

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

UNIVERSITE BADJI MOKHTAR - ANNABA  
BADJI MOKHTAR – ANNABA UNIVERSITY



جامعة باجي مختار – عنابة

Faculté : TECHNOLOGIE

Département : GENIE DES PROCEDES

Domaine : SCIENCES ET TECHNOLOGIES

Filière : INDUSTRIES PETROCHIMIQUES

Spécialité : GENIE PETROCHIMIQUES

Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Thème:

Étude de la fabrication du White Spirit au niveau de la  
Raffinerie de Skikda RA1K

Présenté par : BOUBAKEUR Ines

YASSAD Soundous

Encadrant : DJERAD Souad

Professeur

Université Badji Mokhtar

Jury de Soutenance :

|                   |     |                |           |
|-------------------|-----|----------------|-----------|
| KERMICHE Messaoud | Dr  | UBMA - ANNABA- | Président |
| DJERAD Souad      | Prr | UBMA -ANNABA-  | Encadrant |
| CHELGOUM Nadjet   | Dr  | UBMA -ANNABA-  | Examineur |

Année Universitaire : 2023/2024

# Remerciements

*Au seuil de ce travail,*

*D'abord et en premier lieu nous tenons à exprimer  
nos remerciements et nos gratitude à Dieu pour  
nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et  
de terminer ce mémoire.*

*La réalisation de ce mémoire n'aurait pas été  
possible sans le secours de certaines personnes à qui  
nous voudrions adresser des remerciements  
particuliers.*

*Nous désirons également présenter nos  
remerciements et nos respectueuses reconnaissances  
à notre directrice de mémoire Mme Souad Djerad  
pour son encadrement, sa patience, sa disponibilité  
et ses précieux conseils qui ont constitué un apport  
considérable sans lequel ce travail n'aurait pu être  
mené à bon port. Qu'elle trouve dans ce travail un  
hommage vivant à sa haute personnalité.*

*Nous adressons nos sincères remerciements à tous les professeurs du département Génie des Procédés de l'Université Badji Mokhtar qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé nos réflexions et ont accepté de nous rencontrer et de répondre à nos questions durant notre recherche.*

*Nous remercions tous les ingénieurs de Sonatrach qui nous ont aidés et pris le temps pour discuter de notre sujet durant toute la période de notre stage.*

*Nous tenons à remercier sincèrement les membres de jury qui nous font le grand honneur d'évaluer ce travail.*

*Un grand merci à nos familles qui ont été toujours là pour nous et aux amis et les collègues qui nous ont apporté leur soutien moral et intellectuel tout au long de ce chemin. Que Dieu vous protège.*

**MERCI A TOUS.**

# DÉDICACE 01

*Louange à dieu seul,*

*Ce modeste travail est dédié spécialement :*

*A ma chère mère et ma chère grand-mère,*

*En témoignage de ma gratitude si grande qu'elle puisse être, pour tous les sacrifices qu'ils ont consentis pour mon bien et le soutien qu'il m'ont prodigué tout le long de mon éducation. Aucune dédicace ne pourra exprimer mes respects, mes considérations et ma grande admiration pour vous, puisse ce travail vous témoigne mon affection et mon profond amour. Que dieu le tout puissant les préserve et procure santé et longue vie.*

*A mes chères sœurs Amina et Fatma,*

*Pour leurs encouragements et leurs bontés qu'ils m'ont accordés, que dieu vous garde pour moi et vous offres la chance et le bonheur.*

*A toute la famille, mes tantes et mes oncles,*

*Pour leurs réconforts et leurs support pertinents, que dieu vous paye pour tous vos bienfaits*

*A mes proches amis,*

*Pour tous les instants inoubliables que j'ai passé avec eux, à qui je souhaite plus de succès.*

*Pour finir,*

*A tous ceux que j'aime et qui m'aiment, je dédié ce mémoire.*

*E. Ines*

# DÉDICACE 02

*En premier lieu, louange à Dieu seul.*

*Ce travail est dédié spécialement :*

*À ma chère mère, ma raison de vivre, en témoignage de ma reconnaissance pour sa patience, son amour et ses sacrifices.*

*[À vous, ma mère, je dis merci d'avoir fait de moi celui que je suis aujourd'hui.]  
Aucune dédicace ne pourra exprimer mes respects, mes considérations et ma grande admiration pour toi. J'espère que ce travail témoigne de votre fierté face à moi et à vos efforts.*

*À mes chères sœurs, Hadil et Rihab, à mon cher frère Lokmane, ma réussite est très importante à leurs yeux. Que Dieu vous garde pour moi.*

*À mes chats, Michou et sa famille qui sont toujours avec moi.*

*À toutes ma grande famille, mes cousins, cousines, tantes, oncles, grands-mères et grand-père un grand merci pour vous.*

*À toute l'équipe de groupe marketing Nido, spécialement Nachoua, Soumaya, Meriem, Firas et Walid merci pour votre soutien, encouragement et votre chaleur support.*

*À celui qui m'a indiqué la bonne voie en me rappelant que les self-made-men et les déterminés finiront toujours par réussir dans leur vie, à moi-même.*

*À mes collègues, Hafida et Djoumana, à mes amis un par un, à ceux qui ont prié pour mon succès un jour.*

*À tous mes enseignants et enseignantes, et pour ceux qui m'ont donné de l'aide durant mes études, que Dieu vous paye pour tous vos bienfaits.*

*À mes amis, frères et sœurs, mères et pères de Palestine, que Dieu vous accorde  
un peuple libre et un état indépendant.*

*À la fin, je dédie ce mémoire à tous ceux qui ont participé à ma réussite.*

*F. Soundous*

## **Résumé**

Les unités Topping U-10 et U-11 de la raffinerie de Skikda (RA1K) sont le cœur battant du complexe. Leur rôle principal est de produire les composants de base nécessaires à la fabrication des carburants, répondant ainsi aux besoins du marché.

Ces unités produisent aussi un solvant nommé White Spirit en réponse à une demande nationale et internationale. Cette production passe par la modification de certains paramètres opératoires de la colonne de distillation, ce qui affecte les caractéristiques des autres coupes.

L'objectif de notre travail est de trouver un autre moyen pour la fabrication du White Spirit en dehors de la colonne de distillation. Pour cela, nous avons examiné la possibilité de le produire en mélangeant différentes coupes telles que : le naphta C, le kérosène, le fond de la colonne C61, et la coupe C6. Les résultats ont montré que le mélange composé de 50% kérosène, 43% Naphta C61 et 7% coupe C6 a donné les caractéristiques les plus proches de celles de White Spirit.

**Mots-clés :** Distillation, Paramètres opératoires, Colonne, White Spirit, Spécifications.

# Sommaire

|                                                                                        |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Liste d'abréviation                                                                    | i        |
| Liste des figures                                                                      | ii       |
| Liste des tableaux                                                                     | iii      |
| <b>Introduction générale</b>                                                           | <b>1</b> |
| <b>Chapitre 1 : Présentation de la raffinerie de Skikda</b>                            |          |
| I. Introduction                                                                        | 4        |
| II. Principales raffineries en Algérie                                                 | 4        |
| II.1 Présentation de la raffinerie de Skikda                                           | 4        |
| II.2 Situation géographique                                                            | 5        |
| II.3 Historique de la raffinerie                                                       | 6        |
| II.4 Description des unités de RA1K                                                    | 6        |
| II.4.1 Unités de distillation atmosphérique Topping (U10-U11)                          | 6        |
| II.4.2 Unités de reformage catalytique (U100 – U103)                                   | 7        |
| II.4.3 Unités de traitement et séparation de GPL (U30/31/104)                          | 7        |
| II.4.4 Unité d'extraction des aromatiques (U200)                                       | 7        |
| II.4.5 Unité de séparation du paraxylène (U400)                                        | 8        |
| II.4.6 Unités d'isomérisation des xylènes (U500)                                       | 8        |
| II.4.7 Unités d'hydrotraitement et d'isomérisation du naphta léger (U700/701-U702/703) | 8        |
| II.4.8 Unité de purification d'hydrogène (U900)                                        | 8        |
| II.4.9 Unité de distillation sous vide (U70)                                           | 8        |
| II.4.10 Unité des utilités (U1050-U1051)                                               | 8        |
| II.4.11 Unités de stockage, mélange et expédition                                      | 9        |
| III. Description de l'unité d'affectation                                              | 9        |
| III.1 Explication du procédé                                                           | 10       |
| III.1.1. Dessalage du pétrole brut                                                     | 10       |

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| III.1.2. Préchauffage du brut                                    | 11 |
| III.1.3. Fractionnement du brut                                  | 11 |
| III.1.3.1. Colonne de stripaga                                   | 12 |
| III.1.4. Stabilisation du naphtha                                | 12 |
| III.1.5. Séparation des naphthas                                 | 12 |
| IV. La distillation                                              | 14 |
| IV.1. La distillation industrielle                               | 14 |
| IV.1.1 La distillation atmosphérique                             | 14 |
| IV.1.1.a Description de la colonne de distillation atmosphérique | 15 |
| IV.1.2. La distillation sous vide                                | 16 |
| V. Conclusion                                                    | 16 |

## **Chapitre 2 : Le white spirit**

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| I. Introduction                                       | 19 |
| II. Définition du white spirit                        | 19 |
| III. Production du white spirit                       | 20 |
| IV. Types de white spirit                             | 21 |
| IV.1. Selon le pourcentage de composés aromatiques    | 21 |
| IV.2. Selon le point d'éclair                         | 22 |
| V. Propriétés physico-chimiques du White Spirit       | 23 |
| VI. Les principaux pays producteurs du White Spirit   | 23 |
| VII. Les caractéristiques spécifiques du White Spirit | 24 |
| VIII. Utilisations du White Spirit                    | 24 |
| IX. Les risques liés à son utilisation                | 25 |
| X. Protection lors d'utilisation du White Spirit      | 25 |
| XI. Conclusion                                        | 27 |

## **Chapitre 3 : Fabrication du White Spirit au niveau du laboratoire**

|               |    |
|---------------|----|
| Problématique | 29 |
|---------------|----|

|                                                                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| I. Spécifications de la charge de l'unité Topping                                                                   | 29 |
| II. Analyse des produits de l'unité Topping lors du fonctionnement normal et lors de la fabrication du White Spirit | 30 |
| III. Résultats d'analyse du White Spirit fabriqué dans la colonne C1                                                | 33 |
| IV. Fabrication du White Spirit au niveau du laboratoire de la raffinerie RA1K.                                     | 34 |
| V. Conclusion                                                                                                       | 46 |
| <b>Conclusion générale</b>                                                                                          | 47 |
| Références bibliographiques                                                                                         | 49 |

## **Liste d'abréviation**

BRI : Brut Réduit Importé

GPL : Gaz de Pétrole Liquéfiés

LGO : Light Gas Oil

HGO : Heavy Gas Oil

RCO : Reduced Crude Oil

PI : Point Initial

PF : Point Final

## Liste des figures

|                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure I.1 : L'entrée du complexe de raffinage du pétrole Skikda RA1K                                   | 5  |
| Figure I.2: Vue satellite de la zone industrielle Skikda                                                | 5  |
| Figure I.3 : Schéma des unités de la RA1K                                                               | 9  |
| Figure I.4 : Schéma du procédé de l'unité de distillation atmosphérique (U10) – 1 <sup>ère</sup> partie | 13 |
| Figure I.5 : Schéma du procédé de l'unité de distillation atmosphérique (U10) – 2 <sup>ème</sup> partie | 13 |
| Figure I.6 : Colonne de distillation atmosphérique                                                      | 15 |
| Figure I.7 : Schéma simplifié de la colonne de distillation atmosphérique                               | 16 |
| Figure II.1: Le White Spirit                                                                            | 20 |
| Figure II.2 : Schéma simplifié représente la production du white Spirit                                 | 21 |
| Figure III.1 : Le matériel utilisé au laboratoire                                                       | 34 |
| Figure III.2 : Mesure de la température et de la masse volumique                                        | 35 |
| Figure III.3 : Appareil pour détermination de point d'éclair ABEL                                       | 37 |
| Figure III.4 : Appareil de la distillation ASTM                                                         | 38 |
| Figure III.5 : Appareil pour détermination de la couleur SAYBOLT                                        | 38 |

## Liste des tableaux

|                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tableau I.1 : Capacité de traitement des principales raffineries en Algérie                     | 4  |
| Tableau I.2 : Fractions pétrolières produites dans les unités U10 et U11                        | 7  |
| Tableau II.1 : Principaux pays producteurs du white spirit                                      | 23 |
| Tableau II.2 : Les normes recherchées pour le White Spirit                                      | 24 |
| Tableau III.1 : Spécifications du pétrole brut de l'unité Topping                               | 30 |
| Tableau III.2 : Analyses des produits de l'unité Topping lors du fonctionnement normal          | 31 |
| Tableau III.3 : Analyses des produits de l'unité Topping lors de la fabrication du White Spirit | 32 |
| Tableau III.4 : Analyses du White Spirit fabriqué dans la colonne C1                            | 33 |
| Tableau III.5 : Tableau de masse volumique corrigé à 15 °C                                      | 36 |
| Tableau III.6 : Résultats d'analyse de la distillation ASTM des produits utilisés               | 39 |
| Tableau III.7 : Proportions des produits utilisés pour l'essai N°1                              | 40 |
| Tableau III.8 : Résultats d'analyses de l'essai N°1                                             | 40 |
| Tableau III.9 : Proportions des produits utilisés pour l'essai N°2                              | 40 |
| Tableau III.10 : Résultats d'analyses de l'essai N°2                                            | 41 |
| Tableau III.11: Proportions des produits utilisés pour l'essai N°3                              | 42 |
| Tableau III.12: Résultats d'analyses de l'essai N°3                                             | 42 |
| Tableau III.13 : Proportions des produits utilisés pour l'essai N° 4                            | 43 |
| Tableau III.14 : Résultats d'analyses de l'essai N° 4                                           | 43 |
| Tableau III.15: Proportions des produits utilisés pour l'essai N°5.                             | 44 |
| Tableau III.16 : Résultats d'analyses de l'essai N°5                                            | 45 |

## Introduction générale

Le pétrole est une huile minérale naturelle composée principalement d'un mélange d'hydrocarbures (paraffiniques, naphéniques et aromatiques) et d'autres molécules contenant du soufre, de l'azote et de l'oxygène ainsi que des traces de métaux (nickel, vanadium et molybdène).

Le raffinage du pétrole est l'ensemble des opérations et des traitements qui consistent à transformer le mélange d'hydrocarbures en nombreux produits dérivés pétroliers (énergétiques et non énergétiques) à haute valeur commerciale et pour différentes utilisations.

Ces utilisations peuvent aller de la production de carburants (essence, gasoil, kérosène ...) à la fabrication des huiles spécifiques utilisées comme solvants dans certaines applications. Cette fabrication est faite à la demande de certains secteurs.

Dans la ville de Skikda, la raffinerie (RA1 K) produit les différentes coupes dans la colonne de distillation des unités Topping U-10 et U-11. Ces coupes sont le naphta, le kérosène, le gasoil léger (LGO), le gasoil lourd (HGO) et le résidu atmosphérique. Elle fonctionne avec des paramètres de température et de pression précis afin d'obtenir des produits finis conformes aux normes requises par le client.

En plus de ces carburants, le pétrole brut peut être transformé en solvants comme le White Spirit.

Ce solvant qui est couramment utilisé comme diluant de la peinture, se trouve entre la coupe du naphta C et du kérosène.

La production du White Spirit dans l'unité de Topping de la raffinerie de Skikda demande des ajustements des paramètres de la colonne de distillation atmosphérique (température, débit) dans le but de le soutirer au niveau du plateau de kérosène.

Ces ajustements entraînent des changements dans les caractéristiques des autres produits soutirés, qui peuvent ne plus correspondre aux propriétés requises (points initiaux et finaux de la distillation ASTM) et entraîne leur réinjection dans la colonne de distillation.

Dans les travaux de rénovation de la raffinerie de Skikda, il y a eu le projet de la production de White Spirit hors ligne. Cette initiative implique de mélanger le naphta C avec le kérosène hors colonne de distillation avant de les stocker et de réaliser l'objectif d'obtenir un White Spirit respectant les normes. Cette méthode permet de garder les paramètres de fonctionnement de la colonne de distillation pour l'obtention des différentes coupes. Dans notre travail, on s'est intéressées à cette méthode qui consiste à réaliser au laboratoire, différents mélanges de kérosène et de naphta mais aussi d'autres produits pour obtenir les mêmes caractéristiques du White Spirit produit au niveau de la colonne de distillation.

Notre mémoire est donc divisé en trois chapitres :

Nous débuterons par le premier chapitre en présentant brièvement la raffinerie de Skikda (RA1 K), en abordant les diverses unités de production existantes et leurs objectifs. Nous allons examiner de manière approfondie l'unité d'affectation, à savoir l'unité de Topping (U-10 et U-11). Dans ce chapitre, nous examinerons les traitements auxquels la charge est soumise et les différentes coupes produites.

Afin de bien comprendre le fonctionnement d'une unité de Topping, nous aborderons les concepts théoriques sur le processus de distillation industrielle, son principe, les différents types et leurs fonctionnements.

Le deuxième chapitre sera consacré au White Spirit, ses caractéristiques, ses types et ses domaines d'application, ses dangers et les méthodes de conservation.

Pour finir, nous aborderons notre partie pratique dans le troisième chapitre où nous allons réaliser une étude sur le fonctionnement de la colonne C-1, comparer la qualité des produits de la distillation en fonctionnement normal, et lors de la fabrication du White Spirit. Nous chercherons à trouver le bon mélange au laboratoire entre les différentes coupes de naphta C et de kérosène pour avoir les mêmes caractéristiques que celles du White spirit fabriqué au niveau de la colonne de distillation.

Et nous terminerons ce travail par une conclusion générale.

A decorative frame shaped like a horizontal scroll. It has a vertical strip on the left side and rounded ends on the right. The text is centered within the main rectangular area of the scroll.

***Chapitre 1 :***  
***Présentation de la raffinerie de Skikda***  
***(RA1K)***

## **I. Introduction**

Le pétrole est une matière première de très grande importance car c'est elle qui fournit les différents types de carburants qui font fonctionner les transports mais aussi le pétrole est une matière première à partir de laquelle sont fabriqués des produits de la vie quotidienne comme les matières plastiques, les peintures, les solvants, les colorants, et les cosmétiques.

## **II. Principales raffineries en Algérie**

La société nationale de raffinage de pétrole assure la gestion de l'ensemble des cinq raffineries qui se trouvent dans les villes de : Skikda, Alger, Arzew, Hassi Messaoud et Adrar, Avec une capacité de traitement estimée à 25 millions de tonnes par an, répartie comme suit :

**Tableau I.1** : Capacité de traitement des principales raffineries en Algérie.

| <b>Raffinerie</b>                  | <b>Capacité de traitement</b>                            |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Raffinerie de Skikda (RA1K)        | Pétrole brut 16,5Mt/an<br>BRI 277000 t/an                |
| Raffinerie d'Alger (RA1G)          | Pétrole brut 2,5 Mt/an                                   |
| Raffinerie d'Arzew (RA1Z)          | Pétrole brut 2,5 Mt/an<br>BRI 320000 t/an<br>GPL 1 Mt/an |
| Raffinerie de Hassi Messaoud (RHM) | 1,24 Mt/an                                               |
| Raffinerie d'Adrar (RAD)           | 0,6 Mt/an                                                |

### **II.1 Présentation de la raffinerie de Skikda :**

Le complexe de raffinage de Pétrole de Skikda, également désigné RA1K, a pour mission de convertir le pétrole brut provenant de Hassi Messaoud en fraction pétrolières finies ou semi finies valorisantes sur le marché national ou étranger. Après sa rénovation, la capacité de traitement, qui était initialement de 15 000 tonnes par an, a été augmentée à 16 500 000 tonnes par an, ce qui en fait la plus grande raffinerie d'Afrique. En outre,

elle traite le brut réduit importé avec une capacité de 277.000 t/an pour la production de bitumes routiers et oxydés.



**Figure I.1 :** L'entrée du complexe de raffinage du pétrole Skikda - RA1K

### **II.2 Situation géographique**

La raffinerie fait partie de la zone industrielle à 7 km à l'est de Skikda et à 2 km de la côte. Son approvisionnement en brut algérien provient de l'unité de transport ETU de Skikda (qui est une station intermédiaire de Hassi Messaoud). Le transport du pétrole brut est réalisé à l'aide d'un pipe-line à une distance du champ pétroliers jusqu'au complexe de 760 Km.



**Figure I.2:** Vue satellite de la zone industrielle Skikda

## **II.3 Historique de la raffinerie**

En janvier 1976, la RA1K a été édifiée après la signature d'un contrat le 30 avril 1974 entre le gouvernement Algérien et le constructeur Italien SNAM PROGETTI et SAIPEM. Le démarrage du chantier a commencé le 02 janvier 1976, et pris fin en mars 1980.

Actuellement, la raffinerie de Skikda (RA1K) rénovée comporte les unités suivantes :

- Deux unités de distillation atmosphérique (U10 et U11),
- Une unité de bitume (U70),
- Deux unités de reformage catalytique (U100 et U103),
- Trois unités de traitement et séparation des gaz (U30/31/104),
- Une unité de séparation des aromatiques (U200),
- Une unité de séparation du paraxylène (U400),
- Deux unités d'hydrotraitement d'isomérisation du naphta léger (U700/701 et 702/703),
- Une unité d'isomérisation des xylènes (méta et ortho) (U500),
- Une unité de purification d'hydrogène (U900),
- Deux unités utilités (U1050/U1051),
- Deux parcs de stockage du brut et des produits pétroliers.

## **II.4 Description des unités de RA1K**

### **II.4.1 Unités de distillation atmosphérique Topping (U10/U11)**

Les deux unités de distillation atmosphérique sont prévues pour fractionner le brut de Hassi Messaoud en diverses coupes stabilisées, afin de les utiliser pour obtenir les produits finis. Ou pour alimenter d'autres unités situées en aval [1].

**Tableau I.2 :** Fractions pétrolières produites dans les unités U10 et U11.

| <b>Fractions pétroliers</b> | <b>Destination</b>                         |
|-----------------------------|--------------------------------------------|
| GPL                         | Unités de traitement et séparation des gaz |
| Coupe C6                    | Isomérisation du naphta                    |
| Naphta léger (A)            | Isomérisation du naphta                    |
| Naphta moyen (B)            | Reforming catalytique                      |
| Naphta lourd (C)            | Stockage                                   |
| Kérosène                    | Traitement du kérosène et mélange gasoils  |
| Gasoil léger                | Mélange des gasoils                        |
| Gasoil lourd                | Mélange des gasoils                        |
| Résidu                      | Stockage                                   |

#### **II.4.2 Unités de reformage catalytique (U100 et U103)**

Le reformage catalytique vise à convertir une essence à faible indice d'octane en une base de carburant (raffinat) à indice d'octane élevé.

Deux unités de reforming catalytique sont disponibles à la raffinerie de Skikda (RA1K) : l'une est appelée « Magnaforming » (U100) et l'autre est appelée « Platforming » (U103). Charge de ces deux unités est la coupe naphta moyen provenant des unités de distillation atmosphérique (U10 et U11).

#### **II.4.3 Unités de traitement et séparation de GPL (U30/31/104)**

L'objectif de ces trois unités est de traiter les gaz de pétrole liquéfiés provenant des unités U10, U11 et U103. Les charges de ces unités sont issues des deux unités de distillation atmosphérique et des deux unités de reforming catalytique.

#### **II.4.4 Unité d'extraction des aromatiques (U200)**

Les reformats légers provenant des unités de reformage catalytique (U100 et U103) sont traités par l'unité d'extraction des aromatiques. Cette unité comprend une section d'extraction des aromatiques et une section de séparation des aromatiques en benzène et toluène très purs.

#### **II.4.5 Unité de séparation du paraxylène (U400)**

La séparation du paraxylène repose sur les coupes C8+ provenant des deux unités de reformage catalytique (U100 et U103). La séparation du paraxylène des autres xylènes (méta et ortho) et de l'éthylbenzène est réalisée par le procédé de cristallisation.

#### **II.4.6 Unités d'isomérisation des xylènes (U500)**

Cette unité est spécialement conçue pour l'isomérisation des xylènes (méta et ortho) et la déshydratation de l'éthylbenzène en utilisant un catalyseur à base de zéolithe. Elle se compose d'une section de réaction et d'une section de division.

#### **II.4.7 Unités d'hydrotraitement et d'isomérisation du naphta léger (U700/701-U702/703)**

La charge des unités d'isomérisation est un mélange de la coupe naphta léger et la coupe C6 provenant des unités Topping (U10 et U11), ainsi que la coupe C5 de l'unité de reforming catalytique (U103). Chaque unité est composée d'une section d'hydrotraitement du naphta léger et d'une section d'isomérisation du naphta hydrotraité.

#### **II.4.8 Unité de purification d'hydrogène (U900)**

Cette unité est conçue pour traiter le gaz riche en H<sub>2</sub> provenant des unités de reforming catalytique (U100 et U103) et produire de l'hydrogène à très haute pureté utilisée dans les unités d'isomérisation du naphta léger et d'isomérisation des xylènes.

#### **II.4.9 Unité de distillation sous vide (U70)**

Cette unité est conçue pour traiter 277.000 t /an de brut réduit importé (BRI) et produire les bitumes routiers et oxydés. Elle se compose principalement d'une colonne de distillation sous vide et d'un réacteur d'oxydation des bitumes.

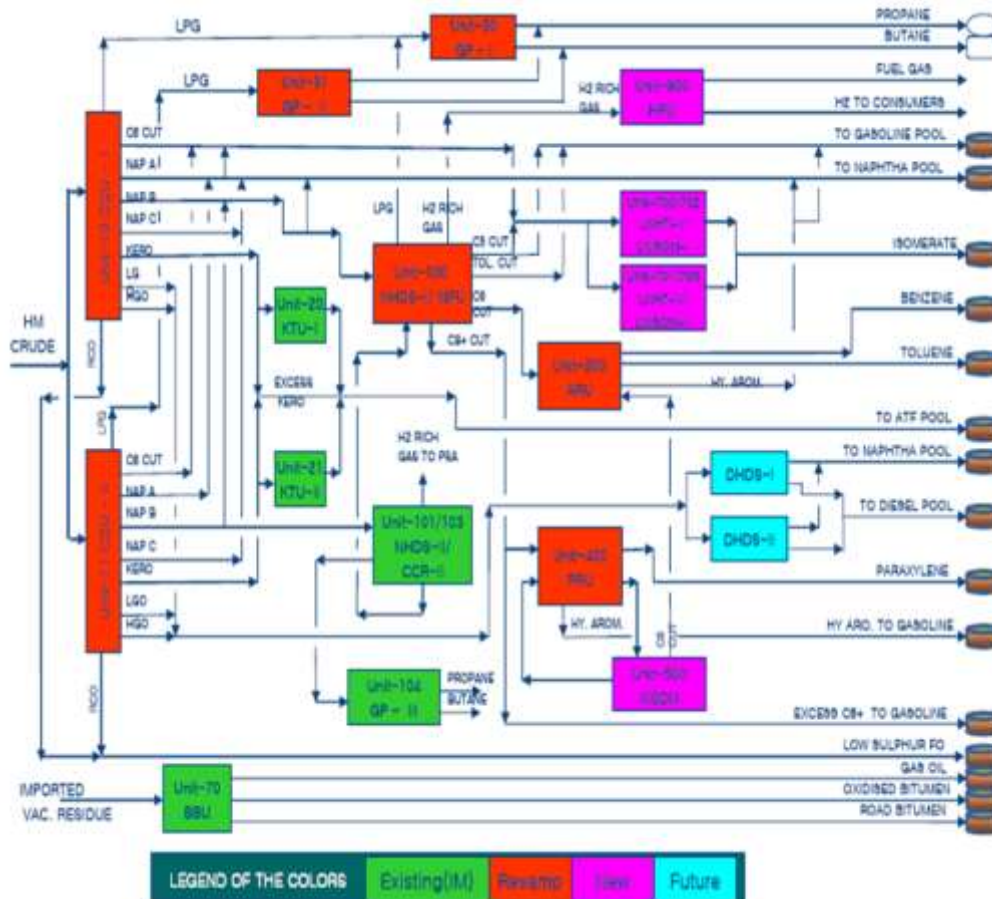
#### **II.4.10 Unités des utilités (U1050/1051)**

Les deux unités ont été créées pour produire, distribuer et conditionner les utilités indispensables au bon fonctionnement de la raffinerie (RA1K).

#### II.4.11 Unité de stockage, mélange et expédition

L'unité est constituée d'une section dédiée au mélange et à l'expédition des produits pétroliers, ainsi que d'une section dédiée au stockage du brut et des produits pétroliers. Elle comprend :

- Les bacs de stockage des différentes charges et produits des unités de production,
- Les bacs de mélange des gasoils et des essences,
- Les stations de pompage pour l'expédition des produits pétroliers vers les différents dépôts de stockage (dépôts d'El Kharroub et de Berrahal).



**Figure I.3 : Schéma des unités de la RA1K.**

### III. Description de l'unité d'affectation

Le traitement du pétrole brut à la raffinerie de Skikda repose sur les unités de distillation atmosphérique (U10/U11), qui constituent le cœur du complexe.

Leur objectif est de fractionner le brut en une série de coupes élémentaires, définies par leurs points de distillation, qui ont des caractéristiques bien précises, pour être utilisées comme :

- Produits finis ou semi finis (naphta, gasoils, bitume...),
- Charge alimentant les unités en aval (reforming, isomérisation...).

Les fractions pétrolières obtenues sont :

- Le gaz combustible,
- Les Gaz de Pétrole Liquéfiés (GPL),
- Le naphta léger (A),
- Le naphta moyen (B),
- Le naphta lourd (C),
- La coupe C6,
- Le kérosène,
- Le gasoil léger (LGO),
- Le gasoil lourd (HGO),
- Le résidu atmosphérique (RCO).

### **III.1 Explication du procédé**

Afin de préparer des coupes destinées pour d'autres unités, ou envoyées directement vers stockage, le pétrole brut passe par un long chemin de prétraitement, préchauffage, fractionnement, stabilisation et séparation.

#### **III.1.1 Dessalage du pétrole brut**

L'aspiration de la charge (brut d'Hassi Messaoud) de l'unité de distillation atmosphérique (U10) est effectuée à partir des bacs de stockage à une pression de 1,3 kg/cm<sup>2</sup> et une température de 15 à 36°C par la pompe de charge.

Après avoir été chauffé à 55°C, le brut est envoyé dans le dessaleur pour éliminer les sels présents.

Le dessaleur fonctionne à une température de 50°C et une pression absolue de 11,7 kg/cm<sup>2</sup>.

Dans le cas d'un fonctionnement normal, environ 90% des sels présents dans le brut sont éliminés par le dessaleur.

### **III.1.2 Préchauffage du brut**

Le brut dessalé, à la température de 50 °C, envoyé aux échangeurs dans lesquels il est chauffé, ensuite envoyé au ballon flash (V1) où il est séparé en deux phases : une phase vapeur et une phase liquide. Les vapeurs de tête du ballon (V1) sont chauffées puis acheminées à la température de 226 °C vers la colonne (C-1). Le liquide de fond passe par une série d'échangeurs où il est chauffé à 250 °C, ensuite envoyé dans les deux fours disposés en parallèles où il est partiellement vaporisé puis acheminé à la température de 340 °C vers la colonne de distillation atmosphérique (C-1).

### **III.1.3 Fractionnement du brut**

La colonne de distillation atmosphérique (C-1) est utilisée pour le fractionnement du brut. Elle est équipée de 52 plateaux et subdivisée en trois zones :

- ⇒ La zone d'alimentation ou de flash : comprise entre le 5ème et le 6ème plateau.
- ⇒ La zone d'enrichissement ou de fractionnement : comprise entre le 6ème et le 52ème plateau.
- ⇒ La zone d'épuisement ou zone de stripping : comprise entre le 1er et le 5ème plateau.

Au niveau de cette colonne on finira par obtenir les produits suivants :

- Vapeurs de tête : composés des gaz légers (C1 et C2), les GPL (C3 et C4) et les naphta léger (A), moyen (B) et lourd (C) à une température de 172°C.
- Kérosène : prélevée du 46<sup>ème</sup> plateau à la température de 200°C.
- Gasoil léger : prélevée du 20<sup>ème</sup> plateau à la température 241°C.
- Gasoil lourd : prélevé du 15<sup>ème</sup> plateau à la température de 294°C.

- Résidu atmosphérique : Le résidu, débarrassé des constituants légers et à la température de 338°C.
- Reflux circulant supérieur : le reflux circulant supérieur, prélevé du 33<sup>ème</sup> plateau de la colonne (C-1) à la température de 219°C.
- Reflux circulant inférieur : Le reflux circulant inférieur, prélevé du 15<sup>ème</sup> plateau de la colonne (C-1) à la température de 294°C.

#### **III.1.3.1 Colonnes de stripage**

Le kérosène, ainsi que le gasoil léger et le gasoil lourd, après les soutirages latéraux de ces produits, sont ensuite envoyés respectivement vers les 3 colonnes de stripage (C-2), (C-3A), (C-4A), pour purification.

#### **III.1.4 Stabilisation du naphta**

Le naphta non stabilisé, est envoyé aux colonnes de stabilisation A et B.

Le naphta non stabilisé, après préchauffage, est divisé en deux parties. L'une, contenant 70% du naphta non stabilisé, est envoyée dans la colonne de stabilisation (C-5) et l'autre, contenant 30%, est envoyée dans la colonne de stabilisation (C-62) (installée lors de la rénovation).

Le produit de tête de ces deux colonnes est le GPL, envoyé vers l'unité 30, tandis que le produit de fond, le naphta stabilisé est envoyé vers les colonnes de séparation des naphthas.

#### **III.1.5 Séparation des naphthas**

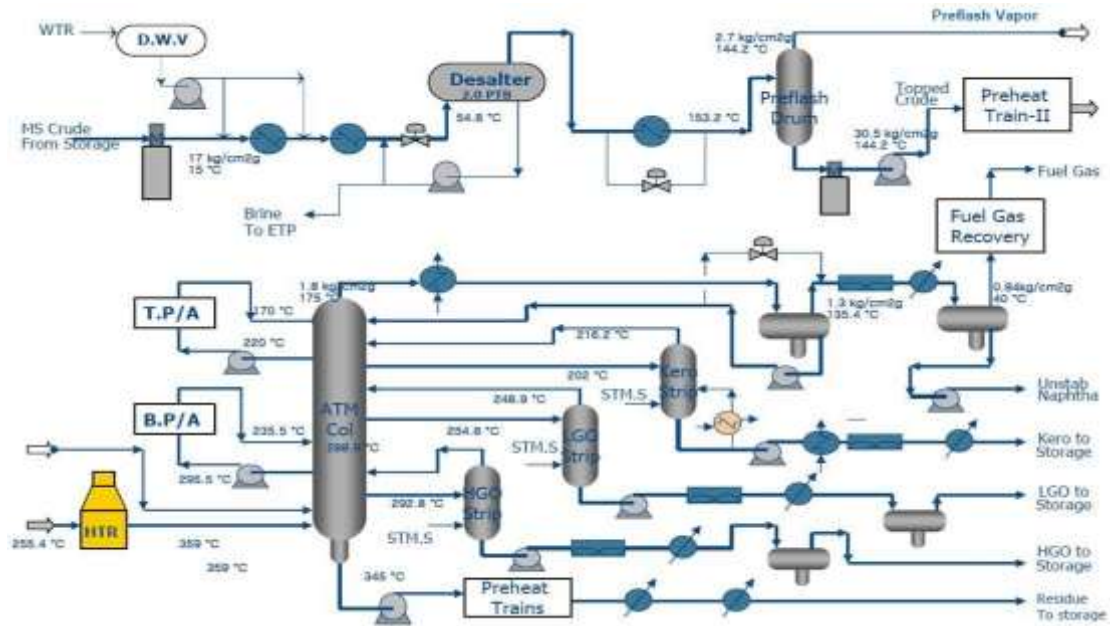
La colonne (C-63) est alimentée en premier lieu par le naphta stabilisé provenant des fonds des 2 colonnes stabilisatrices pour séparer le naphta léger en tête, Le produit de fond de cette colonne, mélange des 2 naphthas moyen et lourd, est envoyé aux colonnes (C-6) et (C-61).

Nous finirons par récupérer, à partir de la colonne (C-6), la coupe C6 (principalement les C6 paraffiniques) en tête, destinée vers stockage.

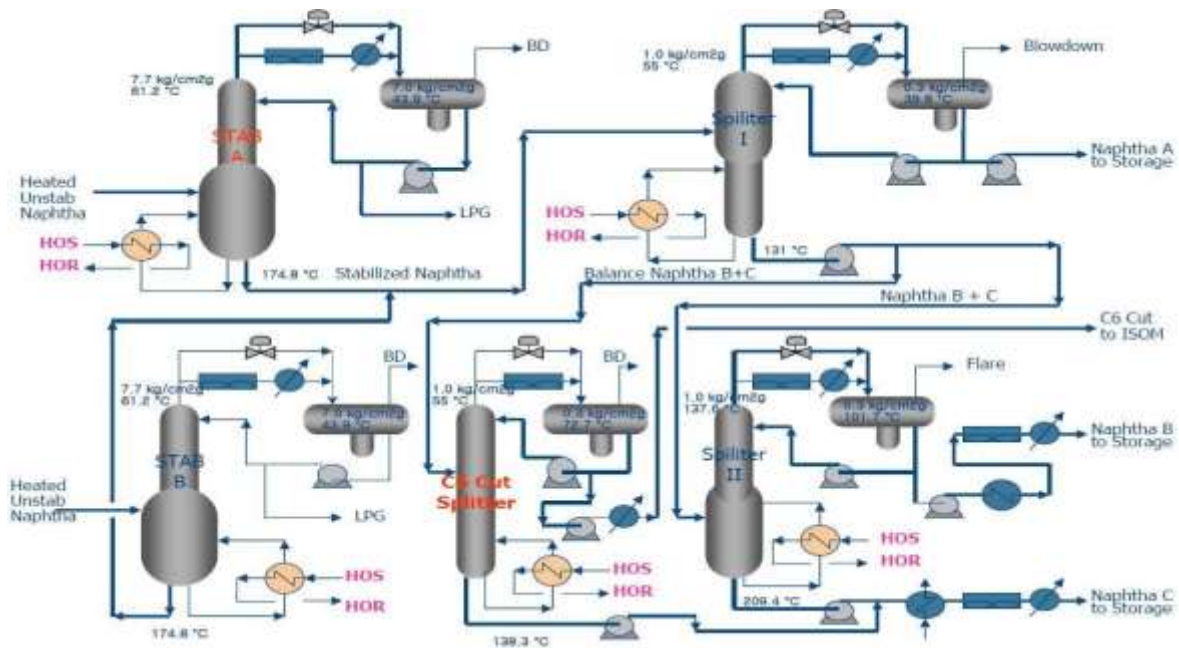
Ainsi, nous obtiendrons au fond le naphta lourd, envoyé au stockage.

La colonne (C-61) a été installée lors de la rénovation pour séparer le naphta moyen (B) du naphta lourd (C). Le naphta moyen récupéré en tête de la colonne et envoyer vers stockage.

Le naphta lourd récupéré au fond est ensuite mélangé en ligne avec la coupe naphta lourd provenant de la colonne (C-61) et acheminée au stockage.



**Figure I.4 :** Schéma du procédé de l'unité de distillation atmosphérique (U10) – 1<sup>ère</sup> partie.



**Figure I.5 :** Schéma du procédé de l'unité de distillation atmosphérique (U10) – 2<sup>ème</sup> partie.

## **IV. La distillation**

La distillation est un processus physique qui permet de séparer les composants d'un mélange d'hydrocarbures en utilisant la chaleur comme agent de séparation. Elle est fondée sur la variation des températures d'ébullition des constituants du mélange. La séparation par distillation est plus aisée lorsque cette différence est élevée.

La distillation est l'opération de séparation la plus répandue dans l'industrie pétrolière, gazière et pétrochimique. Son fonctionnement implique de mettre en contact une vapeur et un liquide qui circulent à contre-courant, pour séparer les éléments présents dans la charge [2].

### **IV.1 La distillation industrielle**

Le processus de raffinage commence par séparer les différents hydrocarbures en fonction de leur température d'ébullition.

Les deux principaux procédés de séparation sont :

- La distillation atmosphérique,
- La distillation sous vide.

À la fin de cette étape, on obtient des produits connus sous le nom de « bases ».

### **IV.2 La distillation atmosphérique**

Après avoir été chauffé à 340°C, le brut est ensuite distillé dans une colonne de 40 à 60 m de hauteur. Dans cette colonne la séparation des produits se fait en fonction de leurs températures d'ébullition et sous une pression de 1 à 3 atmosphères.

Au long de cette colonne se situent les plateaux qui maintiennent un contact entre la phase vapeur ascendante et la phase liquide descendante.

Les produits légers qui ont une basse température (d'environ 30°C) sont récupérés en haut, tandis que les plus lourds qui ont une haute température (plus de 375°C) se concentrent en bas de la colonne.

A partir de la colonne de distillation on obtient :

- Un produit de tête (gaz non condensable, GPL, essence totale),
- Trois coupes latérales (kérosène, gasoil léger, gasoil lourd),
- Un résidu atmosphérique au fond.



**Figure I.6 :** Colonne de distillation atmosphérique.

#### **IV.1.1.a Description de la colonne de distillation atmosphérique**

La colonne de distillation est un appareil cylindrique vertical avec une hauteur qui dépend du nombre de plateaux qu'il contient et la distance entre eux.

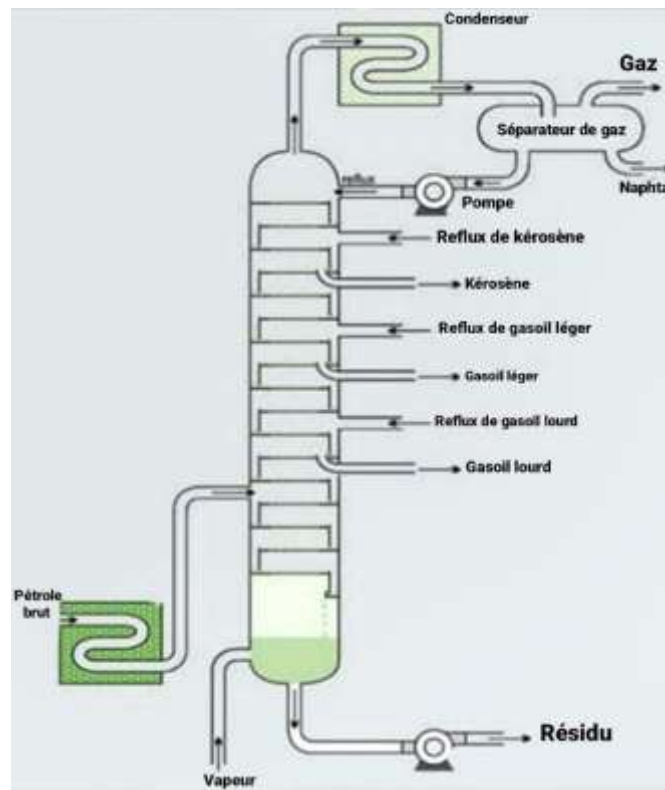
Les plateaux sont de types à clapet qui permettent d'assurer un contact intime entre la phase liquide et la phase vapeur. Elle est constituée de trois zones :

- Zone d'alimentation ou zone de flash
- Zone de rectification
- Zone d'épuisement

Pour que la colonne fonctionne normalement et pour l'augmentation de la qualité des produits on utilise :

- Le stripping
- Soutirage

- Reflux



**Figure I.7 :** Schéma simplifié de la colonne de distillation atmosphérique

### **IV.3 La distillation sous vide**

La distillation sous vide est utilisée pour séparer les produits contenant des hydrocarbures lourds dont les températures d'ébullition normales dépassent le seuil de craquage. Où lors de la redistillation des produits nobles qu'un nouveau chauffage pourrait altérer. C'est ainsi que se déroule le fractionnement sous vide du brut réduit atmosphérique en raffinerie. Pour obtenir des coupes lubrifiantes de base, la redistillation des huiles après traitement au solvant, la redistillation des essences spéciales et la préparation de charge des unités de craquage pour sortir un gasoil sous vide à partir du résidu atmosphérique.

## **VII. Conclusion**

La distillation est une opération de base qui permet l'obtention de différents produits destinés à être utilisés comme carburants mais qui peuvent aussi servir à d'autres utilisations comme la fabrication des polymères et des solvants. Dans notre stage nous nous sommes intéressées à la fabrication du White Spirit, un diluant obtenu

directement de la colonne de distillation après modification des paramètres de la température du brut à l'entrée de la colonne. La fabrication du White Spirit et ses utilisations seront exposées dans le chapitre 2.



## *Chapitre 2 : Le White Spirit*

## **I. Introduction**

Les diluants sont des ingrédients essentiels dans de nombreux domaines, allant de la peinture à la médecine, en passant par la fabrication de produits pharmaceutiques et la finition de bois.

L'importance de l'utilisation des diluants réside dans leur capacité à améliorer les propriétés des produits, en les rendant plus faciles à manipuler, plus efficaces et plus durables, et pour réduire les risques associés aux solutions concentrées. En diluant une solution concentrée, la concentration du soluté diminue, le rendant moins puissant et potentiellement moins nocif.

Il est donc important de choisir les diluants appropriés pour chaque application, en prenant en compte les propriétés chimiques et physiques requises pour obtenir les résultats souhaités.

Le White Spirit est un diluant qui est fabriqué par la raffinerie à la demande de certaines sociétés fabriquant des peintures et autres polymères. Dans ce chapitre nous allons présenter ses différentes propriétés, ses utilisations, et les conditions de sa fabrication au niveau de l'unité RA1K.

## **II. Définition du White Spirit**

Le White Spirit possède d'autres appellations comme distillat de pétrole ou alcool blanc. C'est un produit raffiné de la distillation atmosphérique de pétrole brut, qui est fabriqué à partir des deux fractions ; le naphta lourd (C) et le kérosène. Ses principaux composants sont des hydrocarbures paraffiniques (teneur comprise entre 40 et 60%), des hydrocarbures naphthéniques (teneur comprise entre 30 et 70%) et des hydrocarbures aromatiques (à faible teneur comprise entre 1 et 20%), cette composition le rend moins volatil et plus sûr que de nombreux autres solvants.

Le White Spirit a été découvert et exploité à des fins commerciales au 19<sup>ème</sup> siècle. Au 20<sup>ème</sup> siècle, il a été utilisé pour la peinture et le nettoyage en tant que solvant, remplaçant les solvants végétaux. Il est devenu un solvant organique fréquent [3, 4].



**Figure II.1 : Le white Spirit.**

### **III. Production du White Spirit**

Le naphta lourd, ainsi que le kérosène issu de la distillation directe, servent de matière première pour la production du White Spirit dans les industries pétrochimiques. Ces fractions sont distillées dans des températures d'ébullition appropriées du White Spirit et subissent divers traitements pour obtenir différents types et qualités.

Le principal paramètre opératoire permettant l'obtention du White Spirit est la température.

En effet, dans les conditions normales où le White Spirit n'est pas produit le brut est chauffé à  $340^{\circ}\text{C}$  dans le four avant son introduction dans la tour de distillation [1].

Pour produire le White Spirit, la température du brut est réduite de  $340^{\circ}\text{C}$  à  $320^{\circ}\text{C}$ , ce qui engendre une diminution de la température en tête de colonne de  $167^{\circ}\text{C}$  à  $160^{\circ}\text{C}$ .

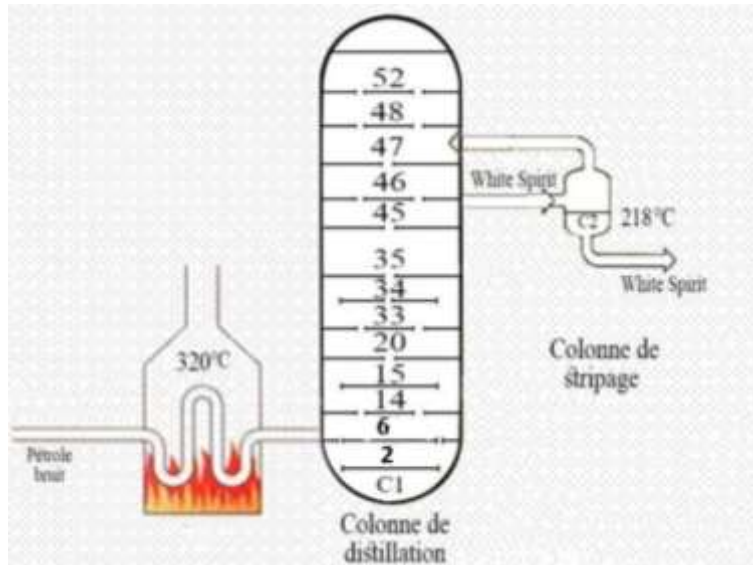
Au niveau du 46<sup>ème</sup> plateau, le kérosène est soutiré à  $184^{\circ}\text{C}$  dans le cas du White au lieu de  $200^{\circ}\text{C}$  dans le cas normal.

Dans ces conditions le naphta lourd va se retrouver sous formes de traces avec le kérosène.

Ensuite ce mélange (naphta lourd et kérosène) est envoyé vers la colonne de stripage C-2 est chauffé à  $218^{\circ}\text{C}$  au lieu de  $240^{\circ}\text{C}$  afin d'éliminer les gaz qu'il contient en tête de la colonne.

Une fois sortie du fond de la colonne, le White Spirit est analysé au laboratoire afin de vérifier s'il est aux normes.

S'il n'est pas aux normes, il sera mélangé dans le blinder avec une quantité de White Spirit déjà fabriqué dans les normes pour atteindre les caractéristiques recherchées [1].



**Figure II.2 :** Schéma simplifié représente la production du White Spirit.

#### **IV. Types de White Spirit**

Différents types de White Spirit sont produits sous forme de fractions de distillation à partir de naphta et de kérosène du pétrole brut, avec la fraction de distillation initiale connue sous le nom de White Spirit de type 0.

Des procédés ultérieurs d'hydrogénation et d'hydrodésulfuration sont utilisés pour produire les autres types avec des compositions aromatiques et des propriétés variables. [4]

Il existe deux types de classification :

- 1- Selon le pourcentage de composés aromatiques
- 2- Selon le point d'éclair

##### **IV.1. Selon le pourcentage de composés aromatiques**

**Type 0 :** c'est le White Spirit ordinaire. Ce type est produit entre la coupe de naphta lourd et du Kérosène à partir de la distillation atmosphérique du pétrole brut. Cette coupe ne subit aucun traitement, elle possède une gamme d'ébullition de 140-210°C, et

contient un pourcentage de 15 à 20 % de composés aromatiques. C'est le type fabriqué au niveau de la raffinerie de Skikda RA1K [4, 5].

**Type 1 :** Ce type est obtenu à partir de l'hydrodésulfuration catalytique du White Spirit de type 0, dont le point d'ébullition est compris entre 90 et 230 °C, avec une teneur en aromatiques inférieure à 20 %. Il est utilisé spécifiquement pour diluer les peintures.

**Type 2 :** Ce solvant, est un alcool à faible teneur en aromatique et une combinaison complexe d'hydrocarbures obtenus par extraction par solvant. Son point d'ébullition est d'environ 90 à 230°C. Il contient un pourcentage inférieur à 5% de composés aromatiques. Il est spécialement employé comme solvant pour le nettoyage grâce à son pouvoir dégraissant et détachant très puissant.

**Type 3 :** Ce type de White Spirit est une combinaison complexe d'hydrocarbures qui est obtenue en utilisant la méthode d'hydrogénation en présence d'un catalyseur, et le point d'ébullition est approximativement entre 65 à 230°C. Il contient des hydrocarbures aromatiques moins de 1% ; cette faible proportion en aromatiques le rend inodore. Il est plus adapté à des utilisations nécessitant une plus grande pureté où la présence d'hydrocarbures aromatiques pourrait être problématique, comme dans certaines applications industrielles ou pour le nettoyage de surfaces sensibles.

➤ Il faut noter que l'odeur dépende de la teneur en « hydrocarbures aromatiques » présents dans le solvant [6].

#### **IV.2. Selon le point d'éclair**

Chaque type de White Spirit se divise en trois catégories distinctes :

❖ Catégorie de bas flash : elle est caractérisée par :

- Un point d'éclair : 21-30°C,

❖ Catégorie régulière : elle se caractérise par :

- Un point d'éclair : 31-54°C,

❖ Catégorie de haut flash :

- Point d'éclair : supérieur à 55°C [5].

## **V. Propriétés physico-chimiques du White Spirit**

### **1-Propriétés physiques :**

- Ce solvant se présente sous la forme liquide odorant et incolore.
- Il possède une faible viscosité et est miscible avec la plupart des solvants organiques mais il est quasiment insoluble dans l'eau ( $< 0,1\%$  en poids).
- Il est très volatile ce qui le rend très inflammable [7].

### **2- Propriétés chimiques :**

- Dans les conditions normales de température et de pression, les White Spirits sont des produits stables.
- Ils ne corrodent pas les métaux usuels à condition de ne pas contenir de soufre.
- Ils peuvent par contre réagir vivement avec les agents fortement oxydants, les acides forts et les halogènes [7].

## **VI. Les principaux pays producteurs du White Spirit**

Les caractéristiques du White Spirit font de lui un des solvants les plus utilisés dans l'industrie. Les principaux pays qui le fabriquent sont montrés sur le tableau II.1

**Tableau II.1:** principaux pays producteurs du White Spirit

|                                 |                 |
|---------------------------------|-----------------|
| <b>Les pays<br/>Producteurs</b> | Allemagne       |
|                                 | Chine           |
|                                 | Etats-Unis      |
|                                 | Russie          |
|                                 | Arabie Saoudite |
|                                 | Algérie         |

Il existe des différences entre le White Spirit fabriqué en Algérie et celui fabriqué dans d'autres pays qui résident principalement dans les normes de fabrication, les

processus de production, et en particulier les caractéristiques spécifiques de chaque produit [8].

## **VII. Les caractéristiques spécifiques du White Spirit**

Au niveau du laboratoire de la raffinerie RA1K, le White Spirit ordinaire subit des tests afin de vérifier si ses caractéristiques répondent aux normes algériennes. Les analyses effectuées sont résumées sur le tableau II.2 [1].

**Tableau II.2:** Les normes recherchées pour le White Spirit

| <b>Analyses</b>          | <b>Unités</b> | <b>Normes</b> |
|--------------------------|---------------|---------------|
| Masse volumique à 15 °C  | Kg/L          | 0,770-0,785   |
| Couleur SAYBOLT          | /             | +22 min       |
| Point d'éclair ABEL      | °C            | 30 min        |
| Distillation ASTM        | °C            |               |
| PI                       |               | 135 min       |
| PF                       |               | 205 max       |
| Pertes                   | %V            | 1,0 max       |
| Résidus                  | %V            | 1,5 max       |
| Teneur en soufre         | % en poids    | 0,05 max      |
| Corrosion lame de cuivre | /             | 1 A max       |

Les compagnies pétrolières et l'industrie chimique ont établis des standards pour ces solvants en fonction de leurs propriétés (densité, point d'ébullition, point d'éclair, capacité de dissolution, etc.) plutôt qu'en fonction de leur composition, Il est possible que ces normes varient en fonction des pays et des organismes [9].

## **VIII. Utilisations du White Spirit :**

Le White Spirit est utilisé dans beaucoup de domaines tant au niveau domestique que pour les utilisations industrielles, comme par exemple :

- Diluant des peintures, vernis et encres d'imprimeries.
- Nettoyage du matériel d'application : pinceaux, brosses, rouleaux, récipients.
- Dégraissage des pièces mécaniques, des jantes des véhicules.
- Solvant d'extraction.
- Décrassage des surfaces en brique et le fer blanc.
- Détachant pour les textiles : coton, cuir, daim, similicuir...
- Nettoyant des meubles en bois brut.
- Décrassage des installations sanitaires : baignoire, lavabo, évier.
- Combustible pour les aviations de club.
- Préparation d'insecticides et de produits d'entretien.

Environ 60% du White Spirit est employée en peinture, laques et vernis [10, 11].

## **IX. Les risques liés à son utilisation**

Comme la plupart des produits chimiques, le White Spirit est un solvant nocif et peut présenter des risques liés à son utilisation :

- Toxicité aiguë par inhalation ou ingestion : Il peut causer des troubles du système nerveux et provoquer des éruptions cutanées.
- Il peut entraîner des perturbations du système nerveux et provoquer des éruptions cutanées.
- Irritation des yeux et de la peau : Le contact avec le White Spirit peut irriter les yeux et la peau. Il est recommandé de porter des gants, des lunettes et un masque de protection lors de son utilisation.
- Risque d'incendie et d'explosion : Le White Spirit est un produit inflammable, il ne doit donc pas être utilisé à proximité de sources de chaleur ou de flammes.
- Danger pour l'environnement : Le White Spirit est préjudiciable à l'environnement et ne doit pas être jeté dans les égouts ou les cours d'eau.
- Dangers liés aux mélanges : à cause des dangers extrêmes, il est interdit de mélanger le White Spirit avec d'autres produits chimiques [12].

## **X. Protection lors d'utilisation du White Spirit**

- ✓ **Précautions d'usage**

Lorsqu'on utilise le White Spirit, il est essentiel de prendre certaines précautions pour assurer la sécurité. Voici quelques conseils d'utilisation :

- Porter les équipements de protection : des gants, des lunettes, un masque respiratoire.
- Éviter le contact avec les yeux, la peau, et les vêtements.
- Utiliser dans un endroit bien aéré.
- Ne pas inhaler.
- Ne pas mélanger avec d'autres produits chimiques.
- Conserver hors de portée des enfants et des animaux.
- Nettoyer soigneusement après usage [10].

✓ **Sécurité de stockage**

- Conserver dans un endroit sec, frais et bien ventilé.
- Conserver dans des conteneurs hermétiquement clos.
- Éviter la chaleur et lumière solaire, sources d'inflammation, humidité [13].

✓ **Matériaux d'emballage**

- Recommander : récipient métallique (acier ou acier inoxydable), le polyéthylène, le polypropylène, le polyester.
- À éviter les récipients plastiques sensibles aux hydrocarbures [13].

✓ **Secourisme**

❖ Contact avec la peau :

- Se débarrasser rapidement des vêtements et des chaussures souillés, puis laver abondamment la zone du corps concernée avec de l'eau et du savon ou un détergent léger pendant environ 15 minutes.
- Contactez immédiatement un médecin.

❖ Contact avec les yeux :

- Utiliser immédiatement de l'eau ou du sérum physiologique pendant environ 15 minutes, jusqu'à ce que le produit soit entièrement enlevé (surtout sous les paupières).
- Consulter un ophtalmologiste.

❖ Ingestion :

- Pour éviter tout risque d'aspiration par les poumons, il est préférable de ne pas provoquer de vomissements. En cas d'ingestion suivie de vomissements, une aspiration dans les poumons peut entraîner une suffocation ou une pneumopathie d'origine chimique.
- Maintenir la personne au chaud, un personnel médical qualifié peut effectuer un lavage gastrique, sinon contacter un médecin [14].

## **XI. Conclusion**

Le White Spirit est un liquide issu de la distillation du pétrole. Ce produit est recherché par certains fabricants pour ses multiples usages. En effet, il est utilisé comme solvant dans les peintures et les vernis, dans le dégraissage des surfaces métalliques, comme détachant de différentes matières comme le cuir et similicuir et comme diluants des résines alkydes, des résines acryliques ou uréthanes. Pour le produire au niveau de la raffinerie, un changement de la température de chauffage du brut est appliqué, ce qui engendre sa formation au niveau du 46<sup>ème</sup> plateau de la colonne de distillation atmosphérique. Ceci génère des changements dans les autres fractions obtenues et peut impacter la production.

Il est possible de préparer autrement le White Spirit en procédant à des mélanges du kérosène et du naphta au laboratoire afin de se rapprocher le plus possible des caractéristiques exigées pour le produit. C'est l'objet du 3<sup>ème</sup> chapitre.

A decorative scroll frame with a dark purple border. The left side is a vertical scroll, and the top right corner is a small scroll. The text is centered within the frame.

***Chapitre 03 :***  
***Fabrication du White Spirit au***  
***laboratoire***

### **Problématique :**

Au niveau de l'unité Topping, la fabrication du White Spirit est réalisée par distillation du pétrole brut. L'unité est conçue pour la production de différentes coupes pétrolières.

Pour obtenir le White Spirit, la modification de certains paramètres est nécessaire pour qu'on puisse le soutirer du même plateau que le kérosène, ce qui va engendrer des perturbations au niveau de la colonne C-1, ainsi que le changement de la qualité des autres produits soutirés.

Dans notre partie pratique, nous allons commencer par étudier l'influence de la production du White Spirit dans la colonne C-1 sur la qualité des autres fractions.

Ensuite, nous allons examiner la possibilité de fabriquer le White Spirit au laboratoire à partir d'un mélange composé de naphta lourd (C), de kérosène, du fond de la colonne C-61 et de la coupe C-6.

Notre travail consiste à déterminer les proportions de ces produits à mélanger pour préparer le white spirit au laboratoire avec les caractéristiques imposées par les normes Algériennes.

### **I. Spécifications de la charge de l'unité Topping :**

La raffinerie de Skikda traite le pétrole brut provenant de Hassi Messaoud. Les caractéristiques de ce brut sont présentées sur le tableau III.1 suivant :

**Tableau III.1 : Spécifications du pétrole brut de l'unité Topping.**

| <b>Spécification</b>            | <b>Unité</b> | <b>Valeur</b> |
|---------------------------------|--------------|---------------|
| Masse volumique à 15 °C         | °C           | 0,8025        |
| Viscosité cinématique à 37,8 °C | Cst          | 1,989         |
| Point de goutte                 | °C           | -52           |
| Point d'éclair                  | °C           | < 20          |
| Teneur en soufre total          | % poids      | 0,13          |
| Teneur en sulfure d'hydrogène   | ppm          | 0             |
| Teneur en sels                  | % poids      | < 0,001       |
| Teneur en asphalte              | % poids      | 0,06          |
| Teneur en eau et sédiments      | % poids      | Traces        |

## **II. Analyse des produits de l'unité Topping lors du fonctionnement normal et lors de la fabrication du White Spirit**

Les produits issus de l'unité Topping subissent un contrôle de routine journalier dans le laboratoire de la raffinerie RA1K afin de vérifier leurs caractéristiques et veiller au bon fonctionnement de l'unité.

Les analyses concernant ces produits dans le cas d'un fonctionnement normal sont portées sur le tableau III.2.

Sur le tableau III.3 sont portées les analyses lors de la fabrication du White Spirit.

**Tableau III.2 : Analyses des produits de l'unité Topping lors du fonctionnement normal.**

|                               | <b>Naphta<br/>léger<br/>(NA)</b> | <b>Naphta<br/>moyen<br/>(NB)</b> | <b>Naphta<br/>lourd<br/>mixte<br/>(NC)</b> | <b>Kérosène</b> | <b>Gasoil<br/>léger<br/>(LGO)</b> | <b>Gasoil<br/>lourd<br/>(HGO)</b> | <b>Résidu</b> |
|-------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------|
| Masse<br>volumique<br>à 15 °C | <b>0,6437</b>                    | <b>0,7326</b>                    | <b>0,7449</b>                              | <b>0,7912</b>   | <b>0,8278</b>                     | <b>0,8567</b>                     | <b>0,9037</b> |
| Couleur<br>SAYBOLT            | +30                              | +30                              | +30                                        | +30             |                                   |                                   |               |
| Point<br>ABEL °C              |                                  |                                  |                                            |                 |                                   |                                   |               |
| Point<br>d'éclair °C          |                                  |                                  |                                            | <b>54</b>       | <b>72</b>                         | <b>126</b>                        | <b>90</b>     |
| Distillation<br>ASTM          |                                  |                                  |                                            |                 |                                   |                                   |               |
| <b>PI</b>                     | <b>34</b>                        | <b>70</b>                        | <b>85</b>                                  | <b>160</b>      | <b>179</b>                        | <b>240</b>                        |               |
| 5%                            | 34                               | 85                               | 98                                         | 174             | 208                               | 270                               |               |
| 10%                           | 37                               | 91                               | 100                                        | 178             | 228                               | 283                               |               |
| 20%                           | 39                               | 96                               | 108                                        | 180             | 242                               | 293                               |               |
| 30%                           | 41                               | 100                              | 114                                        | 182             | 252                               | 304                               |               |
| 40%                           | 43                               | 106                              | 123                                        | 185             | 260                               | 316                               |               |
| 50%                           | 46                               | 111                              | 132                                        | 187             | 268                               | 326                               |               |
| 60%                           | 48                               | 117                              | 140                                        | 190             | 276                               | 339                               |               |
| 70%                           | 50                               | 122                              | 148                                        | 192             | 285                               | 342                               |               |
| 80%                           | 54                               | 130                              | 156                                        | 196             | 301                               | 356                               |               |
| 90%                           | 58                               | 136                              | 160                                        | 200             | 316                               | 367                               |               |
| 95%                           | 63                               | 143                              | 164                                        | 204             | 334                               | 379                               |               |
| <b>PF</b>                     | <b>68</b>                        | <b>150</b>                       | <b>170</b>                                 | <b>210</b>      | <b>348</b>                        | <b>388</b>                        |               |
| Résidu                        | 0,0                              | 0,5                              | 0,5                                        | 1,0             | 1,5                               | 1,5                               |               |
| Perte                         | 2,0                              | 0,5                              | 0,5                                        | 0,0             | 0,0                               | 0,0                               |               |

**Tableau III.3 :** Analyses des produits de l'unité Topping lors de la fabrication du White Spirit.

|                         | <b>Naphta<br/>léger<br/>(NA)</b> | <b>Naphta<br/>moyen<br/>(NB)</b> | <b>Naphta<br/>lourd<br/>mixte<br/>(NC)</b> | <b>White<br/>Spirit</b> | <b>Gasoil<br/>léger<br/>(LGO)</b> | <b>Gasoil<br/>lourd<br/>(HGO)</b> | <b>Résidu</b> |
|-------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------|
| Masse volumique à 15 °C | <b>0,6399</b>                    | <b>0,7286</b>                    | <b>0,7405</b>                              | <b>0,7763</b>           | <b>0,8212</b>                     | <b>0,8554</b>                     | <b>0,9002</b> |
| Couleur SAYBOLT         | +30                              | +30                              | +30                                        | +30                     |                                   |                                   |               |
| Point ABEL °C           |                                  |                                  |                                            | <b>37</b>               |                                   |                                   |               |
| Point d'éclair °C       |                                  |                                  |                                            |                         | <b>69</b>                         | <b>118</b>                        | <b>87</b>     |
| Distillation ASTM       |                                  |                                  |                                            |                         |                                   |                                   |               |
| <b>PI</b>               | <b>30</b>                        | <b>65</b>                        | <b>82</b>                                  | <b>147</b>              | <b>175</b>                        | <b>220</b>                        |               |
| 5%                      | 35                               | 86                               | 97                                         | 158                     | 208                               | 245                               |               |
| 10%                     | 36                               | 91                               | 101                                        | 165                     | 218                               | 258                               |               |
| 20%                     | 37                               | 96                               | 106                                        | 168                     | 230                               | 270                               |               |
| 30%                     | 39                               | 101                              | 111                                        | 171                     | 238                               | 279                               |               |
| 40%                     | 40                               | 105                              | 116                                        | 173                     | 246                               | 290                               |               |
| 50%                     | 42                               | 109                              | 121                                        | 176                     | 255                               | 309                               |               |
| 60%                     | 44                               | 113                              | 126                                        | 180                     | 265                               | 322                               |               |
| 70%                     | 46                               | 119                              | 133                                        | 183                     | 275                               | 334                               |               |
| 80%                     | 50                               | 126                              | 140                                        | 186                     | 292                               | 345                               |               |
| 90%                     | 55                               | 134                              | 150                                        | 188                     | 311                               | 357                               |               |
| 95%                     | 59                               | 138                              | 156                                        | 190                     | 326                               | 370                               |               |
| <b>PF</b>               | <b>64</b>                        | <b>143</b>                       | <b>163</b>                                 | <b>193</b>              | <b>341</b>                        | <b>382</b>                        |               |
| Résidu                  | 0,0                              | 0,5                              | 0,5                                        | 1,0                     | 1,5                               | 1,5                               |               |
| Perte                   | 2,0                              | 0,5                              | 0,5                                        | 0,0                     | 0,0                               | 0,0                               |               |

**Note :** le naphta lourd mixte c'est le mélange des produits de fond des colonnes C-6 et C-61.

- D'après les valeurs rapportées sur les 2 tableaux, on peut noter que la fabrication du White Spirit a entraîné une diminution de la densité, du point d'éclair et de la distillation ASTM des produits fabriqués par l'unité par rapport au fonctionnement normal.
- Cela induit des changements dans les propriétés des autres coupes (Naphta léger, moyen et lourd, gasoil léger et lourd) qui vont être mélangé avec les stocks pour corriger leurs caractéristiques.
- Dans le cas où les changements sont très importants, ces coupes seront réinjectées dans la colonne C-1 pendant le fonctionnement normal pour ajuster leurs spécifications.

### **III. Résultats d'analyse du White Spirit fabriqué dans la colonne C1**

Tout comme les autres produits, le White Spirit fabriqué par l'unité Topping est soumis à des analyses de routine régulières pour s'assurer de sa conformité aux normes.

Le tableau III.4 rapporte les résultats d'analyses que nous avons réalisés au niveau du laboratoire de la raffinerie RA1K pour le White Spirit produit par la colonne C-1.

**Tableau III.4 : Analyses du White Spirit fabriqué dans la colonne C-1**

| <b>Les analyses</b>     | <b>Les normes</b> | <b>Résultats</b> |
|-------------------------|-------------------|------------------|
| Masse volumique à 15 °C | 0,770-0,785       | 0,7800           |
| Couleur SAYBOLT         | + 22 min          | + 30             |
| Point d'éclair ABEL     | 30 min            | 35               |
| Distillation ASTM       |                   |                  |
| PI                      | 135 min           | 151              |
| PF                      | 205 max           | 194              |
| Pertes                  | 1,0 max           | 0,5              |
| Résidus                 | 1,5 max           | 0,5              |

D'après les résultats obtenus, ce White Spirit est conforme aux normes algériennes.

#### **IV. Fabrication du White Spirit au niveau du laboratoire de la raffinerie RA1K**

Notre objectif consiste à produire du White Spirit en mélangeant différentes proportions des produits utilisés dans laboratoire de la raffinerie RA1K, afin d'éviter tout changement des paramètres de la colonne de distillation C-1. Pour cela nous avons utilisé le matériel et les produits qu'on a mis à notre disposition comme montré ci-dessous.

##### **1. Matériels et produits**

###### **✓ Matériels**



Eprouvette graduée



Densimètre



Thermomètre



Ballon de 125 ml

**Figure III.1 : le matériel utilisé au laboratoire.**

✓ **Produits utilisés**

- Kérosène,
- Naphta lourd (C),
- Coupe C6,
- Naphta du fond de la colonne C-61.

**2. Mode opératoire**

✓ **Détermination de la masse volumique**

La masse volumique est déterminée à l'aide d'un densimètre à une température donnée, ensuite est convertie en fonction de sa température dans la table de conversion à 15 °C. Voici les étapes à suivre :

- ❖ Remplir le mélange dans une éprouvette de 500ml, puis mélanger afin qu'il soit homogène.
- ❖ Plonger un thermomètre dans le liquide et relever sa température.
- ❖ Plonger un densimètre le mieux adapté avec le mélange.
- ❖ Réaliser la lecture de la masse volumique.
- ❖ Puis déterminer la masse volumique corrigée à 15 °C du liquide en utilisant le tableau III.5.



**Figure III.2 : Mesure de la température et de la masse volumique.**

**Tableau III.5:** Tableau de la masse volumique corrigée à 15 °C

| TABLE 53 B — PRODUITS RAFFINES          |                          |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                |
|-----------------------------------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------|
| CONVERSION A 15°C DE LA MASSE VOLUMIQUE |                          |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                |
| Temp.<br>en °C                          | MASSE VOLUMIQUE OBSERVEE |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | Temp.<br>en °C |
|                                         | 753.0                    | 755.0 | 757.0 | 759.0 | 761.0 | 763.0 | 765.0 | 767.0 | 769.0 | 771.0 | 773.0 |                |
| 19.50                                   | 757.0                    | 759.0 | 760.9 | 762.0 | 764.9 | 766.9 | 768.9 | 770.9 | 772.8 | 774.8 | 776.7 | 19.50          |
| 19.75                                   | 757.2                    | 759.2 | 761.2 | 763.2 | 765.2 | 767.2 | 769.2 | 771.1 | 773.0 | 775.0 | 776.9 | 19.75          |
| 20.00                                   | 757.4                    | 759.4 | 761.4 | 763.4 | 765.4 | 767.4 | 769.4 | 771.3 | 773.2 | 775.2 | 777.1 | 20.00          |
| 20.25                                   | 757.6                    | 759.6 | 761.6 | 763.6 | 765.6 | 767.6 | 769.6 | 771.5 | 773.5 | 775.4 | 777.3 | 20.25          |
| 20.50                                   | 757.8                    | 759.8 | 761.8 | 763.8 | 765.8 | 767.8 | 769.8 | 771.7 | 773.7 | 775.6 | 777.5 | 20.50          |
| 20.75                                   | 758.1                    | 760.1 | 762.0 | 764.0 | 766.0 | 768.0 | 770.0 | 771.9 | 773.9 | 775.8 | 777.7 | 20.75          |
| 21.00                                   | 758.3                    | 760.3 | 762.3 | 764.3 | 766.2 | 768.2 | 770.2 | 772.1 | 774.1 | 776.0 | 777.9 | 21.00          |
| 21.25                                   | 758.5                    | 760.5 | 762.5 | 764.5 | 766.5 | 768.5 | 770.5 | 772.4 | 774.3 | 776.2 | 778.1 | 21.25          |
| 21.50                                   | 758.7                    | 760.7 | 762.7 | 764.7 | 766.7 | 768.7 | 770.7 | 772.6 | 774.5 | 776.4 | 778.3 | 21.50          |
| 21.75                                   | 758.9                    | 760.9 | 762.9 | 764.9 | 766.9 | 768.9 | 770.9 | 772.8 | 774.7 | 776.6 | 778.5 | 21.75          |
| 22.00                                   | 759.2                    | 761.2 | 763.1 | 765.1 | 767.1 | 769.1 | 771.1 | 773.0 | 774.9 | 776.8 | 778.6 | 22.00          |
| 22.25                                   | 759.4                    | 761.4 | 763.4 | 765.3 | 767.3 | 769.3 | 771.3 | 773.2 | 775.1 | 777.0 | 778.8 | 22.25          |
| 22.50                                   | 759.6                    | 761.6 | 763.6 | 765.6 | 767.6 | 769.6 | 771.5 | 773.4 | 775.3 | 777.1 | 779.0 | 22.50          |
| 22.75                                   | 759.8                    | 761.8 | 763.8 | 765.8 | 767.8 | 769.8 | 771.7 | 773.6 | 775.5 | 777.3 | 779.2 | 22.75          |
| 23.00                                   | 760.0                    | 762.0 | 764.0 | 766.0 | 768.0 | 770.0 | 771.9 | 773.8 | 775.7 | 777.5 | 779.4 | 23.00          |
| 23.25                                   | 760.3                    | 762.3 | 764.2 | 766.2 | 768.2 | 770.2 | 772.1 | 774.0 | 775.8 | 777.7 | 779.6 | 23.25          |
| 23.50                                   | 760.5                    | 762.5 | 764.5 | 766.4 | 768.4 | 770.4 | 772.3 | 774.2 | 776.0 | 777.9 | 779.8 | 23.50          |
| 23.75                                   | 760.7                    | 762.7 | 764.7 | 766.7 | 768.7 | 770.6 | 772.5 | 774.4 | 776.2 | 778.1 | 780.0 | 23.75          |
| 24.00                                   | 760.9                    | 762.9 | 764.9 | 766.9 | 768.9 | 770.8 | 772.7 | 774.6 | 776.4 | 778.3 | 780.2 | 24.00          |
| 24.25                                   | 761.1                    | 763.1 | 765.1 | 767.1 | 769.1 | 771.0 | 772.9 | 774.8 | 776.6 | 778.5 | 780.3 | 24.25          |
| 24.50                                   | 761.3                    | 763.3 | 765.3 | 767.3 | 769.3 | 771.2 | 773.1 | 775.0 | 776.8 | 778.7 | 780.5 | 24.50          |
| 24.75                                   | 761.6                    | 763.6 | 765.5 | 767.5 | 769.5 | 771.4 | 773.3 | 775.1 | 777.0 | 778.9 | 780.7 | 24.75          |
| 25.00                                   | 761.8                    | 763.8 | 765.8 | 767.8 | 769.7 | 771.6 | 773.5 | 775.3 | 777.2 | 779.0 | 780.9 | 25.00          |
| 25.25                                   | 762.0                    | 764.0 | 766.0 | 768.0 | 770.0 | 771.8 | 773.7 | 775.5 | 777.4 | 779.2 | 781.1 | 25.25          |
| 25.50                                   | 762.2                    | 764.2 | 766.2 | 768.2 | 770.2 | 772.0 | 773.9 | 775.7 | 777.6 | 779.4 | 781.3 | 25.50          |
| 25.75                                   | 762.4                    | 764.4 | 766.4 | 768.4 | 770.4 | 772.2 | 774.1 | 775.9 | 777.8 | 779.6 | 781.5 | 25.75          |
| 26.00                                   | 762.7                    | 764.7 | 766.6 | 768.6 | 770.6 | 772.4 | 774.3 | 776.1 | 777.9 | 779.8 | 781.6 | 26.00          |
| 26.25                                   | 762.9                    | 764.9 | 766.9 | 768.8 | 770.8 | 772.6 | 774.5 | 776.3 | 778.1 | 780.0 | 781.8 | 26.25          |
| 26.50                                   | 763.1                    | 765.1 | 767.1 | 769.1 | 771.0 | 772.8 | 774.7 | 776.5 | 778.3 | 780.2 | 782.0 | 26.50          |
| 26.75                                   | 763.3                    | 765.3 | 767.3 | 769.3 | 771.2 | 773.0 | 774.8 | 776.7 | 778.5 | 780.3 | 782.2 | 26.75          |
| 27.00                                   | 763.5                    | 765.5 | 767.5 | 769.5 | 771.4 | 773.2 | 775.0 | 776.9 | 778.7 | 780.5 | 782.4 | 27.00          |

\* Valeur extrapolée

## ✓ Détermination du point d'éclair ABEL

La méthode consiste à chauffer un produit progressivement jusqu'à ce qu'il se forme des vapeurs qui en présence d'une étincelle régulière, produit un flash. Afin d'y parvenir on procède de la manière suivante :

- ❖ Remplir le creuset avec l'échantillon jusqu'au trait de jauge.
- ❖ Placer le creuset dans le récipient pour réaliser le chauffage dans un bain marie.
- ❖ Placer les deux thermomètres l'un en contact avec l'eau du bain et l'autre avec le mélange à chauffer.
- ❖ Allumer la flamme et pivoter vers le bas chaque 2 min afin de déterminer la température à laquelle le liquide s'enflamme, la température correspond au point d'éclair du mélange.



**Figure III.3 :** Appareil pour détermination de point d'éclair ABEL.

#### ✓ **Distillation ASTM**

L'opération consiste à chauffer dans un ballon normalisé 100ml du produit et à recueillir après passage dans un condenseur les différentes fractions évaporées. Pour cela, on applique la méthode suivante :

- ❖ Mesurer précisément une prise d'essai de 100ml dans une éprouvette graduée, puis la verser dans un ballon de 125 ml.
- ❖ Mettre quelques pierres ponce dans le ballon de distillation.
- ❖ Fixer le thermomètre adéquat pour chaque produit à distiller dans le ballon.
- ❖ Placer le ballon dans la chambre de chauffe de l'appareil.
- ❖ Placer l'éprouvette à la sortie du système de condensation sous le tube métallique du bain pour récupérer tout le produit condensé.
- ❖ Régler la température de chauffage de manière à ce que la vitesse soit de 4 à 5 ml/min.
- ❖ Commencer à relever ensuite les températures pour les pourcentages de distillat recueillis (5%, 10%, 20%, ...90%, 95%).



**Figure III.4 :** Appareil de la distillation ASTM.

✓ **Détermination de la couleur SAYBOLT :**

Cette méthode est basée sur la mesure d'une hauteur de produits et la corrélérer à une échelle de couleur suivant une procédure standard.

Cette méthode est appliquée à des produits clairs et couvre une échelle de +30 (claire et transparent) à -16 (légèrement coloré). Pour cela, on procède comme suit :

- ❖ Verser dans le tube gradué le mélange et dans l'autre l'eau, à la même hauteur.
- ❖ Comparer la couleur du verre du tube gradué à celle de l'eau.
- ❖ Vérifier dans la fiche de l'appareil que les deux couleurs sont identiques.



**Figure III.5 :** Appareil pour détermination de la couleur SAYBOLT.

Dans un deuxième temps, nous avons effectué plusieurs essais dans le but d'obtenir un mélange qui respecte les normes du White Spirit.

Tout d'abord nous avons fait une analyse de distillation ASTM pour les produits utilisés : kérosène, naphta C, fond de la colonne C-61, coupe C6, dans notre étude afin de déduire les proportions nécessaires qui répondent aux normes du white spirit. Le tableau III.6 rapporte les résultats d'analyse des produits utilisés.

**Tableau III.6 : Résultats d'analyse de la distillation ASTM des produits utilisés**

|                          | <b>Kérosène</b> | <b>Naphta C</b> | <b>Fond de la<br/>colonne C-61</b> | <b>Coupe C6</b> |
|--------------------------|-----------------|-----------------|------------------------------------|-----------------|
| <b>Distillation ASTM</b> |                 |                 |                                    |                 |
| <b>PI</b>                | <b>163</b>      | <b>90</b>       | <b>150</b>                         | <b>56</b>       |
| 5%                       | 175             | 102             | 153                                | 63              |
| 10%                      | 179             | 106             | 156                                | 65              |
| 20%                      | 184             | 112             | 158                                | 67              |
| 30%                      | 189             | 117             | 159                                | 69              |
| 40%                      | 191             | 123             | 161                                | 71              |
| 50%                      | 194             | 129             | 166                                | 73              |
| 60%                      | 197             | 135             | 168                                | 75              |
| 70%                      | 199             | 142             | 170                                | 77              |
| 80%                      | 203             | 150             | 172                                | 80              |
| 90%                      | 209             | 160             | 174                                | 86              |
| 95%                      | 212             | 166             | 178                                | 91              |
| <b>PF</b>                | <b>216</b>      | <b>172</b>      | <b>180</b>                         | <b>94</b>       |

Nous allons présenter les différents mélanges de coupes que nous avons réalisés afin d'obtenir un White Spirit proche des normes. Pour chaque mélange, nous réalisons une distillation ASTM pour déterminer les points initiaux et finaux qui doivent être de 135 et 205°C correspondant à ceux de White Spirit. Nous analysons aussi la masse volumique du mélange qui doit être entre 0,770 et 0,785 kg/l, la couleur SAYBOLT qui doit être +22 et le point d'éclair ABEL qui ne doit pas être inférieur à 30°C.

Les résultats des différents essais sont présentés ci-après.

### **Essai N°1**

Les volumes et les pourcentages des produits utilisés dans le 1<sup>er</sup> essai sont portés sur le tableau III.7.

**Tableau III.7 :** Proportions des produits utilisés pour l'essai N°1.

| <b>Produits</b> | <b>Volumes (ml)</b> | <b>Pourcentages (%)</b> |
|-----------------|---------------------|-------------------------|
| Kérosène        | 450                 | 90                      |
| Naphta C        | 50                  | 10                      |

Voici les résultats d'analyse réalisée sur ce mélange :

**Tableau III.8 :** Résultats d'analyse de l'essai N°1.

| <b>Analyses</b>                         | <b>Résultats</b> |
|-----------------------------------------|------------------|
| Masse volumique lue à 21°C (kg/l)       | 0,7820           |
| Masse volumique corrigée à 15 °C (kg/l) | 0,7865           |

D'après ces résultats, la densité de ce mélange est de 0,7865. Cette valeur dépasse les normes du White Spirit en raison de l'existence importante des composants lourds de kérosène qui a un intervalle de densité élevé [0,7850 à 0,7921].

### **Essai N°2**

Les volumes et les proportions des produits utilisés lors du 2<sup>ème</sup> essai sont affichés sur le tableau III.9.

**Tableau III.9 :** Proportions des produits utilisés pour l'essai N°2.

| <b>Produits</b> | <b>Volumes (ml)</b> | <b>Pourcentages (%)</b> |
|-----------------|---------------------|-------------------------|
| Kérosène        | 350                 | 70                      |
| Naphta C        | 150                 | 30                      |

Voici les résultats des analyses effectuées sur ce mélange :

**Tableau III.10 : Résultats d'analyses de l'essai N°2.**

| <b>Analyses</b>                      | <b>Résultats</b> |
|--------------------------------------|------------------|
| Masse volumique lue à 21,5 °C (kg/l) | 0,7715           |
| Masse volumique corrigée à 15 °C     | 0,7769           |
| Couleur SAYBOLT                      | + 30             |
| Point d'éclair ABEL (°C)             | 32               |
| Distillation ASTM (°C)               |                  |
| PI                                   | 100              |
| 5                                    | 117              |
| 10                                   | 127              |
| 20                                   | 142              |
| 30                                   | 157              |
| 40                                   | 169              |
| 50                                   | 180              |
| 60                                   | 187              |
| 70                                   | 193              |
| 80                                   | 200              |
| 90                                   | 207              |
| 95                                   | 215              |
| PF                                   | 220              |

Selon les analyses, on peut observer que le mélange répond aux exigences en termes de densité, de point d'éclair et de couleur.

Cependant, la distillation ASTM présente un souci en ce qui concerne les valeurs de point initial et point final.

- Le point initial est de 100 °C, inférieur aux normes à cause des légers indésirables contenus dans le naphta C ce qui a provoqué la diminution du PI de ce mélange.

- Le point final est de 220 °C, supérieur aux normes en raison de la fraction totale du kérosène qui contient des lourds indésirables entraînant l'augmentation du PF de ce mélange.

### **Essai N°3**

Sur le tableau III.11 sont rapportés les volumes et les pourcentages des produits utilisés dans le 3<sup>ème</sup> essai.

**Tableau III.11:** Proportions des produits utilisés pour l'essai N°3.

| <b>Produits</b> | <b>Volumes (ml)</b> | <b>Pourcentages (%)</b> |
|-----------------|---------------------|-------------------------|
| Kérosène        | 275                 | 55                      |
| Naphta C-61     | 200                 | 40                      |
| Coupe C6        | 25                  | 5                       |

Les résultats d'analyses réalisés sur ce mélange sont portés sur le tableau III.12

**Tableau III.12:** Résultats d'analyses de l'essai N°3.

| <b>Analyses</b>                        | <b>Résultats</b> |
|----------------------------------------|------------------|
| Masse volumique lue à 23,25°C (kg/l)   | 0,7775           |
| Masse volumique corrigée à 15°C (kg/l) | 0,7791           |
| Couleur SAYBOLT                        | + 30             |
| Point d'éclair ABEL (°C)               | 38               |
| Distillation ASTM (°C)                 |                  |
| PI                                     | 144              |
| 5%                                     | 162              |
| 10%                                    | 167              |
| 20%                                    | 173              |
| 30%                                    | 177              |
| 40%                                    | 180              |

|     |     |
|-----|-----|
| 50% | 182 |
| 60% | 185 |
| 70% | 188 |
| 80% | 193 |
| 90% | 201 |
| 95% | 209 |
| PF  | 214 |

**Essais N°4**

Pour le 4<sup>ème</sup> essai, on a mélangé trois coupes comme rapporté sur le tableau III.13.

**Tableau III.13 : Proportions des produits utilisés pour l'essai N°4.**

| Produits    | Volumes (ml) | Pourcentages (%) |
|-------------|--------------|------------------|
| Kérosène    | 300          | 60               |
| Naphta C-61 | 175          | 35               |
| Coupe C6    | 25           | 5                |

Et les résultats d'analyses sont rapportés sur le tableau III.14.

**Tableau III.14 : Résultats d'analyses du mélange d'essai N°4.**

| Analyses                               | Résultats |
|----------------------------------------|-----------|
| Masse volumique lue à 24°C (kg/l)      | 0,7770    |
| Masse volumique corrigé à 15 °C (kg/l) | 0,7839    |
| Couleur SAYBOLT                        | + 30      |
| Point d'éclair ABEL (°C)               | 39        |
| Distillation ASTM (°C)                 |           |
| PI                                     | 152       |

|     |     |
|-----|-----|
| 5%  | 162 |
| 10% | 167 |
| 20% | 173 |
| 30% | 177 |
| 40% | 181 |
| 50% | 184 |
| 60% | 187 |
| 70% | 190 |
| 80% | 195 |
| 90% | 202 |
| 95% | 211 |
| PF  | 217 |

Les résultats des tests N° 3 et 4 correspondent aux normes en termes de densité et de point d'éclair du White Spirit, à l'exception du point final de la distillation ASTM avec une valeur de 217 °C. Ceci constitue un problème vu la proportion élevée du kérosène qui contient les composants lourds influençant le point final.

**Essai N°5 :**

Dans le dernier essai on a mélangé le kérosène, le naphta C-61 et la coupe C6 dans les proportions suivantes :

**Tableau III.15:** Proportions des produits utilisés pour l'essai N°5.

| Produits    | Volumes (ml) | Pourcentages (%) |
|-------------|--------------|------------------|
| Kérosène    | 250          | 50               |
| Naphta C-61 | 215          | 43               |
| C6          | 35           | 7                |

Voici les résultats des analyses réalisés sur ce mélange :

**Tableau III.16 : Résultats d'analyses de l'essai N°5.**

| <b>Analyses</b>                         | <b>Résultats</b> |
|-----------------------------------------|------------------|
| Masse volumique lue à 22 °C (kg/l)      | 0,7755           |
| Masse volumique corrigée à 15 °C (kg/l) | 0,7785           |
| Couleur SAYBOLT                         | + 30             |
| Point d'éclair ABEL (°C)                | 32               |
| Distillation ASTM (°C)                  |                  |
| PI                                      | 123              |
| 5%                                      | 140              |
| 10%                                     | 157              |
| 20%                                     | 178              |
| 30%                                     | 181              |
| 40%                                     | 184              |
| 50%                                     | 186              |
| 60%                                     | 188              |
| 70%                                     | 192              |
| 80%                                     | 194              |
| 90%                                     | 201              |
| 95%                                     | 205              |
| PF                                      | 212              |

Ces résultats indiquent que les mesures de la densité et point d'éclair ABEL sont conformes aux standards du white spirit sauf la distillation ASTM.

- La présence des légers contenus dans la coupe C6 a empêché le point final qui a une valeur de 123 °C d'atteindre la valeur requise.

- Les lourds qui se trouvent dans le kérosène provoquent l'augmentation du point final qui a une valeur de 212 °C par rapport aux standards.

En revanche, ce mélange reste le plus proche des limites recherchées.

Le problème principal dans la fabrication du White Spirit demeure la distillation ASTM, ce qui nous obligera à rectifier ou à corriger le point initial et le point final.

## **VII. Conclusion**

Les expériences que nous avons réalisées au niveau du laboratoire de l'unité ont permis de confirmer qu'il était possible de fabriquer le White Spirit hors colonne de distillation en utilisant différentes coupes dans des proportions définies. Cette méthode permet de ne pas perturber le fonctionnement de la colonne de distillation et de maintenir les caractéristiques des différentes coupes.

Nos résultats ont montré que le mélange qui donnait les caractéristiques les plus proches de celles de White Spirit était composé de 50% kérosène, 43% naphta C61 et 7% naphta C6 mais avec un problème de distillation ASTM qu'il faudra régler.

Un travail complémentaire sera donc nécessaire pour corriger ce point.

## **Conclusion Générale**

Le stage que nous avons effectué au sein de l'unité Topping de la raffinerie de Skikda nous a permis d'approfondir nos connaissances sur la distillation du brut et de prendre conscience de l'importance dans l'économie de notre pays du traitement des hydrocarbures pour fabriquer les sous-produits avec une qualité irréprochable.

L'objectif principal de notre travail dans l'unité de Topping était d'analyser l'influence de la modification des paramètres de la colonne C-1 pour la production du White Spirit. Elle présente de nombreux effets indésirables car elle affecte la qualité des coupes produites.

Dans le premier temps, nous avons effectué une étude sur le fonctionnement de l'unité Topping pour connaître ses paramètres.

Par la suite, nous avons comparé les résultats des analyses réalisées au laboratoire sur les différentes fractions pétrolières provenant de la distillation atmosphérique du pétrole brut, pendant le fonctionnement normal de la colonne C-1, et lors de la modification des paramètres opératoires de l'unité Topping pour la production du White Spirit.

D'après les résultats obtenus, on a observé que lors de la fabrication du White Spirit, l'impact se manifeste principalement sur : le point d'éclair, les points initiaux et finaux de la distillation ASTM des coupes pétrolières et les débits de soutirage (production de naphthas et des fractions lourdes).

Il est cependant possible de produire le White Spirit au laboratoire en mélangeant certaines coupes pétrolières dans des proportions qu'il faut rechercher pour éviter de modifier les paramètres de la colonne de distillation et affecter les caractéristiques des autres coupes pétrolières.

C'est ce que nous avons réalisé au laboratoire de l'unité où on a effectué des mélanges à partir de kérosène, de naphtha C, de naphtha C-61 et la coupe C6 avec différentes proportions afin d'avoir les caractéristiques suivantes : masse volumique =

[0,770-0,785], point d'éclair ABEL = 30°C, couleur SAYBOLT = +22, point initial = 135°C, point final = 205°C, qui correspondent à ceux du White Spirit.

Le meilleur résultat est celui contenant 50% kérosène, 43% naphta C-61 et 7% coupe C6 qui a donné les caractéristiques les plus proches de ceux du White Spirit mais avec un problème lié à la valeur du point initial et du point final lors de la distillation ASTM.

On peut parfaire ce résultat en procédant à une distillation de ce mélange pour éliminer les fractions légères qui se trouvent dans la coupe C6 et les lourds qui se trouvent dans le kérosène afin d'avoir un point initial et un point final qui correspondent à celui du White Spirit.

**Références bibliographiques**

- [1] : Manuel opératoire de l'Unité de Topping U11 (M-PROD-2), NAFTEC, Raffinerie de Skikda, 2015.
- [2] : Wauquier J.P: Le Raffinage du pétrole brut, tome 2 procédés de séparation.
- [3] : White Spirit : dérivé de pétrole et non sans danger ? [Site web], <https://www.enzynov.fr/blog/White-spirit-derive-de-petrole-et-non-sans-danger>.
- [4]: Phenix, A. (2019). Generic hydrocarbon solvents: à guide to nomenclature: WAAC Newsletter, 29 (2), pp. 13-22.
- [5] : Programme des nations unis (INCHEM Home, 1996)
- [6] : <https://www.royaltalens.com/en/inspiration/tips-techniques/solvents/>
- [7] : Brondeau, M,T. (1998). White-Spirit : INRS
- [8] : [https://www.linkedin.com/posts/lorn-chemicals\\_resin-industries-whitespirit-activity-7051931613722521601-jGFJ](https://www.linkedin.com/posts/lorn-chemicals_resin-industries-whitespirit-activity-7051931613722521601-jGFJ)
- [9] : <https://reptox.cnesst.gouv.qc.ca/chimie/Pages/solvant-stoddard.aspx>,
- [10] : Diedrichs C : White spirit : pour quel usage ? Quelles précautions d'utilisation ? [Site web] <https://bricoleurpro.ouest-france.fr/dossier-567-white-spirit.html>,
- [11] : <https://www.delcourt.fr/Proprete-des-locaux/Produits-nettoyants/Droguerie/1488/white-spirit#:~:text=Il%20en%20C3%A8ve%20efficacement%20les%20peintures,sol%20en%20lino%20ou%20carrel%20C3%A9%2C,KKKKKK>
- [12] : Fiche de données de sécurité. [PDF] (24/06/2015), disponible sur : [https://www.oreadiffusion.fr/media/blfa\\_files/white-spirit-mieuxa-1-l.pdf](https://www.oreadiffusion.fr/media/blfa_files/white-spirit-mieuxa-1-l.pdf),
- [13] : WHITE SPIRIT D60. [PDF] (23/04/2013), disponible sur : <https://www.mayenne.gouv.fr/contenu/telechargement/27150/205423/file/4.08+-+Quaron+-+D60.pdf>,

## ***Références bibliographiques***

[14] : BOUMAILA.K. Fabrication du White Spirit au niveau des unités Topping de la raffinerie de Skikda (RA1K). Mémoire de fin de formation de professionnalisation en Raffinage et Pétrochimie. Juin 2019.