

Licence Sciences et Techniques (LST)

# GENIE CHIMIQUE

## PROJET DEFIN D'ETUDES

**Présentation du processus de Raffinage du pétrole à la  
Société Africaine de Raffinage (SAR) au Sénégal : Du brut  
aux produits finis**

Présenté par :

◆ **IBRAHIMA FALL DIOUF**

Encadré par :

◆ **Mr BABACAR GAYE (SAR)**

◆ **Pr OUAFAE SQALLI (FST)**

**Soutenu Le 07 Juillet 2021 devant le jury composé de :**

- **Pr OUAFAE SQALLI**
- **Pr HOURIA MISBAHI**
- **Pr ELHOSSINE EL GHADRAOUI**

**Année Universitaire 2020 / 2021**

## **REMERCIEMENTS**

**A la clôture de ce travail, je tiens à exprimer dans un premier temps ma profonde gratitude à l'endroit de mon encadrante Madame SQALLI, qui dès le début m'a associé sur le choix du sujet et m'a suggéré de spécifier mon travail sur une société de mon pays. Je suis très reconnaissant pour son énorme soutien qu'elle n'a cessé de manifester tout au long de la période du projet.**

**Je tiens également à remercier mon encadrant de la société monsieur Babacar GAYE pour le temps qu'il m'a consacré et pour les précieuses informations qu'il m'a prodiguées avec intérêt et compréhension, malgré que le stage se tenait à distance.**

**Je souhaite témoigner de la richesse de cette année au travers d'un corps professoral passionné, déterminé et qui a toujours su manifester son soutien. Je remercie toutes ces personnes qui ont contribué au renforcement de mes connaissances et qui m'ont donné les outils indispensables à la poursuite de mes études.**

**Et à toutes les personnes, qui de près ou de loin, ont participé à l'élaboration de ce projet**

## **DEDICACES**

**Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui, quels que soit les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère .**

**A mes parents,**

**Pour toute l'affectation et l'encouragement qu'ils m'ont prodigués malgré leur lourde responsabilité, rien ne pourrait compenser ces sacrifices sauf les sentiments d'autosatisfaction et le bonheur de voir les efforts récompensés par mes réussites.**

**A mes frères,**

**En témoignage des liens solides et intimes qui nous unissent tout en vous souhaitant un avenir plein de succès et de bonheur.**

**A ma grande mère et mes oncles qui ont cru en moi et qui me donnent l'envie d'aller en avant, je vous remercie tous, votre soutien et vos encouragements me donnent la force de continuer.**

**A tous mes amis, en témoignage de l'amitié sincère qui nous a liées et des bons moments passés ensemble. Je vous dédie ce travail en vous souhaitant un avenir radieux et plein de bonnes promesses**

## **TABLES DES MATIERES**

REMERCIEMENTS

DEDICACE

LISTES DES FIGURES

LISTES DES TABLEAUX

LISTES DES ABREVIATIONS

INTRODUCTION GENERALE.....	01
CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA SAR	
I/ Historique .....	03
II/ Organigramme .....	04
III/ Fiche technique.....	05
IV/ Situations et Activités de la SAR .....	06
V/ Perspectives de la SAR.....	06
CHAPITRE II : GENERALITES SUR LE PETROLE	
I/ Définition .....	06
II/ Origine.....	09
III/ Caractéristiques .....	09
CHAPITRE III : PROCESSUS DE RAFFINAGE A LA SAR	
INTRODUCTION.....	12
I/ PROCEDES DE SEPARATION	
I-1/ Prétraitement (desselage).....	13
I-2/ Distillation atmosphérique .....	15
I-3/ Distillation sous vide .....	18
II/ PROCEDES DE CONVERSION	
II-1/ Reformage catalytique.....	20
II-1-1/ Section de prétraitement .....	20
II-1-2/ Section réactionnel .....	21
II-2/ Traitement de la coupe kérosène.....	22
II-2-1/ Hydrotraitement.....	22
II-2-2/ Traitement d'adoucissement .....	22
III/ PROCEDES D'AMELIORATION.....	23
Coupe d'essence au niveau de la colonne C105 et C106	
CONCLUSION .....	26

## **LISTES DES FIGURES**

Figure 1 : Part des actionnaires de la SAR

Figure 2 : Schéma des procédés de raffinage

Figure 3 : Procédé de dessalage

Figure 4 : Fractionnement du pétrole brut en fonction des températures d'ébullition

Figure 5 et 6 : Procédés de distillation atmosphérique

Figure 7 : procédé de distillation sous vide

Figure 8: Schéma du procédé d'hydrodésulfuration

Figure 9 : Réaction de déshydrogénation (naphtène →benzène)

Figure 10 : Traitement de l'essence totale

## **LISTES DES TABLEAUX**

Tableau 1 : Fiche technique de la SAR

Tableau 2 : Les pourcentages de produits finis en fonctions des bruts BTS

Tableau 3 : Les pourcentages de produits finis en fonctions des bruts HTS

Tableau 4 : Les produits dérivés du pétrole en fonction du nombre de carbone et des températures d'ébullition

## **LISTES DES ABREVIATIONS**

**SAR** : Société Africaine de Raffinage

**SAP** : Société Africaine des Pétroles

**PC** : Poste de Contrôle

**API** : American Petroleum Institute

**ISO** : Organisation International de Normalisation

**SIES** : Système International d'EVALUATION de la Sécurité

**HDL** : Hydrodésulfuration du Gasoil

**TER** : Train Express Régional

**BTS** : Basse Teneur en Soufre

**HTS**: haute Teneur en Soufre

**TBTS** : Très Basse Teneur en Soufre

**SENELEC** : Société National D'Electricité du Sénégal

**JET A-1** : Carburant pour les avions

**LPG** : Gaz de Pétrole liquéfiés

**C 105**: Colonne 105

**C 106** : Colonne 106

**C** : Colonne

**D** : Ballon

**E** : Changeur, condenseur, réfrigérant

**K** : Compresseur

**T** : Réservoir

**G** : Pompe

**M** : Mélangeur

**V** : Moteur

**F** : Four

**GO** : Gasoil atmosphérique

**GOsv** : Gasoil sous vide

**GoT**: Gasoil total= GO + GOsv

**GoL**: Gasoil lourd

**RSV**: Résidu sous vide

**Unité 800** : Merox (adoucissement du Kérosène)

**Ess.T**: Essence totale

## **INTRODUCTION**

Ce travail s'inscrit dans le cadre du projet de fin d'étude indispensable pour compléter les compétences académiques acquises au cours de notre formation à la Faculté des Sciences et Techniques de Fès.

Ce travail théorique m'a permis d'acquérir des connaissances approfondies dans le domaine du raffinage du pétrole (transformation du brut jusqu'à l'obtention de produits à haute valeur commerciale).

En fait depuis sa création, la SAR, doyenne des raffineries dans la sous-région ouest-africaine ne cesse d'accroître son potentiel sur le marché du pétrole. Important son brut en provenance du Nigéria (brut de MERA), la raffinerie pierre angulaire de l'économie sénégalaise, est aujourd'hui plus que jamais confrontée à des défis majeurs liés aux découvertes importantes de gisement de pétrole. Actuellement, le Sénégal compte une trentaine de blocs en onshore et offshore dont 9 compagnies y opèrent en exploration- production des hydrocarbures.

En effet avec ces prestigieuses découvertes, la SAR n'aura plus besoin d'importer mais se servira plutôt de son brut pour alimenter le pays de produits finis du pétrole tels que l'essence, le gasoil, le butane,

C'est d'ailleurs dans ce contexte particulier que nous avons décidé d'orienter notre travail sur cette entreprise particulièrement sur le processus de raffinage qui s'y fait.

Ainsi pour mieux aborder le sujet, nous avons scindé le rapport en trois grands chapitres :

Le premier présente l'historique de la SAR et identifie la société ; ses services ainsi que les activités qu'elle exerce.

Le second explique de manière sommaire le pétrole (définition, origine, caractéristiques)

Le troisième est consacré au processus de raffinage (séparation, conversion, amélioration)

# CHAPITRE I :

## PRESENTATION DE LA SAR



**SOCIÉTÉ  
AFRICAINNE  
DE RAFFINAGE**

## I/ HISTORIQUE <sup>[1]</sup>

La création de la Société Africaine de Raffinage (SAR) date d'avril 1961 sur l'initiative du gouvernement sénégalais et de la Société Africaine des Pétroles (SAP) et avec la participation des sociétés pétrolières opérant dans la distribution des produits finis comme Elf, Total, Shell et Mobil.

La superficie totale est estimée à 32 hectares pour une superficie totale de 60 ha. Les travaux de construction ont débuté en juin 1962 pour se terminer en 1963. La production a commencé avec une distillation atmosphérique et un reformeur catalytique d'une capacité de 600.000 tonnes.

Le 27 janvier 1964, elle fut inaugurée par son excellence Léopold Sédar SENGHOR. La capacité passe en 1975 à 750.000 tonnes suivie d'un remodelage de la distillation atmosphérique et la capacité augmentait à 900.000 tonnes. En 1983 la raffinerie subit une extension

- par la construction d'une distillation sous vide ;
- l'augmentation de la taille du dessaleur ;
- la construction d'une unité de traitement du kérosène appelée Mérox ;
- l'augmentation de la capacité du reformeur ;
- l'extension de la centrale électrique par adjonction de 02 groupes électrogènes de 1800KW.

Cette extension porte la capacité à 1.200.000 tonnes.

En 1987, il y'a eu l'installation d'une conduite numérique TDC 2000 pour la récupération du butane issu du reformeur et 1996-1997, l'extension du réseau incendie avec :

- la mise en place d'une nouvelle pompe d'eau ;
- la construction d'un réservoir d'eau de 12000 m<sup>3</sup> ;
- l'installation d'une boucle incendie de 20 pouces ;
- la mise en place du D518, cistarne de stockage de butane de 2000 m<sup>3</sup> ;
- la réalisation d'un sea-line et d'un pipe-line de 8 pouces pour la réception de butaniers de 5000 tonnes ;
- la construction et équipement d'un PC (Poste de Contrôle) sécurité avec commande

des pompes à distance.

La SAR a, dès le début de ses activités, compris que son développement et sa stabilité devaient passer par des installations fiables, de bonnes conditions de travail et une gestion rationnelle de ses ressources humaines qui se traduisent par des stages de perfectionnement, séminaires,

subventions d'étude, etc. C'est ainsi qu'elle a continué ses investissements avec l'implantation d'un bassin moderne de traitement des eaux d'effluent pour la protection de l'environnement en 2003 qui vient compléter le travail de l'écumeur au niveau du bassin API ; la construction en 2005 d'une salle de contrôle anti-explosion « blast-proof » conforme aux normes internationales de sécurité avec une modernisation de la conduite des installations qui passe du pneumatique au numérique. Toutes ces initiatives ont contribué à la reconnaissance internationale de la S.A.R qui a reçu le 21 septembre 2004 la certification de l'ensemble de ses activités à la norme ISO 9001 version 2000. Elle a aussi atteint le niveau 6 dans l'application du Système Internationale d'Evaluation de la Sécurité (S.I.E.S) pour le renforcement de la sécurité des personnes et des biens depuis le 18 avril 2005.

## II/ ORGANIGRAMME <sup>[1]</sup>



**DECRAENE**  
**Marième NDOYE**  
Directrice Générale



**SARR**  
**Momar**  
DGA



**KEBE**  
**Daouda**  
Directeur technique



**DIOP**  
**Papa Moctar**  
Directeur commercial



**SOW**  
**Omar Yaya**  
Directeur financier



**DIAKHATE**  
**Babacar**  
Directeur des RH/AJ

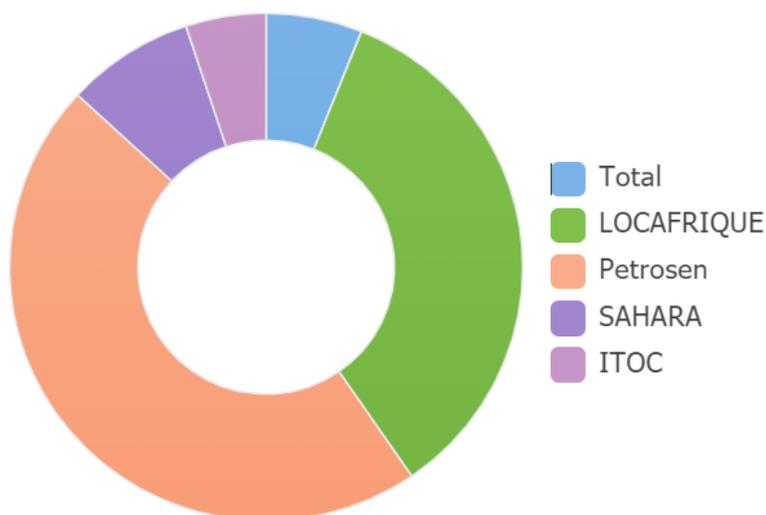
### III/ FICHE TECHNIQUE <sup>[1]</sup>



SOCIÉTÉ AFRICAINE DE RAFFINAGE

Sigle	SAR
Raison sociale	Société Africaine de Raffinage
Adresse	Route de Rufisque
Ville	Dakar
Pays	Sénégal
Activité	Raffinage du pétrole, approvisionnement du marché en produits pétroliers
Capital	1.730.000.000 FCFA
Capacité de production	1 200 000 000 tonnes
Actionnariat	Total 07% – Petrosen : 46% – Locafrique : 34% -Sahara Energy 08% -Itoc 05%

**Tableau 1:** Fiche technique de la SAR



**Figure 1:** Part des actionnaires de la SAR

#### **IV/ Situation et activités de la SAR**<sup>[1]</sup>

Son siège se trouve au Boulevard de la République à Dakar et l'usine est située à 18km de Dakar sur la route de Rufisque (Boulevard du centenaire de la commune de Dakar), dans la zone franche industrielle. La SAR est cependant divisée en zones :

- zone A : qui est la zone de stockage du brut avec 6 grands réservoirs
- zone B : elle comporte 5 unités qui sont la distillation atmosphérique, la distillation sous vide, le mérox, le reforming catalytique et enfin les utilités.
- zone C : zone de stockage des produits finis ou semi-finis
- zone D : qui est constituée de la zone de maintenance, du bureau préparateur, du magasin général, des achats des produits non pétroliers, de la sécurité et de l'informatique.
- Zone E : zone administrative, restaurant ; salle de formation et infirmerie.

Les activités majeures de la SAR sont le raffinage du pétrole brut et l'approvisionnement du marché sénégalais en produits pétroliers. Les produits mis à la disposition des distributeurs sont entre autres : le butane, essence ordinaire, essence super, le pétrole lampant, le carburacteur, le kérosène adouci, le gasoil, le diesel oil et enfin le fuel oil. Cependant la SAR assure la transmission de ces derniers aux sociale du pays mais aussi dans l'indépendance énergétique de ce dernier.

#### **V/ PERSPECTIVES DE LA SAR**<sup>[1]</sup>

##### **► AXE PRODUCTION**

- Extension de la distillation de 1,2 à 1,5 millions de Tonnes/an avec l'ajout d'une unité de Préflash lors de l'arrêt réglementaire de 2021;
- Extension du reforming de 14 à 18T/h. (compatible avec l'augmentation de la production de butane);
- Choix d'un catalyseur approprié pour augmenter la production de butane (minimum 60KT/an);
- Construction d'une unité d'hydrodésulfuration du gasoil (HDC) qui pourra garantir l'accès à des bruts plus sulfureux (moins chers sur le marché) et intégrer la demande portant sur du gasoil à bas taux de soufre (nouvelles spécifications AFRI/4 et AFRI/5.

Dans le long terme faire l'extension de la distillation de 1,5 à 3,5 millions de tonnes/an afin de satisfaire le marché sénégalais et une partie de la sous-région.

► AXE APPROVISIONNEMENT

Dans une perspective d'adaptation de l'outil industriel au regard du nouveau contexte de découvertes de pétrole et de gaz, la SAR ambitionne dans le moyen terme de procéder :

A la construction d'un sea-line de produits blancs pour accueillir à Mbao, des navires de Gasoil-Kérosène et Supercarburant ;

-Au dédoublement du sea-line au poste d'amarrage de butane pour sécuriser l'approvisionnement du pays ;

-A la sécurisation et au dévoiement du système d'expédition par pipelines de produits finis vers les dépôts pour donner suite à l'implantation du Train Express Régional (TER)

-A la construction d'un bac de brut à toit flottant de 50.000 m<sup>3</sup>, d'un bac de gasoil de 4500m<sup>3</sup>, d'un bac de FO de 4500 m<sup>3</sup> et d'un bac d'essence de 3000m<sup>3</sup>.

## CHAPITRE II :

# GENERALITES SUR LE PETROLE



## **I/ DEFINITION**

Le pétrole est un combustible fossile dont la formation date d'environ 20 à 350 millions d'années. Dérivé du latin Petra et oléum, "soit huile de pierre", le pétrole se définit comme étant une huile minérale naturelle combustible, d'une odeur caractéristique, d'une densité variant de 0,8 à 0,95, il est formé majoritairement composé d'hydrocarbures (85% de carbone, 10% d'hydrogène) et de matières organiques soufrées, azotées et oxygénées.

## **II/ ORIGINE**

Le pétrole a pour origine la substance des êtres, animaux ou végétaux, vivant à la surface du globe et particulièrement en milieu aquatique. La matière organique ainsi produite se dépose au fond des mers et des lacs et est incorporée aux sédiments. La transformation de la matière organique en pétrole s'échelonne sur des dizaines de millions d'années, en passant par une substance intermédiaire appelée kérogène. Le pétrole produit peut ensuite se trouver piégé dans des formations géologiques particulières, appelées « roches-réservoirs » constituant les gisements pétrolifères « conventionnels » exploités de nos jours.

## **III/ CARACTERISTIQUES** <sup>[2]</sup>

Chaque réservoir de pétrole par le monde fournit une huile qui a ses caractéristiques propres : comme il n'y a pas deux êtres humains exactement semblables, il n'y a pas deux champs de pétrole qui fournissent exactement le même liquide. L'origine du pétrole aura donc son importance pour :

- ▶ La production des produits « finis » (adaptation des marchés)
- ▶ Les procédés d'exploitation
- ▶ L'analyse des risques

Le pétrole diffère d'un puit à un autre du fait des caractéristiques différents tant sur la teneur en soufre, sur la viscosité, sur la masse volumique ainsi que sur les pourcentages en gaz, en essence, en kérosène, en gasoil, distillat, .....

Ci-dessous des tableaux illustratifs (tableaux 2 et 3)

Bruts BTS Rendement Distillation	% gaz	%essence	%Kérosène	% gasoil	%distillat	% résidu	Masse volumique
ARZEW	3,1	20,8	18,2	34,0	13,7	10,2	0,809
NIGERIAN MEDIUM	0,5	5,4	9,5	46,2	20,5	17,6	0,895
NIGERIAN LIGHT	2,0	16,7	15,5	35,1	20,2	10,2	0,835

**Tableau 2** Les pourcentages de produits finis en fonctions des bruts BTS <sup>[2]</sup>

Bruts HTS Rendement Distillation	% gaz	%essence	%Kérosène	% gasoil	%distillat	% résidu	Masse volumique
OURAL	1,3	13,8	11,6	29,6	15,2	28,5	0,860
ARABIAN LIGHT	1,2	14,2	13,2	31,3	14,5	25,5	0,853
MURBAN	1,2	16,6	17,0	30,8	18,5	15,9	0,828

**Tableau 3** Les pourcentages de produits finis en fonctions des bruts HTS <sup>[2]</sup>

## **CHAPITRE III :**

# **PROCESSUS DE RAFFINAGE**



## INTRODUCTION

Le raffinage fait partie d'un ensemble de pratiques dans l'industrie pétrolière. Il est en effet en bout de chaîne d'un long processus partant de l'exploration en passant par le forage et la production. Le raffinage par définition est une technique de fractionnement permettant la séparation du pétrole brut en plusieurs produits finis ou semi-finis. Une raffinerie se compose essentiellement de :

- l'ensemble des unités de traitement où se déroule la séparation du pétrole en fractions ;
- les utilités qui sont l'ensemble des unités de production de combustible d'électricité ;
- de vapeur, d'eau de réfrigération ; d'eau douce, d'air comprimé ;
- les stockages ;
- les installations de réception et d'expédition, les installations de mélange.

Suivant les besoins et les enjeux, la raffinerie peut être améliorée avec l'installation de nouvelles unités.

Les opérations et les procédés de raffinage du pétrole peuvent être classés en quelques grandes catégories : séparation, conversion, amélioration (figure 2).

Le schéma ci-dessus représente les différents procédés de raffinage de manière générale . Cependant au niveau de la SAR on note principalement : le desselage ,la distillation atmosphérique ,la distillation sous vide, le reformage catalytique, traitement d'adoucissement (mérox), amélioration de la coupe d'essence .



## I/ PROCÉDES DE SEPARATION

### I-1/ PRETRAITEMENT DU BRUT : LE DESSALAGE

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 du raffinage consiste à éliminer ces contaminants par dessalage (figure3) 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 (désémulsifiant) 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.

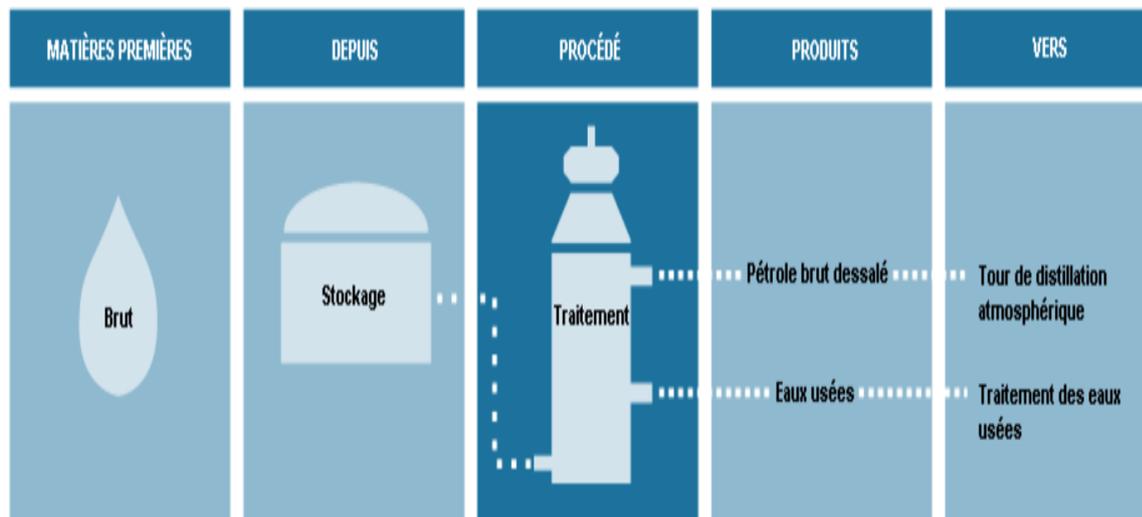
Hydrolyse : Ex :  $MgCl_2 + H_2O \rightarrow MgOHCl + HCl$

On peut ainsi éviter la formation de HCl en injectant en aval du soude (3 à 5 ppm) pour transformer  $MgCl_2$  et  $CaCl_2$  en NaCl, qui est plus hydrolysable.

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 118°C et 125 °C, c'est le cas de la SAR, 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).



**Figure3: Procédé de dessalage** <sup>[3]</sup>

Si le dessalage est imparfait, il y aura encrassement des tubes réchauffeurs et des échangeurs de chaleur dans toutes les unités de production de la raffinerie, ce qui se traduira par une diminution des débits dans les circuits et une réduction de la vitesse de transfert de chaleur et causera des défaillances en raison d'une augmentation de la pression et de la température. Toute surpression dans l'unité de dessalage provoquera une panne.

La corrosion, due à la présence de sulfure d'hydrogène, de chlorure d'hydrogène, d'acides naphténiques (organiques) et d'autres contaminants dans le pétrole brut, provoquera aussi des défaillances. Il y a corrosion lorsque des sels neutralisés (chlorure et sulfure d'ammonium) entrent en contact avec de l'eau de condensation. Comme le dessalage est un procédé en circuit fermé, il y a peu de risque d'exposition à du pétrole brut ou à des produits chimiques, sauf en cas de fuite ou de rejet. Un incendie peut se déclarer par suite d'une fuite dans les réchauffeurs, entraînant le rejet des constituants volatils du pétrole brut.

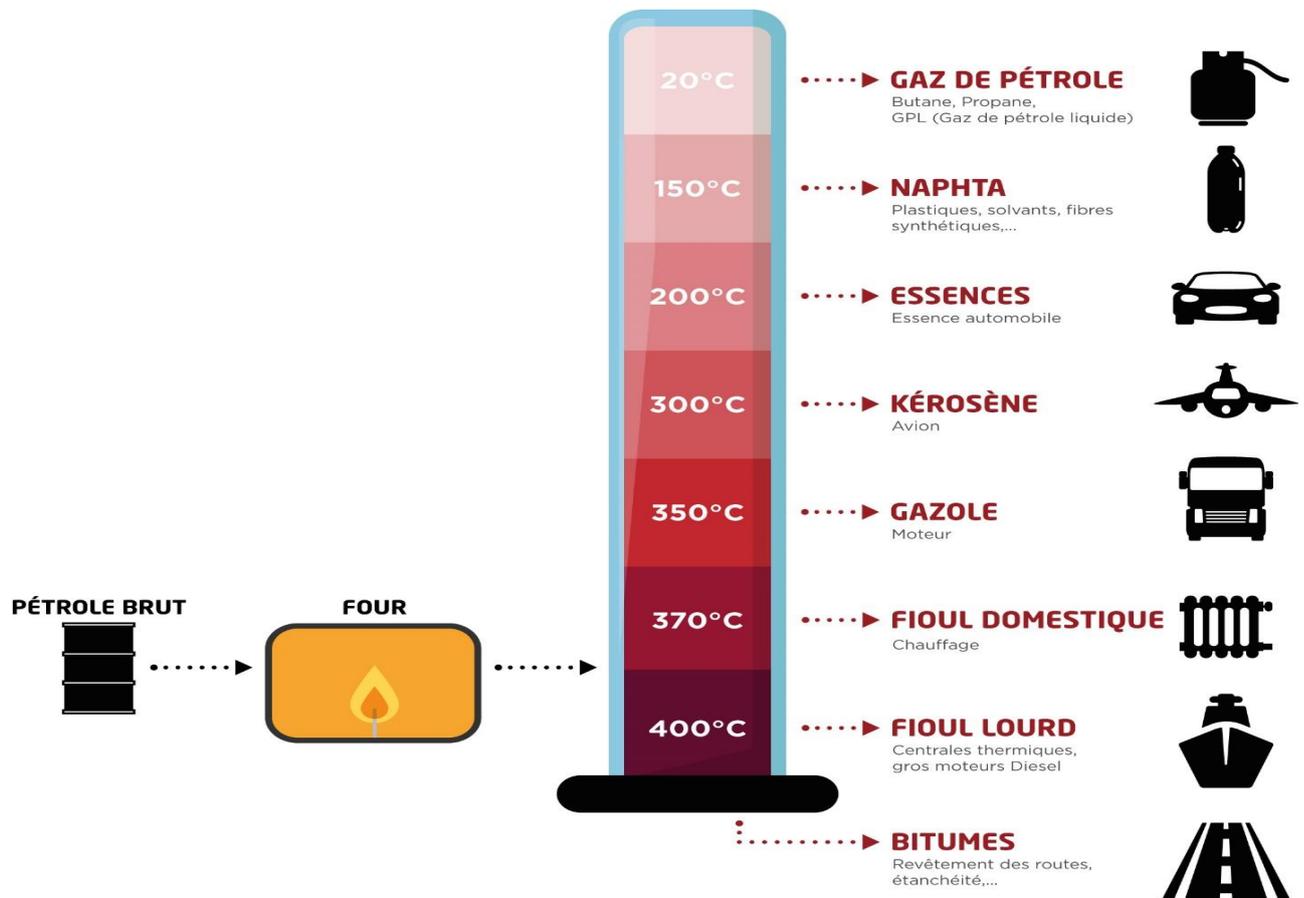
## **I-2/ DISTILLATION ATMOSPHERIQUE**

La distillation atmosphérique est un procédé de distillation qui consiste à séparer les unes des autres les fractions d'hydrocarbures contenues dans le pétrole brut. C'est la première étape du raffinage du pétrole, et les toutes premières raffineries de pétrole se résument à peu près à une colonne de distillation. Son fonctionnement est fondé sur la différence des températures d'ébullition de chacun des produits purs contenus dans le pétrole.

Coupe (nb de C)	Température d'évaporation	Produit
C1 – C4	< 0 °C	Gaz domestique Matières premières pour la pétrochimie
C5 – C6	20 – 60 °C	Éther de pétrole
C6 – C7	60 – 100 °C	Naphta léger, white-spirit, solvant
C6 – C11	60 – 200 °C	Essence carburant
C11 – C16	180 – 280 °C	Kérosène, gazole, fioul domestique
C18	350 °C	Fioul lourd, produits partant vers la distillation sous pression réduite

11

**Taleau 4:** Les produits dérivés du pétrole en fonction du nombre de carbone et des températures d'ébullition <sup>[4]</sup>



**Figure4:** Fractionnement du pétrole brut en fonction des températures d'ébullition <sup>[5]</sup>

Le pétrole brut préalablement réchauffé au niveau des échangeurs et chauffé au niveau des fours entre dans la colonne de la distillation atmosphérique à une température comprise entre 300° et 315°C sous une pression comprise entre 17 et 18bar.

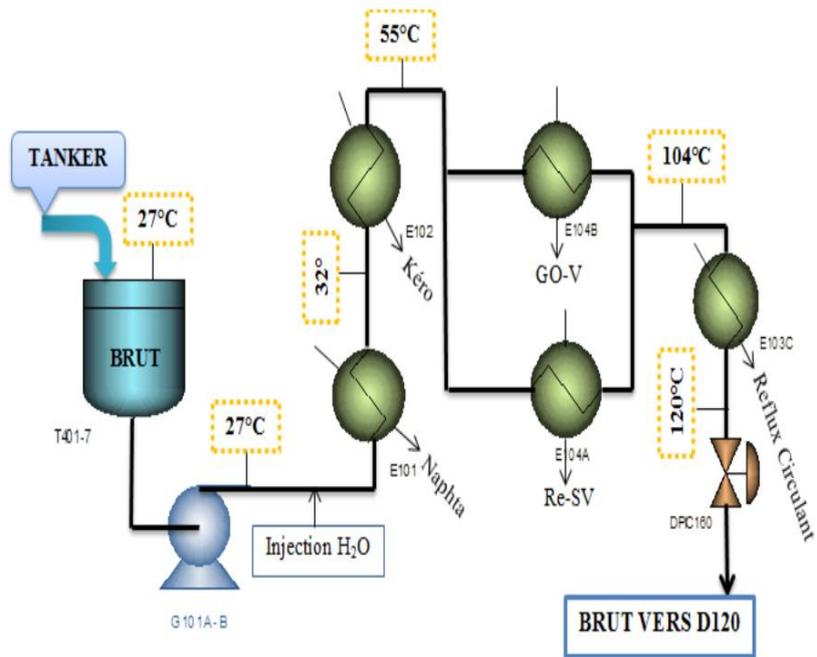
Ce mélange vapeur-liquide entre dans la colonne par la zone de flash, la pression de la colonne est comprise entre 2 et 3bar.

Les vapeurs se dirigent vers la partie supérieure appelée zone d'expansion ou de rectification et les liquides se dirigent en fond de colonne ou zone d'épuisement.

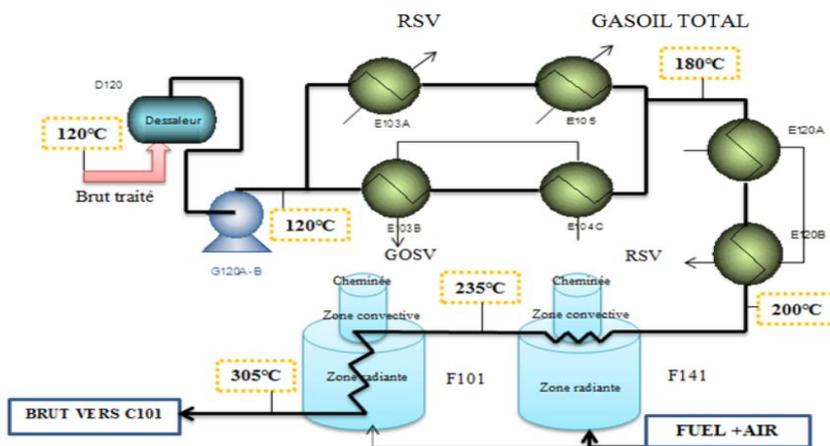
Nous avons dans cette unité les produits suivants :

- le butane ;
- l'essence léger : produit intermédiaire ;
- le naphta : produit intermédiaire ;
- le kérosène ;
- le gasoil atmosphérique : produit intermédiaire ;
- le résidu atmosphérique : produit intermédiaire.

Ci-dessous le procédé de distillation atmosphérique (Figures 4 et 5) :



**Figure 5:** Début Procédés de distillation atmosphérique [6]

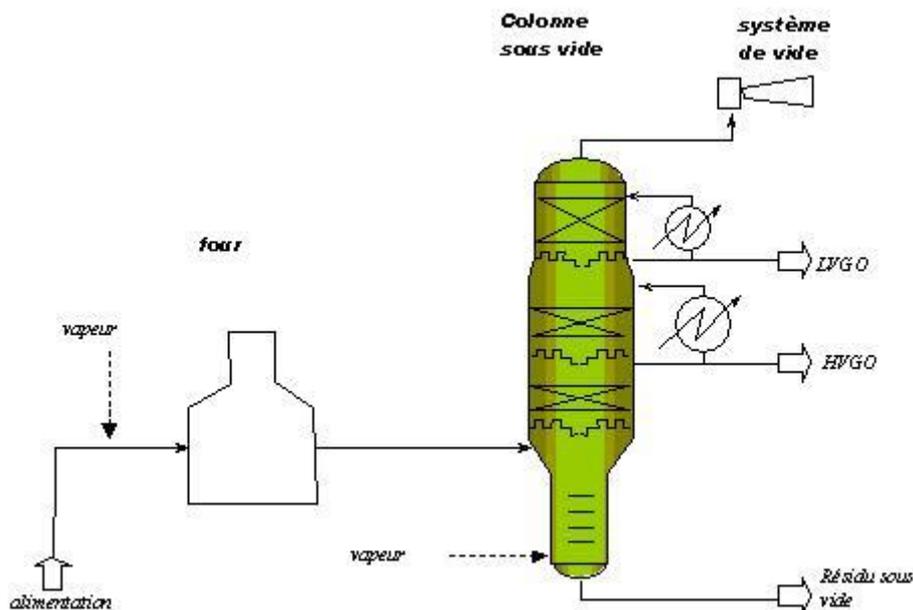


**Figure 6:** Suite Procédés de distillation atmosphérique [6]

## I-2/ DISTILLATION SOUS VIDE

Les produits lourds extraits du fond de la colonne de distillation atmosphérique ne peuvent pratiquement plus être séparés en augmentant la température de distillation. En effet, au-delà des 360 °C environ auxquels on porte le pétrole brut dans la distillation atmosphérique, commencent les phénomènes de craquage thermique. Cela changerait la nature chimique des produits. Pour isoler ces produits, on les distille donc à des températures similaires, mais sous pression réduite. Les installations qui pratiquent cette opération sont les unités de distillation sous vide (figure 7).

La fraction lourde des produits de la distillation atmosphérique y est d'abord chauffée, puis envoyée dans une autre colonne moins haute, mais plus épaisse, et qui comporte moins de plateaux. On l'appelle colonne de distillation sous vide. Comme dans les strippers atmosphériques, la distillation est souvent accélérée par une injection de vapeur d'eau.



**Figure7:Procédé de distillation sous vide** [7]

Les produits séparés par distillation sous vide sont moins nombreux que ceux isolés par distillation atmosphérique. On se contente en général de deux coupes intermédiaires en plus des soutirages de tête et de fond.

Les produits obtenus sont :

-le gasoil de tête ou gasoil sauvage non commercialisé ;

- le gasoil sous vide non commercialisé ;
- le gasoil lourd non commercialisé ;
- le fuel oïl est vendu à la SENELEC

Le système de vide est le plus souvent constitué d'éjecteurs qui sont des appareils dans lesquels de la vapeur est violemment détendue, et qui aspirent le gaz par effet Venturi. La phase gazeuse récupérée en haut de colonne est essentiellement constituée de vapeur qui est condensée par un système d'aéroréfrigérants.

## **II/ PROCEDES DE CONVERION**

### **II-1/REFORMAGE CATALYTIQUE**

Le reforming permet de transformer le naphta à bas d'indice d'octane (40 environ) en aromatique, en haut d'indice d'octane ( $\geq 95$ ).

Les aromatiques servent de base à la fabrication des essences supères et ordinaires.

#### **II-1-1/ SECTION DE PRETRAITEMENT**

Elle permet d'enlever le soufre, l'eau, les métaux lourds et l'azote (les poisons du catalyseur de la section réactionnelle) de la charge naphta.

La fraction naphta, sortie en tête de colonne contient un mélange de tous les gaz et du naphta total (point final (PF) d'ébullition 180 °C, ou 150 °C si les besoins en kérosène sont élevés). Avant de faire la séparation en différentes petites fractions, on va passer ce naphta dans une unité d'hydrotraitement afin d'enlever tout le soufre qu'il contient.

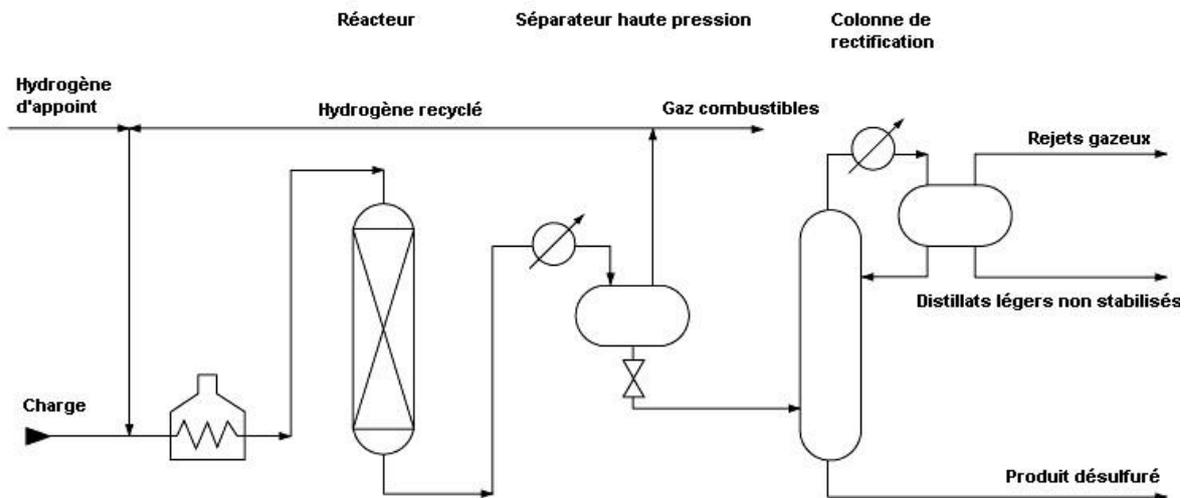
Cette unité consiste en une boucle véhiculant de l'hydrogène, pressurisé par un compresseur, au travers d'un réacteur contenant un catalyseur.

Celui-ci facilite la transformation des composés soufrés en  $H_2S$ , plus facile à évacuer. La réaction étant consommatrice d'hydrogène, un appoint est fait en permanence, en général depuis l'unité de reformage catalytique, productrice d'hydrogène. L'essence et l' $H_2S$  formé sont séparés dans des ballons séparateurs successifs, dans lesquels on va soutirer un gaz riche en hydrogène renvoyé dans la boucle et une essence riche en  $H_2S$ . L'essence est ensuite strippée : elle est ainsi débarrassée de l' $H_2S$  qui est évacué en tête du strippeur, sous forme de gaz diacides traités dans les unités d'amines.

En effet, le soufre est un produit très corrosif et les catalyseurs contenus dans d'autres unités vont être détruits et deviennent inactifs au passage des produits soufrés. D'autre part, les autres

produits commerciaux extraits de ce naphta tels que le propane, le butane ne doivent pas non plus contenir du soufre ou des composés sulfurés.

Aussi, avant de fractionner ce naphta en des coupes plus étroites, on enlève le soufre, contenu dans cette fraction, en le faisant combiner avec de l'hydrogène pour former de l'**hydrogène sulfuré** de formule  $H_2S$ , qui part vers une unité Claus pour en faire du soufre liquide. On peut aussi garder la coupe naphta total telle quelle sans faire de nouveaux fractionnements et l'utiliser comme charge pour le cracker à la vapeur.

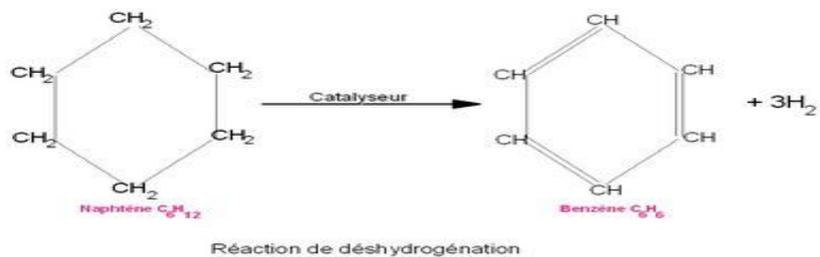


**Figure 8: Schéma du procédé d'hydrodésulfuration**

## II-1-2/ SECTION REACTIONNELLE

Le reformage catalytique a pour objectif de transformer les constituants naphthéniques en constituants aromatiques à haut **indice d'octane** servant de base au mélange des essences. L'unité de reformage est constituée essentiellement d'une série de trois réacteurs contenant du catalyseur et un fractionnateur servant à séparer les différents produits à la sortie des réacteurs. Ce catalyseur est très sensible à la présence de produits sulfurés et azotés, aussi la charge de reformage doit être exempte de soufre, d'azote et de leurs dérivés.

La réaction se passe sous haute pression et à haute température de l'ordre de  $550\text{ }^{\circ}\text{C}$  avec production d'hydrogène venant des molécules naphthéniques. C'est une réaction endothermique. En effet, les liaisons dans les molécules naphthéniques s'ouvrent et libèrent de l'hydrogène et ces molécules donnent naissance à des molécules aromatiques dont le chef de file est le benzène. Le benzène est un hydrocarbure aromatique qui se présente sous la forme d'un hexagone ayant 3 doubles liaisons dont la formule chimique est  $C_6H_6$



**Figure 9 : Réaction de déshydrogénation (naphène → benzène) [7]**

Dans l'unité c'est par déshydrogénation partielle du cyclohexane ( $C_6H_{12}$ ) que l'on obtient du benzène. Ci-contre la représentation de la réaction générale de déshydrogénation dans les réacteurs en présence de catalyseur.

La charge de l'unité peut venir de différentes unités telles que le naphta lourd de la distillation atmosphérique après passage à l'hydrotraitement ou bien de l'hydro cracker.

## II-2/ TRAITEMENT DE LA COUPE KEROSENE <sup>7</sup>

### II-2-1/ HYDROTRAITEMENT

Selon les besoins du moment, le raffineur peut fixer le point initial de coupe du kérosène à 150 °C ou à 180 °C. Le point final de distillation de cette coupe est en général de 225 °C mais peut aussi aller jusqu'à 250 °C. Si cette coupe est issue d'un brut **TBTS** (Très Basse Teneur en Soufre), il est inutile de la traiter. Si elle est issue d'un brut contenant du soufre, on envoie cette coupe vers l'unité d'**hydrotraitement** afin d'enlever tout le soufre que celle-ci contient. Celui-ci, en présence d'hydrogène, va former de l'**hydrogène sulfuré** qui va être envoyé vers le réseau de gaz Riche en  $H_2S$  et qui sera dans le futur (projet en cours d'étude) envoyé en charge d'une unité Claus qui est une unité de lavage aux amines (Sauvegarde de l'environnement).

### II-2-2/ TRAITEMENT D'ADOUCCISSEMENT (ex : unité mérox)

L'oxydation des mercaptans appelés également mérox ou unité 800 se situe à la zone B ; zone de raffinage ou de fabrication des produits pétrolier.

Un autre procédé pour éliminer les produits sulfurés contenus dans le kérosène est le traitement dans une unité d'adoucisement (sweetening) comme par exemple, le MEROX, un procédé à la soude. Ce procédé n'est utilisé que pour des coupes contenant peu de produits sulfurés particulièrement des mercaptans. Dans ce procédé, contrairement à l'hydrotraitement, on n'élimine pas le soufre contenu dans la coupe mais on le rend **complexe**. En effet on transforme les mercaptans corrosifs en disulfures non corrosifs. Ceux-ci ne sont pas éliminés et restent dans la coupe mais ne présentent plus d'agressivité. Les MEROX extractifs, variante du procédé MEROX, permettent d'éliminer les disulfures formés.

Le kérosène, débarrassé de son soufre, est envoyé au stockage pour être utilisé dans la fabrication du JET A-1, carburant pour les avions.

### III/ PROCÉDES D'AMELIORATION (Coupe d'essence gaz au niveau de la colonne

#### C105 et C106) <sup>[6]</sup>

Le processus d'optimisation de l'essence et du gaz est cheminé d'une démarche logique et fait intervenir certain paramètre d'état telle que la pression et la température. De manière analogue, le processus prend départ au niveau de la colonne C101. Cependant ; au niveau de cette colonne, le reflux de tête qui provient de la G107 A permet de condenser les vapeurs montantes et de régler la température de tête de la C101.

Dans cette colonne, il se forme au fond de la vapeur d'eau avec une température de 300°C ; au sommet on a de l'essence totale plus vapeur d'eau avec une température de 108°C avec une pression compris entre 2 et 3 bars.

De ce faite, l'optimisation se déroule de façon chronologique c'est-à-dire de la colonne C101 jusqu'à la colonne C106 en passant par la colonne C105. Cette dernière nécessite des réglages de pression et de température pour aboutir à une bonne quantité et de qualité de produits en fin de processus.

Cependant, ces réglages s'effectuent sur la fin initiale et le point final de l'essence. Dans ce cas ; on règle le point final en jouant sur la température de sommet de la colonne C101 ; ce qui permet d'obtenir de l'essence léger en jouant sur la température du ballon de reflux (entre 40°C à 50°C maximum).

Au niveau de la colonne C105, le niveau de fond doit être régler aux environs de 55% à 70% au maximum mais aussi, avoir un chauffage en fond de colonne jusqu'à une température de

160° à 180°C. Le réglage du reflux de tête est très intéressante qui permet d'avoir des LPG en sommet de colonne de la C105 mais aussi en maintenant la pression entre 11,7bar à 13.

Ainsi, on obtient de l'essence légère en fond de colonne de la C105 et du butane au niveau de la colonne C106 tout en recueillant au sommet de la C106 les LPG qui seront utilisés dans les fours ou bien brûler au niveau de la torche.

► La colonne C105 (stabilisation de l'essence totale) :

Le C105 est aussi appelé la colonne de stabilisation de l'essence totale. Cette dernière qui est refoulée par les pompes G107 B et/ou C est préchauffée par les échangeurs E109 et E123 avant d'entrer à la C105 au niveau du 8 -ème ou 12 -ème plateau. L'essence de la C105 est rebouillie au fond par le E110. Ce phénomène permet de séparer l'essence légère et les gaz contenus dans l'essence totale.

-L'essence légère au fond de la colonne C105 passe par les échangeurs E109 et E111, puis est refroidie par le réfrigérant E146 avant d'aller au stockage.

En sommet de colonne, les LPG sont repris par la G108 et refoulés en 2 parties :

Une première partie retourne à la colonne C105 pour servir de reflux ; et une deuxième partie passe d'abord par le réfrigérant E153 avant de charger la colonne C106.

► La colonne C106 (dépropaniseur) :

La colonne C106 est aussi appelé colonne de dépropanisations. Cette colonne est rebouillie par le E115 qui marche au fioul.

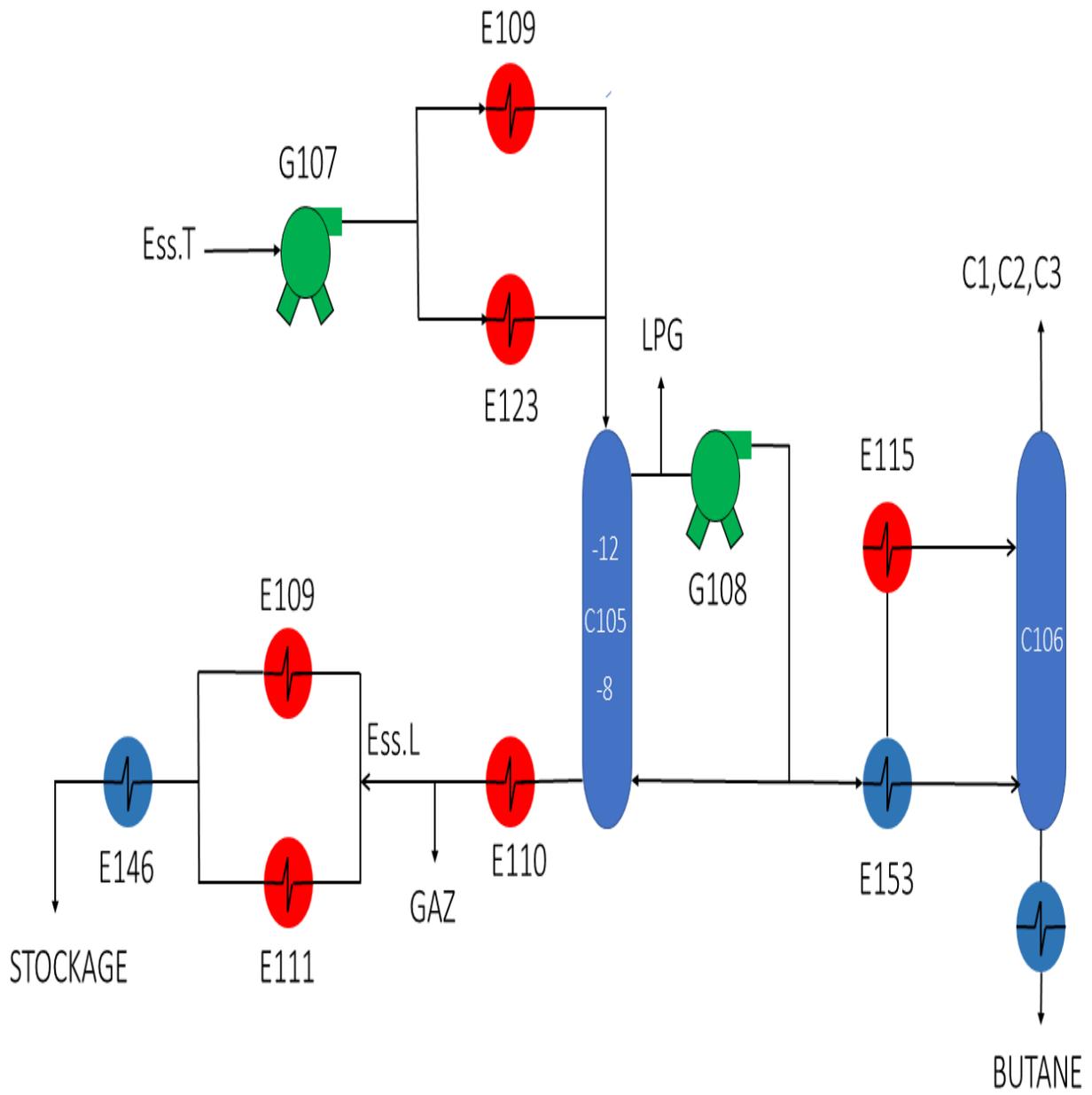
La pompe G108 se divise en deux parties : une partie qui retourne à la colonne C105 sous forme de reflux pour améliorer la sélectivité entre le LPG et l'essence légère et une autre partie qui charge la colonne C106.

Le reflux de tête qui vient de la pompe G108 permet d'optimiser l'essence légère et de régler la température de la colonne C105.

La charge venant de la pompe G108 est refroidie par le condensateur E153 avant d'entrée à la colonne C106. Cette charge est composée du LPG de l'essence totale.

Après re bouillage, on recueille au fond de la colonne C106 le butane qui passe par le réfrigérant E116 avant d'aller à la zone C : zone de stockage des produits finis et semi fini.

Le sommet de la colonne C116 est composé de C1, C2, C3. Ces gaz ne sont pas condensés ; ils sont dirigés vers le D305 pour servir de combustible aux fours F101, F141 et à ceux du reforming.



**Figure 10 : traitement de l'essence totale**

## CONCLUSION

Le raffinage du pétrole est un procédé industriel qui permet de transformer le pétrole brut en différents produits finis tels que l'essence, le fioul lourd ou le naphta. Mélange hétérogène d'hydrocarbures divers (molécules composées d'atomes de carbone et d'hydrogène), le pétrole brut est inutilisable en l'état (il existe plusieurs types de pétrole brut qui se distinguent entre autres par leur viscosité et leur teneur en soufre). Ses composants doivent être séparés afin d'obtenir les produits finaux exploitables directement.

De ce faite, l'opération se déroule dans les unités de la raffinerie de façon continue en respectant les réglages de température et de pression jusqu'à l'obtention des produits finis aux niveaux des colonnes.

Les raffineries ne sont pas forcément identiques. Selon ses besoins , une raffinerie peut subir une extension avec ajout de nouveaux dispositifs aboutissant à d'autres procédés. Pour le moment la SAR dispose principalement d' :

- ▶ une unité de distillation atmosphérique et sous vide
- ▶ une unité de reformage catalytique
- ▶ une unité (mérox) de traitement kérosène

Ainsi, au regard du nouveau contexte de découvertes de pétrole et de gaz au Sénégal, la SAR ambitionne de mettre en place une deuxième raffinerie (SAR 2.0), occasionnant l'augmentation considérable de la production ainsi que l'approvisionnement de produit finis du pétrole à la territoire nationale et à la sous-région ouest africaine.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] [www.sar.sn](http://www.sar.sn)
- [2] <http://sante.travail.free.fr/smt6/communic/2008-2009/2008-10-07/Raffinage.pdf>
- [3] Occupational safety and health administration (OSHA), 1996: OSHA Instruction TED 1,115 ; Chapitre 78 : Le Raffinage du pétrole
- [4] <https://slidetodoc.com/le-petrole-jm-r-dbtp-2006-1-traitement/> page 11
- [5] <https://www.cdp.org/fr/le-raffinage>
- [6] Documents internes de la SAR
- [7] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Distillation\\_du\\_pétrole](https://fr.wikipedia.org/wiki/Distillation_du_p%C3%A9trole)