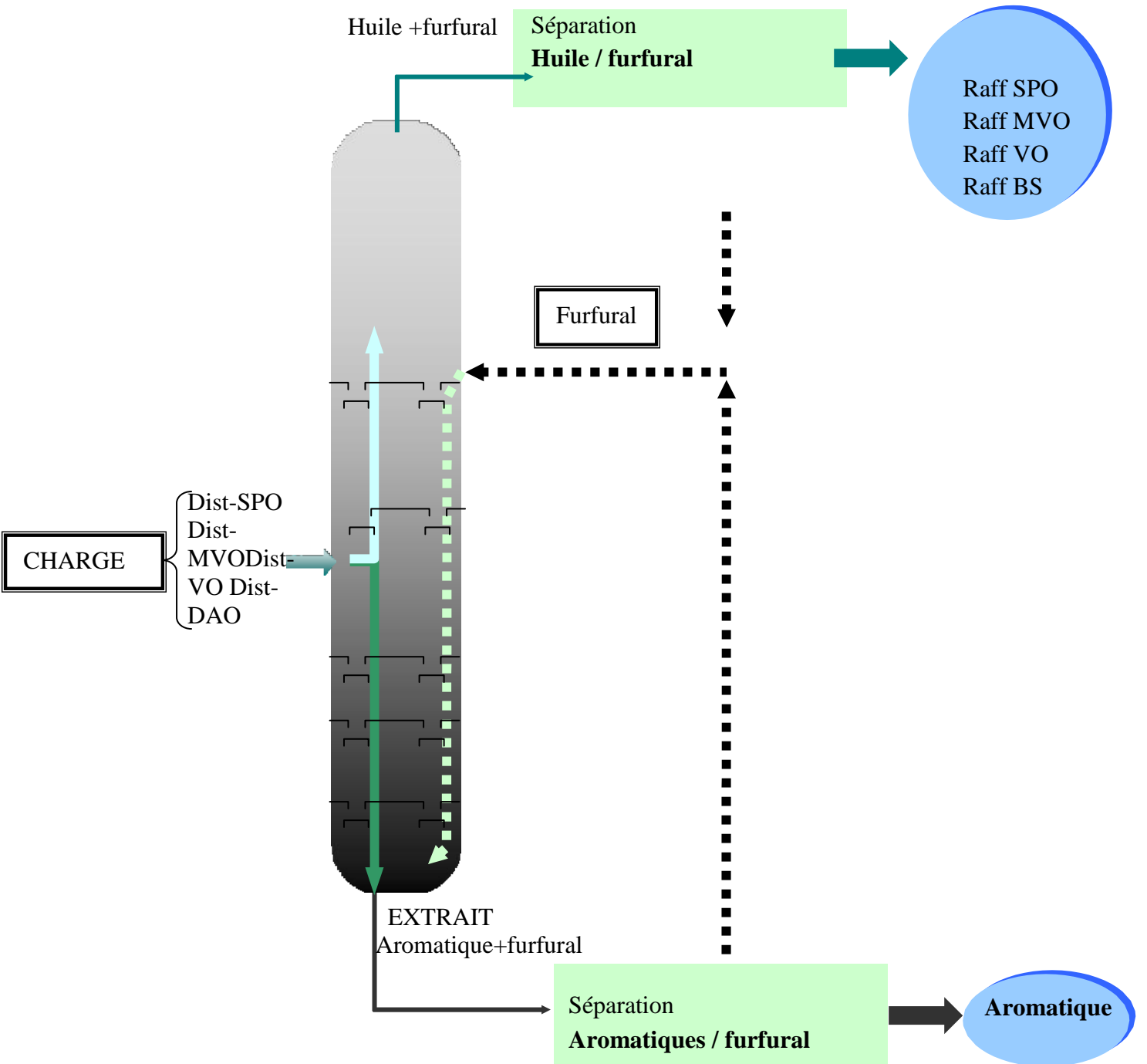


Figure6 : Extraction au furfural

#### 2.6.1.4. Déparaffinage au MEC/Toluène (Unité24)

Après extraction au furfural, les huiles (raffinat) subissent un nouveau traitement consistant à enlever les paraffines qui se cristallisent à basse température.

Le procédé de déparaffinage est utilisé pour diminuer la température de congélation des huiles et même des carburants.

Aux températures basses en plus les hydrocarbures paraffiniques, les hydrocarbures naphthéniques, naphthéno-aromatiques avec des chaînes paraffiniques longues ramifiées faiblement ramifiées se cristallisent et se solidifient dans l'huiles.

Ce comportement leur donne un caractère indésirable dans les huiles commercial surtout en hiver et dans les pays froids.

Le solvant utilisé est le Méthyl –Ethyl-Cétone/Toluène ou MEC/Toluène qui a le pouvoir de dissoudre l'huile et de précipiter les paraffines

Le mélange raffinat et solvant (MEC/Toluène) après refroidissement dans des Schiller passent à travers des filtres rotatifs pour séparer l'huile de la paraffine.

Les quatre raffinats (SPO, MVO, VO, BS) provenant de l'unité d'extraction des aromatiques au furfural (U23) se traitent alternativement, les hydrocarbures de bas point de congélation sont solubles surtout dans le solvant toluène, alors que ceux à point de congélation élevée sont précipités sous forme de cristaux solide, ces derniers sont appelés paraffines.

Les cristaux de paraffines sont retenus dans un filtre rotatif ou il en résulte une huile pauvre en paraffines à bas point d'écoulement recherché et une paraffine riche en huile ou une fois déshuilée sera de la paraffine dure.

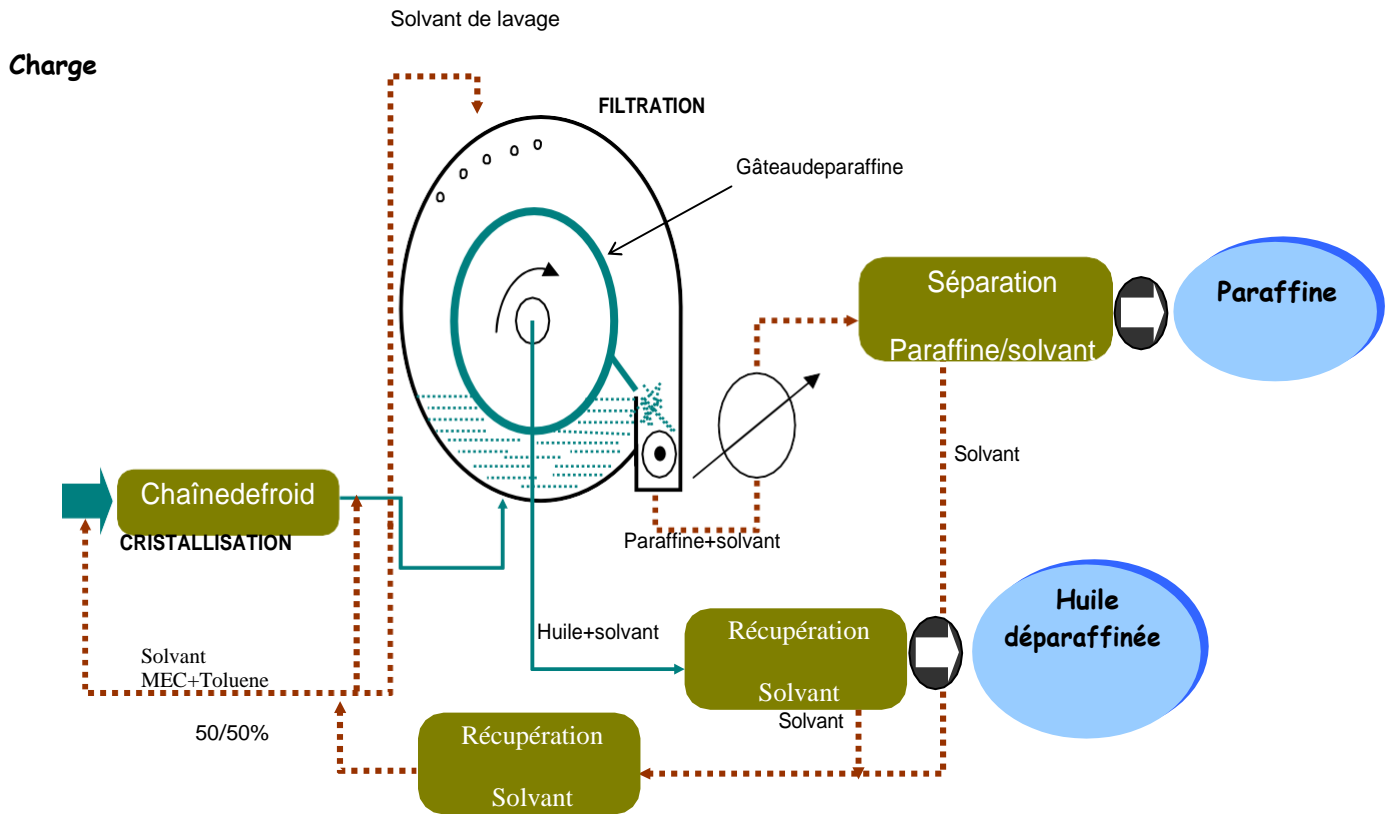


Figure 7 : Déparaffinage des distillats au MEC/Toluène

### 2.6.1.5. *Hydrofinishing-hydrotraitement (Unité25)*

Les huiles ayant subi les opérations précédentes n'ont pas en général, toutes les caractéristiques convenables pour les divers emplois. Elles possèdent encore des substances jugées indésirables.

Il s'agit d'hydrocarbures insaturés (dioléfines), non hydrocarbures (Composés azotés, oxygénés, sulfurés) ou composés instables qu'elles peuvent contenir. Pour cela, il est nécessaire de les faire subir une opération appelée hydrofinishing ou traitement de finition.

Le but de cette opération consiste à clarifier et à stabiliser ces huiles en éliminant les composés indésirables cités ci-dessus en vue d'obtenir des produits répondant aux exigences commerciales du marché par les caractéristiques imposées.

C'est une hydrogénation catalytique des huiles dans un réacteur contenant un catalyseur à base de fer, cobalt et de molybdène sur support d'alumine ( $Al_2O_3$ ).

On appelle les huiles ainsi obtenues des huiles semi-finies qui seront ensuite envoyées à la section des huiles de base ou compoundage (section de compoundage des huiles) [1] [2].

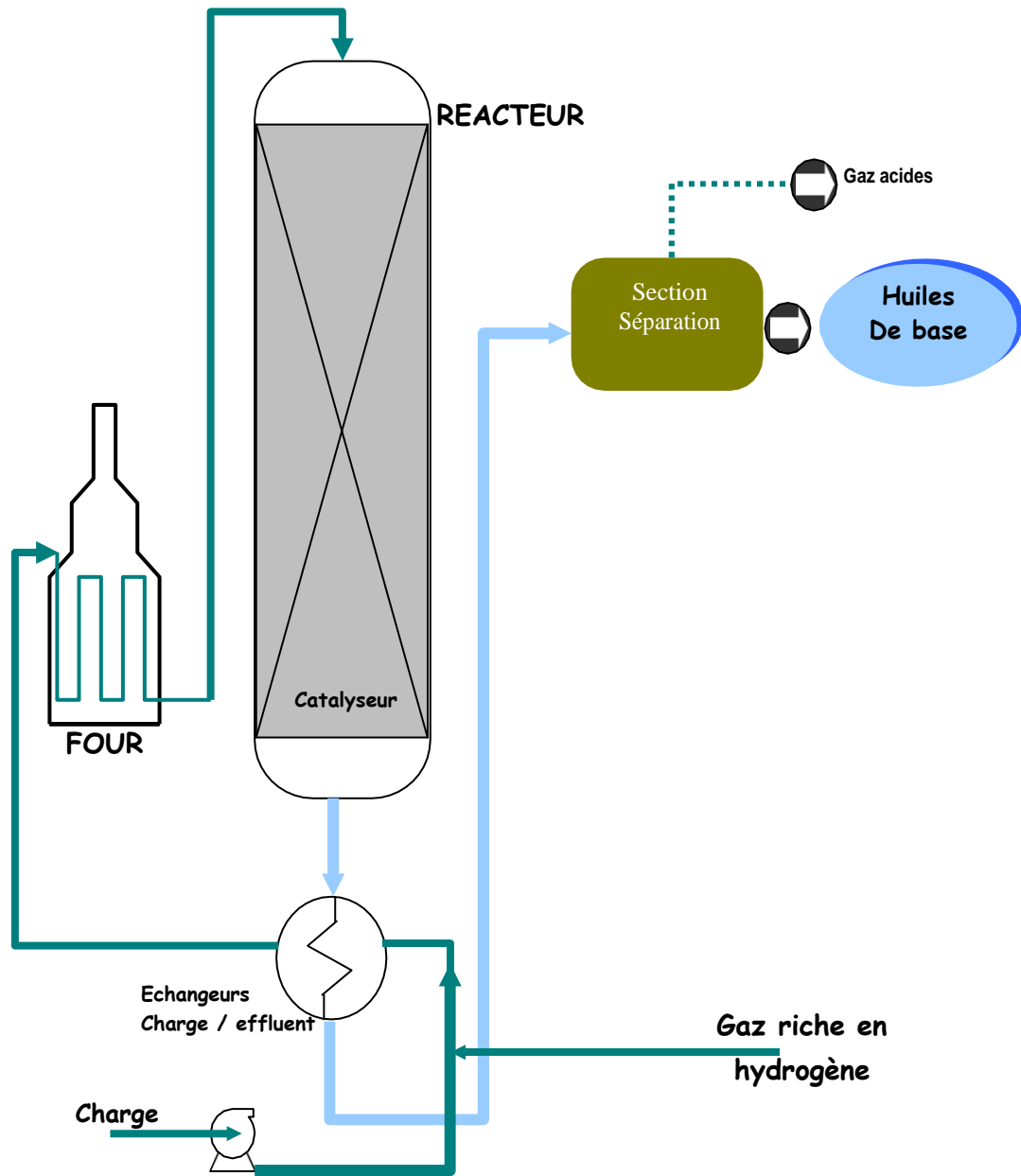


Figure 8 : Hydrofinishing des huiles

### 2.6.1.6 Evolution des spécifications pendant la fabrication des huiles de la raffinerie d'Arzew

#### a) Distillation sous-vide

Caractéristiques de la charge (résidu atmosphérique) :

- Densité à  $\rho_{15}^{15}$  : 0,90 à 0,91
- Viscosité à 100°C  $v_{100}$  : 8 à 13 cst
- Flash point : 190 à 220°C.
- Teneur en soufre (% poids) : 0,26 à 0,30%.

**Tableau 4 :** Caractéristiques des produits obtenus de la distillation sous vide

	<b>SPO</b>	<b>MVO</b>	<b>VO</b>	<b>RSV</b>
<b>Densité à 15 °C</b>	0,871	0,887	0,904	0,946
<b>Viscosité à 100 °C (cst)</b>	3,05	6,20	12,7	125
<b>Indice de viscosité</b>	72	87	76	/
<b>Point d'écoulement (°C)</b>	13	21	35	4
<b>Point de flash (°C)</b>	≥ 171	≥ 204	≥ 241	≥ 300
<b>Teneur en soufre (%poids)</b>	0,27	0,34	0,30	0,50
<b>Couleur ASTM</b>	0,5	1,9	3,5	/

#### b) Désasphaltage des huiles

**Tableau 5 :** Caractéristiques des produits obtenus de désasphaltage au propane

	<b>DAO</b>	<b>Asphalte</b>
<b>Densité à 15 °C</b>	0,915	1,022
<b>Viscosité à 100 °C (cst)</b>	44	7500
<b>Indice de viscosité</b>	82	/
<b>Pt d'écoulement</b>	35	/
<b>Pt de flash</b>	≥ 288	/

## c) Epuration des huiles aufurfural

Tableau 6 : Caractéristiques des produits obtenus par l'extraction au furfural

	<b>SPO</b>	<b>MVO</b>	<b>VO</b>	<b>BS</b>
<b>Densité à 15 °C</b>	0,845	0,852	0,869	0,881
<b>Viscosité à 100 °C (cst)</b>	3,1	5,3	10,1	33
<b>Indice de viscosité</b>	105	110	110	105
<b>Point d'écoulement (°C)</b>	21,1	26,7	43,3	68,9
<b>Point de flash (°C)</b>	171	204	241	288
<b>Couleur ASTM</b>	1	1,5	2,5	5 à 6

## d) Déparaffinage des huiles

Tableau 7 : Caractéristiques des produits obtenus par le déparaffinage au MEC/Toluène

	<b>SPO</b>	<b>MVO</b>	<b>VO</b>	<b>BS</b>
<b>Densité à 15 °C</b>	0,860	0,862	0,895	0,882
<b>Viscosité à 100 °C (cst)</b>	3,3	5	10,1	34
<b>Indice de viscosité</b>	95	100	95	95
<b>Point d'écoulement (°C)</b>	-17,8	-17,8	-15	-17,8
<b>Couleur ASTM</b>	0,5	1,5	2,5	6

## e) Hydrofinishing –Hydrotraitement

Tableau 8 : Caractéristiques des produits obtenus de l'hydrotraitement

	<b>SPO</b>	<b>MVO</b>	<b>VO</b>	<b>BS</b>
<b>Densité à 15 °C</b>	0,84 – 0,86	0,85 – 0,87	0,86 – 0,89	0,87 – 0,89
<b>Viscosité à 100 °C (cst)</b>	3 – 3,5	5 – 6	9,6 – 12	32 – 36
<b>Indice de viscosité</b>	95	100	95	95
<b>Point d'écoulement (°C)</b>	- 18	- 18	- 15	- 18
<b>Point de flash (°C)</b>	171	204	241	288
<b>Couleur ASTM</b>	0,5	1	2	4 – 5

Tableau 9 : Spécifications des huiles de base groupe « I » de la raffinerie d'Arzew

<b>Caractéristiques Physico-chimiques</b>	<b>Normes ASTM</b>	<b>SPO</b>	<b>MVO</b>	<b>VO</b>	<b>BS</b>
<b>Couleur</b>	D-1500	1,0	1,5	2,5	6
<b>Densité à 15/4 °C</b>	D-1298	0,8430	0,8500	0,8700	0,8900
<b>Viscosité à 40 °C</b>	D-445	8 – 16	29.9 – 39.9	90 – 120	485 – 610
<b>Viscosité à 100 °C</b>	D-445	2,8 - 3,5	5,0 - 5,5	11- 13	32- 36
<b>Indice de viscosité</b>	D-2270	94– 97	94 – 97	94 – 97	93 – 96
<b>Point d'écoulement</b>	D-97	-9 à -12	-9 à -12	-9 à -12	-9 à -12
<b>Point d'éclair</b>	D-92	170 –200	190 – 230	230 – 270	280 – 320
<b>TAN</b>	D-664	0,05	0,05	0,05	0,05
<b>Indice de CONRADSON</b>	D-189	0,04	0,04	0,08	0,10
<b>Soufre Total</b>	D-1500	0,03	0,04	0,08	0,08

### 1.6.1.7. Compoundage des huiles finies

La production des huiles lubrifiantes pour les installations déjà vues ne peut pas donner toutes les qualités désirables assurant pleinement le fonctionnement normal des moteurs et des machines même par les moyens les plus modernes.

Donc La dernière étape essentielle pour obtenir les huiles finies est l'opération de compoundage qui consiste à mélanger les huiles de base traitées précédemment, dans des proportions bien déterminées additionnées de quelques produits spéciaux appelés additifs ou dopes, améliorant les qualités de service et assurant leur stabilité au stockage.

Le choix des additifs à ajouter et leur action dépendent beaucoup de l'origine des huiles, du procédé de raffinage, de la nature des hydrocarbures aromatiques, des résines et leur concentration dans les huiles.

Les additifs sont des composants chimiques vendus au marché sous leurs formulations commerciales, à base des métaux (Zn, Cu, Fe....)

#### Les principales classes d'additifs sont

-Les additifs améliorants de viscosité : permettre à l'huile d'être suffisamment fluide à froid (faciliter le démarrage en abaissant le point d'écoulement entre - 15 et - 45°C suivant les huiles) et visqueuse à chaud (éviter le contact des pièces en mouvement).

-Les additifs détergents et dispersants : il évite la formation de dépôts ce qui permet au moteur de rester propre et de conserver ses performances, comme sulfonâtes, phénates, thiophosphanates et salicylates plus ou moins surbasés.

-Les additifs antioxydants et désactivateurs : il permet à l'huile de ne pas s'oxyder au cours du temps et ainsi de conserver ses propriétés, comme phénols substitués et amines aromatiques alkylées.

-Les inhibiteurs de corrosion : ils forment des films protecteurs ou passivation de la surface à protéger. Esters partiels d'acides succiniques, acides gras, sulfonâtes et les phénates

-Les anti-mousses : il évite le moussage de l'huile pendant le fonctionnement du moteur et empêche un éventuel désamorçage de la pompe à huile, comme : polydiméthylsiloxanes, acrylates, etc. ....

A la fin de cette opération, les huiles doivent subir un certain nombre de tests afin de s'assurer que la qualité de ces huiles correspond bien aux exigences requises.

Enfin, on effectue le remplissage des huiles finies dans des tonneaux, des bidons à différents volumes pour leur commercialisation.

## 2.6.2. Huiles de base minérales du groupe(II)

Les huiles de base du groupe II sont obtenues via un procédé qui convertit une partie des molécules indésirables du pétrole brute (naphéniques et aromatiques) en composants utiles pour la lubrification.

Le procédé commence par la distillation sous vide du résidu provenant de la distillation atmosphérique, suivi d'un hydrocracking puis d'un déparaffinage catalytique et en fin d'un hydrofinishing.

Ce procédé produit des huiles de base conçues pour fonctionner parallèlement aux installations actuelles sur le même site.

### 2.6.2.1. Distillation sousvide

Cette opération a été déjà bien expliquée avec les procédés de fabrication des huiles de base du groupe I, le principe est le même.

### 2.6.2.2. Procédé d'hydrocraquagerigoureux

Le principe de ce procédé est la transformation des aromatiques et naphéniques en hydrocarbures saturés et l'élimination des composés polaires indésirables, en faisant réagir la charge d'alimentation avec l'hydrogène, en présence d'un catalyseur à une température et à une pression élevées.

Ces réactions ont lieu au cours du procédé. Voici le principe :

- Extraction des composés polaires, contenant du soufre, de l'azote et de l'oxygène.
- Transformation des hydrocarbures aromatiques en hydrocarbures saturés.
- Craquage des polycycloparaffines lourdes en hydrocarbures saturés plus légers.

Ces réactions se produisent à des températures atteignant les 400°C, à des pressions d'environ 120 bars et en présence d'un catalyseur.

### 2.6.2.3. Procédé de déparaffinagecatalytique

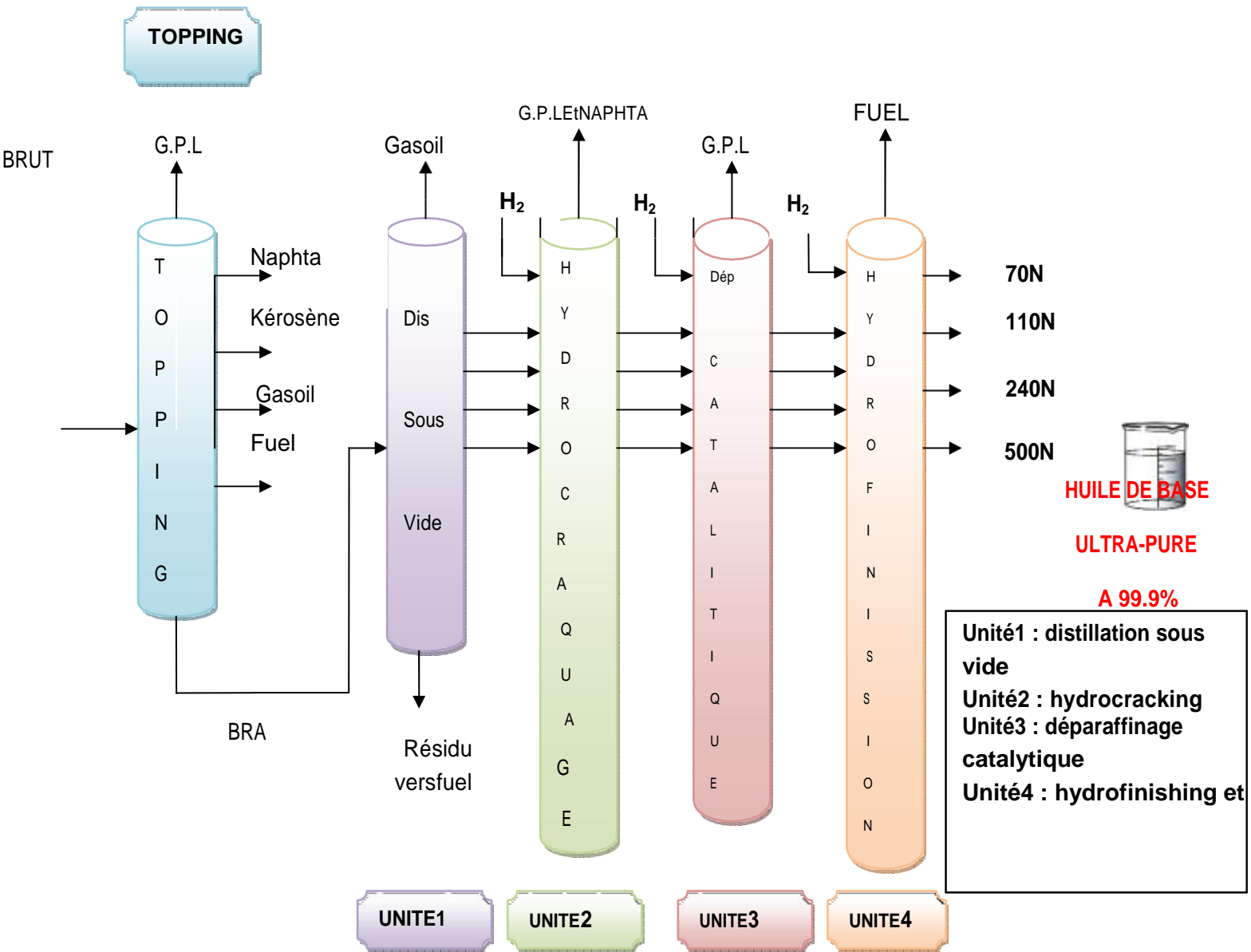
Les lots d'huiles de base paraffiniques ainsi obtenus sont déparaffinés par réfrigération et sont ensuite traités dans un deuxième hydro-traiteur, cette dernière étape maximise la stabilité de l'huile de base en enlevant les dernières traces de molécules aromatiques et polaires. Ce procédé nous permet d'améliorer les propriétés à froid en employant un catalyseur de type « **zéolite phosphaté** » qui est un catalyseur sélectif vis-à-vis des molécules de paraffines. Les paraffines sont converties enGPL.

### 2.6.2.4. Hydrofinishing deshuiles

C'est la même opération d'hydrofinishing effectuée au cours de la fabrication des huiles de base minérales.

**2.6.2.5. Principales propriétés requises pour une huile de base minérale du groupe II**

- Une stabilité de la viscosité.
- Une opération d'hydrocracking, qui converti les aromatiques et naphthéniques en alcanes.
- Une bonne fluidité à basse température.
- Une résistance à l'oxydation
- Une stabilité thermique.
- Un impact environnemental réduit.



**Figure 9 :** La chaîne de fabrication des huiles de base groupe II

- Pas d'extraction
- Pas de paraffines
- Pas d'unité de désasphaltage

### 2.6.3. Huiles de base minérale du groupe III

La production des huiles de base du groupe III s'effectue par distillation sous vide du résidu provenant de la distillation atmosphérique suivie d'un hydrocracking puis d'une hydroisomérisation et en fin d'un hydrofinishing pour enlever les dernières traces d'impuretés.

Il s'agit d'un raffinage très poussé de la coupe lourde extraite de la distillation du pétrole brute.

Cette nouvelle unité fait également appel au procédé d'hydrocraquage rigoureux HT, mais l'étape de déparaffinage par le froid est remplacée par un procédé de conversion de la paraffine par hydroisomérisation.

Le procédé d'hydroisomérisation utilise un catalyseur spécial qui permet l'isomérisation sélective de molécules de paraffine en huiles lubrifiantes iso-paraffiniques.

Le procédé produit des huiles de base ayant des indices de viscosité (IV) plus élevés et une meilleure fluidité à basse température que les huiles résultant d'un déparaffinage classique.

Ce procédé peut également servir à la production d'huiles de base sélectionnées ayant des (IV) proches de 130 et des caractéristiques de rendement très similaires à celles des lubrifiants synthétiques tels que les poly alpha-oléfines (PAO) de très hautes qualités avec un excellent rendement car les composés indésirables de l'huile minérale ne sont pas retirés mais convertis en éléments nobles par synthèse chimique.

Il nécessite toutefois un investissement industriel très important.

#### 2.6.3.1. Distillation sous vide

Le principe de la distillation sous vide est le même pour toutes les productions de huiles de base que ce soit minérales ou synthétiques.

#### 2.6.3.2. Procédé d'hydrocraquage rigoureux

On utilise le procédé d'hydrocraquage tel qu'il est expliqué pour les huiles de base minérales du groupe II.

#### 2.6.3.3. Procédé d'hydroisomérisation

On remplace l'étape de déparaffinage par réfrigération par un procédé plus moderne et plus efficace de transformation de la paraffine qui est l'hydroisomérisation.

Le procédé d'hydroisomérisation fait appel à un catalyseur, pour isomériser sélectivement les

Paraffines en iso-paraffiniques ayant un indice de viscosité (V.I) élevé et un point d'écoulement très bas.

Le procédé permet de produire des huiles de base ayant un **V.I** supérieur à **120** et un rendement en saturés plus important comparativement aux procédés de déparaffinages classiques utilisés antérieurement, ainsi qu'une meilleure fluidité à basse température.

Autre avantage du procédé est qu'il offre la Flexibilité de produire des huiles de base ayant des points d'écoulement inférieur à  $-25^{\circ}\text{C}$ .

#### **2.6.3.4. Procédé d'Hydrofinishing**

Ce procédé a été déjà bien expliqué dans les procédés de fabrication des huiles de base minérales (II et III). Le principe est le même.

#### **2.6.3.5. Principales propriétés requises pour une huile de base du groupe(III)**

L'utilisation de déparaffinage par hydroisomérisation conjointement avec le procédé d'hydrocraquage, produit des huiles de base qui présentent les caractéristiques avantageuses suivantes :

- Un V.I très élevé (entre 120 et 150).
- Une viscosité très faible.
- Une faible volatilité.
- Une forte résistance à l'oxydation.
- Une grande stabilité thermique.
- Une excellente fluidité à basse température.
- Une faible toxicité.

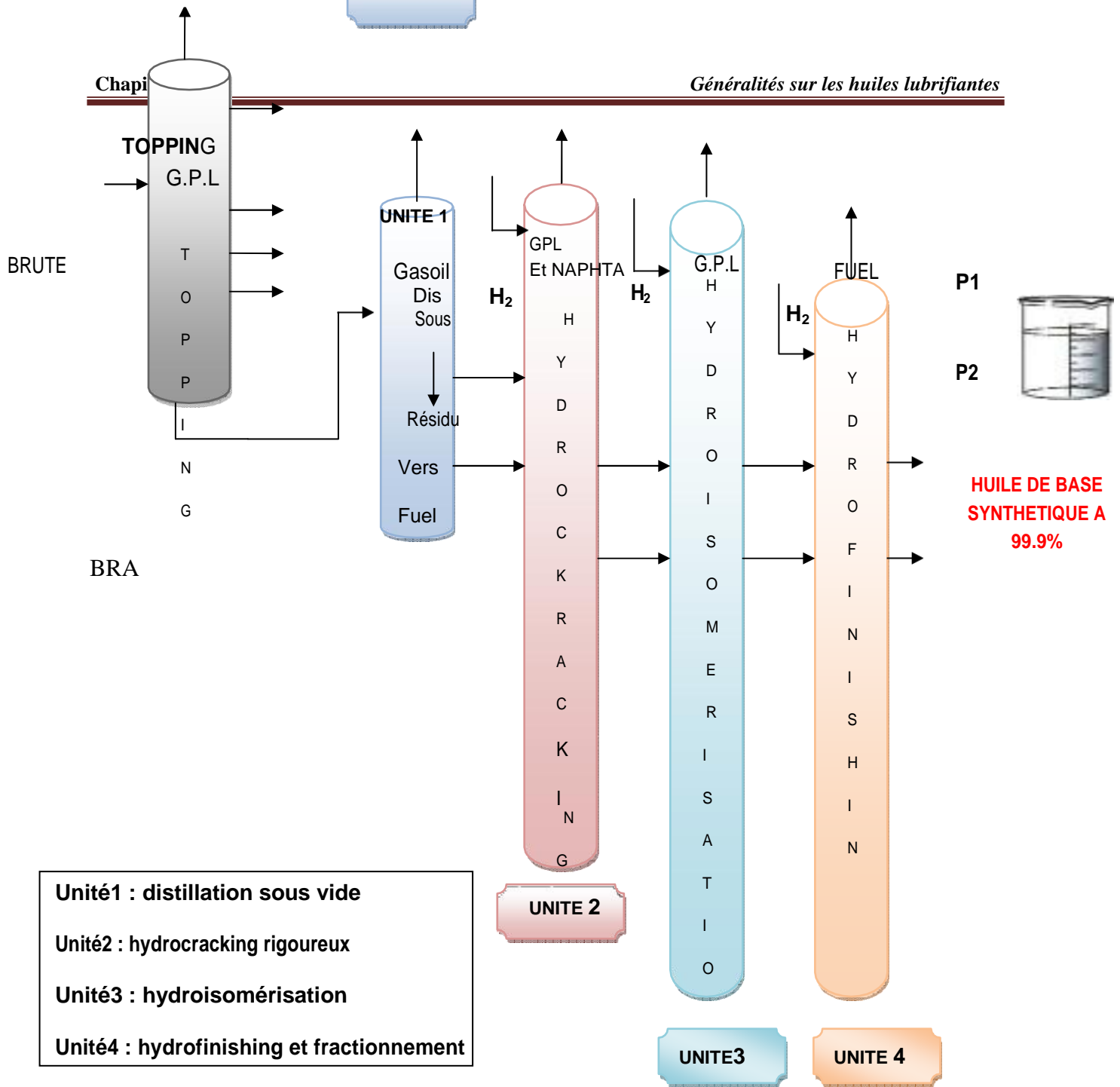


Figure 10 : La chaîne de fabrication des huiles de base groupe III

## 1.7. Les huiles de basesynthétiques

Les huiles de base minérales permettent de résoudre la grande majorité des problèmes de lubrification, il existe cependant des cas particuliers où leurs caractéristiques sont insuffisantes et l'on fait alors appel à des base synthétiques qui sont des produits obtenus par réactions chimiques de plusieurs composants. Ces huiles sont de meilleures qualités et sont fabriquées par d'autresprocédés.

### 1.7.1. Huiles de base synthétiques du groupe IV(PAO)

Dans cette classe de composés, on trouve des substances liquides et identiques à la paraffine, qui se composent seulement de carbone et d'hydrogène.

Ces huiles présentent une certaine viscosité, un indice de viscosité élevé et un point d'écoulement bas en raison de la longueur de chaîne, du degré de ramification et de la position desramifications.

Ces huiles sont produites par oligomérisation catalytique, suivit d'une distillation et d'unHydrofinishing.

Le résultat est un produit composé à 100% d'isoparaffines en forme de « peigne ». La distribution des poids moléculaires à l'intérieure d'un même grade est extrêmement étroite. Par rapport aux huiles de base minérales, leurs stabilités à l'oxydation, leurs propriétés à froid et leurs volatilités sont donc encore améliorées.

De toutes les huiles hydrocarbonées, c'est le produit synthétique par excellence et qui coûte très chère.

### 2.7.2. Huiles de base synthétiques du groupe V (Les esters)

Contrairement aux polyalphaoléfines, les esters contiennent également de l'oxygène et sont obtenus par la condensation d'un alcool avec un acide organique, on utilise surtout des esters d'acide carboxylique, que l'en peut subdiviser à leurs tours en diesters et plyolesters sur la base de leurs structures chimiques.

Les propriétés de ces esters sont donc également différentes, mais en générale, les deux types présentent une bonne tenue viscosité -température, un faible point d'écoulement et une excellente résistance au vieillissement.

Les esters organiques constituent une vaste famille chimique aux propriétés très variables.

Contrairement aux huiles de base I, II et III qui sont des hydrocarbures, c'est à dire qu'ils sont constitués uniquement de carbone et d'hydrogène, les esters contiennent une ou plusieurs fonctions chimiques oxygénées.

Ceci leur confèrent des propriétés spéciales, notamment d'onctuosité (habilité à former un filme tenace sur les surfaces métalliques).

A poids moléculaire égal, ils ont une volatilité inférieure aux hydrocarbures.

Ils existent d'autres procédés de fabrications des huiles de base synthétique telle que les polymères et les polyglycols ou les polyéthers de glycol.

# Chapitre III

## Procédé

d'hydrocraquage

## Chapitre III

### Procédé de l'hydrocraquage

#### 3.1. Les différents raisons de choix de procédé d'hydrocraquage

L'hydrocraquage a été choisi comme un procédé de substitution pour les raisons suivantes :

##### 3.1.1. Des raisons environnementales

Conscients de leur responsabilité, les constructeurs en collaboration étroite avec leurs fournisseurs d'additifs lubrifiants travaillent sur trois axes principaux la réduction des émissions polluantes, l'augmentation des intervalles de vidange, afin de préserver l'environnement.

Concernant les émissions, l'engagement des constructeurs européens est d'atteindre une moyenne de 140 g de CO<sub>2</sub> (dioxyde de carbone) émis par kilomètre parcouru en 2008.

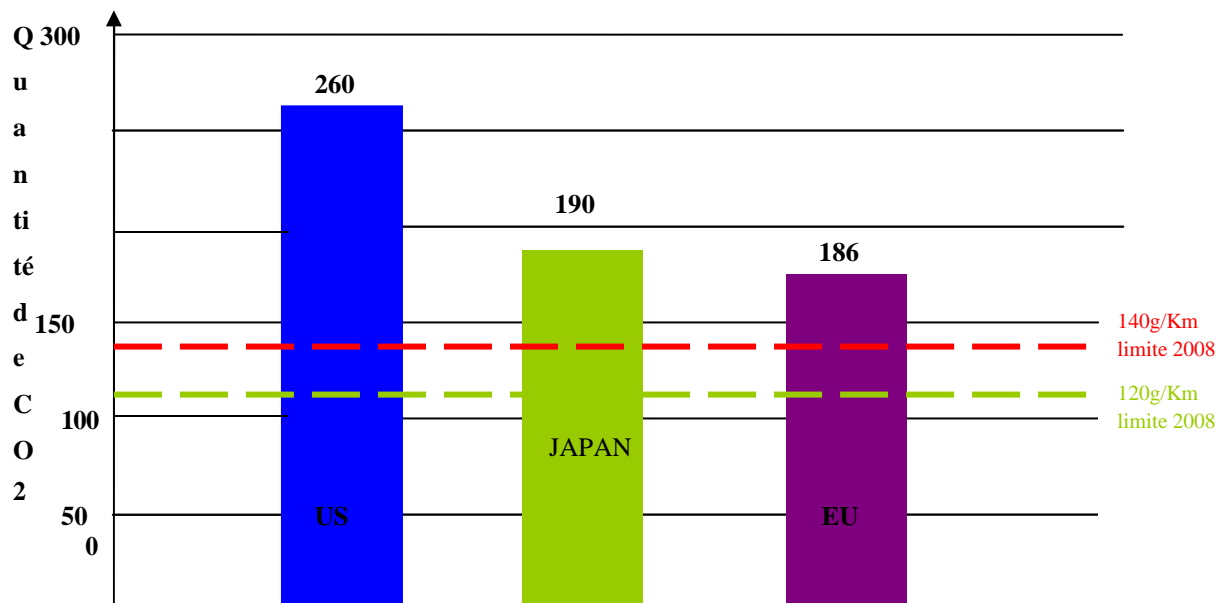


Figure II : Les émissions (dioxyde de carbone) émis par kilomètre parcouru en 2008.

Pour diminuer le volume de lubrifiants usés rejetés et le coût globaux d'entretien du véhicule, les constructeurs souhaitent augmenter les intervalles de vidange afin d'attendre 100 000 km et plus.

Ceci conduit les professionnels des lubrifiants à faire évoluer leurs produits selon cette tendance.

### 3.1.2 Les raisons de qualité

#### 3.1.2.1 Le coût approximatif

La nécessité d'un changement d'huile usagée crée un impact certain sur l'environnement en ayant des millions de tonnes nécessitant un traitement d'où un coût exorbitant. Le prolongement de la période de changement d'huile est devenu une priorité urgente.

Les huiles synthétiques « PAO » sont conseillées pour les changements d'huile à chaque 40000 km dans les voitures. Vu le coût élevé de ces huiles qui limite leur part de marché, elles s'élèvent actuellement à seulement deux pour cent (02%) de la production totale d'huile lubrifiante (**Tableau 10**).

La demande croissante a poussé l'expansion rapide des raffineries produisant des huiles hydrocraquées qui ont des caractéristiques de performance similaires à celles de PAO mais à un coût qui est plus proche de ceux des raffinés traditionnels.

**Tableau 10** : Production et coût relatif des huiles de base

	<b>Présence dans la production totale (%)</b>	<b>Prix relatif</b>
<b>Traitement traditionnel (extraction au solvant) Groupe I</b>	46	1
<b>Huiles hydrocraquées Groupe II</b>	47	1,05
<b>Huiles hydrocraquées Groupe III</b>	6	1,5
<b>PAO polyalphaoléfin Groupe IV</b>	1	2,5 à 3,5

### 3.1.2.2. Résistance à l'oxydation

Avec le temps, les huiles tendent à réagir avec l'oxygène atmosphérique. Cette oxydation commence une réaction en chaîne. Les premières formes hydro peroxydes se traduisent par une augmentation de l'acidité et une instabilité de la viscosité et un assombrissement de la couleur ce qui provoque des dépôts de surface et vernis.

**Tableau 11** : Test d'oxydation avec la durée de vie d'une huile raffinée par solvant groupe I et une huile de groupe (II, III)

	<b>Huile raffinerie par solvant</b>	<b>Huile hydro craquée</b>
<b>Huile de turbine</b>	4000	18000
<b>Huile des systèmes hydrauliques</b>	2000	60000

### 3.1.2.3. Durée devie

Un nombre croissant de fournisseurs lubrifiants en Amériques du Nord et l'Europe ont franchir une étape importante dans la commercialisation des huiles moteur, synthétiques et hydro craquée de groupe II et III avec très haute indice de viscosité (VI) ces huiles ont les propriétés arrêtées par le constructeur automobile.

**Tableau 12** : Durée de vie d'une huile de base

	<b>Huile raffinerie par solvant</b>	<b>Huile hydro craquée</b>
<b>Moteur automobile</b>	4800 à 400 km	12000 à 40000
<b>Train à moteur diesel</b>	3 mois	Un
<b>Turbine à vapeur</b>	10 ans	25 ans
<b>Turbine à gaz</b>	5 ans	10 ans
<b>Moteur électrique</b>	6 mois	Un an

### 3.1.2.4. Propriétés etspécifications

Le tableau 13montre la composition, indice de viscosité et les exigences pour les quatre groupes pétroliers API.

**Tableau 13** : Classification selon (API) des catégories des huiles de base

Groupe	Description	Saturation (% masse)	Présence d'aromatique (%masse)	Présence en soufre (ppm masse)	Indice de viscosité (VI)	Composition dominante
<b>I</b>	Traiter par solvant	<90	>10	>300	80 à 110	-Aromatique -Naphène -composé polaire -n-paraffine
<b>II</b>	Hydro craquée	>90	<10	<300	80 à <120	-Naphène -Iso-paraffine -n-paraffine
<b>III</b>	Hydro craquée	>90	<10	<300	120à >120	Iso- paraffine
<b>IV</b>	Polyalpha- oléfin	~100	~0	~0		Polyalpha- oléfin

## 3.2. Procédé de l'hydrocraquage

### 3.2.1. Définition

L'hydrocraquage est un procédé qui consiste à convertir les distillats sous vide issus directement de l'unité de distillation sous vide (SPO, MVO, VO) et le résidu désasphalté (DAO) en coupes légères à haute valeur marchande. [5]

### 3.2.2. Rôle de procédé[5]

On distingue deux types de procédé l'hydrocraquage doux et l'hydrocraquage conventionnel. L'hydrocraquage doux : est un procédé amélioré d'hydrotraitement permettant une conversion relativement basse (entre 20 à 40 % masse) et opérant à basse pression (environ 60 à 80 bars).

L'hydrocraquage conventionnel : est un procédé qui permet une conversion élevée (70 à 100%) des distillats lourds à haute pression (100 à 200 bars).

L'hydrocraquage, comme le craquage catalytique, permet de convertir des coupes lourdes mais dans des conditions différentes.

Le craquage catalytique exige des températures élevées (supérieures 500°C), des pressions faibles et n'utilise pas d'hydrogène, ce qui conduit à une désactivation très rapide du catalyseur ; la régénération du catalyseur en continu est alors nécessaire.

L'hydrocraquage travaille à des températures relativement basses (350 à 430 °C), sous une forte pression partielle d'hydrogène (60 à 150 bar). Ceci permet de limiter le dépôt de coke sur le catalyseur et par conséquent d'adopter une technologie en lit fixe avec des durées de cycle de l'ordre de un à trois ans[5]

### 3.2.3. Données de base

#### 3.2.3 .1. Les catalyseurs

Il existe deux approches possibles pour réaliser l'hydrocraquage.

1. Premièrement, on peut réaliser l'ensemble des réactions d'hydrocraquages sur un catalyseur unique. Cette solution a principalement été retenue pour les premiers développements du procédé et a conduit à l'utilisation de catalyseurs dont le support contenait des silices alumines amorphes.
2. Une deuxième approche consiste à utiliser un système catalytique plus complexe. Dans ce cas, on associe un catalyseur d'hydrotraitement qui sera choisi pour ces performances, à un catalyseur d'hydrocraquage.

Le catalyseur d'hydrocraquage est un catalyseur bifonctionnel ; il doit craquer les molécules lourdes (fonction acide) et hydrogéner les composés insaturés formés lors de la réaction ou présents dans la charge (fonction hydrogénante) l'équilibre entre ces deux fonctions permet d'orienter la formulation du catalyseur pour en ajouter l'activité et la sélectivité.

La conversion des n-paraffines est le résultat des deux réactions principales :

- ❖ L'hydroisomérisation
- ❖ L'hydrocraquage

À faible sévérité, l'hydro isomérisation prédomine mais à plus forte sévérité, le craquage apparaît.

#### 3.2.3 .1.1. Les Catalyseurs bifonctionnels

De nombreux procédés industriels font intervenir des catalyseurs zéolitiques associant des sites acides protoniques et des sites redox et donc capables de fonctionner à la fois comme catalyseurs de réactions acides et comme catalyseurs de réactions d'oxydoréduction (catalyseurs bifonctionnels)

Les catalyseurs présentant une fonction hydrodéshydrogénante et une fonction acide, les réactifs peuvent se transformer non seulement par intervention successive des deux types de sites actifs (mécanisme bifonctionnel) mais aussi par des mécanismes monofonctionnels et même par des mécanismes non catalytiques.

Ainsi le craquage d'un alcane sur un catalyseur bifonctionnel les métal/acide pourra se faire par catalyse bifonctionnelle (hydrocraquage), par catalyse métallique (hydrogénolyse), par catalyse acide (craquage) et par voie purement thermique.

L'importance des divers modes réactionnels dépend du catalyseur considéré et des conditions opératoires.

[6]

### 3.2 .3.2. Types de réactions

La transformation d'un distillat sous vide s'effectue selon des schémas réactionnels complexes que l'on peut regrouper en deux grandes familles de réactions.

Les réactions d'hydrotraitement (hydrodésulfuration, désazotation, hydrogénation des aromatiques) ; les réactions d'hydrocraquage proprement dites (coupure des liaisons C-C et de réarrangement C-C hydroisomérisation).

### 3.2 .3.3. Composition

On distingue trois groupes d'hydrocarbures présents dans les huiles minérales sont les suivants chaînes paraffiniques, cycloparaffines (également connu sous le nom de naphènes) etaromatique.

**Tableau 14** : Caractéristique des groupes d'hydrocarbure

Les chaines paraffiniques	Les naphènes	Les aromatiques
Couleur clair	Couleur moyen	Couleur foncé
Indice de viscosité élevé	Indice de viscosité moyen	Bas indice de viscosité
Mauvais comportement à froid	Très bon comportement à froid	Bon comportement à froid
Solubilité moyennes des additifs	Solubilité bonne dans les additifs	Solubilité très bonne avec les additifs
Viscosité volatilité basse	Viscosité et volatilité moyenne	Haute viscosité et volatilité
Faible toxicité	Toxicité médiocre	Toxicité élevé

La première étape de l'hydrocraquage catalytique conduit à l'hydrogénation des structures aromatiques et à produire les cycloparaffines ainsi qu'à la suppression de soufre, d'azote et des impuretés, plus l'hydrocraquage est rigoureux plus on ouvre les anneaux.

La deuxième étape consiste à faire passer la charge dans un catalyseur de déparaffinage par hydroisomérisation.

Enfin, l'hydrofinishing pour saturés toutes les composées instables comprenant des doubles liaisons dans leurs structures pour produire des huiles de groupe III.

#### **3.2.3.4. Réactions d'hydrotraitements**

Les réactions d'hydrotraitement, la désulfuration de la charge est pratiquement complète compte tenu de la pression élevée et du niveau thermique ; il est même possible de produire une coupe naphta qui peut directement alimenter l'unité de reformage catalytique sans prétraitement, c'est-à-dire avec une teneur en soufre inférieure à 1 ppm.

Les réactions de désazotation est une réaction très importante pour ce procédé compte tenu de l'impact des composés azotés, même à basse concentration sur les sites acides du catalyseur d'hydrocraquage.

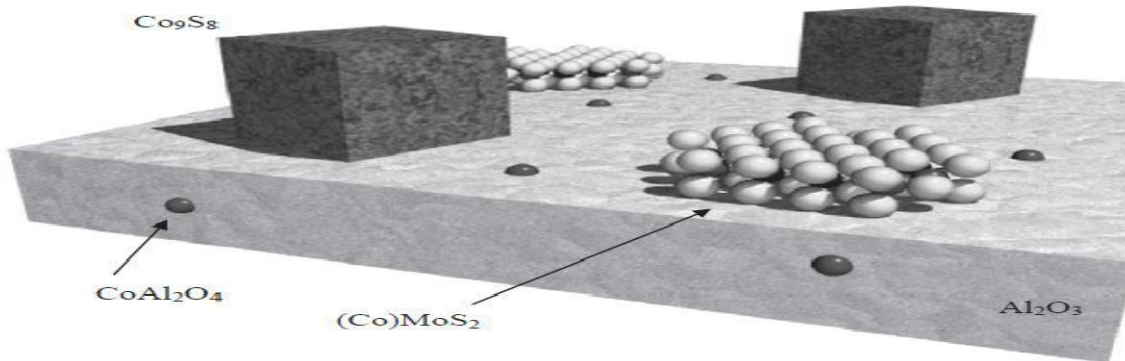
Pour les catalyseurs d'hydrocraquage dont le support est très acide (catalyseurs à base de zéolithe), un contrôle de la teneur en azote avant le passage de la charge sur ce catalyseur est nécessaire pour optimiser le fonctionnement global du système catalytique.

La réaction d'hydrogénation des aromatiques est préalable au craquage des hydrocarbures cycliques. En effet, le craquage d'un composé aromatique n'est pas possible dans les conditions d'hydrocraquage. Au contraire les naphtènes issus de l'hydrogénation des noyaux aromatiques sont aisément convertis dans les mêmes conditions. [8]

D'une manière générale l'ordre de réactivité croissante entre les différentes réactions de l'hydrorafinage est :

Hydrogénation < Hydrodésazotation < hydro désoxygénation < Hydrodésulfuration

Pour cela l'hydrogénation des aromatiques nécessite donc une forte pression



d'hydrogène

**Figure 12 :** Représentation schématique des composés présents dans les catalyseurs HDT (modèle de Topsøe).

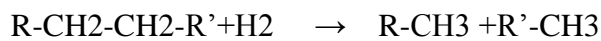
### 3.2.3.5. Réaction d'hydrocraquage et d'hydro-isomérisation

Le déparaffinage des huiles par hydro-isomérisation qui consiste à transformer des n-alcanes longs en alcanes monobranchés est la meilleure voie pour améliorer leur tenue au froid (point d'écoulement plus bas et indice de viscosité plus élevé). [8]

Les principales réactions qui se produisent dans l'hydrocraquage:

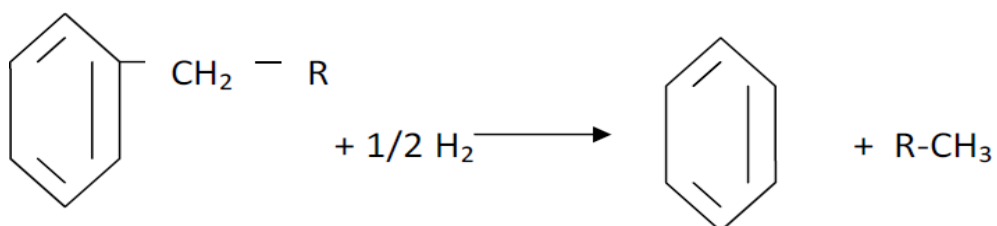
#### 1) Réaction d'hydrocraquage simple

Attaque de la liaison C-C dans une chaîne. [10]



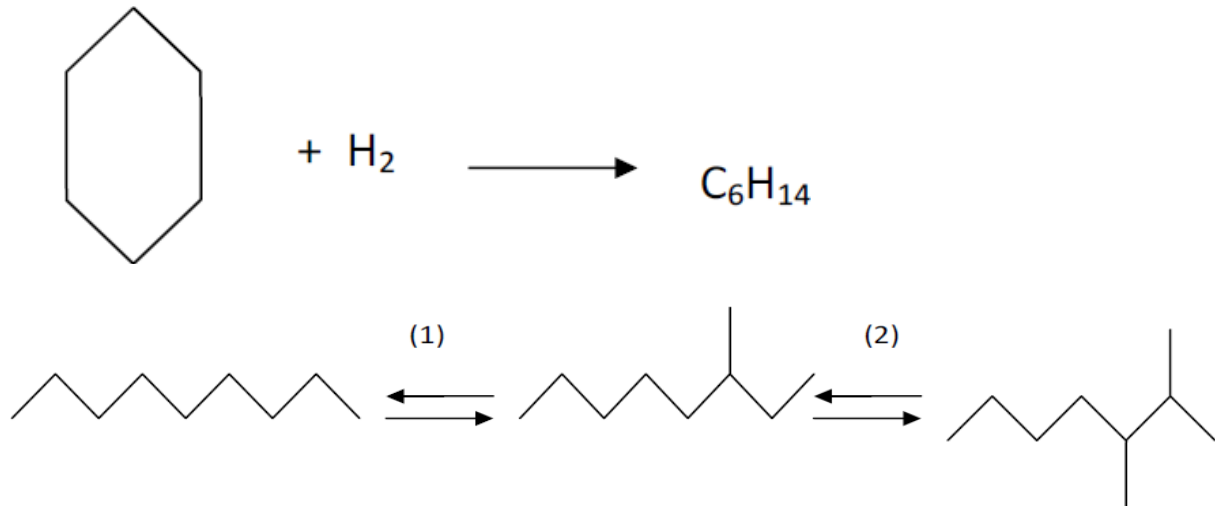
#### 2) Réaction d'hydrodésalkylation

Attaque de la liaison C-C adjacent à un noyau. [10]



#### 3) Réaction d'ouverture de cycle et l'attaque de la liaison C-C

La réaction d'hydroisomérisation apporte une amélioration de point d'écoulement des huiles, elle se produit par une succession de réactions équilibrées. [10]



Le procédé d'hydrocraquage comporte une série d'étapes élémentaires impliquant des sites acides et des sites hydrodéshydrogénant apportés par un métal ou un sulfure métallique.

Le rôle de chaque site dans le schéma réactionnel est bien identifié.

Le schéma (**figure13**) peut être résumé comme suit :

Etape (1) : Déshydrogénation des n-paraffines sur les sites métalliques, en n-oléfines.

Etape (1m) : Migration des n-oléfines en phase gazeuse des sites métalliques vers les sites acides.

Etape (2) : Adsorption des n-oléfines sur les sites acide sous forme de carbocations linéaires (étape de protonation).

Etape (3) : Isomérisation des carbocations sur les sites acides.

Etape (4) : Désorption des carbocations isomérisés sous forme d'iso-oléfines avec perte de proton (étape de déprotonation).

Etape (4m) : Migration des iso-oléfines (i-o) jusqu'aux sites métalliques.

Etape (5) : Craquage des carbocations libérant une paraffine et une oléfine.

Etape (6) : hydrogénation des oléfines formées (iso) sur les sites métalliques en paraffines

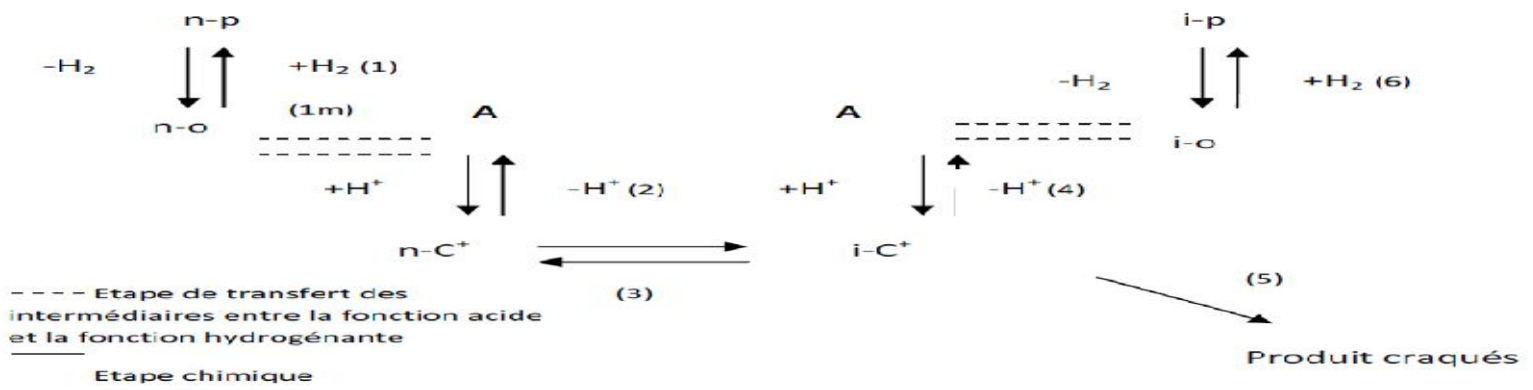


Figure 13 : Mécanisme bifonctionnel de l'hydrocraquage [8]

3.2.3.6. Thermodynamique des réactions

Les réactions d'hydrogénation des aromatiques et les réactions de craquage sont toutes exothermiques.

Tableau 15 : chaleur des différentes réactions [10]

Type de réactions	Chaleur de réaction moyenne a 400 C° (KJ/mol)
Hydrogénation des aromatiques 	-210
Hydrocraquage des paraffines $R-H + H_2 \longrightarrow R'-H + R''-H$	-46 a -58
Hydrocraquage des naphtés 	-42 a -50
Hydrodesalkylation des aromatiques 	-42 a -46

### 3.2.3.7. Fonction hydro-déshydrogénant

La fonction hydrogénante a trois rôles principaux à jouer :

1. Le premier est de réaliser l'hydrodésydrogénation dans le mécanisme bifonctionnel.
2. Le deuxième est de protéger les sites acides du catalyseur pour éviter le *cockage* trop rapide ; il s'agit d'hydrogéner les composés polyaromatiques lourds.
3. Le troisième est de continuer les réactions d'hydrotraitement.

Les deux principaux types de catalyseurs hydro-déshydrogénant sont les métaux nobles et les sulfures mixtes.

Pour une association des sulfures mixtes de métaux tels que le nickel, le molybdène ou du tungstène sont les plus actives vis-à-vis des réactions d'hydrogénation, ainsi les catalyseurs d'hydrocraquage sont formulés à partir de phases NiMo ou NiW, les métaux sont introduits par comalaxage avec la zéolithe ou la silice d'alumine.

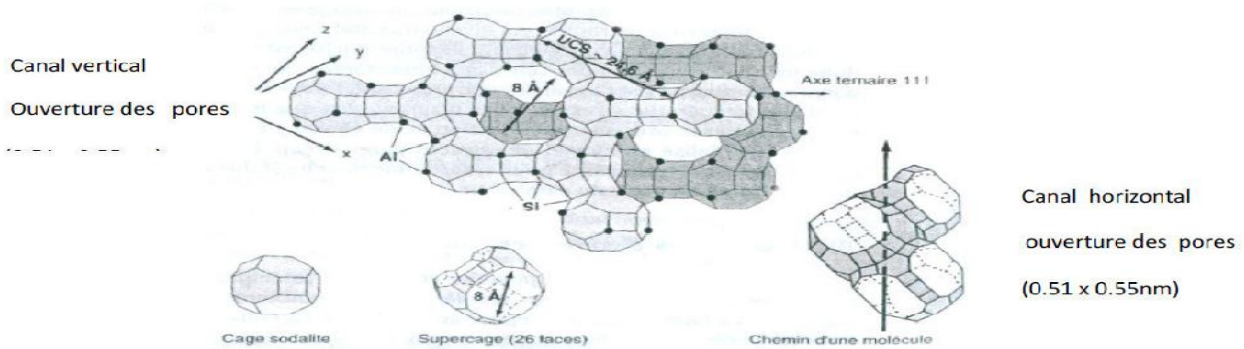
En fin, une sulfuration de catalyseur est nécessaire pour activer le catalyseur. La teneur pondérale en métaux des catalyseurs est de l'ordre de 10 à 30% masse (sous forme oxydes). [8]

### 3.2.3.8. Tamismoléculaire

La fonction acide des catalyseurs d'hydrocraquage est apportée par un oxyde du type silice d'alumine amorphe ou cristallisée (zéolithe) ou une alumine dont l'acidité peut être exaltée par adjonction de composés halogénés.

D'autre part les expériences ont démontré que les zéolithes permettent d'obtenir l'acidité la plus importante dans l'intervalle de température de l'hydrocraquage (350 à 440 °C). Pour la production des huiles lubrifiantes on utilise un catalyseur d'hydrogénation comprenant une composante et une zéolithe tels que **ZSM-5** (zéolithe mobile sélective 5), cette Zéolithe a de gros pores ce qui permis le passage des longues chaînes à hydrocraquer par une trajectoire sinusoïdale.

En d'autre part cette zéolithe est composé par des cellules de forme Orthorhombique



avec un système de dix anneaux où la structure est basée sur cinq unités droites et six autres latéraux travaillent tous ensemble.

**Figure 14 :** Structure à trois dimensions de ZSM-5

### 3.2.3..Composition typique des charges d'hydrocraquage

La charge la plus fréquemment utilisés est un distillat sous vide. Certaines de ces caractéristiques (**tableau 16**) sont particulièrement importantes. Ainsi la présence d'asphaltène et de métaux en quantité importante induit une dégradation très rapide des performances par empoisonnement irréversible du système catalytique.

En pratique, on limite la teneur en asphaltes à 200 ppm (masse) et la teneur en métaux à 5 ppm (masse) pour pouvoir obtenir une durée de cycle satisfaisante.

**Tableau 16 :** Composition typique d'un distillat sous vide

<b>Soufre (% masse)</b>	0,1– 5
<b>Azote (ppm masse)</b>	200–3000
<b>Paraffine et naphène (% masse)</b>	30 – 60
<b>Aromatiques (% masse)</b>	30 – 70
<b>Composés polaires : résines (% masse)</b>	1 – 15
<b>Asphaltènes (% masse)</b>	20 – 1000
<b>Métaux (ppm masse)</b>	0 – 10

### 3.2.3.10. Description deprocédé

Pour la production des huiles de base la charge va passer par deux étapes :

1. la première étape consiste à hydrotraiter la charge par passage dans le réacteur (HDT) pour subir les réactions d'hydrotraitement sous une très haute pression d'hydrogène allant de 100 à 150 bar, la charge obtenue va passer en suite dans un stripeur à haute pression d'hydrogène les gaz formés vont passer dans une unité de lavage aux amines pour éliminer les gaz indésirables.
2. La deuxième étape consiste à faire passer la charge hydrotraitée dans un réacteur pour subir les réactions d'hydrocraquage et d'hydroisomérisation toujours sous forte pression d'hydrogène.

La charge sera ensuite introduite dans un dernier réacteur pour l'hydrofinissage pour obtenir des huiles de groupe III.

Les gaz sont récupérés au niveau du ballon de flash à haute et basse pression et l'effluent liquide va passer par un stripeur à vapeur d'eau à haute et basse pression et enfin par un sécheur pour obtenu l'huile de base hydro craquée.

Ce procédé permet d'obtenir un rendement très élevé allant de 60 à 80% d'huile hydro craquée et le reste sera des sous forme de distillats moyen et légers de bonne qualité.

#### 3.2.3.10.1. Conditionsopératoires

Les conditions opératoires principales du procédé d'hydrocraquage sont ajustées en fonction des objectifs suivants :

- ✚ niveau de conversion à atteindre
- ✚ qualités de produits
- ✚ durée de cycle minimale à retenir

On dispose des paramètres suivants :

- ✚ pression partielle d'hydrogène
- ✚ température de catalyseur
- ✚ vitesse spatiale horaire de charge
- ✚ taux de recyclage d'hydrogène.

### 3.2.3.10.2. Pression partielle d'hydrogène

La pression partielle d'hydrogène usuelle pour l'hydrocraquage est de l'ordre de 100 à 105 bars. La nécessité de travailler à des pressions élevées est justifiée par les contraintes thermodynamiques de l'hydrogénation des molécules aromatiques présente dans les charges lourdes avant de pouvoir les craquer.

Si la pression partielle d'hydrogène est trop basse, la concentration des composés azotés et en composés polyaromatiques conduire à un empoisonnement du catalyseur de craquage, donc à une désactivation très rapide ce qui entraîne l'impossibilité d'obtenir des qualités de produit compatible avec les spécifications commerciales.

### 3.2.3.10.3. Température de réaction

Une unité d'hydrocraquage est opérée à performance constantes et plus exactement à conversion constante.

La plage de température retenue dépend de l'activité du catalyseur, pour la production des huiles la marge de température est entre 330 à 380°C, Ces températures représentent la moyenne de température de début de cycle et température moyenne de fin de cycle.

Selon les plages de température, il est difficile de maintenir tout au long du cycle la qualité des produits car les réactions de craquage sont limitées par une élévation de température, défavorable thermodynamiquement à l'hydrogénation des aromatiques. En conséquence, l'évolution défavorable de la qualité des produits sera nettement plus sensible pour un catalyseur amorphe que pour un catalyseur zéolitique.

### 3.2.10.4. Vitesse spatiale horaire de la charge

Pour ce procédé, la zone de vitesse spatiale horaire utilisée est la suivante :

0,3 à 2 m<sup>3</sup> de charge/ m<sup>3</sup> de catalyseur /heure suivant le type de charge et de catalyseur utilisé.

### 3.2.10.5. Taux de recyclage d'hydrogène

L'hydrogène à plusieurs rôles dont les principaux sont :

- ✚ Le maintien d'une pression partielle d'hydrogène suffisante pour éviter le cokage trop rapide du catalyseur.
- ✚ De permettre le contrôle du gradient thermique dans le réacteur.
- ✚ de diminuer une bonne distribution de gaz et liquide dans le réacteur.
- ✚ De diminuer la pression partielle de l'ammoniac au niveau de catalyseur d'hydrocraquage, de ce fait le taux de recyclage à une action bénéfique sur l'activité du catalyseur.

En l'hydrocraquage, le recyclage exprimé en Nm<sup>3</sup> d'hydrogène par m<sup>3</sup> de charge est de l'ordre de 800 à 1800

### 3.2.3.10.6. Consommation en hydrogène

La consommation d'hydrogène est un élément important du procédé d'hydrocraquage car elle est élevée et l'implantation d'une unité d'hydrocraquage implique souvent la construction d'une unité de production d'hydrogène.

### 3.2.3.10.8. Comparaison entre les huiles de base synthétiques et minérales

**Tableau17** : Comparaison entre les huiles de base synthétiques et minérales

Propriétés	Groupe I	Groupe II	Groupe III	Groupe IV	Groupe V
Viscosité	Médiocre	Bonne à très bonne	Excellente	bonne	Excellente
Compatibilité avec les élastomères	Excellente	Excellente	bonne	Très bonne	Moyenne à mauvaise
Stabilité à l'hydrolyse	Excellente	Excellente	Excellente	Moyenne à bonne	très bonne
Volatilité	Moyenne	Bonne	Très bonne	Excellente	Excellente
Stabilité à l'oxydation	Médiocre	Bonne	Très bonne	Très bonne	Très bonne
Rapport prix/performances	Excellente	Bon	Moyen	Moyen	Médiocre

## 3.2.3.10.9. Classification des huiles de base

Tableau 18 : Classification des huiles de base

les groupes des huiles de bases	teneur en soufre %en poids	Composés saturés	Indice de viscosité
Groupe I	>0 ,03	<90	80-120
Groupe II	<0,03	>90	100-120
Groupe III	<0,03	>90	>120
Groupe IV	<b>POLYALPHAOLEFINS</b>		
Groupe V	<b>D'AUTRES HUILES DE BASE</b>		

## 3.2.3.10.10. Spécifications des huiles de bases hydrocraquée

Tableau 19 : Spécifications des huiles de bases hydro craquée

<b>Huiles de base hydro craquée</b>	
<b>Densité</b>	<b>0 ,675</b>
<b>Soufre</b>	<b>&lt;300</b>
<b>Indice de viscosité</b>	<b>115-125</b>
<b>Présence d'aromatique</b>	<b>&lt;10</b>
<b>Composition dominante</b>	<b>Naphtène Iso-paraffine n-paraffine</b>

## 3 .2.10.11. Huiles raffinées au solvant versus les huiles hydro craquées

Tableau 20 : Huiles raffinées au solvant versus les huiles hydro craquées

<b>Caractéristiques</b>	<b>Avantage des huiles HT rigoureusement hydrocraquées versus aux huiles raffinées raffinées au solvant</b>
<b>Couleur</b>	<b>Les huiles de base HT sont transparentes et incolores</b>
<b>Indice de viscosité</b>	<b>Les huiles de base HT ont habituellement un VI plus élevé que les huiles de base raffinées au solvant ( c'est-à-dire qu' elles se fluidifient moins à haute température et épaisissent moins à basse température ) .Ceci est particulièrement vrai des huiles de base à obtenues au moyen du procédé d'hydroisomérisation.</b>
<b>Résistance à l'oxydation</b>	<b>Les huiles de base HT sont composées d'hydrocarbures saturés répondant bien aux antioxydants, ce qui leur donne une plus grande résistance à l'oxydation.</b>
<b>Stabilité thermique</b>	<b>Les huiles de base HT saturées résistent mieux à la chaleur que les huiles raffinées au solvant.</b>
<b>Résidus de carbone</b>	<b>Les huiles de base HT ont moins tendance à former du carbone et produisent donc moins de résidus.</b>
<b>Désémulsibilité</b>	<b>En raison de leur polarité extrêmement faible, les huiles de base HT se séparent de l'eau plus rapidement et plus facilement que les huiles classiques.</b>
<b>Faible toxicité</b>	<b>Huiles de base HT ont une faible toxicité en raison de l'absence d'impureté. Certaines de ces huiles sont assez pures</b>

	<p>pour être utilisées dans les industries des cosmétiques et des produits pharmaceutiques.</p>
<b>Volatilité</b>	<p>L'VI plus élevé de l'huile de base et la distillation améliorée se traduisent par des caractéristiques de volatilité supérieures, ce qui réduit la consommation d'huile et des émissions.</p>
<b>Biodégradabilité</b>	<p>Les huiles de base HT ont un taux de biodégradation plus rapide que les huiles raffinées au solvant -60% contre 30% ,selon les données obtenues au moyen de la méthode d'essai CFC-L-33-A-93.</p>
<b>Fluidité à basse température</b>	<p>Les huiles de base HT qui ont été hydroisomérisées ne contiennent presque aucune paraffine de sorte que leur fluidité à basse température, même au dessous de point d'écoulement, est bien supérieur à celle des huiles classiques .Ceci s'ajoute à l'avantage d'un VI plus élevé qui réduit la tendance à l'épaississement à basse température .</p>

**Tableau 21** : Comparaison entre le bilan matière actuel et de l'hydrocraquage par rapport à la raffinerie de Skikda.

Charge (Tan/AN )	Raffinage classique			Hydrocraquage			
	Toutes les unités (05)	Huiles de base (Tan /An)	Rendemen t	Distillats sous vide (Tan /An)	Huiles de base (Tan /An)	Rendemen t	
801785	U21+U100 U	11056	21				
	U22+U200	29773		MV O	70750	46880	66
	U23+U300	68969		VO	91450	60575	66
	U24+U400	57901		BS	22390 0	14831 5	66
	U25+U500						
	Total	16770 0		21		38610 0	25576 0


### 3.2.10.12. Les Principaux avantages et Inconvénient du procédé

#### 3.2.10.12.1. Avantages

- ✚ Meilleure qualité de produits.
- ✚ Rendement élevé.
- ✚ Coût opérationnel plus bas.
- ✚ Nécessite moins de surface terrestre.
- ✚ Grande rentabilité

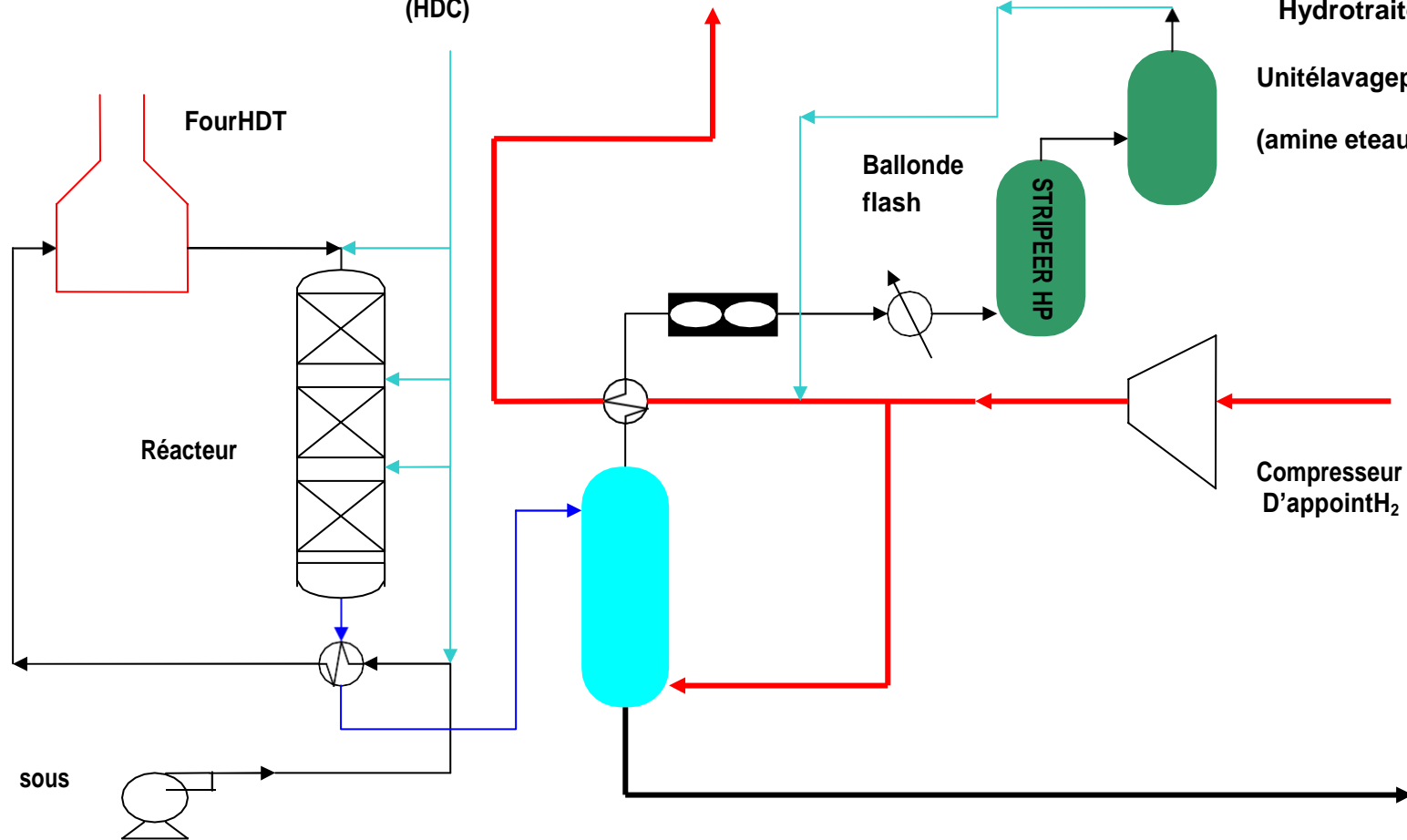
#### 3.2.10.12.2. Inconvénients

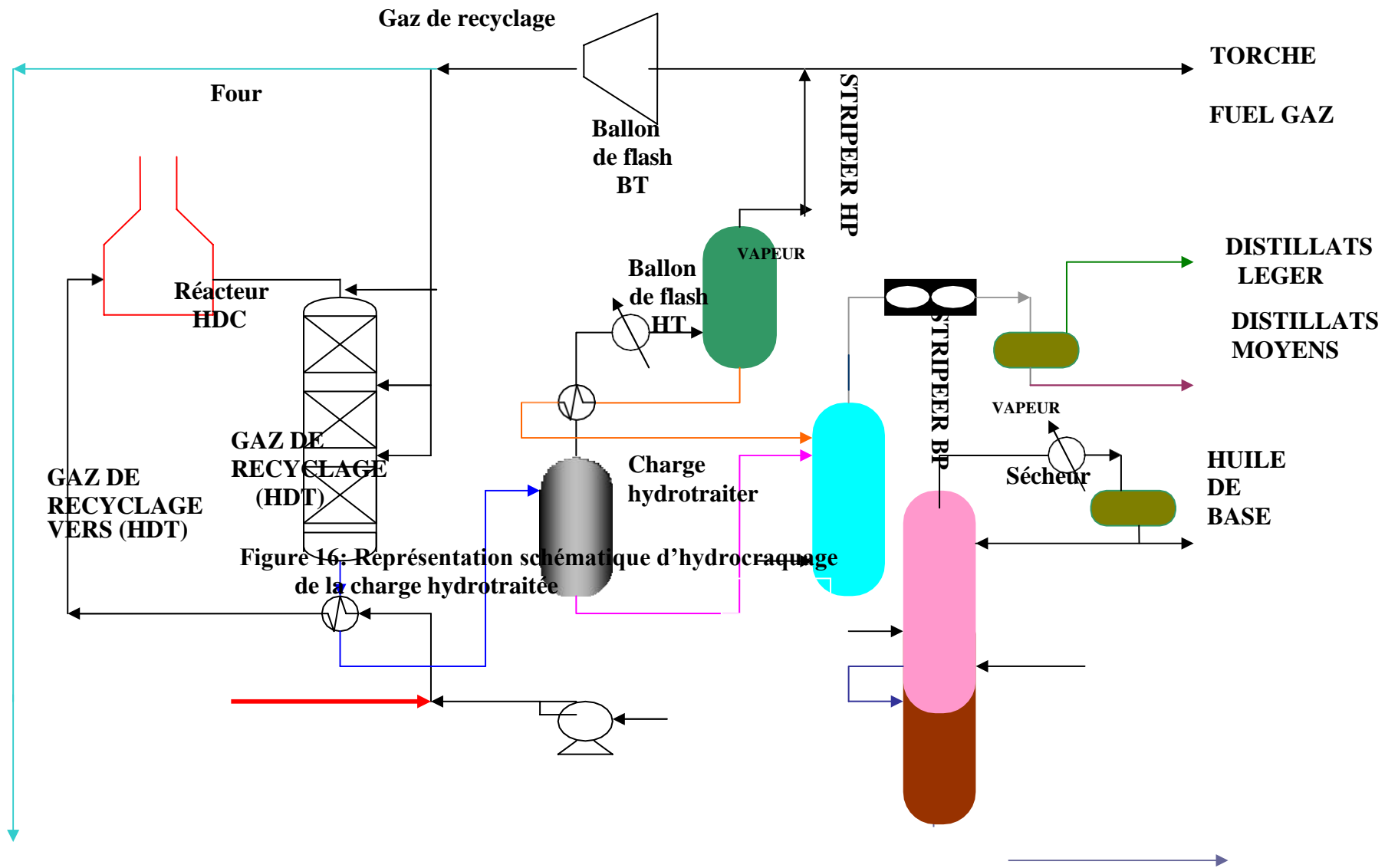
- ✚ Coût initial d'investissement très élevé.
- ✚ Risque élevé due à la sévérité de procédé (pression et température élevées).
- ✚ Diminution du rendement après chaque régénération.

 Grande consommation d'hydrogène

Distillat vide

Figure 15: Représentation schématique de l'hydrotraitement de charge (HDC)





# Conclusion et propositions

### Conclusion et propositions

La production mondiale des huiles de base obtenue par des procédés classiques (groupe I) représente 46%, qui est en régression en comparant au taux de production obtenues par des unités d'hydrocraquage qui est de 47% (groupe II) ou on note certainement une évolution de la tendance à ces procédés.

Le rendement de production d'huile de base obtenu par des unités classiques utilisant un solvant est de 21%, tandis que le rendement obtenu par l'hydrocraquage est de 66%

Le prolongement de la période de changement d'huile est devenu une priorité urgente pour les raffineurs afin de limiter l'impact certain sur l'environnement en ayant des millions de tonnes nécessitant un traitement d'où un coût exorbitant.

L'hydrocraquage est un procédé très avantageux par rapport à la technologie classique de production des huiles de base qui permet une meilleure revalorisation des charges lourdes sans apport de solvants furfural, MEC/ Toluène avec tous ses aléas de fonctionnement de corrosion et d'impact sur l'environnement

L'objectif de cette étude consistait à l'évaluation de la place au procédé d'hydrocraquages dans le schéma de raffinage de l'unité d'Arzew.

Lors deux axes principaux ont été développés :

- ✚ Etude comparative entre le schéma existant et proposée.
- ✚ Etude qualitative des propriétés physico-chimique des huiles de bases.

L'analyse des résultats obtenus on peut déduire que la capacité de production des huiles passe de rendements de 21 % à 66 %

Après le développement de ce travail nous mettons à la disposition les propositions suivantes :

- ❖ La forte consommation de l'hydrocraqueur nécessite l'installation d'une nouvelle unité servant à alimenter l'hydrocraqueur.

Pour cela, nous nous recommandons l'installation d'une unité de « **vaporeformage** » pour qu'elle puisse couvrir l'apport d'hydrogène nécessaire.

- ❖ L'amélioration du rendement apporté par l'hydrocraquage nécessite l'augmentation de la capacité de stockage des produits intermédiaires

## Conclusion et propositions

---

Et nous recommandons aussi d'éloigner l'implantation de ces unités pour des mesures de sécurité

## Liste des références bibliographies

- [1] **J-P WAUQUIER**. Raffinage du pétrole. Tome 1. Pétrole brut. Produits pétroliers. Schémas de fabrication. Paris, Ed. Technip, coll. « Le raffinage du pétrole », 211-1100939836, 1998, 478
- [2] **G. OTMANINE**. « Produits pétroliers non énergétiques » 01, INHC-Boumerdes.
- [3] Techniques de l'ingénieur . Lubrifiants 11-1978 B590, B591, B593.
- [4] Manuel opératoire : sur les procédés de fabrication des huiles de base de la raffinerie d'Arzew.
- [5] **G.A. Mills, Heinz Heinemann, T.H. Milliken, et al.**. « Catalytic Mechanism », *Ind. Eng. Chem.*, (45), 1, 1953, pp. 134–137
- [6] **Weisz P.B., and Sewgler E.W.**, *Science* 126 (1957)31.
- [7] **E.D. Flanigen**, Zeolite Chemistry and Catalysis, ACS Monograph, 171 (1979)80.
- [8] **Kramer, D., Lok, B. Krug, R. and Rosenbaum, J.** «The Advent of Modern Hydroprocessing - The Evolution of Base Oil Technology - Part 2». *Machinery Lubrication* , May-June 2003. Kramer, D., Lok, B. Krug, R. et Rosenbaum, J. «The Advent of Modern hydrotraitement - L'évolution de la technologie de base de pétrole - Partie 2». *Machines de graissage*, Mai-Juin 2003