



Département de Technologie chimique industrielle

Rapport de soutenance

En vue de l'obtention du diplôme
de Licence professionnelle en :

Génie de la formulation

Thème :

**Valorisation des huiles de friture usagées en biodiesel par
transestérification**

Réalisé par :

- M^{lle} KHALFOUN Seloua

Encadré par :

- M^{me} BETTAYEB Souhila

M.A.A/ Institut de technologie

Dédicace

Du profond de mon cœur, je dédie ce travail à tous ceux qui me sont chers,

A la mémoire d'une chère personne

Je dédie cet événement marquant de ma vie à une personne qui nous a quitté trop tôt, à une personne qui m'a appris le sens du travail et de la responsabilité, qui m'a toujours poussé et motivé dans mes études. Il a toujours été pour moi un exemple d'un homme respectueux, honnête, de la personne méticuleuse.

Je vous offre ce petit humble geste comme preuve de reconnaissance de la part de ta fille qui t'aime plus que tout. Merci pour ton amour, ta générosité mon cher papa d'amour...

Dieu t'accueille dans son vaste paradis...

A ma chère mère

Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours. J'implore le tout puissant dieu pour qu'il vous accorde une bonne santé et une vie longue et heureuse.

Que ce modeste travail soit le fruit de tous les sacrifices, l'amour, tendresse, soutien et prières quevous avez déployé pour mon éducation et ma formation. Je vous aime.

A toute ma famille, chers frères et à mon cher Bilal, merci pour votre appui, encouragements permanents et pour votre soutien moral surtout.

Remerciement

Je profite par le biais de ce rapport, pour exprimer mes vifs remerciements à toute personne ayant contribué de près ou loin à l'élaboration de cet humble travail.

*Mes vifs remerciements sont aussi adressés à **M^{me} BETTAYEB Souhila** d'avoir accepté de diriger ce travail. Je tiens à lui exprimer ma gratitude et mon profond respect.*

Je tiens à remercier également les membres de jury, d'avoir accepté de juger et examiner ce modeste travail.

Enfin, un merci vivement, bien particulier est adressé à mes professeurs pour la qualité de l'enseignement qu'ils m'ont prodigué au cours de ces trois années. Et je voudrais qu'on gardent un bon souvenir de moi.

Liste des abréviations

BTX: Benzène, Toluène et Xylène

S: Teneur en soufre

BTS: Basse teneur en soufre

D₁₅: Densité mesurée à 15 °C

FCC: Craquage catalytique sur lit fluidisé

GPL: Gaz pétrolier liquéfié

HDC: Hydrocraquage

RA1G: Raffinerie d'Alger

COP22: Conférence des parties 22^{ème} édition

COP21: Conférence des parties 21^{ème} édition

GES: Gaz à effet de serre

COV: Composé organique volatil

SRGO : Gasoil simple

PPM: Partie par million

LCO : Huile cycle léger

CGO : Gasoil issu de cokéfaction

HC: Hydrocarbures imbrulés

HAP: Hydrocarbures aromatiques polycycliques

OMS: Organisation mondiale de la santé

CO₂: Dioxyde de Carbone

HFU: Huiles de friture usagées

I_I : Indice d'iode

I_a : Indice d'acide

I_S : Indice de saponification

I_P : Indice de peroxyde

B100: Biodiesel pure

B2: 2% de biodiesel

B5: 5% de biodiesel

B20: 20% de biodiesel

Liste des figures

| | |
|--|----|
| Figure I.1 : Exemple des hydrocarbures cycliques | 5 |
| Figure I.2 : Schéma des procédés de raffinage | 9 |
| Figure I.3 : Procédé de dessalage (prétraitement) | 12 |
| Figure I.4 : Schéma du procédé de distillation atmosphérique et ses principales coupes..... | 13 |
| Figure I.5 : Transformation des hydrocarbures lors du reforming..... | 14 |
| Figure I.6 : Transformation des hydrocarbures lors d'une isomérisation..... | 14 |
| Figure I.7 : Rendement et qualité des produits obtenus au FCC..... | 16 |
| Figure II.1 : Schéma bloc d'un exemple d'une raffinerie simple..... | 20 |
| Figure II.2 : Schéma bloc d'un exemple d'une raffinerie complexe..... | 21 |
| Figure II.3 : Schéma bloc d'un exemple d'une raffinerie ultra complexe..... | 21 |
| Figure II.4 : Situation géographique des raffineries | 22 |
| Figure II.5 : Schéma de la Raffinerie d'Alger RA1G..... | 24 |
| Figure III.1 : Torchage du gaz et pollution atmosphérique..... | 26 |
| Figure III.2 : Pollution de la nappe phréatique..... | 26 |
| Figure III.3 : Structure de la consommation de produits pétroliers sur le marché national.... | 28 |
| Figure III.4 : Gaz d'échappement automobile..... | 30 |
| Figure IV.1 : Biodiesel à partir d'huiles végétales..... | 31 |
| Figure IV.2 : Formation de triglycéride | 32 |
| Figure IV.3 : Réaction de transformation des huiles vierges lors de la friture..... | 34 |
| Figure IV.4 : Equation de transestérification..... | 35 |
| Figure IV.5 : Comparaison entre le cycle de CO ₂ issue la combustion des carburants fossiles et celui issu de la combustion des biocarburants..... | 37 |

Liste des tableaux

| | |
|---|----|
| Tableau I.1 : Structure de composés oxygénés présents dans les produits pétroliers | 5 |
| Tableau I.2 : Structure de composés soufrés présents dans les produits pétroliers..... | 6 |
| Tableau I.3 : Structure de composés azotés présents dans les produits pétroliers..... | 6 |
| Tableau I.4 : Structure de composés métalliques présents dans les produits pétroliers..... | 7 |
| Tableau II.1 : Bilan matières de la raffinerie d'Alger (RA1G)..... | 23 |
| Tableau III.1 : Composition des gaz d'échappement des moteurs diesel..... | 29 |
| Tableau IV.1 : Acides gras de quelques huiles végétales..... | 33 |

Sommaire

| | |
|---|----|
| Introduction Générale | 1 |
| Chapitre I : Généralité sur le pétrole et le raffinage | |
| I.1. Introduction | 3 |
| I.2. Généralité sur le pétrole | 3 |
| I.2.1. Composition du pétrole brut | 4 |
| I.2.2. Hydrocarbures aliphatiques | 4 |
| I.2.3. Hydrocarbures cycliques..... | 4 |
| I.2.4. Hydrocarbures mixtes..... | 5 |
| I.2.5 Autre composés contenus dans le brut | 5 |
| I.2.5.1. Composés oxygénés | 5 |
| I.2.5.2. Composés soufrés | 6 |
| I.2.5.3. Composés azotés | 6 |
| I.2.5.4. Composés organométalliques | 6 |
| I.2.6. Classifications des pétroles bruts. | 7 |
| 1. Classification industrielle | 7 |
| 2. Classification chimique | 7 |
| 3. Classification technologique..... | 7 |
| I.3. Classement du brut algérien..... | 8 |
| I.4. Raffinage | 9 |
| I.4.1. Définition du raffinage..... | 9 |
| I.4.2. Procédés du raffinage | 9 |
| I.4.2.1. Procédés de traitement. | 11 |
| I.4.2.2. Procédés de séparation. | 12 |
| I.4.2.3. Procédés de transformation. | 13 |
| I.4.2.4. Formulation et mélange. | 17 |
| I.4.3. Produits pétroliers. | 17 |
| 1. Essences | 17 |
| 2. Gasoil. | 17 |
| 3. Kérosène | 17 |
| 4. Naphta..... | 18 |
| 5. Fuel | 18 |
| 6. Matières premières pétrochimiques | 18 |
| 7. Lubrifiants et graisses | 18 |

| | |
|----------------------------|----|
| 8. Produits spéciaux. | 19 |
|----------------------------|----|

Chapitre II : Classification et types de raffineries

| | |
|--|----|
| II.1. Introduction. | 20 |
| II.2. Classification des raffineries. | 20 |
| 1. Raffineries simples..... | 20 |
| 2. Raffineries complexes..... | 21 |
| 3. Raffineries ultra complexes. | 21 |
| II.3. Différentes raffineries..... | 22 |
| II.4. Raffinerie d'Alger (RA1G). | 22 |
| 1. Historique..... | 22 |
| 2. Situation | 22 |
| 3. Capacité et produit de la raffinerie..... | 23 |
| 4. Unités de production | 23 |
| 5. Schéma de la raffinerie d'Alger RA1G..... | 24 |

Chapitre III : Impact des raffineries et des produits pétroliers sur l'environnement

| | |
|---|----|
| III.1. Introduction..... | 25 |
| III.2. Impact et conséquences des raffineries sur l'environnement..... | 25 |
| III.3. Impact des produits pétroliers. | 26 |
| III.3.1. Notion générale sur le gazole | 27 |
| III.3.2. Familles de gasoil..... | 27 |
| III.3.3. Production et consommation algérienne du carburant diesel..... | 28 |
| III.3.4. Transport routier et pollution atmosphérique..... | 28 |

Chapitre IV : Valorisation des huiles de friture usagées en biodiesel par transestérification

| | |
|--|----|
| IV.1. Introduction. | 31 |
| IV.2. Biocarburants. | 31 |
| IV.3. Biodiesel. | 31 |
| IV.4. Formulation des huiles de friture usagées (HFU) | 32 |
| IV.4.1. Huiles végétales..... | 32 |
| IV.4.2. Dégradation des huiles de friture..... | 34 |
| IV.5. Huiles usées de cuisson comme source de biodiesel..... | 35 |
| IV.6. Synthèse du biodiesel par transestérification. | 35 |
| IV.7. Processus de fabrication du biodiesel | 36 |
| IV.8. Utilisation du biodiesel. | 36 |
| IV.9. Avantage du biodiesel | 37 |
| Conclusion..... | 38 |
| Références Bibliographiques. | 39 |

Introduction générale

Introduction générale

De nos jours, une grande partie de la production mondiale d'énergie est assurée à partir des énergies fossiles. L'industrialisation et la motorisation ne cessent de croître et demandent de plus en plus de carburant, les suites de cet acte contribuent à l'augmentation de la pollution atmosphérique et des concentrations des gaz à effet de serre dont l'influence sur le réchauffement climatique. Par ailleurs, les transports sont considérés comme la première source d'émissions de gaz à effet de serre (GES) dont le dioxyde de carbone (CO₂), gaz lié aux changements climatiques. Ainsi que la consommation excessive du stock de ressources naturelles réduit les réserves de ce type d'énergie de façon dangereuse pour les générations futures, et aussi face aux multiples crises économiques et pétrolières. Face à ces problèmes préoccupants la science s'est intéressée aux ressources dites renouvelables qui constituent un secteur stratégique et occupent une place privilégiée dans les domaines de recherche et développement.

La recherche d'une nouvelle source d'énergie naturelle inépuisable accompagnée d'une technologie hors du pétrole et son raffinage a pour conséquence l'apparition des biocarburants. L'utilisation des biocarburants est une alternative plus propre que le pétrole. Les biocarburants sont des carburants produits à partir de matériaux organiques renouvelables et non fossiles, ils font partie de deux grandes familles, les substituts à l'essence (bioéthanol) et les substituts au carburant diesel (biodiesel).

La production du biodiesel a attiré une attention considérable dans le passé récent comme biocarburant pouvant contribuer à diminuer notre dépendance vis-à-vis des combustibles fossiles. C'est un biocombustible biodégradable et une alternative écologique au diesel, produit par transformation d'huiles d'origine végétales, animales ou usées en esters alkyliques [1].

Actuellement, l'idée respectant le développement durable et écologique consiste à la récupération des huiles alimentaires usagées qui possèdent un fort potentiel pour être valorisées en carburants, du fait qu'elles sont très riches en triglycérides et en acides gras libres.

Introduction générale

La transestérification est l'une des plus importantes méthodes utilisées pour la transformation des huiles végétales (vierges ou usagées) en carburant diesel. Il s'agit d'un procédé dans lequel les huiles végétales, les graisses animales sont mélangées à un alcool (éthanol ou méthanol) en présence d'un catalyseur [2].

L'objectif du présent travail est de produire un biodiesel à partir d'une huile végétale de friture usagée par la méthode de transestérification.

Dans le cadre de ce travail, nous commençons le présent manuscrit, par décrire brièvement la méthodologie de ce mémoire. Ce dernier est composé de quatre (04) chapitres consacrés à l'étude bibliographique.

Dans le premier chapitre nous donnons une généralité sur le pétrole et le raffinage, le deuxième chapitre présente la classification et types de raffineries, le troisième chapitre décrit l'impact des raffineries et des produits pétroliers sur l'environnement, et le quatrième chapitre montre la valorisation des huiles de friture usagées en biodiesel par la transestérification.

Chapitre I : Généralités sur le pétrole et le raffinage

Chapitre I : Généralité sur le pétrole et le raffinage

I.1. Introduction

L'industrie pétrolière est l'un des plus gros marchés mondiaux en raison de l'usage quotidien dont fait la société moderne du pétrole. On retrouve partout des produits fabriqués avec du pétrole ou ses dérivés, que ce soit des plastiques, des cosmétiques, ou des carburants.

La découverte du pétrole a assuré un bond pour le développement de l'industrie, et ce spécialement après l'instauration du raffinage comme moyen de valorisation de l'or noir.

L'utilisation rationnelle des différentes fractions qui le compose a fortement influencé le développement de divers procédés qui ont un lien direct avec l'industrie de raffinage et les différents composants résultant de cette dernière.

I.2. Généralités sur le pétrole

Le pétrole est un mélange complexe essentiellement composés de molécules, résultant de la combinaison d'atomes de carbone tétravalentes et d'atomes d'hydrogène monovalents, d'où l'appellation d'hydrocarbures. L'obtention des produits pétroliers répondant à des spécifications données nécessite une séparation préalable en différentes fractions ou coupes qui doivent être purifiées ou subir des transformations ultérieures.

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

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

I.2.1. Composition du pétrole brut

Le pétrole brut, appelé aussi hydrocarbure, est composé essentiellement de carbone (83 à 87%) et d'hydrogène (11 à 14%) qui forment les divers groupements d'hydrocarbures. De plus, on trouve aussi d'autres éléments tels que l'oxygène, le soufre, et l'azote (au total jusqu'à 6 ou 7%) qui sont plus au moins nocifs dans le traitement du brut ou lors de l'utilisation des fractions pétrolières finies. On peut également détecter par l'analyse des cendres du pétrole la présence d'autres éléments tels : Cl, I, P, As, Si, Na, Fe...etc. [3].

Ces éléments chimiques forment les trois grandes familles des hydrocarbures qui sont : les aliphatiques, les cycliques et les hydrocarbures mixtes.

I.2.2. Hydrocarbures aliphatiques

Ce sont les hydrocarbures à chaîne ouverte. On distingue :

- **Composés saturés**

Ce sont les paraffines appelés aussi alcanes ayant la formule générale C_nH_{2n+2} qui sont soit à structure normale (linéaire), soit ramifiée. La teneur de ces hydrocarbures dans le pétrole brut est variable, si cette teneur est supérieure ou égale à 50 %, on dit que le pétrole est paraffinique.

- **Composés non saturés**

Le pétrole ne contient pratiquement pas d'hydrocarbures insaturés, ils sont formés pendant le traitement du pétrole par les procédés de craquage thermique ou thermocatalytique. Ils peuvent être des alcènes (les oléfines) de formule générale C_nH_{2n} ou des alcynes (les acétyléniques) dont la formule est C_nH_{2n-2} .

I.2.3. Hydrocarbures cycliques

Généralement le cycle comprend cinq ou six atomes de carbone. On distingue :

- **Cycles saturés**

Ce sont les hydrocarbures naphthéniques ayant la formule C_nH_{2n} . Ces hydrocarbures sont présentés dans le pétrole sous forme de dérivés du cyclohexane et cyclopentane,

ils sont divisés en naphténiques monocycliques, bi-cycliques et polycycliques. Si la teneur est environ 50% dans le pétrole, on dit qu'il est naphténiq.ue.

- **Cycles non saturés**

Ce sont les aromatiques de formule chimique C_nH_{2n-6} , ces hydrocarbures sont présentés dans le brut sous forme BTX (Benzène, Toluène, et Xylène), et leurs dérivés. Si la teneur de ces hydrocarbures est d'environ 35% dans le pétrole on dit qu'il est aromatique.

I.2.4. Hydrocarbures mixtes

L'union des hydrocarbures cycliques et aliphatiques donne des molécules mixtes dont les propriétés sont en fonction de l'importance du cycle ou des chaînes dans la structure.

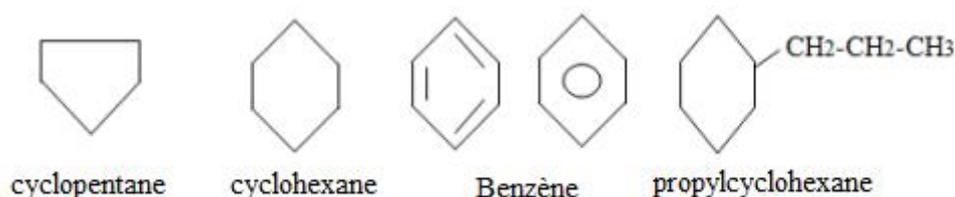


Figure I.1 : Exemple des hydrocarbures cycliques.

I.2.5. Autre composés contenus dans le brut

I.2.5. 1. Composés oxygénés

Ces composés sont représentés dans le pétrole sous forme d'acide carboxylique naphténiq.ue $R-COOH$, les esters, les phénols. Bien qu'ils soient présents en faible teneur dans le pétrole (de 1 à 2%), les composés oxygénés possèdent un caractère acide qui est responsable de l'acidité globale des pétroles bruts et qui engendre des problèmes de corrosion.

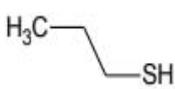
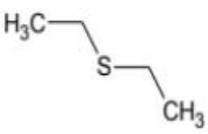
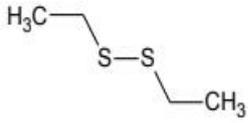
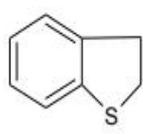
Tableau I.1 : Structure de composés oxygénés présents dans les produits pétroliers [4].

| Familles | Acide naphténiq.ue | Phénol | Furane | Benzofurane |
|----------|--------------------|--------|--------|-------------|
| Exemples | | | | |

I.2.5. 2. Composés soufrés

Le soufre est l'hétéroatome le plus répandus dans le pétrole brut, sa concentration peut aller de 0.1% à 8% en poids, cette teneur est d'ailleurs corrélée avec la densité du brut donc sa qualité [3], Les composés soufrés présents dans les produits pétroliers appartiennent à différentes familles chimiques comme le montre le Tableau I.2.

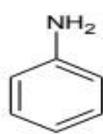
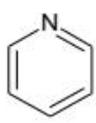
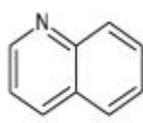
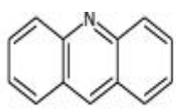
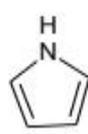
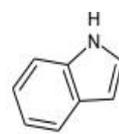
Tableau I.2 : Structure de composés soufrés présents dans les produits pétroliers [4].

| Familles | Mercaptans | Sulfures | Disulfures | Benzothiophène |
|----------|---|---|--|---|
| Exemples |  |  |  |  |

I.2.5. 3. Composés azotés

Les composés azotés sont essentiellement présents dans les fractions lourdes, en plus faible quantité que les composés soufrés. Ils se distinguent essentiellement suivant leur caractère neutre ou basique [3], leur teneur varie de 0.02 à 2.5 % en poids, appartenant à différentes familles comme le montre le tableau I.3.

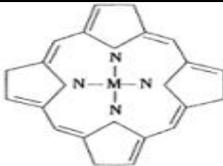
Tableau I.3 : Structure de composés azotés présents dans les produits pétroliers [4].

| Familles | Dérivés basiques | | | Dérivés neutres | | |
|----------|---|---|---|--|---|---|
| | Aniline | Pyridine | quinoléine | Acridine | pyrrole | Indole |
| Exemples |  |  |  |  |  |  |

I.2.5. 4. Composés organométalliques

Dans les fractions les plus lourdes de pétrole on trouve les atomes métalliques tels que le Nickel, le vanadium, le mercure, et le sodium, ils appartiennent en partie à des molécules de la famille de porphyrines sa teneur varie de 0.005 à 0.015 % en poids (dont 75% s'agit du Nickel et de Vanadium) [3].

Tableau I.4 : Structure de composés métalliques présents dans les produits pétroliers [4].

| Familles | Porphyrines |
|----------|--|
| Exemples |  |

I.2.6. Classifications des pétroles bruts [5]

A la découverte d'un gisement du pétrole, ce dernier subit une série d'analyses, permettant sa classification. La classification du pétrole est d'une extrême importance car elle nous permet de connaître les méthodes appropriées de son traitement, l'assortiment et les qualités des produits à obtenir. On distingue trois types de classification :

1. Classification Industrielle

Selon la densité du brut mesurée à 15 °C (d_{15}), on a :

- Un pétrole est léger : si $d_{15} < 0,828$
- Un pétrole est moyen : si $0,828 < d_{15} < 0,884$
- Un pétrole est lourd : si $d_{15} > 0,884$

Comme règle générale, un pétrole brut léger contient une qualité relativement importante de fractions légères (essence, kérosène, gasoil léger), et de paraffines. Mais il y a peu de soufre et de gommes. Cependant, d'habitude les pétroles lourds sont les pétroles aromatiques qui contiennent peu d'essence mais leur indice d'octane est élevé, ainsi que leur teneur en gommes. Cette classification qui ne tient compte que de la densité (d_{15}) reste incomplète.

2. Classification Chimique

En fonction de la prédominance d'une ou plusieurs familles des hydrocarbures, on peut distinguer les pétroles suivants :

- Un pétrole paraffinique (Etats Unis).
- Un pétrole naphthénique (République d'Azerbaïdjan).

- Un pétrole paraffino-naphténique (Algérie).
- Un pétrole aromatique (Indonésie).
- Un pétrole naphténo-aromatique (Californie).
- Un pétrole paraffino-naphténique aromatique (pétrole mixte).

La classification chimique ne reflète pas la vraie nature du pétrole car les fractions lourdes contiennent des hydrocarbures mixtes, et donc cette classification ne peut pas nous renseigner complètement sur la quantité et la qualité des produits à obtenir. Actuellement, la méthode la plus complète, et donc la plus utilisée reste la classification technologique.

3. Classification Technologique

Elle est basée sur :

a. Teneur en soufre dans le pétrole et dans les fractions pétrolières

- Classe 1 : Pétrole peu sulfureux : $S \leq 0,5\%$
- Classe 2 : Pétrole sulfureux : $0,5 < S \leq 2\%$
- Classe 3 : Pétrole très sulfureux : $S > 2\%$

b. Teneur en paraffines dans le pétrole

En fonction de la teneur en paraffines et de la possibilité de fabrication descarbureacteurs et des carburants diesel et des huiles de distillat de base à partir du pétrolebrut, avec ou sans déparaffinage, on distingue trois espèces de pétrole :

- Pétrole peu paraffinique, teneur en paraffines $\leq 1,5\%$
- Pétrole paraffinique, teneur en paraffines 1,5 à 6%
- Pétrole très paraffinique, teneur en paraffines $> 6\%$

I.3. Classement du brut algérien

Le pétrole brut algérien connu communément par Sahara Blend peut être classé selon la classification chimique comme étant un pétrole paraffino-naphténique. Connu à l'échelle mondial comme un fioul à très basse teneur en soufre (Fuel BTS), avec une teneur en soufre inférieure à 0,5%.

I.4. Raffinage

Le pétrole, à l'état brut ne sert pas à grand-chose. C'est le rôle du raffinage de le mettre en valeur par des étapes de transformation et de traitement physiques, chimiques ou mécaniques afin de préparer des produits pétroliers finis.

I.4.1. Définition du raffinage

Le raffinage est une phase clé de l'industrie pétrolière, il est constitué d'un ensemble de procédés qui permettent de transformer et de séparer les différentes familles d'hydrocarbures à partir de pétrole brut et permet d'obtenir les multiples produits finis pour satisfaire la demande du marché.

I.4.2. Procédés du raffinage

L'industrie du raffinage est dynamique, sa structure évolue constamment pour satisfaire la demande quantitative et qualitative d'un marché de l'énergie chaque jour encore plus exigeant.

Pour s'adapter à cette évolution, le raffinage fait appel à une grande variété de procédés tels que les procédés de traitement, séparation, transformation, formulation et mélange. Pour un schéma simplifié, voir la figure I.2.

I.4.2.1. Procédés de traitement

Depuis les débuts du raffinage, différentes méthodes de traitement ont été utilisées pour éliminer les composés non hydrocarbonés, les impuretés, des contaminants indésirables et les autres constituants qui peuvent nuire aux caractéristiques de performance des produits finis ou réduire l'efficacité des procédés de conversion. Le traitement comporte à la fois des réactions chimiques et une séparation physique (la dissolution, l'absorption ou la précipitation). On utilise des acides et des composés adoucissants pour désulfurer le pétrole brut avant le raffinage et pour traiter les produits durant et après le traitement. Parmi les autres méthodes, on cite le dessalage du brut.

➤ Dessalage [6]

Le pétrole brut contient souvent de l'eau, des sels inorganiques, des solides en suspension et des traces de métaux solubles dans l'eau. La première étape avant le raffinage consiste à éliminer ces contaminants par dessalage pour réduire la corrosion, le colmatage et l'encrassement des installations et empêcher l'empoisonnement des catalyseurs dans les unités de production. Le dessalage chimique, la séparation électrostatique et la filtration sont trois méthodes typiques de dessalage du pétrole brut. Dans le dessalage chimique, on ajoute de l'eau et des agents tensio-actifs (des émulsifiants) au pétrole brut, on chauffe pour dissoudre ou fixer à l'eau les sels et les autres impuretés, puis on conserve ce mélange dans un bac pour que la phase aqueuse décante. Dans le dessalage électrostatique, on applique des charges électrostatiques de tension élevée pour concentrer les gouttelettes en suspension dans la partie inférieure du bac de décantation. On ajoute des agents tensio-actifs uniquement lorsque le pétrole brut renferme beaucoup de solides en suspension. Un troisième procédé, moins courant, consiste à filtrer le pétrole brut chaud sur de la terre à diatomées. Dans les dessalages chimique et électrostatique, on chauffe la matière première brute jusqu'à une température comprise entre 66 °C et 177 °C, pour réduire la viscosité et la tension superficielle et faciliter ainsi le mélange et la séparation de l'eau; la température est limitée par la pression de vapeur du pétrole brut. Ces deux méthodes de dessalage sont réalisées en continu. Une base ou un acide sont parfois ajoutés pour ajuster le pH de l'eau de lavage; on peut aussi ajouter de l'ammoniac pour réduire la corrosion. Les eaux usées et les contaminants qu'elles contiennent sont repris à la partie inférieure du bac de décantation et acheminés vers l'unité d'épuration des eaux usées. Le pétrole brut dessalé

est récupéré en continu à la partie supérieure du bac de décantation et envoyé à une tour de distillation atmosphérique (tour de fractionnement).

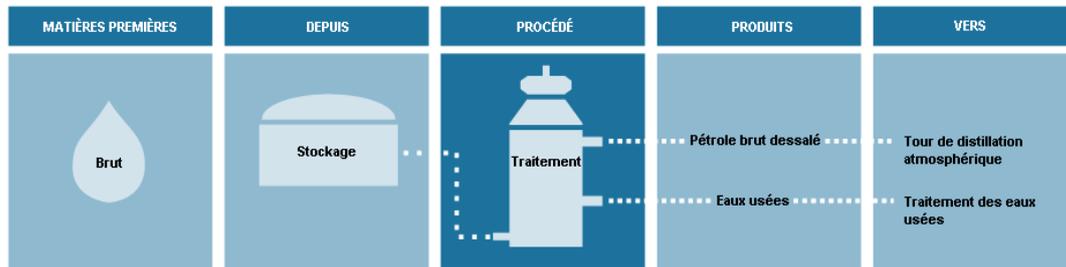


Figure I.3 : Procédé de dessalage (prétraitement) [6].

I.4.2.2. Procédés de séparation

C'est la première étape du raffinage, elle consiste de séparer les différents hydrocarbures en fonction de leur température d'ébullition.

Les principaux procédés de séparation sont :

➤ Distillation atmosphérique

Dans les tours de distillation atmosphérique, le pétrole brut dessalé est préchauffé et acheminé vers la colonne de distillation verticale. Cette colonne de distillation initiale ou le « Topping » permet de fractionner le pétrole brut, selon sa densité, en un certain nombre de coupes ou fractions classées en fonction de la température d'ébullition des hydrocarbures. Cette opération s'effectue entre 30°C et 380°C et permet d'obtenir :

- Entre 30°C et 70°C une fraction légère qui donne par la suite une essence légère composée d'alcane en C5 et C6 (Naphta léger).
- Entre 70°C et 205°C une essence lourde (Naphta lourd).
- Entre 205°C et 285°C du Kérosène.
- Entre 285°C et 350°C du gasoil léger.
- Entre 350°C et 380°C du résidu atmosphérique.

Généralement six grandes coupes issues de la distillation atmosphériques sont distinguées comme illustré dans la figure suivante.

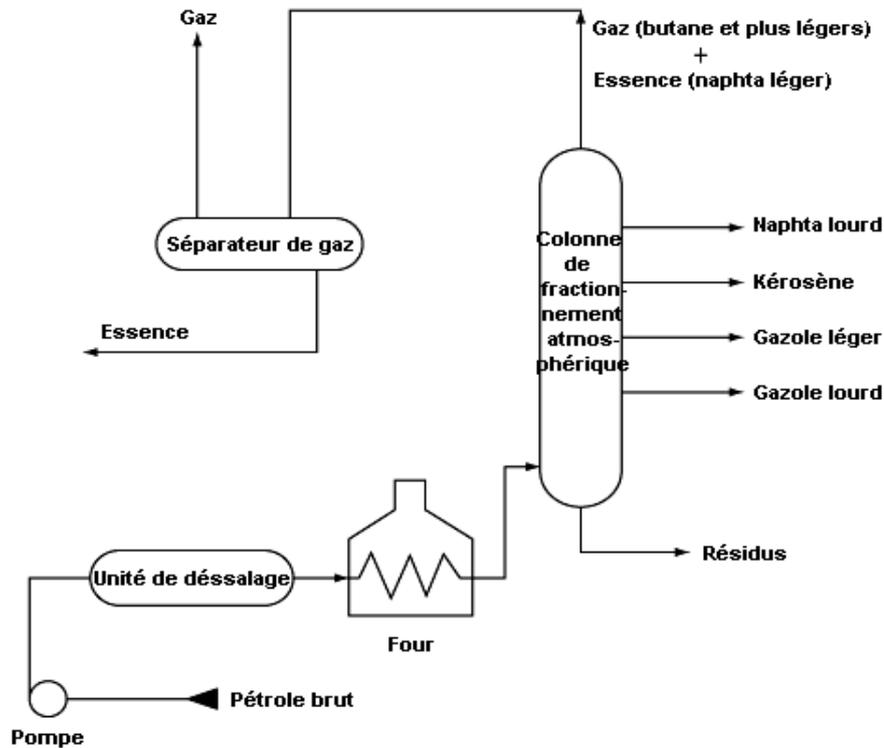


Figure I.4 : Schéma du procédé de distillation atmosphérique et ses principales coupes [6].

➤ Topping du condensât

Son principe de fonctionnement est similaire à celui de la distillation atmosphérique.

Cependant, sa charge principale est le condensat et non pas le pétrole brut.

➤ Distillation sous vide du résidu atmosphérique

Ce procédé complémentaire à la distillation atmosphérique permet de séparer le résidu atmosphérique en une fraction légère (distillat sous vide), qui peut ensuite être transformé en produits légers, et en une fraction lourde.

I.4.2.3. Procédés de transformation

Ce sont les procédés majeurs du raffinage et de la pétrochimie, ils permettent de gérer des molécules nouvelles, aux propriétés adaptées à l'usage du produit, soit par réarrangement moléculaire, soit par conversion des fractions lourdes en fractions légères. Dans cette famille, nous distinguons deux grandes catégories :

A. Les procédés d'amélioration de propriétés.

B. Les procédés de conversion.

A. **Procédés d'amélioration de propriétés** : Les principaux procédés sont

➤ **Reformage catalytique**

Les essences lourdes issues de l'unité de distillation atmosphérique ont de faibles indices d'octane, nettement inférieurs aux spécifications minimales exigées, pour cette raison, il est nécessaire d'utiliser le reformage catalytique.

Ce dernier est le procédé de base pour l'obtention d'une essence de qualité excellente et constitue une source importante d'hydrogène [7], il permet d'augmenter l'indice d'octane des coupes naphta constituées principalement des essences de distillation atmosphérique, en les transformant en une structure riche en aromatique appelée réformât.



Figure I.5 : Transformation des hydrocarbures lors du reforming.

➤ **Isomérisation**

Ce procédé s'applique à l'essence légère, pour l'amélioration de l'indice d'octane pour lequel le reformage catalytique sera impossible, en transformant les paraffines normales (linéaires) C₅ et C₆ en iso paraffines ayant de bien meilleurs indices d'octane.

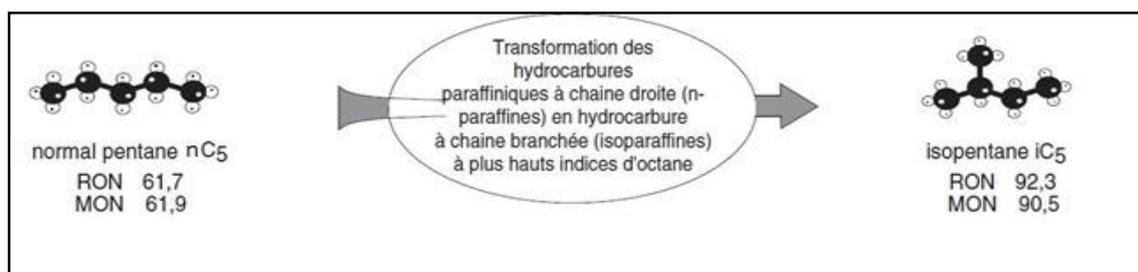


Figure I.6 : Transformation des hydrocarbures lors d'une isomérisation.

B. Procédés de conversion : parmi les grands procédés de conversion, nous citons :

▪ **Procédés de craquage**

Après la distillation, d'autres procédés sont mis en œuvre pour modifier la structure moléculaire des fractions en vue d'obtenir des produits plus recherchés. L'un de ces procédés, le craquage, fragmente les fractions plus lourdes à point d'ébullition plus élevé pour donner des produits plus utiles tels que des hydrocarbures gazeux, des essences de base, du gazole et du fioul. Durant le craquage, certaines molécules se combinent (se polymérisent) pour en former de plus grosses. Il y a essentiellement trois types de craquage, à savoir le craquage thermique, le craquage catalytique et l'hydrocraquage.

- **Procédés de craquage thermique**

Dans les procédés de craquage thermique, on chauffe du fioul léger et du pétrole lourd sous pression dans des grands ballons, jusqu'à ce qu'ils se fragmentent en molécules plus petites possédant de meilleures propriétés antidétonantes. Cette ancienne méthode, qui donnait d'importantes quantités de coke solide indésirable, a évolué en procédés de craquage thermique modernes comprenant la viscoréduction, et la cokéfaction.

➤ **Cokéfaction**

La cokéfaction est une forme poussée de craquage thermique qui permet de convertir les fiouls lourds en carburants automobiles (essence et gazole) et autres produits légers. Ce procédé produit également du coke de pétrole, c'est-à-dire du carbone sous forme solide avec des quantités variables d'impuretés. Celui-ci peut être utilisé comme combustible, notamment dans des cimenteries ou dans l'industrie de l'acier ou de l'aluminium.

- **Procédés de craquage catalytique**

Le craquage catalytique permet d'obtenir des molécules plus simples par fragmentation d'hydrocarbures complexes, d'améliorer ainsi la qualité et d'augmenter la quantité de produits légers plus intéressants et de diminuer la quantité de résidus.

Des hydrocarbures lourds sont exposés, dans des conditions de température élevée et de basse pression, à des catalyseurs qui initient les réactions chimiques. Au cours de ce

processus, il y a réarrangement de la structure moléculaire, ce qui transforme les charges d'hydrocarbures lourds en fractions plus légères, comme kérosène, essence, gaz de pétrole liquéfiés, fioul domestique et charges pétrochimiques. On choisit le catalyseur de façon à obtenir à la fois la réactivité la plus élevée possible et la meilleure résistance à l'attrition. Les catalyseurs utilisés dans les unités de craquage des raffineries sont normalement des matières solides poreuses (zéolite, hydrosilicate d'aluminium, argile de bentonite traitée, terre à foulon, bauxite et silico-aluminates) se présentant sous forme de poudres, de billes, de pastilles ou de granules façonnés appelés extrudites. Nous citons :

➤ **Craquage catalytique sur lit fluidisé (FCC).**

Le craquage catalytique est procédé le plus important et le plus largement utilisé pour la production des essences. L'intérêt du FCC permet d'obtenir de meilleurs rendements en essences de bonne qualité (indice d'octane compris entre 91 et 94) et en GPL au détriment des gaz incondensables, des résidus lourds et du coke.

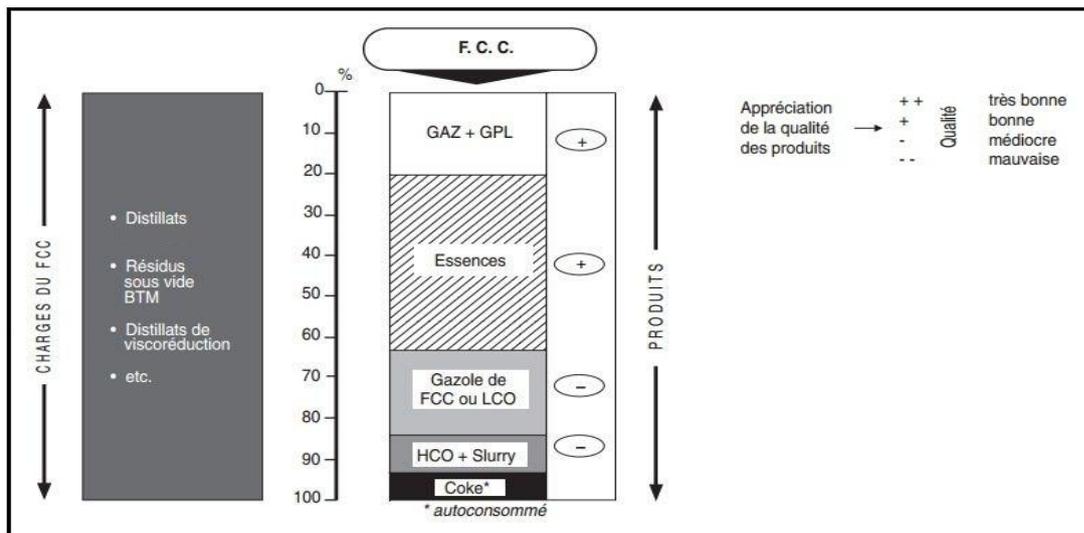


Figure I.7 : Rendement et qualité des produits obtenus au FCC.

- **Hydrocraquage (HDC)**

L'hydrocraquage est l'unité de raffinage la plus versatile qui soit. Il permet de faire passer la production d'une raffinerie rendement maximum en essence à un rendement maximum en distillats moyens (kérosène et gazole), et vice-versa. L'essence produite par cette unité est de bonne qualité tandis que les distillats sont d'excellente qualité.

L'hydrocraquage diffère des autres procédés de craquage par le fait que le craquage se fait en présence d'hydrogène. Ceci permet l'obtention de produits légers de bonne qualité.

I.4.2.4. Formulation et mélange

consistent à mélanger et à combiner des fractions d'hydrocarbures, des additifs et d'autres composés pour obtenir des produits finis possédant des caractéristiques de performance spécifiques.

I.4.3. Produits pétroliers

Le raffinage du pétrole n'a cessé d'évoluer pour répondre à la demande des consommateurs souhaitant obtenir des produits plus nombreux et de meilleure qualité.

1. Essences

Le terme général « essence » désigne l'ensemble des carburants utilisés sur les moteurs à allumage commandé. Les essences se classent en réalité en plusieurs catégories selon leurs indices d'octane. On fait ainsi la distinction entre les « essences ordinaires » (regular en anglais) et « les supercarburants » (premium en anglais).

2. Gasoil

Gazole ou encore diesel, ce carburant est destiné à l'alimentation des moteurs Diesel routiers et non routiers tel que les véhicules, les engins de travaux publics, les tracteurs agricoles, les bateaux de pêche... etc. Il est aussi utilisé pour le chauffage domestique.

3. Kérosène

Ce carburant est destiné à alimenter les brûleurs du turboréacteur et propulseurs d'avion et les engins militaires terrestres. Les spécifications concernant ce produit sont :

- La résistance au froid : le froid de congélation doit être inférieur à 50 °C.
- La densité : elle conditionne le pouvoir calorifique.
- La teneur en soufre pour limiter la corrosion.
- La teneur en aromatique est élevée.

4. Naphta

Issu de la distillation atmosphérique du pétrole brut principalement, c'est une coupe semblable aux essences servant de base de mélange aux carburants automobiles. Le naphta est la matière privilégiée de l'industrie pétrochimique. Il n'est pas utilisé pour la consommation finale, c'est un intermédiaire industriel.

5. Fuel

Il existe le fuel domestique et les fuels lourds.

- Le fuel domestique : il possède des caractéristiques très voisines de celle du gasoil, il est utilisé surtout pour le chauffage des locaux et comme combustible pour les engins à moteur lent (engins agricoles...).
- Le fuel lourd : c'est un combustible visqueux, utilisé surtout pour la génération électrique et également comme carburants pour les moteurs des gros navires (pétroliers).

6. Matières premières pétrochimiques

Tels que l'éthylène, le propylène et le butadiène, sont des hydrocarbures oléfiniques obtenus par craquage, servant des matières premières dans l'industrie pétrochimique en vue de la production de plastique, d'ammoniac, de caoutchouc synthétique, de glycol...etc.

7. Lubrifiants et graisses

Les huiles lubrifiantes de base sont des mélanges des huiles paraffinique, naphthéniques et aromatiques légèrement colorés et faiblement volatils, ayant un indice de viscosité élevé qui permet de réduire les variations de viscosité dans des conditions de température variables, c'est la qualité la plus importante des huiles lubrifiantes de base. Il existe différentes variétés de lubrifiants qui répondent à des utilisations particulières : huiles pour les moteurs, huiles pour les transmissions hydrauliques.

Les graisses sont des mélanges des huiles lubrifiantes et des savons métalliques auxquels on ajoute à des fins spéciales des matières telles que l'amiante, le graphite, le molybdène...etc.

8. Produits spéciaux

➤ Bitume

C'est le produit pétrolier le plus lourd, dont 90% de la production est destinée à la fabrication des revêtements routiers, le reste est destiné à l'usage industriel et participe à la réalisation des membranes d'étanchéité pour les toitures et les bassins, des piles et des câbles électriques, au confinement des déchets dont ceux radioactifs, des isolants phoniques, des encres, des peintures et vernis...etc.

➤ Solvants pétroliers

Divers composés purs, comprenant le benzène, le toluène, le xylène, l'hexane et l'heptane, sont destinés à être utilisés comme diluants pour peintures, produits de nettoyage à sec, dégraissants, solvants industriels, solvants pour pesticides, agriculture et de plastique...etc.

Les principaux produits sont : les essences spéciales, le White Spirit, les pétroles lampants.

➤ Cires et paraffines

Le terme paraffine désigne un solide dur et blanc qui fond entre 48°C et 70°C. Le terme cire désigne un solide malléable dont la couleur varie du blanc au jaune foncé, mais dont le point de fusion dépasse les 70°C. L'éventail des produits commerciaux issus des cires et paraffine est très large car à chaque usage ou presque correspond un produit élaboré sur mesure. Les paraffines sont principalement utilisées pour la fabrication de cierges, bougies, produits d'entretien, explosifs, isolants électriques, traitements hydrofuges, imperméabilisation du bois...etc.

➤ Coke

Qui est du carbone presque pur, est utilisé à diverses fins allant de la fabrication des électrodes à celle des briquettes, selon ses caractéristiques physiques qui dépendent du procédé de cokéfaction.

➤ Soufre

Est obtenu lors du raffinage. Il est conservé soit à l'état fondu dans des réservoirs chauffés, soit à l'état solide dans des récipients ou à l'extérieur.

Chapitre II : Classification et types de raffineries

Chapitre II : Classification et types de raffineries

II.1. Introduction

L'industrie pétrolière consiste en majeure partie à l'opération de raffinage, qui désigne l'ensemble des traitements et transformations visant à tirer du pétrole le maximum de produits à haute valeur commerciale, selon l'objectif visé. En général, ces procédés sont réunis dans des raffineries qui sont l'endroit où l'on traite le pétrole pour extraire les fractions commercialisables.

II.2. Classification des raffineries

Les raffineries sont classées selon leur degré de complexité :

1. Raffineries simples

Elles sont équipées d'une colonne de distillation atmosphérique, et en général d'une unité de reformage catalytique et d'unités d'hydrodésulfuration de distillats moyens.

Exemple d'une raffinerie simple :

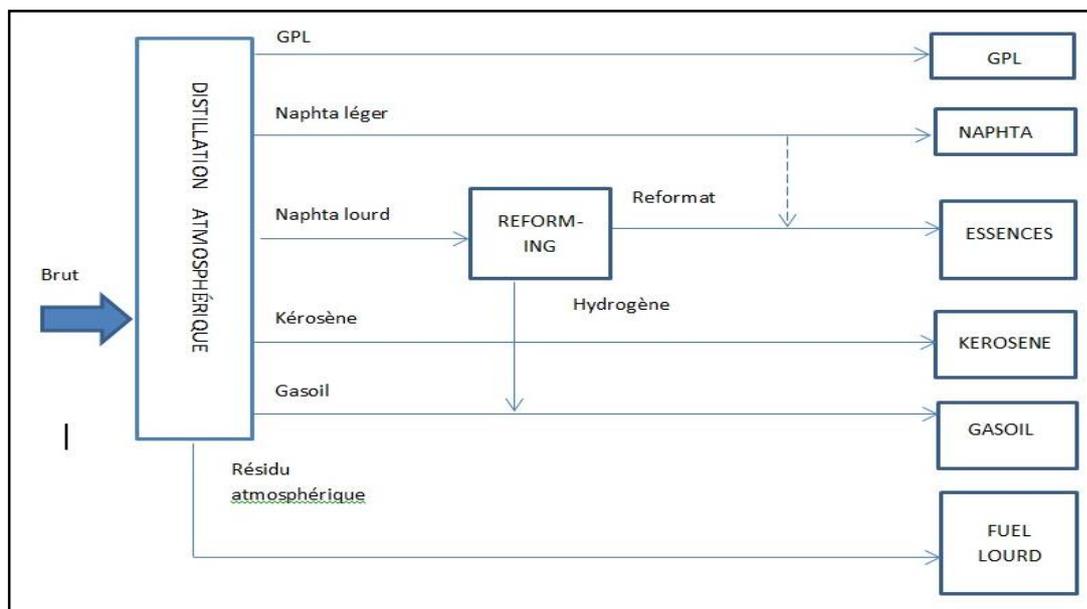


Figure II.1 : Schéma bloc d'un exemple d'une raffinerie simple.

2. Raffineries complexes

Elles sont équipées en outre d'unités de conversion classique type FCC (craquage catalytique), HDC (hydrocraquage) ou viscoréduction.

Exemple d'une raffinerie complexe :

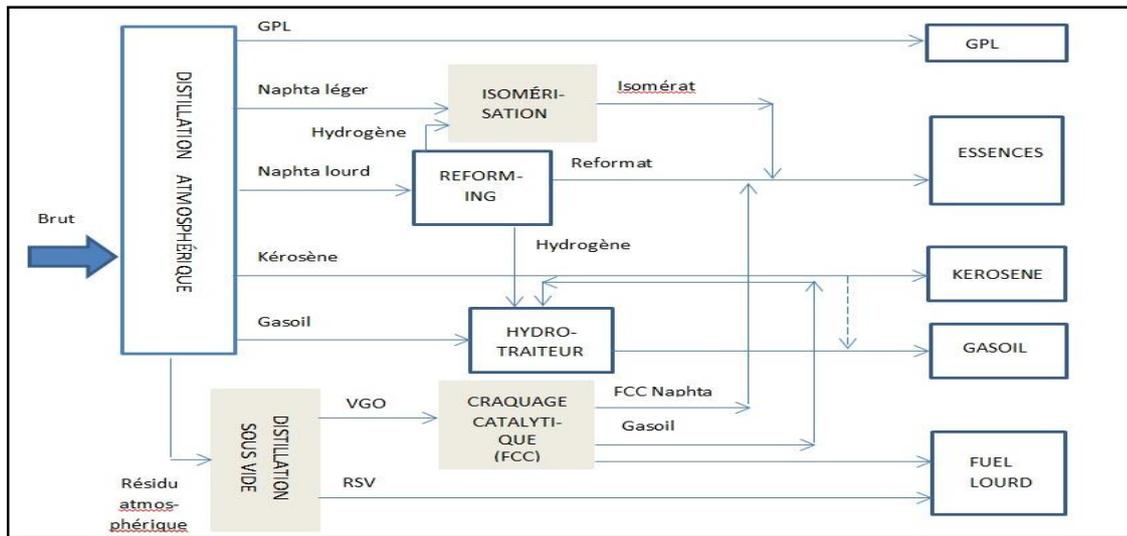


Figure II.2 : Schéma bloc d'un exemple d'une raffinerie complexe.

3. Raffineries ultra complexes

Elles comportent des installations de conversion classique et des unités de conversion profonde, capables de traiter directement des résidus atmosphériques ou sous vide.

Exemple d'une Raffinerie ultra complexe :

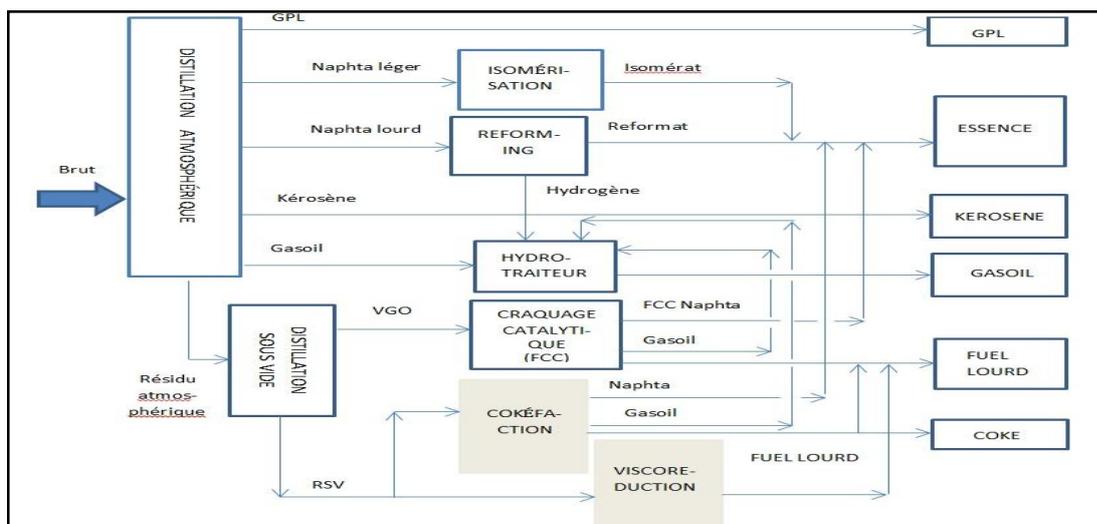


Figure II.3 : Schéma bloc d'un exemple d'une raffinerie ultra complexe.

II.3. Différentes raffineries

La situation géographique des raffineries en Algérie sont illustrées dans la figure suivante :

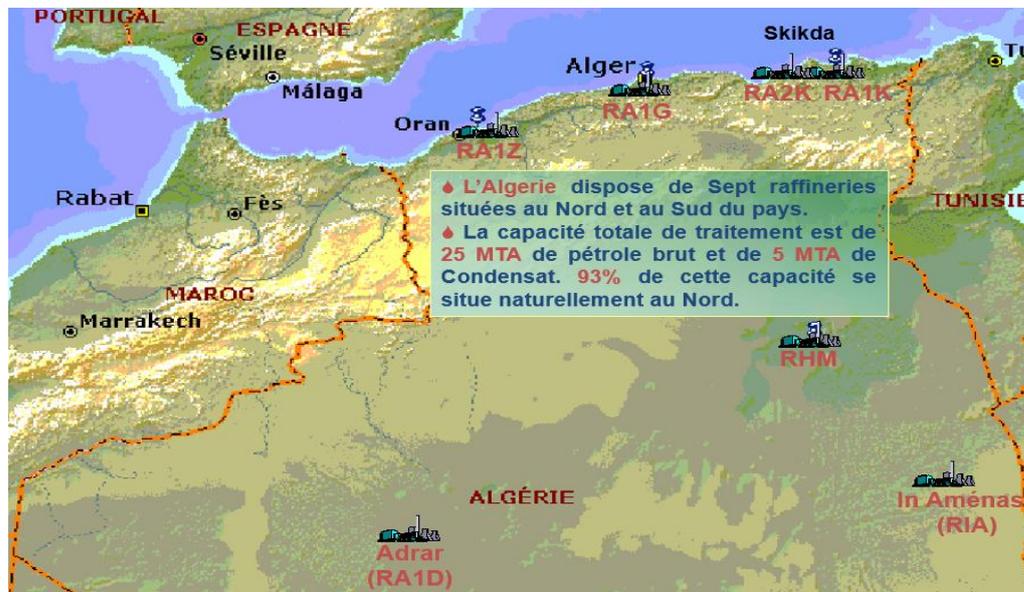


Figure II.4 : Situation géographique des raffineries.

II.4. Raffinerie d'Alger (RA1G)

1. Historique

Surnommée la doyenne des raffineries Algériennes, la raffinerie d'Alger nommée R1AG a été construite par la société française FOSTER WHEELER, et mise en service le 15 février 1964 avec le démarrage de l'unité de distillation atmosphérique d'une capacité de 2.025.000 tonnes de brut par an. Puis, le démarrage en mars de l'unité reforming catalytique.

2. Situation

La Raffinerie d'Alger est le plus important complexe à Alger, située à cinq (5) Kilomètres d'El –Harrach et vingt (20) kilomètres à l'Est d'Alger, avec une superficie de 180 Hectares. Le choix de cet emplacement est dû à sa richesse en eau, élément indispensable pour le fonctionnement d'une raffinerie.

3. Capacité et produit de la raffinerie

La capacité de traitement de la raffinerie d'Alger est de 2.7 millions de tonnes de pétrole brut (Avant réhabilitation). Sa production annuelle en produits finis est représentée dans le tableau suivant :

Tableau II.1: Bilan matières de la raffinerie d'Alger (RA1G).

| RA1G | Capacité design avant réhabilitation (Tonnes par an) | Capacité design post réhabilitation (Tonnes par an) |
|-----------------------|---|--|
| Traitement | | |
| Pétrole brut | 2 700 000 | 3 645 000 |
| Production | | |
| Propane | 105 000 | 69 000 |
| Butane | 41 000 | 209 000 |
| GPL | 146 000 | 278 000 |
| Essence normale | 229 000 | 600 000 |
| Essence sup | 355 000 | 750 602 |
| Total Essences | 584 000 | 1 350 602 |
| Naphta | 70 000 | 47 620 |
| Kérosène | 280 000 | 621 000 |
| Gasoil | 821 000 | 1 200 000 |
| Fuel BTS | 691 000 | 0 |
| TOTAL | 2 592 000 | 3 497 222 |

4. Unités de production

La raffinerie d'Alger est composée des installations suivantes :

- Une unité de Topping (U100) ;
- Une unité de Reforming catalytique (U200) ;

- Une unité de Gas-plant (U300) : pour séparation du Butane et Propane issus des unités Topping et Reforming.

5. Schéma de la raffinerie d'Alger RA1G

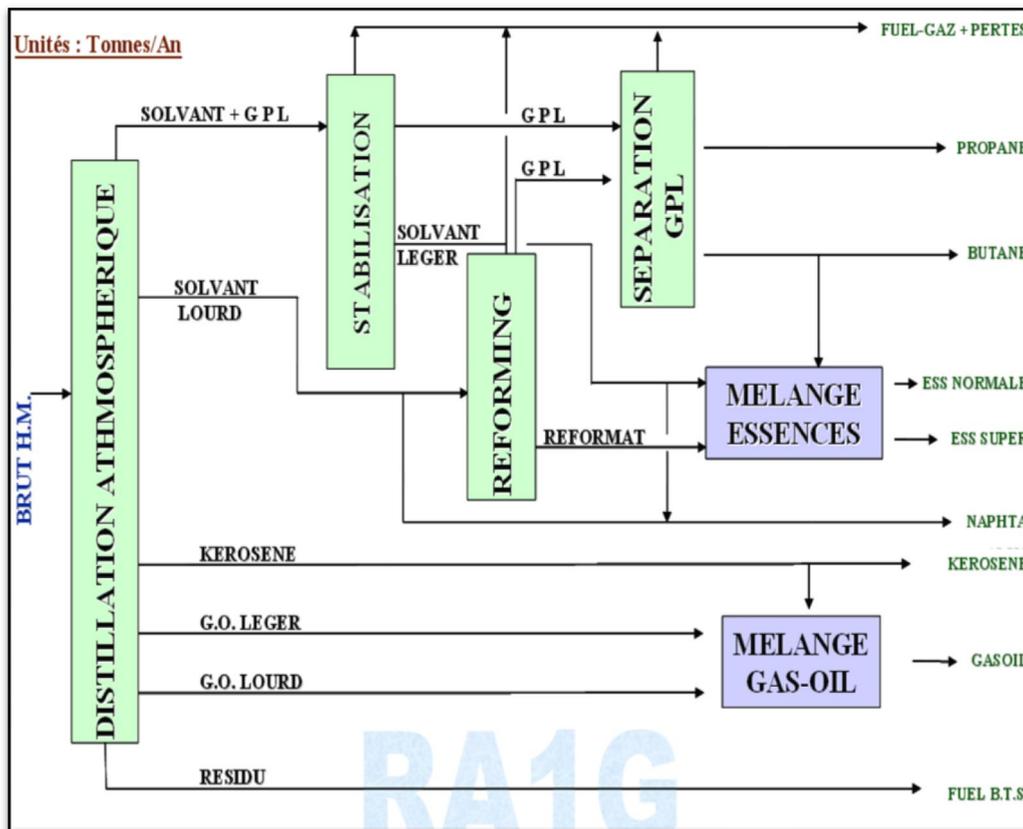


Figure II.5 : Schéma de la Raffinerie d'Alger RA1G.

Les autres raffineries sont données dans l'annexe.

Chapitre III : Impact des raffineries et des produits pétroliers sur l'environnement

Chapitre III : Impact des raffineries et des produits pétroliers sur l'environnement

III.1. Introduction

De nos jours les enjeux environnementaux constituent une préoccupation majeure et sans cesse croissante des pays industrialisés, comme le démontrent les différentes réunions internationales à ce sujet, notamment la COP 22 qui s'est déroulé récemment au Maroc.

Cette préoccupation est aussi au centre des discussions des décideurs des pays en voie de développement notamment l'Algérie qui s'est doté d'un ministère de l'environnement dont la mission principale consiste entre autres à mettre en place des outils efficaces pour faire face à cette problématique environnementale étant donné que l'Algérie est un pays pétrolier essentiellement. Il va sans dire que les infrastructures pétrolières surtout celles qui sont obsolètes tel que les raffineries engendrent souvent des conséquences néfastes sur l'environnement.

III.2. Impact et conséquences des raffineries sur l'environnement

Le raffinage du pétrole est la transformation du pétrole brut en produits pétroliers finis. Sans transformation, le pétrole brut ne possède qu'une faible utilité [8].

Ce processus de raffinage ne peut se faire sans rejet de dioxyde de soufre, dioxyde de carbone et d'azote dans l'air qui sont considérés comme étant polluants et avec des conséquences néfastes sur la santé publique.

En effet, ce type de substance en plus d'avoir des effets nocifs sur le plan sanitaire tel que le cancer, peut aussi avoir des conséquences écologiques étant donné leur potentiel de demeurer longtemps dans l'environnement. En plus des polluants chimiques dans l'air, dans le sol il y a aussi les rejets des pétrolières dans l'eau qui demeurent très préoccupants. L'eau est indispensable au sein des raffineries après son utilisation dans la production, elle devient corrosive, huileuse et toxique...

Cette eau est soit :

- Rejetée dans les rivières,

- Dans les réseaux de collecte des eaux usées domestiques,
- Traitée dans des bassins de décantation,

En offshore, l'eau est soit rejetée en mer après traitement, soit convoyée vers les terminaux terrestres pour y être traitée. En l'absence de la gestion optimale de l'eau du raffinage et son déversement dans la nature nous ferons face à une double pénalisation.

- La rareté de l'eau potable.
- La pollution des rivières, mers etc.

C'est dans ce sens que l'Algérie a lancé en 2011 et en 2018 un programme pour la réhabilitation des raffineries d'Arzew, Skikda et d'Alger et la mise aux normes des produits qui y sont issus.



Figure III.1 : Torchage du gaz et pollution atmosphérique.



Figure III.2: Pollution de la nappe phréatique.

III.3. Impact des produits pétroliers

Si la COP21, avait annoncé qu'il fallait réduire et aligner l'utilisation des produits pétroliers à celle des gaz à effets de serres (GES), cela indique clairement qu'il existe un impact négatif sur l'environnement.

Malheureusement, nous avons constaté que la consommation des produits pétroliers ne fait qu'augmenter à travers le monde.

Pour une meilleure approche de notre thème, nous avons jugé opportun d'aborder un des dérivés du pétrole le plus utilisé dans les transports, les activités domestiques et les industries occidentales à savoir : le diesel.

III.3. 1. Notion générales sur le gazole

Le gazole, également appelé gasoil ou diesel est un produit pétrolier largement utilisé comme carburant, constitué principalement d'hydrocarbures saturés, les cyclo paraffines (naphènes) et de composés aromatiques. D'après l'intégration dans le schéma de raffinage, on dit que la production de carburant diesel était assurée essentiellement par simple distillation atmosphérique du pétrole brut. La coupe 180-360°C fournissait alors un produit dont les caractéristiques étaient généralement conformes aux spécifications [9].

Sous cette appellation, il faut entendre un hydrocarbure liquide susceptible d'être utilisé dans un moteur, quelle que soit leur utilisation, à savoir gazole pour moteur automobile Diesel, moteur de bateaux, moteur d'engins agricoles et forestiers ou encore combustible de chauffage.

III.3. 2. Familles de gasoil

Le gasoil désigne une coupe d'hydrocarbure distillée en raffinerie dans une gamme de température de distillation bien définie (entre 180 et 360 °C), on distingue trois familles :

- **le SRGO (Straight-Run Gas Oil)** : obtenu par la distillation atmosphérique du brut pétrolier, avec une teneur moyenne en soufre comprise entre 0,5 et 2,0 % en poids et une teneur moyenne en azote de 50 à 500 ppm.
- **le LCO (Light Cycle Oil)** : provenant du craquage catalytique en lit fluidisé (FCC) à une concentration moyenne en soufre comprise entre 0,3 et 2,0 % en poids et à une teneur moyenne en azote de 300 à 1000 ppm
- **le CGO (Coker Gas-oil)** : issu du procédé de cokéfaction, dont les caractéristiques sont voisines de celles du SRGO en termes de soufre et d'aromatiques mais qui contient beaucoup plus de composés azotés (à des teneurs supérieures à 1000 ppm) [10].

III.3. 3. Production et Consommation algérienne du carburant diesel

La consommation nationale de gasoil a connu ces dernières années une forte augmentation atteignant des pics très élevés. La reprise de la consommation du gas-oil observée à partir de 2018 s'est poursuivie en 2019 pour atteindre 10,50 millions de tonnes, soit une légère hausse de 1,4%, tandis que sa production a dépassé les 8.5 millions de tonnes [11].

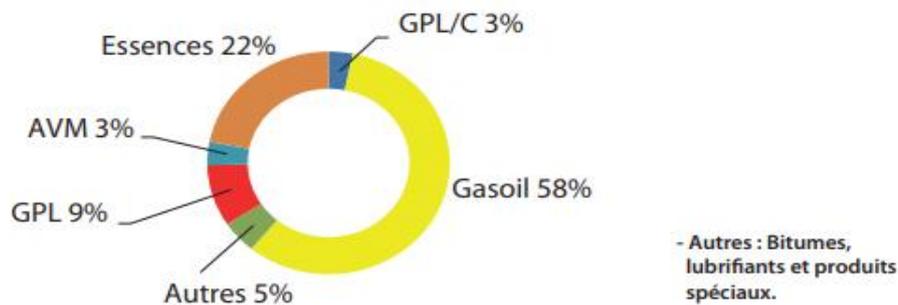


Figure III.3 : Structure de la consommation de produits pétroliers sur le marché national [11].

III.3.4. Transport routier et pollution atmosphérique

En Algérie un tiers de la consommation énergétique finale va vers le secteur des transports. Le transport routier en particulier, se caractérise par une dépendance importante vis-à-vis des produits pétroliers (essences et gasoil) et représente ainsi une des principales sources de pollution atmosphérique.

Aujourd'hui, les moteurs diesel se sont imposés comme moyen de production d'énergie dominant dans le marché mondial spécialement dans le domaine de transport. Une des sources majeures de la pollution urbaine est liée aux émissions véhiculaires. Cependant, en termes d'émissions, le moteur Diesel joue un rôle important dans la pollution atmosphérique.

Derrière le terme de pollution atmosphérique, se cache une grande variété de polluants. Les sources d'émissions polluantes sont multiples on distingue : gaz de combustion industrielle, émissions d'usines et gaz d'échappement automobile, ce dernier provient d'une réaction chimique dite la combustion, elle est définie comme l'union rapide

d'une substance (combustible) avec l'oxygène accompagnée par l'évolution de lumière et chaleur.

Dans un moteur diesel nous utilisons premièrement la combustion interne pour la chaleur en changeant l'énergie chimique potentielle du combustible à l'énergiethermique. Ce moteur met de larges quantités des polluants nocifs sous forme de fumée, ces polluants sont : le monoxyde de carbone, dioxyde de carbone, dioxydes de soufre, oxyde et le dioxyde d'azote, COV, aldéhydes, les hydrocarbures imbrulés (HC) et des particules fines riches en HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques). Ces substances polluantes sont présentes dans le moteur diesel à des concentrations différentes et durant des temps suffisants pour créer un effet toxique ou écotoxique (Tableau III.1).

Tableau III.1: Composition des gaz d'échappement des moteurs diesel [12].

| Polluants | Moteur diesel | |
|-----------------|---------------|---------|
| | Max (%) | Min (%) |
| CO ₂ | 13.8 | 0.7 |
| CO | 7.6 | 0 |
| COV | 0.5 | 0.3 |
| SO ₂ | 0.03 | 0.01 |
| NO _x | 0.15 | 0 |
| HC | 0.5 | 0 |
| H ₂ | 2.5 | 0 |
| Aldéhydes | 0.0037 | 0 |

En effet,celles-ci ont été classés cancérigènes par l'OMS, leur relâchement direct dans l'environnement contribue à l'augmentation des concentrations des gaz à effet de serre. Ce carburant rejette beaucoup de gaz carbonique (CO₂), qui est le principal gaz à effet de serre d'origine anthropique et la hausse de sa concentration est corrélée avec une

augmentation de la température moyenne de notre atmosphère. Cette augmentation est accusée d'être responsable du réchauffement climatique, ce qui entraîne par la suite des impacts graves, étendus et irréversibles parmi ces impacts nous citons : réchauffement et acidité de l'océan, destruction de la biodiversité, réduction de la clarté et de la visibilité de l'atmosphère, phénomènes destructeurs comme le smog ou les pluies acides et l'élévation du niveau des mers va se poursuivre à un rythme encore plus rapide. Ce phénomène additionnel anthropogénique implique des risques sérieux non seulement pour l'environnement et les organismes vivants, mais aussi pour la santé humaine, il provoque des maladies respiratoires, augmente fortement les cancers du poumon, la mortalité cardio-pulmonaire et les arrêts cardiaques....etc.



Figure III.4 : Gaz d'échappement automobile.

A cet effet, la pollution atmosphérique s'impose aujourd'hui comme un sujet de préoccupation, ce phénomène d'actualité a fait émerger une prise de conscience à des problèmes qui ont des effets néfastes sur l'environnement. Actuellement, plusieurs pays en font leur préoccupation majeure afin de lutter contre ce phénomène vers la réduction de l'émission de gaz à effet de serre notamment vers la réduction majeure des émissions de CO₂ qui est considérée maintenant comme une priorité dans le monde entier. C'est ce qui a poussé de nombreux scientifiques à rechercher des nouvelles sources d'énergie comme solution. Plusieurs alternatives sont apparues afin de répondre à ces préoccupations économiques et environnementales tels que : les biocarburants.

Chapitre IV : Valorisation des huiles de friture usagées en biodiesel par transestérification

Chapitre IV : Valorisation des huiles de friture usagées en biodiesel par transestérification

IV.1. Introduction

L'investigation des alternatives au pétrole dans le secteur du transport, principal consommateur d'énergie fossile, ne cesse de gagner du terrain. Ceci est dans le but de lutter contre le réchauffement climatique par la réduction des émissions de gaz à effet de serre, et de diversifier les approvisionnements énergétiques en réduisant la dépendance au pétrole. Du fait de sa viabilité technique et de son intérêt environnemental, le biocarburant s'est avéré être une solution facile à mettre en œuvre.

IV.2. Biocarburants

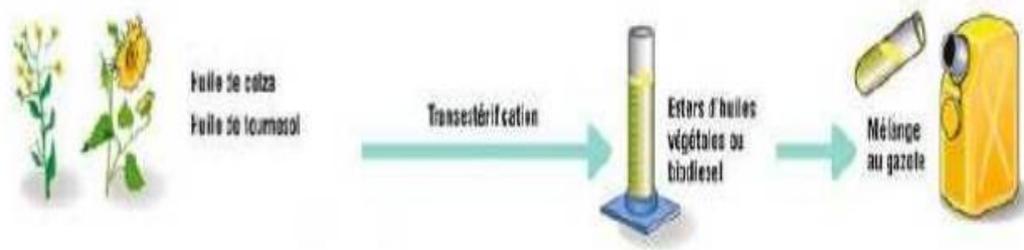
Les biocarburants sont des carburants produits à partir des sources végétales ou animales, ont l'avantage d'être des sources durables et renouvelables d'énergie et qui contribuent à limiter les émissions des gaz à effet de serre. D'autre part, le recours aux énergies renouvelables limite la dépendance énergétique des pays n'ayant pas des sources d'énergie fossile et qui sont obligés de l'importer. De ce fait, le développement des biocarburants doit nécessairement exploiter de nouvelles ressources abondantes et peu coûteuses. Les déchets organiques (solides ou liquides), les résidus agricoles et les résidus de l'exploitation forestière ou d'autres types de déchets constituent des matières premières très intéressantes qui peuvent être exploitées dans ce sens. Parmi ces déchets, certains peuvent être valorisés et réutilisés comme les déchets gras (graisse animale ou végétale). Actuellement, les huiles végétales et animales commencent à être utilisées pour les moteurs diesel.

IV.3. Biodiesel

Est un des biocarburants de première génération, un biocombustible biodégradable et une alternative écologique qui possède des propriétés comparables au diesel pétro-sourcé, ce carburant est obtenu à partir d'huile végétale ou de graisse animale transformée par un procédé chimique appelé la transestérification. Étant donné que le

biodiesel est renouvelable et qu'il crée des émissions moins dangereuses lorsqu'il est brûlé par rapport à celui du diesel pétrolier, l'utilisation de ce carburant est un changement vers une «énergie durable» [13]. Ces dernières années, la plupart des biodiesels industriels sont produits à partir de l'huile (triglycérides) extraite de matières premières végétales (colza, tournesol, soja, etc.). Afin de changer leurs propriétés physico-chimiques pour les rendre similaires à celles du pétro-diesel, les triglycérides sont transestérifiés en esters alkyliques d'acides gras, qui peuvent être utilisés dans un moteur classique.

Figure IV.1 : Biodiesel à partir d'huiles végétales



Sur le plan écologique, l'utilisation du biodiesel réduit les émissions polluantes de GES notamment le CO₂. Étant donné que les huiles végétales sont actuellement la principale source de matières premières dans la production commerciale de biodiesel. Or, sa forte demande comme matière première pourrait augmenter le prix des huiles qui sont également nécessaires à l'alimentation humaine. Afin de surmonter ces problèmes sociaux, économiques et environnementaux, l'utilisation des huiles usées comme matières premières s'avère la solution la plus plausible.

IV.4. Formulation des huiles de friture usagées (HFU)

IV.4.1. Huiles végétales

Huile végétale c'est un corps gras, onctueuse, extrait d'une plante oléagineuse, liquide à température ambiante et qui est insoluble dans l'eau. La matière grasse végétale est essentiellement constituée d'acide gras, le constituant de base des triglycérides. Il possède une fonction acide (-COOH) qui peut réagir par estérification avec trialcool (glycérol) pour former un triester (triglycéride).

Réaction de formation de triglycéride :

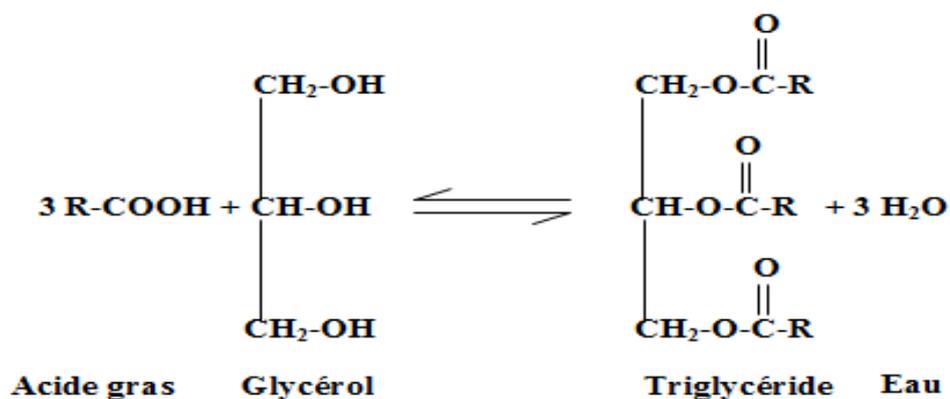


Figure IV.2 :Formation de triglycéride.

Les acides gras des triglycérides se différencient par sa longueur de chaîne, son degré d'insaturations et la présence d'autres fonctions chimiques. Ils peuvent être saturés, mono-insaturés ou polyinsaturés.

Tableau IV.1 : Acides gras de quelques huiles végétales.

| Désignation d'acide gras | Nombre d'atome de carbone | Formule de | Classe |
|--------------------------|---------------------------|--|---------------|
| Myristique | C14 | CH ₃ -(CH ₂) ₁₂ -COOH | Saturé |
| Palmitique | C16 | CH ₃ -(CH ₂) ₁₄ -COOH | Saturé |
| Oléique | C18 :1 ω9 | CH ₃ -(CH ₂) ₇ -CH=CH-(CH ₂) ₇ -COOH | Mono-insaturé |
| Linoléique | C18 :2 ω 6,9 | CH ₃ -(CH ₂) ₄ -(CH=CH CH ₂) ₂ -(CH ₂) ₆ -COOH | Poly-insaturé |
| Arachidonique | C20 :4 ω6, 9, 12,15 | CH ₃ -(CH ₂) ₄ -(CH=CH CH ₂) ₄ -(CH ₂) ₂ -COOH | Poly-insaturé |

Les huiles sont caractérisées par des caractéristiques chimiques de bases importantes : les indices d'iode (I_I), d'acide (I_a), de saponification (I_S) et l'indice de peroxyde (I_P).

IV.4.2. Dégradation des huiles de friture

En présence d'eau et d'oxygène, et à des températures élevées entre 160 °C et 180 °C, les triglycérides subissent un grand nombre de réactions indésirables et complexes. Elles peuvent être classées en trois grandes familles : l'oxydation, la polymérisation et l'hydrolyse [14].

a. Réactions d'oxydation

Le contact des huiles de cuisson à des températures élevées avec de l'oxygène de l'air provoque l'apparition d'arômes et de changements indésirables de leur couleur. Ces composés d'oxydation indésirables dérivent des hydroperoxydes, composés primaires de l'oxydation. Les réactions en chaînes responsables de leur formation sont autocatalysées, car initiées par l'apparition de composés radicalaires, issus eux-mêmes de l'oxydation des triglycérides. Les cations métalliques comme le fer ou le cuivre peuvent aussi initier et accélérer les réactions d'oxydation [15].

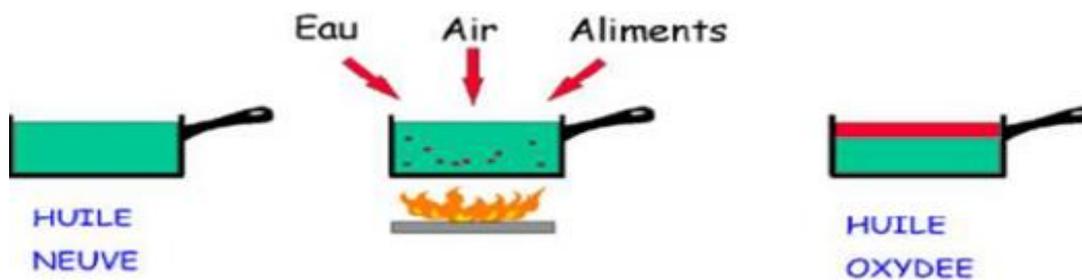


Figure IV.3 : Réaction de transformation des huiles vierges lors de la friture.

b. Réactions de polymérisation

Elles sont responsables de réarrangements inter et intramoléculaires qui sensibilisent l'huile de friture à l'oxydation et conduisent à l'augmentation de la viscosité. Des composés semblables à des résines peuvent alors mousser à la surface du bain de friture et sur les parois [16].

c. Réactions d'hydrolyse

Elles sont les plus nombreuses dans les conditions normales de friture. Le contact avec la vapeur d'eau conduit à la formation d'acides gras libres, de monoglycérides et de diglycérides : dite la formation de glycérol. La présence de résidus de produits de nettoyage caustique favorise les réactions d'hydrolyse [17].

IV.5. Huiles usées de cuisson comme source de biodiesel

- **Huiles usagées et environnement**

Comme toutes les activités économiques, le secteur de la restauration est un producteur de déchets et plus particulièrement des huiles alimentaires usagées, essentiellement des huiles de friture. Le rejet de ces résidus graisseux dans le réseau d'assainissement est un risque pour l'environnement et pour les installations de traitement des eaux. Ces huiles gênent le bon fonctionnement des stations d'épuration lorsqu'elles sont rejetées dans le réseau d'assainissement, ce qui entraîne un surcoût. Le déversement de ces huiles provoque de nombreuses nuisances à savoir l'obturation des canalisations, la difficulté de traitement des graisses en station d'épuration, la production d'odeurs nauséabondes et de gaz toxiques, la corrosion des canalisations et le déséquilibre de la faune et de la flore aquatique, d'où l'intérêt de les valoriser en biodiesel.

IV.6. Synthèse du biodiesel par transestérification

- **Définition**

La transestérification est un procédé chimique dans lequel une huile végétale ou animale est mélangée à un alcool (méthanol ou éthanol) en présence d'un catalyseur afin d'obtenir des esters méthyliques ou éthyliques communément appelé biodiesel et un sous-produit, la glycérine.

Le passage d'état d'huile à celui d'ester permet de réduire la masse moléculaire au tiers de celle de l'huile, réduire la viscosité, réduire la densité et augmenter sa volatilité.

- **Equation de la réaction de transestérification**

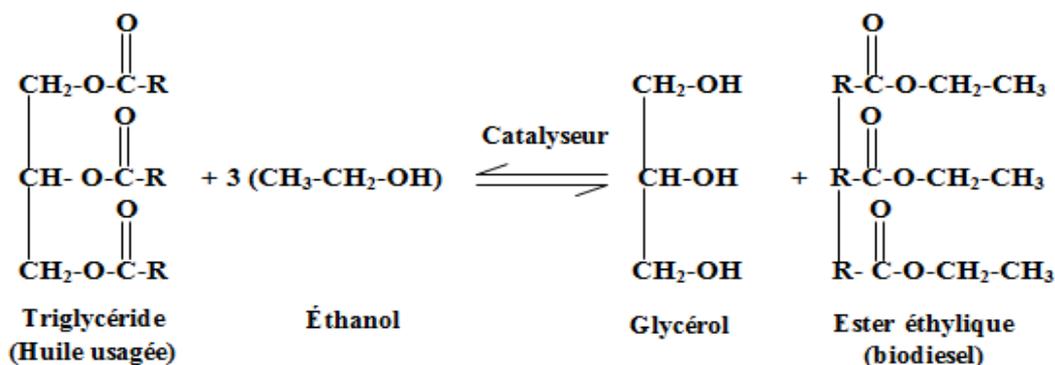


Figure IV.4 : Equation de transestérification.

IV.7. Processus de fabrication du biodiésel

Le biodiesel est produit à partir de l'huile par transestérification. Ce procédé modifie chimiquement la structure du corps gras (huile) à l'aide d'un alcool afin de former des composés de type ester, composante principale du biodiesel. Ce procédé comprend les étapes suivantes :

- **Réaction**

La production de biodiesel nécessite un réactif de type alcool (méthanol ou éthanol) ainsi qu'un catalyseur (hydroxyde de potassium ou hydroxyde de sodium) pour accélérer la réaction. Le catalyseur est dissous dans l'alcool à l'aide d'un agitateur. Le mélange alcool/catalyseur est mélangé par la suite dans un réacteur contenant l'huile.

La réaction s'effectue à une température environ 50 °C à 55°C afin d'en accélérer la vitesse.

- **Décantation**

La réaction génère deux nouveaux produits, le biodiesel (ester) et le glycérol. Ce dernier est plus dense que le biodiesel, les deux phases peuvent être séparées de façon gravitaire en soutirant le glycérol par le bas de l'ampoule à décanter.

- **Lavage du biodiesel**

Le biodiésel peut être purifié par lavage à l'eau afin d'éliminer des impuretés telle que la glycérine résiduelle, l'excès d'alcool, les traces de catalyseur. Le biodiesel ainsi produit est un liquide ambre-jaune d'une viscosité similaire au pétro diésel.

IV.8. Utilisation du biodiesel

Bien qu'il puisse être employé à l'état pur, appelé B100, on peut combiner le biodiesel au diesel afin de former un mélange. Ce mélange est composé de biodiesel et du diesel classique selon diverses concentrations (Bn). La lettre ' n ' fait référence au pourcentage de biodiesel compris dans le mélange. Plusieurs types de mélange sont commercialisés dont les plus fréquents sont le B2, B5, B20 et B100 [18].

On peut utiliser le biodiesel pour les moteurs au diesel dans plusieurs secteurs, y compris les véhicules routiers (parcs de véhicules, camions lourds), le matériel mobile et les véhicules hors route (matériel agricole, navires, locomotive), ainsi que dans plusieurs applications comme le matériel fixe (appareil de chauffage), un solvant écologique, composé de base pour la fabrication de sulfonâtes d'alcool gras, d'amides, de dimères d'esters.

IV.9. Avantages du biodiesel

La fabrication du biodiesel est une alternative de production de combustibles propres, biodégradables, non toxiques et renouvelables. Il offre un potentiel de réutilisation des déchets (huile usagée, graisses animales), il peut à la fois servir de carburant de remplacement au diesel conventionnel ou d'additif donc sert à limiter la consommation d'énergie non renouvelable. Le biodiesel entre dans les perspectives de la réduction des gaz à effet de serre (GES), permet de réduire plusieurs émissions d'échappement notamment le CO_2 . Ce dernier est capté ou absorbé par le processus de la photosynthèse des plantes. Ainsi le CO_2 est dans un « circuit fermé », contrairement au circuit des carburants fossiles, où il se retrouve émis dans l'atmosphère.

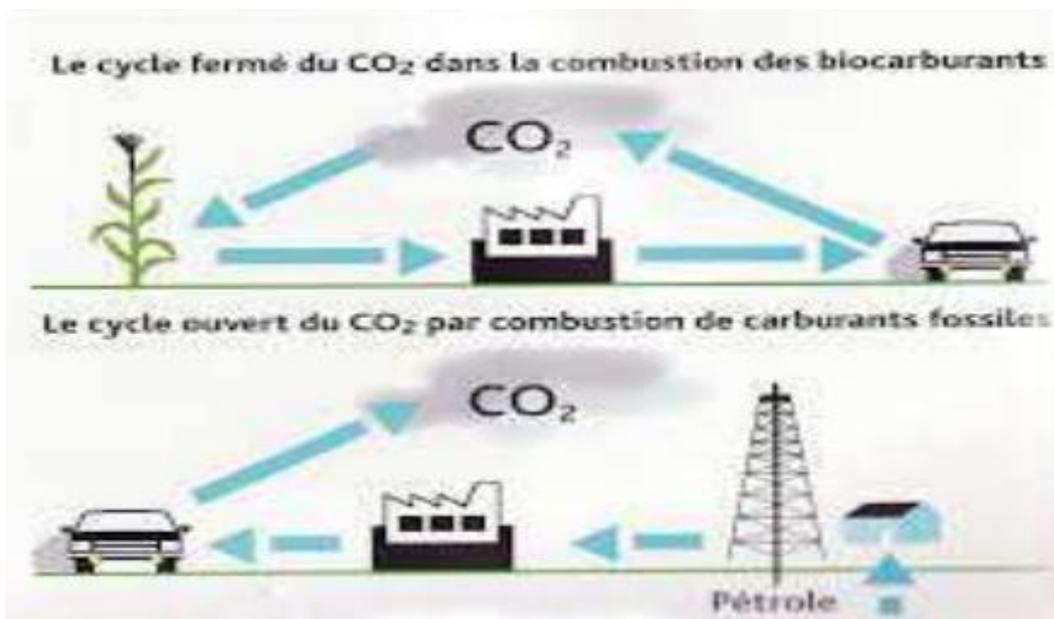


Figure IV.5 : Comparaison entre le cycle de CO_2 issu de la combustion des carburants fossiles et celui issu de la combustion des biocarburants [19].

Conclusion

Conclusion

L'industrialisation et l'essor des transports ont joué un rôle essentiel dans l'évolution de la société. Ces activités étaient synonymes de progrès, de modernité et d'enrichissement. Mais depuis, la prise de conscience quant aux conséquences environnementales n'a cessé de croître. Des quantités croissantes de gaz et de particules potentiellement nuisibles sont émises dans l'atmosphère et entraînent des dommages à la santé humaine et à l'environnement. Elles endommagent également, à long terme, les ressources nécessaires au développement durable de la planète.

Afin de lutter contre cette pollution et pour le souci de perdre les sources d'énergie fossiles, la science s'est intéressée à la recherche d'une nouvelle source d'énergie naturelle inépuisable accompagnée d'une technologie hors du pétrole et son raffinage a pour conséquence l'apparition des biocarburants, tels que le biodiesel provenant de la transestérification d'une huile végétale usagée.

Le biodiesel est un excellent carburant de remplacement du diesel pétrolier, la fabrication du biodiesel est une alternative de production de combustibles propres, biodégradables, renouvelables et non toxique.

En conclusion on peut dire que notre thème est un sujet d'actualité de grande valeur pour la protection de l'environnement, la récupération des HFU et le pouvoir de les valoriser en biodiesel comme substituant au diesel fossile qui constitue probablement la meilleure solution aux problèmes d'émission de gaz à effet de serre et de pollution urbaine.

Références Bibliographiques

- [1]: J. Nikiema, M. Heitz, 'Biodiesel. II. Production - A Synthesis', Canadian Journal of Civil Engineering, p 107 – 117, 2008.
- [2]: G. Knothe, J.H. Van Gerpen and J. Krahl, 'The Biodiesel Handbook', AOCS Press, Champaign, IL, 2005.
- [3] : J.P.WAUQUIER, « Le Raffinage du pétrole brut » Tome 1, Edition technique ; Paris 1994, p3-11.
- [4] : J.LAXALDE, « analyse des produits lourds du pétrole par spectroscopie infrarouge», thèse de doctorat, l'université de Lille 1, 16 Janvier2012.
- [5] :F.DJELTI, Contribution à l'étude des propriétés des asphaltènes, Mémoire de Magister, université ABOU-BEKR BELKAID-Tlemcen, 2012.
- [6] :J.Mager.Stellman, Encyclopédie de sécurité et de santé au travail, Volume 3, 2008, pages 1-4.
- [7] :H.COHERGUE, Modélisation cinétique du reformage catalitique sur pt-sn/A1203, 2001, page 287.
- [8] :<https://www.ufip.fr/activites/raffinage/comment-fonctionne-une-raffinerie>.
- [9] :J.C.GRUIBET, Carburants et moteurs. Tome 1, Edition Technique, Paris, 1997, page 393.
- [10] :P.CISS, étude de l'utilisation du diesel oil dans les moteurs diesel turbocompresseurs aux ics plate-forme darou, Diplôme d'Ingénieur de Conception, école supérieure polytechnique, 2002-2003, P 30-35.
- [11] :Ministère d'énergie et des mines Algérie 2019
- [12] :A.Vincent. Conception et simulation d'un réacteur fil-cylindre à décharge couronne avec barrière diélectrique adaptée au traitement des oxydes d'azote dans des effluents marqués par un isotope, thèse de doctorat, l'université de paris Pierre et marie curie, 2002.
- [13]:C.Dobarganes. Formation and analysis of high molecular-weight compounds in frying fats and oils. OCL, Volume 5, 1998, p 41-47.
- [14]: SL. Melton, S. Jafar, D. Sykes, MK. Tigriano, Review of stability measurements for frying oils and fried food flavour. J. Am. Oil Chem. Soc, 71, p1301-1308, 1994.
- [15]: E.G, Perkins. The analysis of frying oils and fats and oils.J. Am. Oil Chem. Soc, 65, p 520-525, 1988.

Références Bibliographiques

[16]: S.G, Stevenson,M.VaiseyGenser, N.A.M.Eskin, Quality control in the use of deep frying oils, p 1102-1108, 1984.

[17] : La production de biodiesel à partir de cultures oléagineuses, Publication no EVC 031National Biodiesel Board. 2007. Specification for biodiesel (B100) – ASTM D6751-07b.

[18] :Gouvernement de l'Alberta. Biodiesel overview. 2007.

[19] :M.Amrani, Simulation du procédé de fabrication du biodiesel à partir des graisses jaunes. Revue des Energies Renouvelables ICRES-07, p295,2007.

ANNEXE

I. Raffinerie d'Arzew (RA1Z)

1. Historique

La raffinerie d'Arzew représente pour l'Algérie l'une des réalisations industrielles les plus importantes en Afrique du Nord. Les appels d'offres ont été lancés en juin 1968, et le contrat de construction a été signé le 31 juillet 1969, avec la société japonaise JGC (Japon Gazoline Corporation).

Le démarrage des unités s'est fait en juillet 1972, et l'inauguration officielle a eu lieu le 16 juin 1973.

2. Situation

La raffinerie RA1Z est une entreprise publique, située dans la zone industrielle d'Arzew sur le plateau d'El-MOHGOUN à 2 Km d'Arzew et occupe une surface de 170 Hectares.

3. Capacité et produits de la raffinerie

La capacité de production de la raffinerie est de 3.75 millions de tonnes de pétrole brut et environ 186 000 tonnes de Brut Réduit Importé. Sa production annuelle en produits finis avoisine les quantités suivantes :

Tableau I: Bilan matières de la raffinerie d'Arzew (RA1Z).

| RA1Z | Capacité design avant réhabilitation (Tonnes/an) | Capacité design post réhabilitation (Tonnes/an) |
|-----------------------|--|--|
| Traitement | | |
| Pétrole brut | 2500 000 | 3 750 000 |
| brut réduit importé | 292 000 | 292 000 |
| Production | | |
| Propane | 30 000 | 77 422 |
| Butane | 70 000 | 12 784 |
| Total GPL | 100 000 | 90 206 |
| Essence normale | 490 000 | 200 000 |
| Essence super | 80 000 | 300 000 |
| Total Essences | 570 000 | 500 000 |
| Naphta | 200 000 | 460 747 |

II. Raffinerie de Skikda (RA1K)

1. Historique

Cette raffinerie a été construite en janvier 1976 à la suite d'un contrat signé le 30 avril 1974 entre le gouvernement algérien et le constructeur italien SNAM PROGETTI et SAIPEM, la mise en vigueur dudit contrat fut une année après (le 11 mars 1975) avec l'assistance de trois principales sociétés nationales: SONATRO, SONATIBA et SNMETAL.

Le démarrage du chantier a commencé le 02 janvier 1976, et pris la fin de mars 1980.

Il faut noter qu'il y a deux nouvelles unités, construites par la société japonaise JGC, ces deux unités sont : l'unité de prétraitement et de reforming catalytique (Platforming U103) et l'unité de traitement et séparation des gaz (U104), ces deux unités ont démarré en octobre 1993.

2. Situation

La raffinerie de Skikda est située dans la zone industrielle à 7 km à l'est de Skikda et à 2 km de la mer, elle est aménagée sur une superficie de 190 hectares.

Le transport du pétrole brut est réalisé à l'aide d'un pipeline de 27" de diamètre, la distance entre les champs pétroliers et la raffinerie de Skikda est de 640 km

3. Capacité et produits de la raffinerie

La raffinerie de Skikda, a une capacité de traitement de pétrole brut de 16,5 millions de Tonnes par an, et de 260 000 tonnes de Brut réduit importé.

Les produits de la raffinerie sont représentés dans le tableau suivant:

Tableau II : Bilan matières de la Raffinerie de Skikda (RA1K).

| RA1K | Capacité design avant réhabilitation (Tonnes par an) | Capacité design post réhabilitation (Tonnes par an) |
|---------------------|---|--|
| Traitement | | |
| Pétrole brut | 15 000 000 | 16 500 000 |
| brut réduit importé | 277 000 | 277000 |
| Production | | |
| Propane | 134 400 | 149 152 |
| Butane | 473 600 | 598 616 |
| GPL | 608 000 | 747 768 |
| Essence normale | 115 000 | 800 000 |
| Essence super | 1 603 000 | 1 335 400 |

| | | |
|-----------------------|-------------------|----------------|
| Total Essences | 1 718 000 | 2 135 400 |
| Naphta | 1 943 000 | 2 009 120 |
| Kérosène | 1 500 000 | 1500000 |
| Gasoil | 3 622 000 | 4 713 968 |
| Fuel BTS | 4 908 000 | 4 647 664 |
| Fuel HTS | 130 000 | 100 000 |
| Benzène | 90 000 | 197 100 |
| Toluène | 5 000 | 16 900 |
| Paraxylènes | 38 000 | 220 100 |
| Aromatiques | 133 000 | 434 100 |
| Bitume | 145 000 | 145 000 |
| TOTAL | 14 707 000 | 453 036 |

4. Unités de production

La raffinerie de Skikda est composée de plusieurs unités réparties comme suit :

- Deux unités de distillation atmosphérique, Topping (U10/11).
- Trois unités de séparation et de traitement des gaz (U30/31/104).
- Une unité de reforming catalytique1 : Magnaforming (U100).
- Une unité de reforming catalytique2 : Platforming (U103).
- Une unité de purification d'hydrogène (U900).
- Deux unités d'isomérisation : ISOM 1(U700/U701), ISOM2 (U702/U703)
- Une unité d'extraction des aromatiques (U200).
- Une unité de splitting et cristallisation du paraxylène (U400).
- Une unité d'isomérisation de xylène (U500).
- Une unité de production des bitumes (U70) : section distillation sous vide, section oxydation.

5. Schéma de la raffinerie de Skikda RA1K

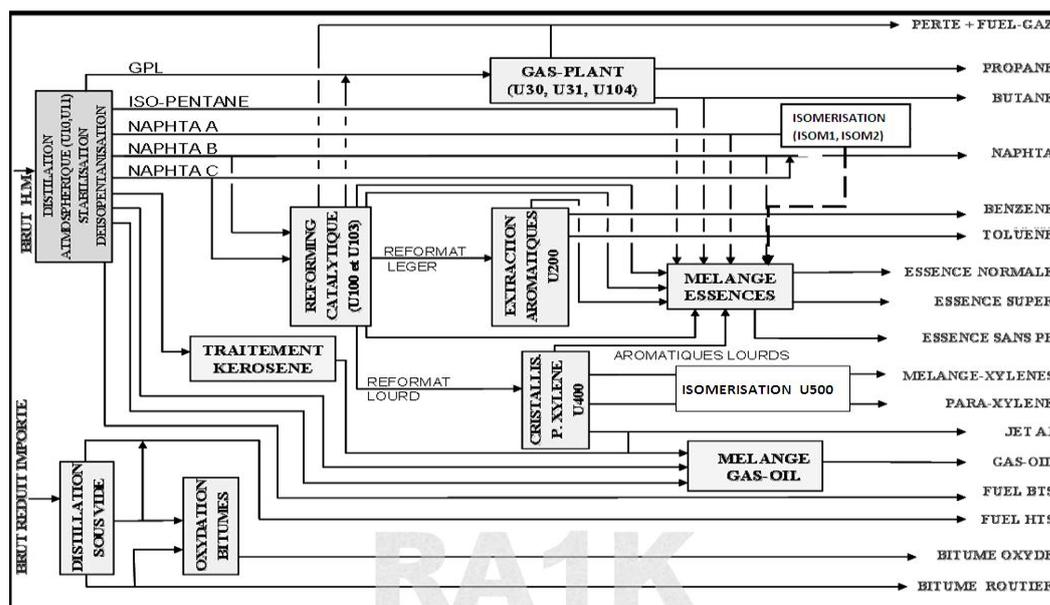


Figure II : Schéma de la Raffinerie de Skikda RA1K.

III. Raffinerie de Topping de condensât (RA2K)

1. Historique

Le contrat pour la réalisation de la raffinerie de Topping de condensat a été décroché le 10 Mai 2005 par China National Petroleum Corporation (CNPC).

- Le 01 Décembre 2005 : Entrée en vigueur du contrat ;
- Le 25 juillet 2009 : Démarrage des unités Process ;
- Le 14 Janvier 2010 : Réception Provisoire.

2. Situation

Le complexe Topping de Condensat (RA2K) est situé dans l'enceinte de la zone industrielle de Skikda, à l'Est de la ville de Skikda, en dehors du tissu urbain, dans le périmètre de l'ancien aéroport.

3. Capacité et produits de la raffinerie

Sa capacité de traitement est de 5 millions de tonnes par an de Condensât, en vue de produire le Butane, le Naphta, le Kérosène, le Gasoil léger et le Gasoil lourd tout en respectant les normes de plus en plus exigées par le marché mondial.

Tableau III: Bilan matières de la Raffinerie Topping Condensat Skikda (RA2K).

| RA2K | Capacité design (Tonnes par an) |
|-------------------|---------------------------------|
| Traitement | |
| Condensat | 5000 000 |
| Production | |
| Butane | 111 900 |
| Naphta | 4 038 100 |
| Kérosène | 425 600 |
| Gasoil | 415 100 |
| TOTAL | 4 990 700 |

4. Unités de production

Le complexe est constitué principalement d'une :

- Unité de distillation atmosphérique de Condensât.
- Unité de stabilisation de Naphta.
- Unité de séchage de Butane.
- Unité de purification et de traitement de Kérosène.

5. Schéma de la Raffinerie de Condensât RA2K.

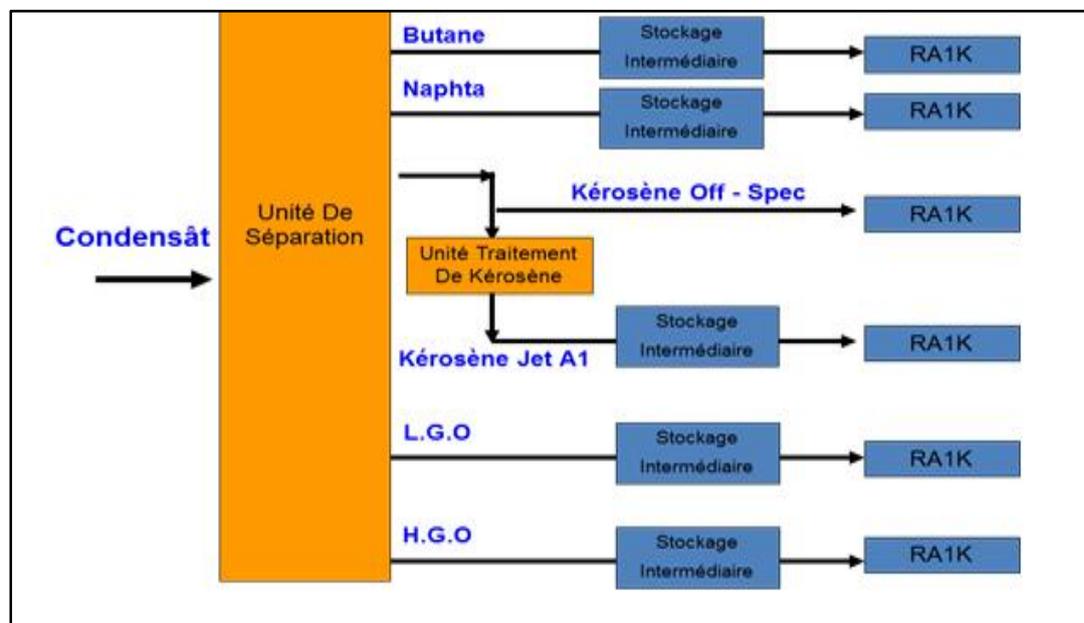


Figure III : Schéma de la Raffinerie de Condensât RA2K.

IV. Raffinerie d'Adrar (RA1D)

1. Historique

Le démarrage de la construction de la raffinerie par CNPC (Chine) est en juillet 2004, et a été mise en service en mai 2007.

2. Situation

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

3. Capacité et produits de la raffinerie

La capacité annuelle de traitement de la raffinerie de SBAA est de 600 000 tonnes, l'alimentation en pétrole brut se fait à partir des gisements du bassin de Touat.

Tableau IV : Bilan matières de la Raffinerie Adrar (RA1D).

| RA1D | Capacité design (Tonnes par an) |
|-------------------|--|
| Traitement | |
| Pétrole Brut | 6 00 000 |
| Production | |
| Propane | 14800 |
| Butane | 32000 |
| Essence super | 10000 |
| Essence normale | 209100 |
| Kérosène | 30 000 |
| Gasoil | 241800 |
| TOTAL | 537 700 |

4. Unités de production

La raffinerie d'Adrar est composée de plusieurs unités réparties comme suit :

- Unité de distillation atmosphérique, Topping (CDU).
- Unité de séparation et de traitement des gaz (GSU).
- Une unité de reforming catalytique (CRU).
- Une unité de craquage catalytique (RFCC).

5. Schéma de la Raffinerie d'Adrar RA1D

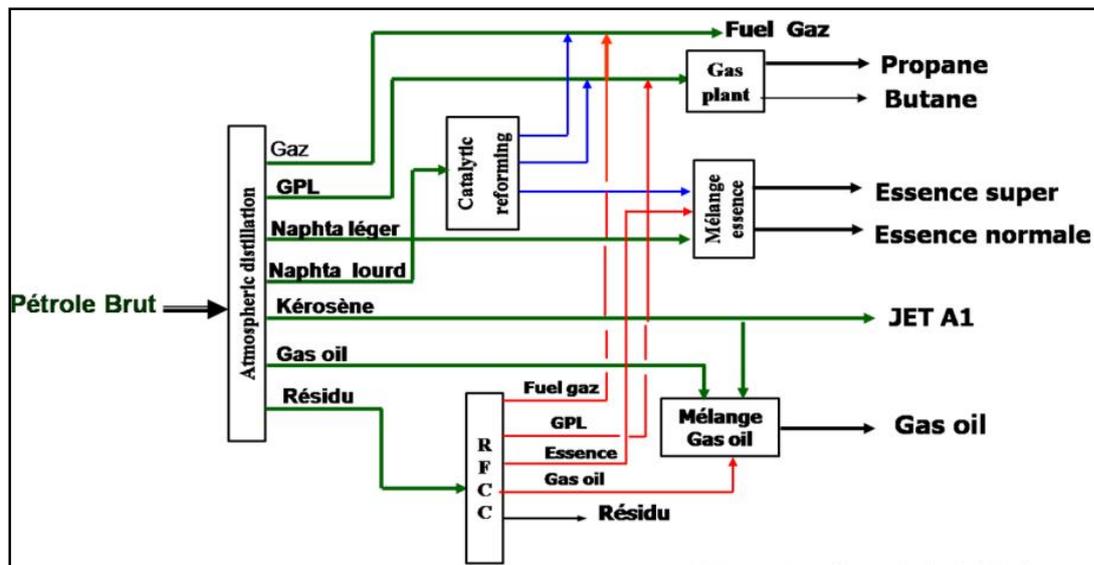


Figure IV : Schéma de la Raffinerie d'Adrar RA1D.

V. Raffinerie de Hassi Messaoud (RHM)

Implantée au niveau du champ de Hassi Messaoud pour répondre aux besoins du sud du pays en carburants, cette raffinerie se compose de :

- L'ancienne raffinerie (RHM1) : de capacité de 166 500 tonnes /an, mise en service en 1962.
- La nouvelle raffinerie (RHM2) : de capacité de 1 070 000 tonnes /an, mise en service en 1979.

La nouvelle raffinerie de HASSI MESSAOUD RHM2 a été conçue en 1979, a été étudiée pour traiter 1 070 000 tonnes/an du brut de HASSI MESSAOUD pour satisfaire la demande en gasoil de la région sud-est du pays, ainsi pour alimenter le parc d'automobiles et de l'aviation en carburants.

Les capacités de production cas design est :

- Essence super : 42 000 tonnes /an.
- Essence normale : 42 000 tonnes /an.
- Kérosène : 40 500 tonnes /an.
- Gasoil : 412 000 tonnes /an.

Elle est composée de quatre unités :

- Unité 200 Distillation atmosphérique (Topping).
- Unité 300 Prétraitement du naphta.
- Unité 800 Reforming catalytique.
- Unité 900 Stockage et utilité.

Résumé

Les déchets organiques composées essentiellement de triglycérides peuvent être convertis en biocarburant pour les moteurs. Pour cela, une adaptation des propriétés de l'huile est requise. La transformation de ces déchets en biodiesel est très prometteuse vu sa compatibilité avec les moteurs diesel et ses caractéristiques très proches du gazole. Dans le présent travail, les déchets des huiles de friture sont considérés comme une source d'énergie pour les moteurs diesel. Pour cela, nous avons utilisé la transestérification comme procédé de valorisation de ces déchets en biocarburant.

Mots clés : biodiesel, transestérification, l'huile de friture usagée.

ملخص

يمكن تحويل النفايات العضوية المكونة أساساً من الدهون الثلاثية إلى وقود حيوي للمحركات. لهذا يلزم تعديل خصائص الزيت. يعتبر تحويل هذه النفايات إلى وقود حيوي واعد للغاية نظراً لتوافقه مع محركات الديزل وخصائصه المشابهة جداً للديزل. في العمل الحالي، تعتبر زيوت القلي كمصدر للطاقة لمحركات الديزل. للقيام بذلك، استخدمنا الأسترة التبادلية كعملية لترقية هذه النفايات إلى وقود حيوي.

الكلمات المفتاحية : وقود الديزل الحيوي، الأسترة، زيت القلي المستعمل.

Abstract

Organic wastes composed mainly of triglycerides can be converted into biofuel for engines. For this, an adaptation of the properties of the oil is required. The transformation of this waste into biodiesel is very promising given its compatibility with diesel engines and its characteristics very similar to diesel. In the present work, waste frying oils are considered as a source of energy for diesel engines. To do this, we used transesterification as a process for upgrading this waste into biofuel.

Keywords: biodiesel, transesterification, used frying oil.