

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

UNIVERSITÉ BADJI MOKHTAR - ANNABA
BADJI MOKHTAR – ANNABA UNIVERSITY



جامعة باجي مختار – عنابة

Faculté : TECHNOLOGIE
Département : GENIE DES PROCÉDES
Domaine : SCIENCES ET TECHNOLOGIES
Filière : INDUSTRIES PETROCHIMIQUES
Spécialité : GENIE PETROCHMIQUE

Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Thème:

**Contribution à l'étude d'un Dessaleur de Pétrole.
TOPPING RA1K SKIKDA**

Présenté par : AMROUCI Ilyes
MAROUF Haitem

Encadrant : SAOUDI Fethi MAA Université BADJI Mokhtar – Annaba–

Jury de Soutenance :

ROUIBAH Ikram	MAB	Université BADJI Mokhtar - Annaba-	Président
SAOUDI Fethi	MAA	Université BADJI Mokhtar - Annaba-	Encadrant
SNANI Leila	MAB	Université BADJI Mokhtar –Annaba-	Examineur

Année Universitaire : 2023/2024

Résumé

Le dessalement du pétrole brut est un processus très important pour garantir le bon fonctionnement des installations en industries pétrochimique.

En effet, un mauvais dessalement a des conséquences directes sur le fonctionnement de la colonne de distillation, entraînant de la corrosion.

La fonction du dessaleur est d'éliminer l'eau et les sels présents dans le pétrole brut.

l'objectif est d'analyser les sels présents dans le dessaleur V(51) et de les comparer aux années précédentes pour connaître l'efficacité et la comparer avec les normes et les exigences commerciales.

Mots clés : pétrole brut, dessaleur, chlorure, sel, fer, émulsion, raffinage

Summary

The desalination of crude oil is a very important process to guarantee the proper functioning of installations in the petrochemical industries. Indeed, poor desalination has direct consequences on the the distillation column, leading to corrosion.

The function of desalter is to remove water and salts present in crude oil.

the objective is to analyze the salts present in the V(51) desalter and compare them to previous years to know the efficiency and compare it with commercial standards and requirements.

Keywords: crude oil, desalter, chloride, salt, iron, emulsion, refinin

ملخص

تعتبر تنقية النفط الخام عملية مهمة للغاية لضمان حسن سير المنشآت في الصناعات البتروكيماوية. إن سوء التنقية له عواقب مباشرة على تشغيل عمود التقطير، مما يؤدي إلى التآكل. وظيفة تحلية المياه هي إزالة الماء والأملاح الموجودة في النفط الخام .

والهدف من هذه الدراسة هو تحليل الأملاح الموجودة في جهاز التحلية V51 ومقارنتها بالسنوات السابقة لمعرفة كفاءتها ومقارنتها بالمعايير والاشتراطات التجارية .

الكلمات المفتاحية: النفط الخام، تحلية الملوحة، الكلوريد، الملح، الحديد، المستحلب، التكرير

Remerciement

En premier lieu, nous tenons à remercier ALLAH,

*Le tout puissant qui nous a offert la bonne santé et le pouvoir
pour réaliser ce modeste travail.*

*Nous tenons à exprimer nos remerciements les plus vifs à notre
encadreur Monsieur SAOUDI Fethi de l'Université de Badji
Mokhtar-Annaba qui nous a guidé et aidé dans ce travail.*

*Sans oublier tous les enseignants du département de Génie des
procédés de l'université de Annaba*

*Nous tenons à remercier tous les travailleurs de l'unité TOPPING
de la raffinerie de Skikda.*

*La fin nous tenons à remercier tous nos collègues et
particulièrement la promotion 23/24*

Merci..... Merci.....Merci

DEDICACE

*Tout d'abord, je tiens à remercier DIEU
De m'avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail.*

Je tiens à dédier cet humble travail à :

Mon très cher père AMINE ALLAH

A ma tendre mère SAKINA

A mes sœur: NARIMEN ; DJIHAN ; MALAK

A mon binôme : HAITEM

A mes meilleurs amis et cousins :

*LOKMAN SIRADJ ; IMAD ; RAMI ;OMAR ;BASSET ; ZIED ;YAKOUB ;IMAD SAIFOU
;BADROU .*

Tous ceux qui m'aiment et que j'aime.

Ilyesamrouci

DEDICACE

Tout d'abord, je tiens à remercier DIEU

De m'avoir donné la force et le courage

Je dédie ce Mémoire a

A ma tendre mère SOUMIA et mon très cher père ABD EL HAMID

A ma sœur: SARA MALAK

A mes frères NOUR EL ISSLAM et HOUSSEM

A mon binôme : ILYES

A mes meilleurs amis :

ISLEM ; MAHER ; OUSSAMA ; HACHEM ; DIYA ; ISMAIL ; MOHAMED ; IMAD ; RAMI

HaitemMaarouf

Sommaire

Résumé	2
Sommaire	5
Liste figure	7
Listes des Abréviations	8
INTRODUCTION GENERALE	9
PROBLEMATIQUE	10
CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA RAFFINERIE DE SKIKDA (RA1K)	
1. Introduction	11
2. Le raffinage en Algérie	11
3. Généralités sur la raffinerie de Skikda (RA1/K)	12
3.1. Situation géographique	12
3.2. Mission de la raffinerie (RA1K)	13
4. Les différentes unités dans la raffinerie	13
5. Les unités de distillation atmosphérique (u10 et u11)	14
CHAPITRE II : PROCEDE DE DESSALAGE ELECTROSTATIQUE	
II.1. Introduction	15
II.2. Définition de dessalage	15
II.2.1. Type de dessalage	16
II.2.2. Le but de dessalage	16
II.2.3. Le principe de dessalage	17
II.3 Généralités sur les sels	18
II.3.1. Nature des sels	18
II.3.2. Inconvénients de la présence des sels	18
II.4. Théorie sur l'émulsion	19
II.4.1. Conditions de formation d'une émulsion	19
II.4.2. Les étapes de désintégration des émulsions	20
II.5. Dessalage électrostatique	21

II.5.1. Exemple d'un dessaleur électrostatique	21
II.5.2. Description du dessaleur électrostatique de la raffinerie de Skikda (v-51)	21
II.6. Mécanisme du dessalage électrostatique	24
II.7. Avantages et inconvénients des dessaleurs électrostatiques	25
CHAPITRE III : ETUDE EXPERIMENTALE	
III.1. Introduction	26
III.2. Résultat des analyses du brut	
III.2.1. Quantités des fers	27
III.2.2. Quantités des chlorures	28
III.2.3. Contrôle de salinité	28
III.3. Comparaison	29
III.3.1. Quantités des fers	30
III.3.2. Quantités des chlorures	30
III.3.3. Contrôle de salinité	31
CONCLUSION GENERALE	33
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE	34

LISTE DES FIGURES

Figure	Titre	page
Figure 01	Les raffineries en Algérie	12
Figure 02	Situation géographique de la RA1K dans la zone industrielle à Skikda	13
Figure 03	Schéma de principe du dessaleur électrostatique	17
Figure 04	Représentation d'une émulsion EAU / HUILE	20
Figure 05	Dessaleur électrostatique	21
Figure 06	Dessaleur électrostatique V51 en Skikda	22
Figure 07	Schéma général d'un dessaleur électrostatique	23
Figure 08	Les étapes de dessalage brut	25
Figure 09	Schéma explicatif des points d'échantillonnage	26
Figure 10	Quantités de fer mesurées à partir des échantillons dans les ballons V3, V8 et V62	27
Figure 11	Quantités de chlorures mesurées à partir des échantillons dans les ballons V3, V8 et V62	28
Figure 12	Taux de salinité à l'entrée et à la sortie du dessaleur	29
Figure 13	Variation de la concentration du fer de 2018 à 2024	30
Figure 14	Variation de la concentration des chlorures de 2018 à 2024	31
Figure 15	Variation de la salinité entre 2018 et 2024	31

Abbreviation

ERDP: Entreprise nationale de raffinage et de distribution des produits pétroliers

NAFTEC: Société nationale de raffinage de pétrole

BSW: Basic Sediment and Water.

PPM: Parte par million.

ETU: Unité de transport de brut

GPL: Gaz de pétrole liquéfiés

RA1K: Raffinerie de Skikda numéro 01

SONATRACH: Société nationale pour la recherche, la production, et la commercialisation des hydrocarbures

Introduction générale

Les besoins en énergie ne cessent de croître dans différents domaines ce qui nous rend dépendant de plus en plus de l'énergie sous ses diverses formes. Le pétrole joue un rôle important dans l'évolution de l'industrie et il est à la base de multiples utilités qui sont devenues nécessaires au quotidien [1].

Le pétrole brut est un liquide avec une couleur foncée, plus ou moins visqueux et une odeur caractéristique. Sa composition peut varier en fonction de son origine, mais elle est d'environ 84 % de carbone, 14 % d'hydrogène, 1 à 3 % de soufre et moins de 1 % d'azote, d'oxygène, de métaux (nickel, fer, vanadium, etc.) et de sels divers (NaCl_2 , MgCl_2 , CaCl_2).

Le pétrole n'a pas d'utilisation pratique tant qu'il n'a pas été bien traité et bien raffiné. Afin d'obtenir des produits dont les usages conviennent à une application particulière (carburants et combustibles et en produits non énergétiques telles que les matières premières pétrochimiques, lubrifiants, paraffines et bitumes) [2],

Sa transformation nécessite la mise en action de plusieurs unités telle que l'unité TOPPING de la Raffinerie de Skikda. Pour aboutir à des produits conformes et prêts à la commercialisation, plusieurs contrôles et analyses rigoureux doivent être effectués sur le pétrole brut notamment le contrôle des propriétés physicochimiques et les analyses des impuretés.

La mesure de la quantité des chlorures traduit la présence de la corrosion à différentes échelles au niveau des équipements utilisés lors du traitement du pétrole brut, d'où l'importance de fixer une valeur limite [3].

Problématique :

Nous avons effectué un stage de 15 jours au niveau de la raffinerie de Skikda.

Les unités 10 et 11 du TOPPING de RA1K ont des problèmes de corrosion en tête de colonne de distillation atmosphérique. Il a été remarqué que si un sel est trop fort, il crée une corrosion des équipements.

Le pétrole brut comprend principalement des sels de sodium, de magnésium, de calcium et certaines particules solides comme l'Argile et le Sable. Elles sont en forme de cristaux ou dans des fines gouttelettes d'eau dans le pétrole brut.

Ces sels affectent directement le fonctionnement de la colonne de distillation, provoquant une corrosion du circuit de tête de colonne.

Par conséquent, dans le projet actuel, nous nous intéressons à étudier la contribution du dessaleur électrostatique du pétrole.

Ce mémoire est divisé en trois chapitres, organisés comme suit :

Le premier présente la Raffinerie de Skikda (RA1K), tandis que le deuxième chapitre explique le procédé de dessalage électrostatique, le dernier chapitre est réservé à l'analyse des résultats de l'élimination des sels par le dessaleur de l'unité TOPPING (RA1K) et de faire des comparaisons et discuter les résultats des trois dernières années et on terminera par une conclusion générale et des recommandations.

Présentation de la raffinerie de Skikda (RA1K)

1. Introduction

La transformation du pétrole brut en produits énergétiques et non énergétiques est réalisée dans les raffineries, qui sont des installations industrielles complexes, automatisées et en fonctionnement continu. Ces raffineries se différencient en fonction de la gamme de produits fabriqués et de la qualité des pétroles bruts par rapport aux exigences du marché. [4]

2. Le raffinage en Algérie

En Algérie, le secteur du raffinage a connu un essor avec la découverte et la production du pétrole brut à Hassi Messaoud (Figure 01). La première unité a été construite sur le site de la découverte, avec pour objectif de répondre aux besoins importants des entreprises opérant dans la recherche et l'exploitation du pétrole. Après l'indépendance, l'Algérie s'est engagée dans une démarche visant à favoriser le développement économique en mettant en place une industrie pétrolière par la transformation systématique de ses hydrocarbures. Cela s'est traduit par la construction de différentes unités industrielles et l'expansion de celles déjà existantes afin d'augmenter les capacités de transformation. Dans le domaine du raffinage, l'Algérie compte cinq raffineries ayant une capacité totale de production de 217106 tonnes par an, soit environ 45% de sa production de pétrole brut. À l'origine, ces raffineries faisaient partie intégrante de SONATRACH. En 1982, le raffinage et la distribution des produits pétroliers ont été séparés pour former l'entreprise nationale de raffinage et de distribution des produits pétroliers ERDP-NAFTAL. En 1988, le raffinage a été à son tour dissocié de la distribution pour donner naissance à l'entreprise nationale de raffinage de pétrole NAFTEC. En avril 1998, cette entreprise est devenue une filiale détenue à 100% par le holding raffinage et chimie de SONATRACH, avec un capital social de 12 milliards de dinars algériens, sous le nom de société nationale de raffinage de pétrole NAFTEC. [4]

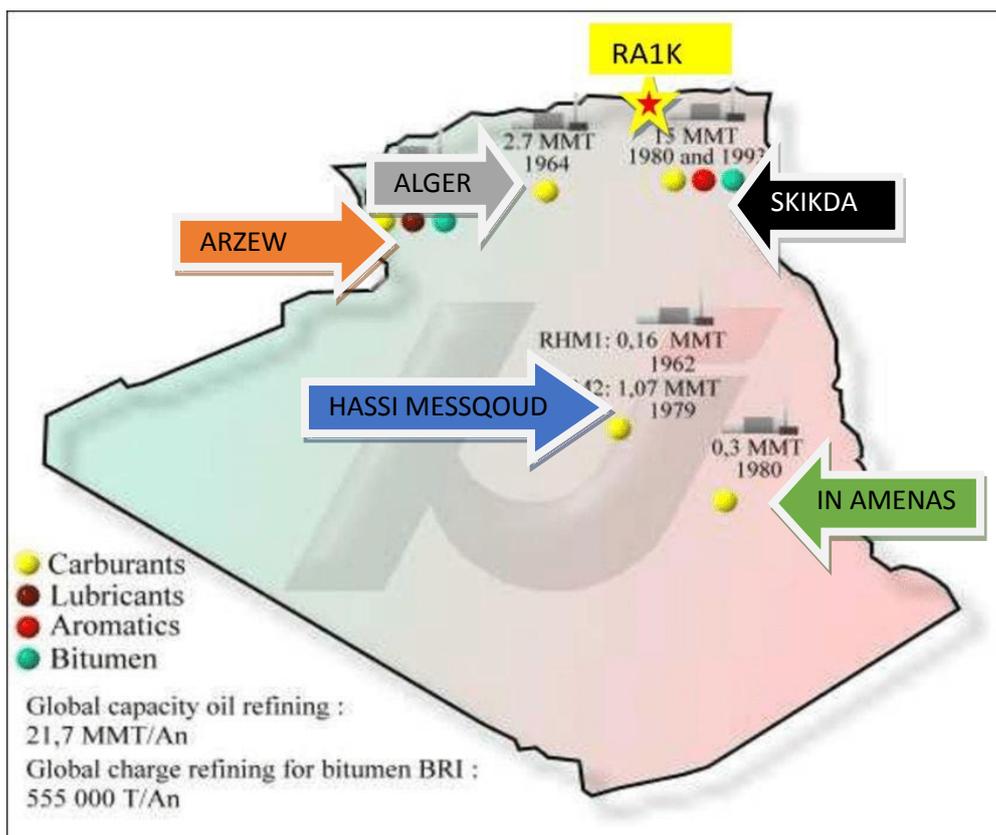


Figure 01 : Les raffineries en Algérie

3. Généralités sur la Raffinerie de Skikda (RA1/K) :

La raffinerie de Skikda s'appelle RA1/K, elle a une capacité de traitement de 16,5 millions de T/an de pétrole brut de Hassi Messaoud.

Elle est spécifique dans le traitement du Naphta pour produire des arômes et des parfums et le traitement du pétrole réduit pour produire de l'asphalte routier et oxydé avec une capacité de traitement de 277 000 T/an.

3.1. Situation géographique

Située dans la zone industrielle, à 7 km à l'est de Skikda et à 2 km de la mer, cette raffinerie s'étend sur une superficie de 190 hectares. **L'unité de transport ETU de Skikda (station intermédiaire de Hassi Messaoud) fournit de l'énergie brute algérienne.**

Un Pipe-line est utilisé pour le transport du pétrole brut, à une distance de 760 km du champ pétrolier jusqu'au complexe [5].



Figure 02 : Situation géographique de la RA1K dans la zone industrielle à Skikda [6]

3.2. Mission de la raffinerie (RA1K)

L'objectif de la raffinerie de Skikda (RA1K) est de convertir le pétrole brut de Hassi Messaoud en fractions pétrolières finies ou semi-finies qui peuvent être commercialisées à l'intérieur ou à l'extérieur du pays.

Après sa rénovation, sa capacité de traitement a été augmentée de 15.000.000 tonnes par an à 16.500.000 tonnes par ans, ce qui en fait la plus grande raffinerie d'Afrique. De la même manière, elle procède à la transformation du brut réduit **avec une capacité de 277.000 tonnes par an afin d'obtenir des bitumes routiers et oxydés [7].**

4. Les unités de la raffinerie :

La raffinerie de Skikda (RA1K), construite en 1980, comprend les unités suivantes :

- Deux unités de distillation atmosphérique (U10 et U11),
- Une unité de distillation sous vide (U70),
- Deux unités de reforming 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'isomérisation du naphta (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,
- Deux parcs de stockage du brut et des produits pétroliers [8]

5. Les unités de distillation atmosphérique (U10 et U11) :

Le Topping, également connu sous le nom de distillation atmosphérique, vise à diviser le brut en différentes coupes stabilisées qui peuvent être utilisées pour obtenir des produits fins tels que le naphta, le gas-oil, le jet, ou pour alimenter d'autres unités situées en aval (Magnaforming, Platforming, gazplantation). Avec une capacité annuelle de **15.10⁶ tonnes** par ans, elles traitent le brut de Hassi Messaoud afin de fabriquer les produits suivants [9] :

- | | | |
|------------------------------|--------|-----------------------------------|
| ➤ G.P.L | —————→ | Unité 30. |
| ➤ Iso pentane | —————→ | Mélange des essences. |
| ➤ Naphta A | —————→ | Stockage. |
| ➤ Naphta B (65° - 150°) | —————→ | Reforming catalytique. |
| ➤ Naphta C (150° - 180°) | —————→ | Huiles combustibles. |
| ➤ Kérosène (180° - 225°) | —————→ | Jet fuel,
mélange des gasoils. |
| ➤ Gasoil léger (225° - 320°) | —————→ | mélange des gasoils. |
| ➤ Gasoil lourd (320° - 360°) | —————→ | mélange des gasoils. |
| ➤ Résidu (>360°) | —————→ | huiles combustibles. [9] |

PROCEDE DE DESSALAGE ELECTROSTATIQUE

II.1. Introduction :

Les raffineries reçoivent du pétrole brut qui contient diverses impuretés telles que de l'eau, des sels et des particules solides dissous dans l'eau. La salinité est apportée par l'eau du réservoir ou par l'infiltration ; cela dépend de l'emplacement de la structure et des caractéristiques physiques des roches de puits et du réservoir. [10]

Le bute principale et de prévenir toute source de problèmes de corrosion des équipements, des dépôts et d'encrassement des réservoirs de stockage des raffineries et des unités de traitement) l'élimination des sels et l'eau est essentiels pour toutes les étapes de traitement du pétrole. Pour cela, l'opération du dessalement doit être réalisée avant le processus de distillation. [11]

Le dessalage consiste à laver le pétrole brut avec de l'eau en amont et en aval pour dissoudre les sels principalement le NaCl, le MgCl₂ et le CaCl₂) Sous forme de cristaux. [12]

II.2. Définition de dessalage :

L'eau, les sels, les solides en suspension et les traces des métaux solubles dans l'eau sont fréquemment présents dans le pétrole brut. Il a une salinité de 40 mg/l et un BSW (Basic Sédiment and Water) inférieur à 1%. C'est pourquoi des techniques avancées et des recherches continues sont menées sur le brut afin d'éliminer les sels et l'eau présents, dans le but de préserver les installations de traitement et de raffinage, ainsi que d'améliorer le prix de vente du baril. [13].

L'unité du dessalage a pour fonction l'élimination des sels minéraux présents dans le pétrole brut par lavage à l'eau. En réalité, ces sels peuvent engendrer des corrosions et des encrassements dans les installations de traitement des matières premières brutes. Les sédiments encore présents

dans le brut peuvent également être récupérés par cette opération. Le dessaleur est utilisé pour séparer le dessalé brut de l'eau dans un grand ballon décanteur horizontal. [14]

II.2.1.Type de dessalage :

Il y a trois méthodes courantes pour dessaler le pétrole brut :

- **Le dessalage chimique:** implique l'incorporation d'eau et d'agents tensio-actifs (dés émulsifiants) dans le pétrole brut. Une fois que le chauffage est terminé, les impuretés et les sels se fixent ou se dissolvent dans l'eau. Le pétrole est ensuite stocké dans des bacs afin que l'eau chargée des impuretés puisse être rincée.
- **Le dessalement électrostatique:** implique l'utilisation de charges électrostatiques à haute tension afin d'accumuler les gouttelettes en suspension dans la partie inférieure du bac de décantation. Quand le brut contient une grande quantité de solides en suspension, on incorpore des agents tensio-actifs.
- **La méthode de filtrage:** est la plus rarement employée, elle est utilisée pour filtrer sur de la terre à diatomées. [15]

II.2.2.Le but de dessalage :

La présence de divers impuretés dans le pétrole brut et les résidus lourds peut entraîner des désavantages tels que la corrosion, ce qui peut entraîner un risque de bouchage. [16]

Le processus de dessalage vise à éliminer l'eau et les sels afin d'éviter les désavantages de ces derniers et de respecter les exigences commerciales avec une salinité inférieure à 40mg/l. [17]

II.2.3 Le principe de dessalage :

La méthode de dessalage consiste à laver le matériau brut avec de l'eau afin de dissoudre les sels qui sont fixés à l'eau, ce qui entraîne la formation de petites gouttelettes d'eau salée dans le matériau brut.

Les gouttelettes d'eau se grossissent grâce à l'électrocoalescence dans le champ électrique aménagé à l'intérieur du dessaleur. Cette opération permet de décanter et de séparer l'eau du brut en fonction de la différence de densité. Le brut est placé au sommet du dessaleur, tandis que l'eau chargée des sels reste à la partie inférieure du dessaleur. [18]

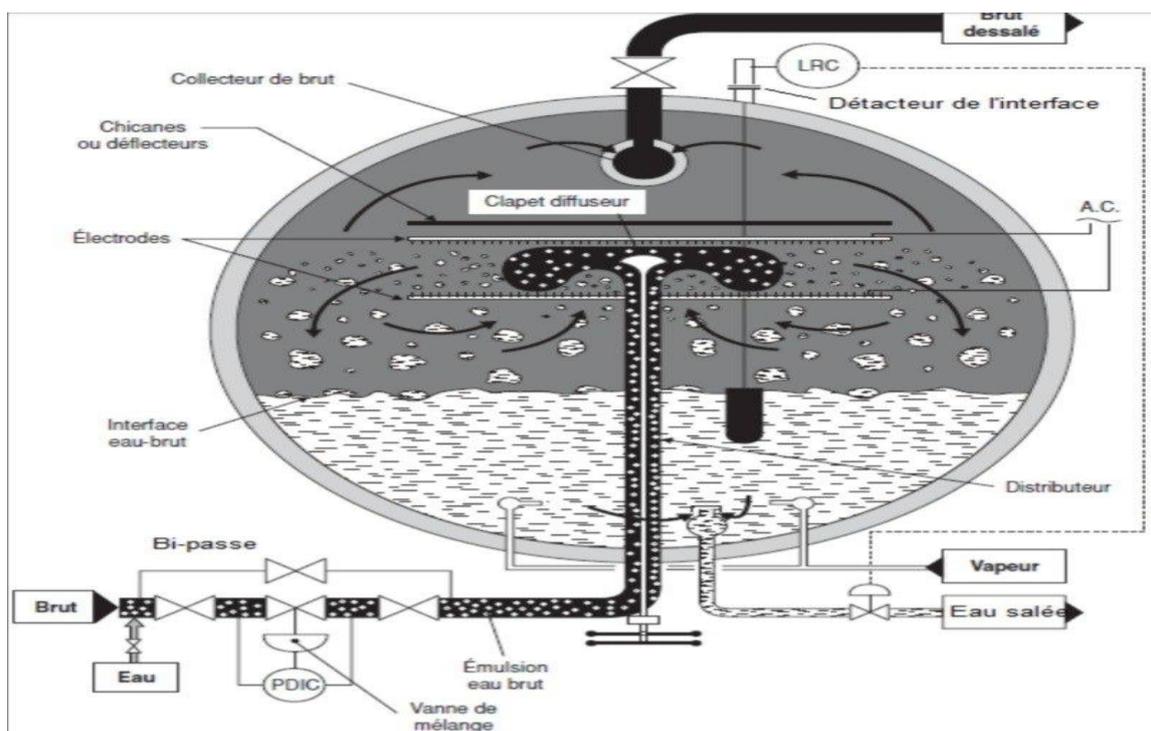


Figure 03 : schéma de principe du dessaleur électrostatique

II.3. Généralités sur les sels

II.3.1. Nature des sels

Les sels les plus souvent trouvés dans le pétrole brut sont essentiellement des chlorures dont la répartition est approximativement [19] :

- $MgCl_2$ (chlorure de magnésium) = 20%.
- $CaCl_2$ (chlorure de calcium) = 10%.
- $NaCl$ (chlorure de sodium) = 70%.

Ces sels se présentent soit sous forme de cristaux, soit ionisés dans l'eau présente dans le brut [20].

II.3.2. Inconvénients de la présence des sels

Dans l'eau, le sel se cristallise et se maintient en suspension dans l'huile, ou peut se déposer dans les dispositifs de transfert de chaleur. De plus, en général, les cristaux de sel sont entraînés et ont tendance à obstruer les lits de catalyseur et les équipements de traitement en aval. En raison de ces difficultés, les raffineries demandent habituellement une faible teneur en sel de pétrole brut avant le traitement.

Les sels ont des inconvénients sur les unités de traitement du brut. (Fixation, finition), qui incluent :

- La réduction de la capacité de production lorsque la section de passage est réduite (l'encrassement).
- La baisse de la conductivité des dépôts de sels dans les échangeurs entraîne une diminution du coefficient de transfert de chaleur.
- La corrosion entraîne la perforation et la rupture des tubes des fours et des échangeurs.
- La formation de chlorure d'hydrogène lors de l'hydrolyse des chlorures de sels entraîne des phénomènes de corrosion par piqure dans le circuit principal des distillations atmosphériques.

On considère généralement que la concentration en chlorures des eaux de tête de colonne ne doit pas dépasser 10 PPM, sous peine de corrosion sévère. Malgré les moyens de lutte conventionnelle telle que l'injection de soude dans le brut après dessaleur et d'inhibiteurs de corrosion en tête de colonne, le dessalage constitue une arme maitresse contre la corrosion [21].

II.4. Théorie sur l`émulsion

Lorsque l'huile et l'eau se séparent en couches, l'huile flotte sur l'eau. L'espace où les deux couches se touchent et appelé « interface ».

Ici, l'huile et l'eau peuvent former une « couche d'émulsion » où les fines molécules d'eau et d'huile sont intimement liées et difficilement séparables. L'épaisseur de la couche d'émulsion peut varier de quelques centimètres à près d'un mètre. Une épaisse couche d'émulsion peut provoquer un mauvais fonctionnement dans le procédé de dessalage électrostatique, comme une surcharge de la charge électrique, des données erratiques de courant et une eau d'effluent huileuse. Cette couche doit être minimisée ou contrôlée.

Un agent désémulsifiant peut être utilisé pour briser la couche d'émulsion ou pour prévenir l'épaississement de la couche. Dans les cas extrêmes, toute l'eau et la couche d'émulsion doivent être éliminées du dessaleur pour établir un nouveau niveau d'eau [22].

II.4.1. Conditions de formation d'une émulsion :

L'émulsion la plus rencontrée dans le pétrole brut est de type eau dans huile (Figure 18) ; la partie continue est huilée. Plus rarement on peut trouver les émulsions inverses de type huile dans l'eau.

Trois conditions sont nécessaires pour la formation d'une émulsion :

- La non miscibilité des deux liquides ;
- Une énergie nécessaire pour la dispersion d'une phase dans l'autre ;
- La présence d'un agent émulsifiant.

L'agent émulsifiant à l'interface eau/brut se trouve sous forme d'une barrière autour des gouttes d'eau et empêche la coalescence.

Ces agents comprennent les asphaltées, les résines, les acides organiques, les paraffines solubles dans l'huile ou des particules finement divisées qui sont généralement plus mouillées par le pétrole brut que par l'eau ; Parmi ces solides, on peut citer des sulfates de fer, de zinc et d'aluminium, des carbonates de calcium, de la silice, de l'argile et du sulfure de fer [22].

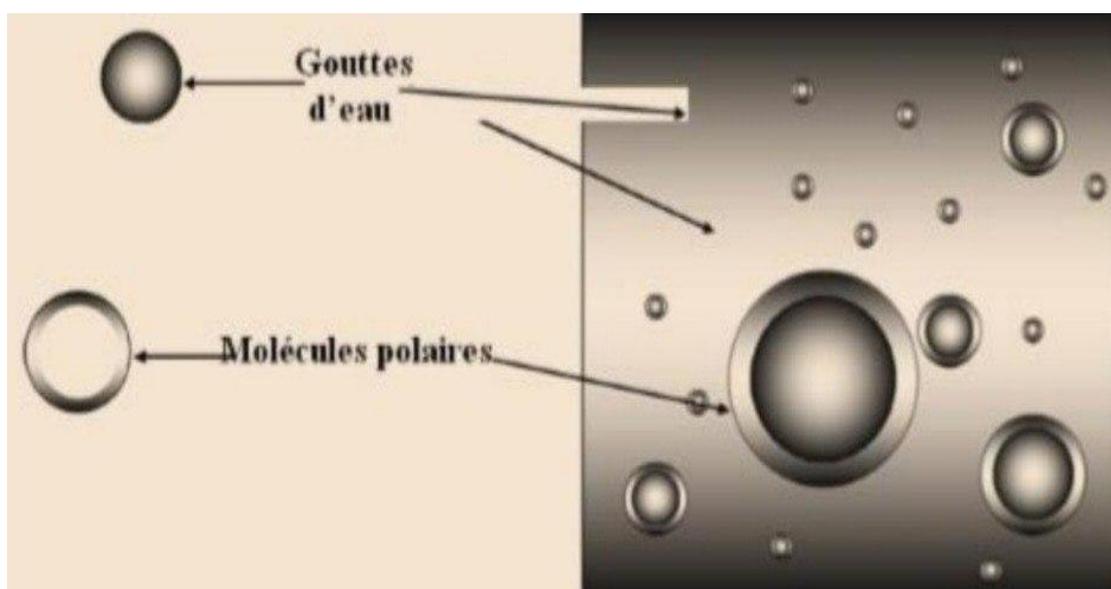


Figure 04 : Représentation d'une émulsion EAU / HUILE [18]

II.4.2. Les étapes de désintégration des émulsions

- Deux forces s'opposent: les tensions inter faciales des deux liquides qui tendent à faire homogénéiser chaque phase et la résistance du film inter facial qui s'oppose à cette fusion dans la phase dispersée.
- Réduire une émulsion se ramène à briser les films interraciaux par une action chimique ou électrique.
- Ainsi les gouttes dispersées peuvent fusionner. On dispose pour cela de moyens chimiques, électriques et mécaniques.

- Une fois que les gouttes d'eau se sont rapprochées, la séparation par gravité peut être effectuée. [23]

II.5. Dessalage électrostatique

II.5.1. Exemple d'un dessaleur électrostatique

Lorsque l'on parle de dessalage et donc de dessaleur, on est en présence de dessaleur électrostatiques situé en aval de la séparation ou du déshydrateur s'il est présent sur la chaîne de traitement [18].

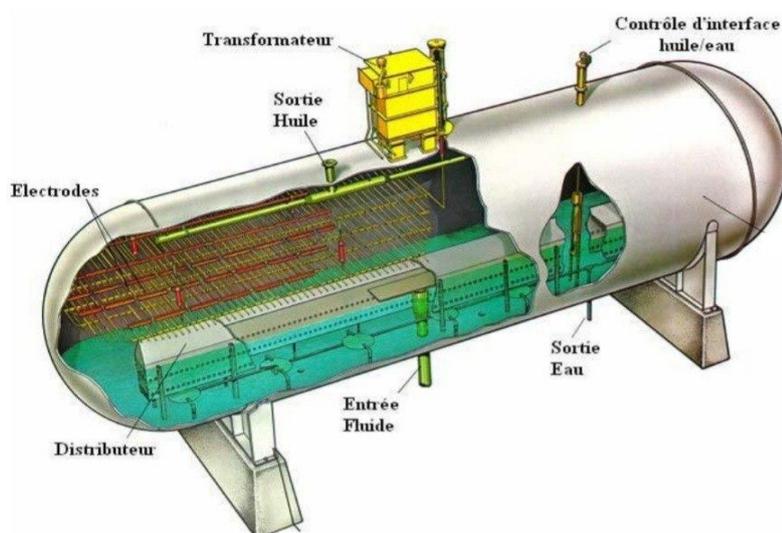


Figure 05 : Schéma de dessaleur électrostatique

II.5.2. Description du dessaleur électrostatique de la raffinerie de SKIKDA (V-51) :

Les caractéristiques :

- Diamètre intérieur : 3,56 m
- Longueur : 36 m
- Pression de calcul : 12 bars

*



Figure 06: Dessaleur électrostatique V51

Tuyauteries :

L'unité de dessalage est équipée de plusieurs ensembles de tuyauteries. Chacune a sa propre fonction dans le procédé de dessalage, ces derniers sont :

- ❖ Tuyauterie d'entrée du brut
- ❖ Tuyauterie de sortie du brut dessalé
- ❖ Tuyauterie d'écoulement d'eau
- ❖ Tuyauterie de vapeur

Electrodes :

Les électrodes constituent le cœur de l'unité de dessalage, elles ont été conçues pour obtenir un rendement maximal de fonctionnement tout en étant d'une construction simple. ?????

Lorsque l'alimentation électrique est triphasique, les électrodes sont divisées en trois sections différentes mais disposées sur deux plans horizontaux.

Instrumentation :

Les trois instruments nécessaires au fonctionnement de dessaleur sont :

- Une Vanne mélangeuse.
- Un Régulateur de niveau d'interface (eau/brut).
- Une vanne automatique de l'eau d'écoulement (sortie dessaleur)

Ensemble transformateur-réactance :

L'ensemble transformateur-réactance est du type immergé dans l'huile, contenu dans une cuve, la réactance est monté en série sur le circuit primaire.

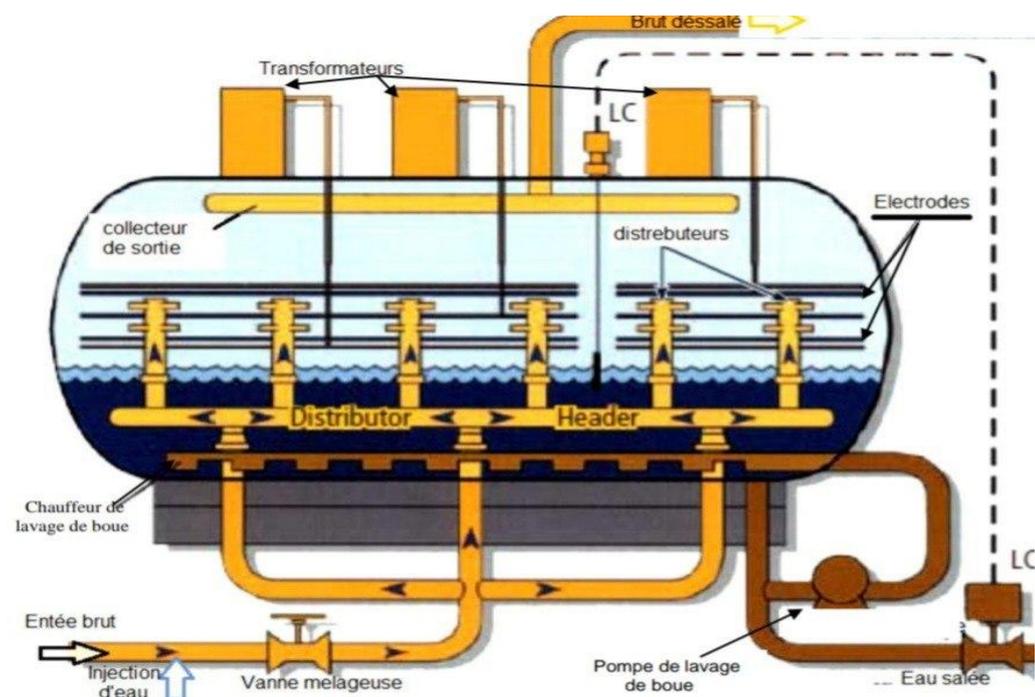


Figure 07 : schéma général d'un dessaleur électrostatique

II.6. Mécanisme du dessalage électrostatique

Pour éliminer toutes les impuretés on lave le brut à l'eau et on sépare l'eau de lavage par dessalage électrostatique.

Le dessalage du brut comporte trois étapes successives :

➤ Diffusion des sels dans l'eau de lavage :

Il s'agit de faire passer dans l'eau les cristaux de sels contenus dans le brut. L'objectif étant d'atteindre tous les cristaux de sels ; il faut que l'émulsion eau-brut soit assez fine

Le mélange eau-brut s'effectue normalement à travers une vanne de mélange placée à l'entrée du dessaleur.

Pour améliorer la diffusion des cristaux de sels dans l'eau, on injecte souvent l'eau par partie à la vanne de mélange, par partie au refoulement de la pompe de charge. [22]

➤ Coalescence des gouttelettes d'eau :

L'émulsion stable eau/brut est fortement stabilisée par les molécules polaires telles que les asphaltes et des solides finement divisés. Ces agents stabilisent l'émulsion, d'où la nécessité d'utiliser certains dés émulsifiants, la difficulté de la coalescence sera donc fonction de la quantité d'émulsifiant naturel contenu dans le brut et aussi de la présence des solides Finement divisés. [22]

➤ La décantation :

Sous l'effet du champ électrique, les gouttelettes d'eau se rassemblent et donnent de grosses gouttelettes qui, sous l'effet de leur densité supérieure à celle du brut, décantent au fond du dessaleur [22]

On peut résumer ce mécanisme dans le schéma suivant :

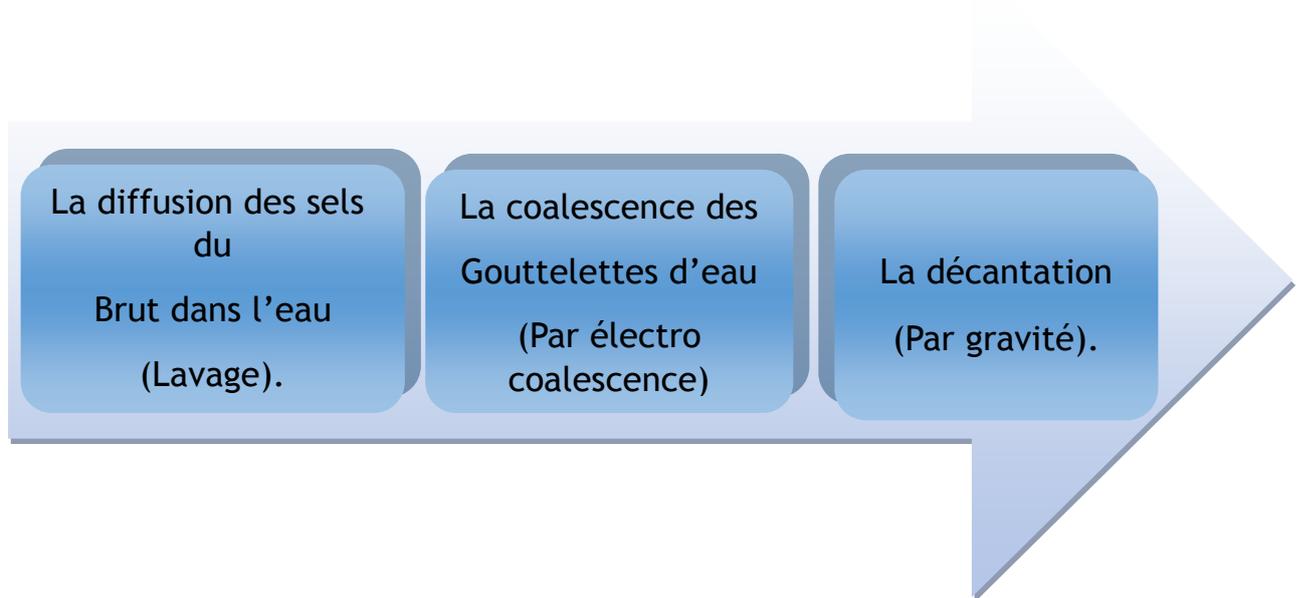


Figure 08 : Les étapes de dessalage brut

II.7. Avantages et inconvénients des dessaleurs électrostatiques :

➤ Avantages

1. Très bonne efficacité
2. Réglage possible et facile.
3. Limitent la consommation des produits chimiques. [18]

➤ Inconvénients

1. Teneur en eau limitée à l'entrée (15-20% maxi).
2. Nécessité de deux étages si le BSW est élevé.
3. Coût et consommation électrique. [18]

III. Etude expérimentale

III.1. Introduction

Il est nécessaire de réaliser plusieurs analyses pour garantir le bon fonctionnement et la conformité des produits de l'unité Topping. Généralement, il est nécessaire de mesurer la viscosité, la teneur en soufre et en minéraux, ainsi que de contrôler les quantités de chlorures et de fers. Le but de cette étude est d'examiner les sels et les chlorures qui pourraient être introduits et mal éliminés dans le dessaleur et l'unité de dessalage.

Les eaux collectées à partir des ballons V3, V8 et V62 (Figure 09) ont été examinées pour évaluer les concentrations de fer et de chlorures présentes dans ces eaux, qui ne devraient pas dépasser respectivement 2 et 5 PPM. Les tests ont été réalisés pendant une période de 15 jours (du 17/03/2024 au 31/03/2024)

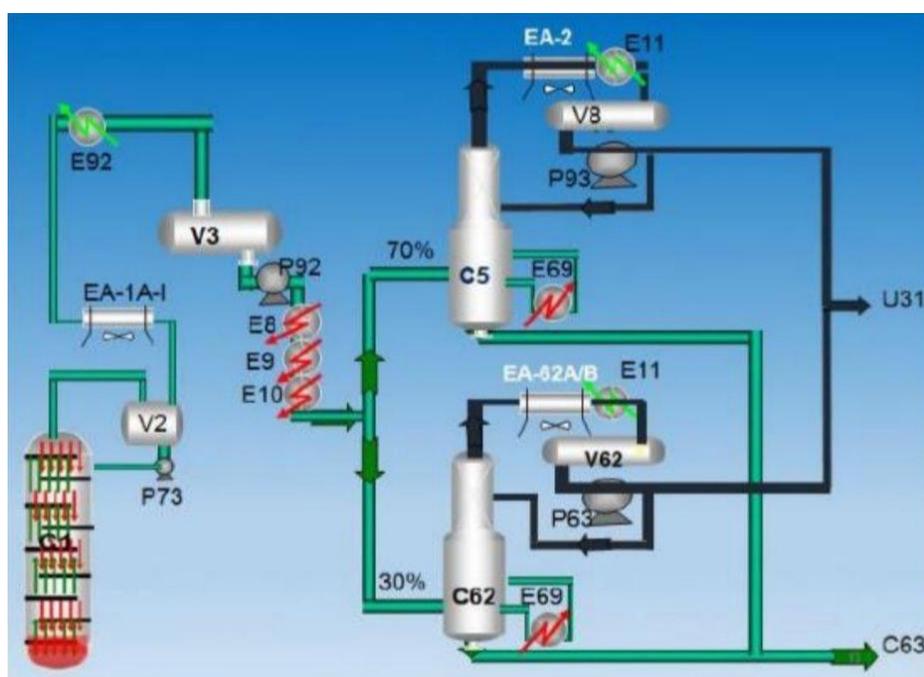


Figure 09 : Schéma explicatif des points d'échantillonnage

III.2. Résultat des analyses du brut

III.2.1. Quantités des fers

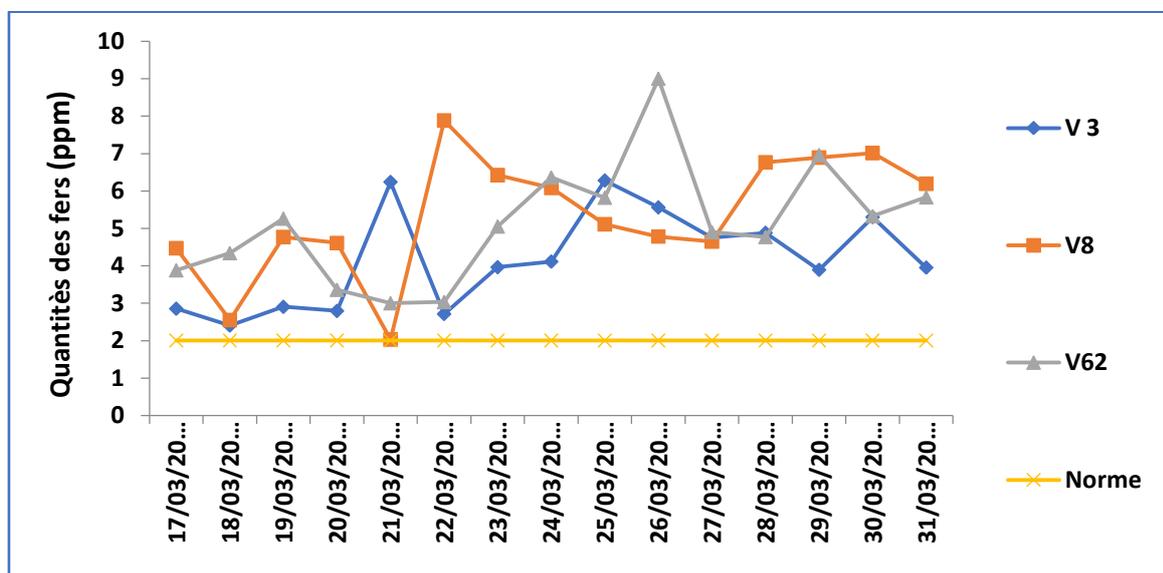


Figure 10 : Quantités de fer mesurées à partir des échantillons dans les ballons V3, V8 et V62.

La Figure 10 représente la variation de la concentration du fer des le pétrole brut. Il est évident que cette concentration dépasse la norme de 2 PPM, avec un pic maximal observé le 10^{ème} jour dans le ballon V62 à 9 PPM et une valeur minimale observée le 5^{ème} jour dans le ballon V3 à 2,03 PPM.

III.2.2. Quantités des chlorures

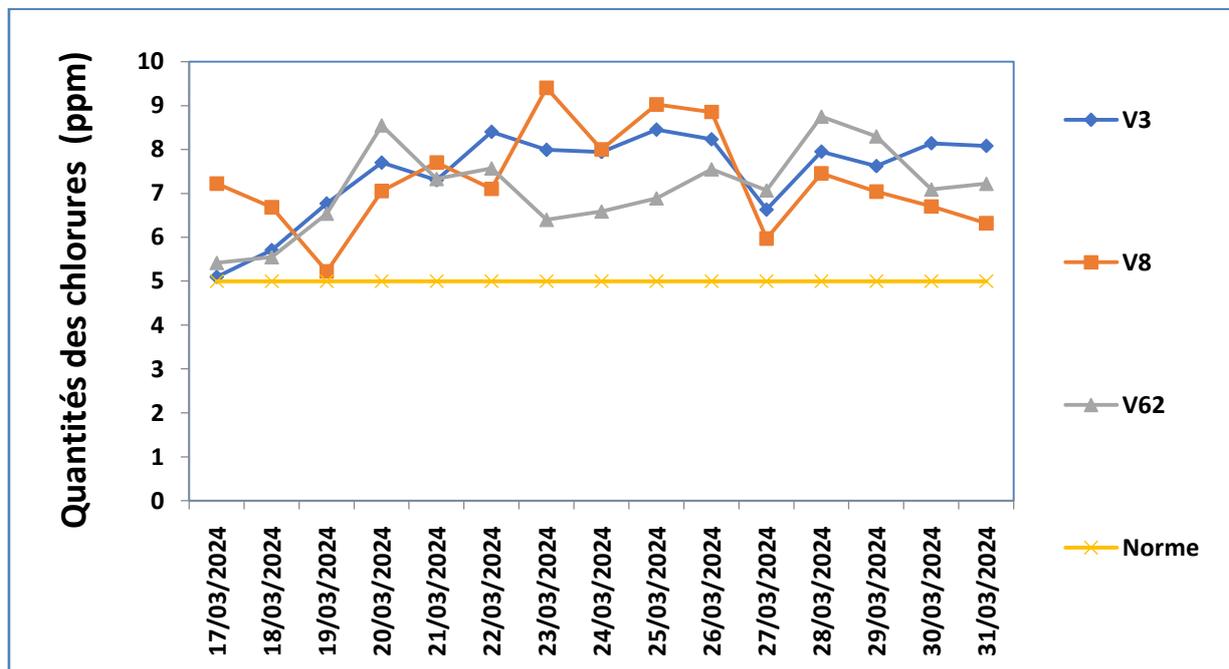


Figure 11 : Quantités de chlorures mesurées à partir des échantillons dans les ballons V3, V8 et V62.

La figure 11 présente les résultats des d'analyse de chlorures collectées dans les différents ballons pendant la même période. Il est observé une valeur minimale de 5,1 PPM dans le ballon V3 au premier jour et une valeur maximale de 9,4 PPM au 7^{ème} jour dans le ballon V8.

III.2.3. Contrôle de salinité

Des analyses ont été menées au laboratoire de la raffinerie pour évaluer l'évolution de la salinité du brut, du 17/03/2024 au 31/03/2024. Nous avons représenté le taux de salinité à l'entrée et à la sortie du dessaleur ainsi que la norme exigée sur la figure 12 afin de vérifier si la norme concernant le taux de salinité après dessalage est respectée ou non

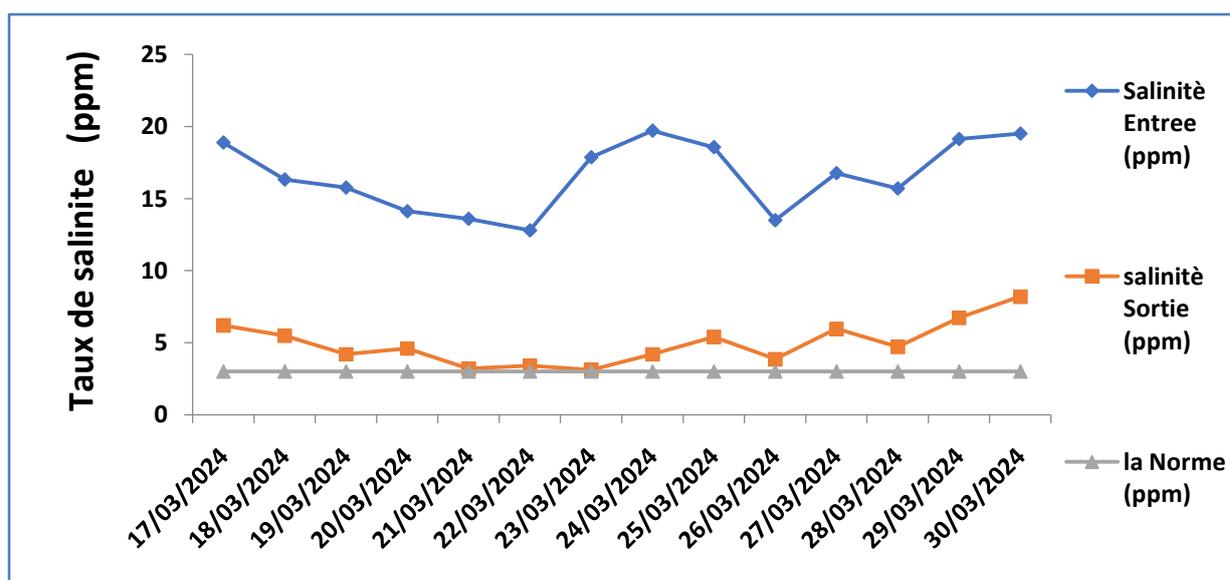


Figure 12: Taux de salinité à l'entrée et à la sortie du dessaleur.

Le niveau de salinité après le dessalage dépasse largement la norme de 3 PPM, avec un pic observé lors du 15^{ième} jour et une valeur minimale le 7^{ème} jour. Cela suggère que de grandes quantités de sels persistent même après le dessalage.

Les analyses de salinité ont conduit à une vérification de la performance du dessalage, on recommande ici la vérification de la qualité de l'eau de lavage et les paramètres de fonctionnement du dessaleur pour minimiser les fuites de sels.

III.3. Comparaison

Nous avons menés une étude de comparaison des résultats de nos analyses avec celle effectués entre 2018 et 2021 pour examiner la performance du dessaleur.

III.3.1. Quantité du fer

La figure 13 illustre la variation des concentrations du fer durant la période de 2017 à 2021. Ces concentrations sont clairement supérieures à la norme de 2 PPM, avec un maximum observé à 7.89 PPM dans le ballon V62 et un minimum observé dans le ballon V3 à 2,03 PPM.

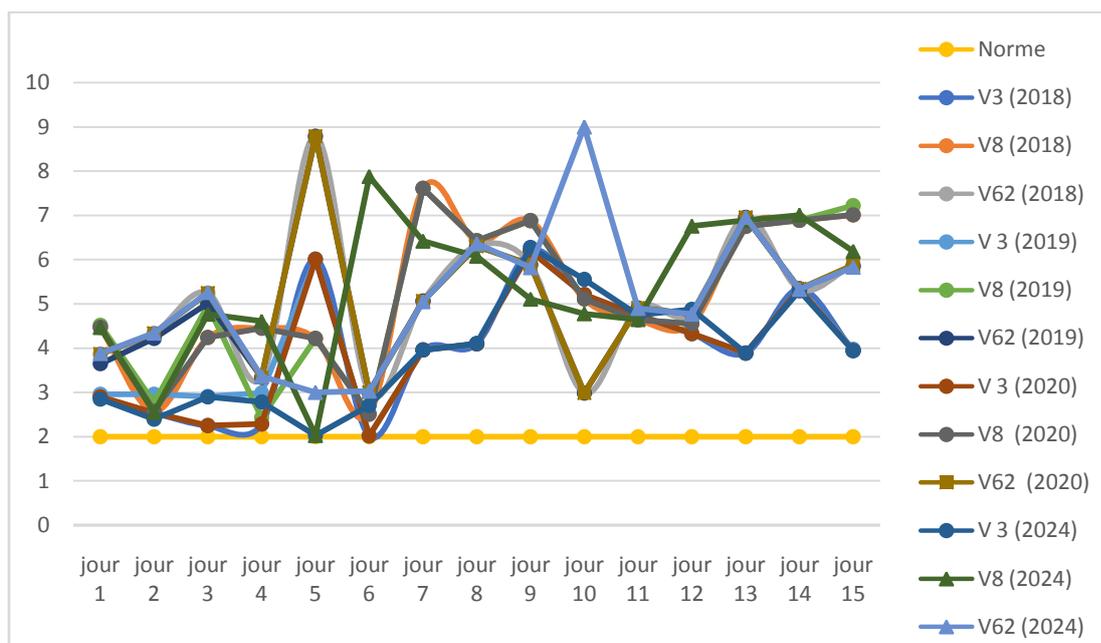


Figure 13 : Variation de la concentration du fer de 2018 à 2024

III .3 .2. Les chlorures

La figure 14 présente les résultats d'analyses des concentrations de chlorures collectées dans les différents ballons pendant une quinzaine de jours. Il est évident que ces concentrations dépassent la norme de 5 PPM

Les concentrations de chlorures varient en raison de l'hydrolyse des sels, généralement présents dans l'eau résiduelle et en suspension dans la phase pétrole.

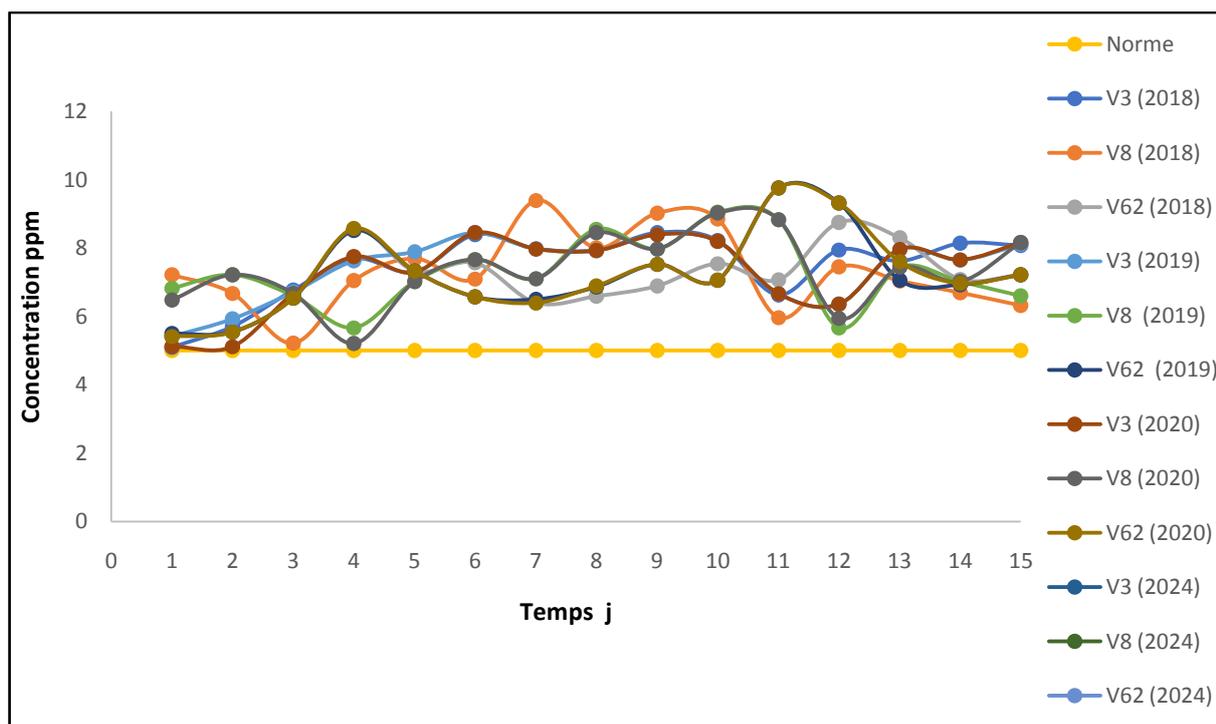


Figure 14 : Variation de la concentration des chlorures de 2018 à 2024

III.3.3. Taux de salinité

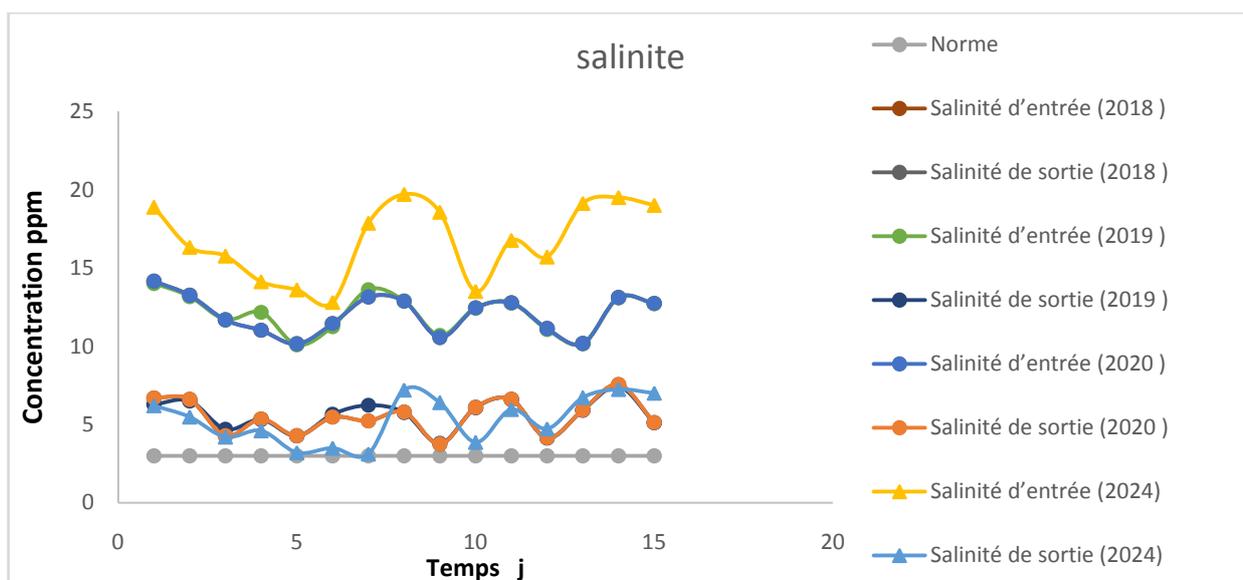


Figure 15 : Variation de la salinité entre 2018 et 2024

Le niveau de salinité après le dessalage dépasse largement la norme de 3 PPM, avec un pic observé de 14.15 PPM et une valeur minimale de 3.74 ppm. nous remarquons que de grandes quantités de sels persiste même après le dessalage.

Les résultats obtenus démontrent une mauvaise opération de dessalage qui s'exprime par une efficacité insuffisante même si elle devient plus importante en 2024 par rapport aux autres années.

des études sur l'influence de la quantité d'eau injectée pour le lavage du pétrole et sur l'emplacement de l'injection de cette eau sont nécessaires pour valoriser leur effet sur la réduction de la salinité.

Conclusion

Notre étude s'est déroulée dans l'unité de distillation atmosphérique de la Raffinerie SKIKDA (RA1K), le stage pratique nous a permis de voir les différents équipements et machines qui composent le procédé de traitement du pétrole, à savoir le dessaleur, les échangeurs, les fours, les colonnes de distillation atmosphérique, les pompes, les compresseurs et bien d'autres équipements.

Le dessalement est une opération très importante dans l'industrie du raffinage, qui permet de minimiser la teneur en sel pour assurer le fonctionnement normal de l'unité de distillation.

Un mauvais dessalement a un impact direct sur le fonctionnement de l'unité de distillation on note généralement des problèmes de corrosion par piqure, notamment dans la boucle de tête de colonne de distillation.

Selon les analyses réalisées pour le dessaleur (V-51), on observe une légère amélioration de son efficacité, les fuites de salinité sont inférieures à ceux enregistrés entre 2018 et 2020.

des études sur l'influence de la quantité d'eau injectée pour le lavage du brut et sur l'emplacement des injecteurs sont nécessaires pour comprendre leur effet sur l'élimination de la salinité.

Références Bibliographiques

- [1] M. HADJI, Etude de performance et système d'étanchéité 100TK-51, Projet professionnel de fin de formation Pour l'obtention du diplôme d'ingénieur spécialisé en Mécanique pétrolière, IAP Ecole de Boumerdès, (2017).
- [2] N. ALLAOUA, Vérification des performances de l'unité de dessalage de RA1K, Mémoire fin d'études Master, Université Abderrahmane Mira de Bejaia, (2016-2017)
- [3] C. TOUATI, Dessalage de l'unité de distillation atmosphérique, Mémoire fin d'étude master, université de Boumerdes, (2017).
- [4] L. MESSAI AHMED, L'étude De La Possibilité D'utilisation D'une Colonne De Pré Distillation Avec L'augmentation De La Capacité 20% De L'unité 11 De La Raffinerie De Skikda, Mémoire fin d'études master, Université Echahide Hamma Lakhdar-EL-Oued, (2014- 2015).
- [5] M. GHAZALI, Etude de Vérification des Performances de l'Unité Du Dessalage de RA1K, Projet professionnel de fin de formation Pour l'obtention du diplôme d'ingénieur spécialisé en Raffinage et Pétrochimie, IAP Ecole de Boumerdes, (2016).
- [6] Mr. R.GHA. Extraction des aromatiques, institut algérien du pétrole - centre de Skikda. Mémoire de fin D'études en vue de l'obtention d'un diplôme de technicien supérieur en génie chimique.
- [7] Mr. A- MERABET, Etude des performances du catalyseur E801/E803 de l'unité Magnaforming de Skikda, Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur Spécialisé en Raffinage, Ecole d'ingénieurs de Boumerdes (IAP), (2011)

- [8] K. TOUIKER, Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur Spécialisé en Raffinage, Ecole d'ingénieurs de Boumerdes (IAP), (2017).
- [9] Manuel opératoire de l'Unité de Topping U11 (M-PROD-2), NAFTEC, Raffinerie de Skikda, 2015.
- [10] Jean J.L, « Sciences des matériaux, Précis de corrosion », Edition beachemin, (1994).
- [11] J.M. BOUMANN. Dessalage du pétrole brut sur champs de production. Revue IFP. (2011).
- [12] Jolly, Jean-Pierre et ai, FASCICULE DE BREVET EUROPEEN p02
- [13] J.P. WAUQUIER. Le raffinage du pétrole brut. Procédé de séparation. Édition Technip. Tome 2. (1998).
- [14] B. BOUCECRIMA. A. DOUBI et M. ZERROUK. Amélioration du procédé de dessalage des huiles par utilisation des émulsifiants. I.C.I.C.U. Ouargla et C.R.D de HASSI MESSAOUD. (2006)
- [15] Brahim Dorban. Etude et optimisation des dessaleurs électrostatiques. Mémoire de Magister Raffinage. Boumerdes, (2003).
- [16] Cours Procédés de raffinage et pétrochimie, université deb Skikda (2017)
- [17] Raffinerie de pétrole et de gaz. Février 2003.
- [18] Document de TOTAL. Manuel de formation. Cours exp-pr-eq090. (2007). P 4-97.
- [19] F. NALEK, Suivis et évaluation des performances des deux unités de traitement des effluents liquides de la raffinerie d'Arzew, Mémoire fin d'études master, Université M'Hamed Bougera, Boumerdes (2016-2017).
- [20] A.D. BACHIR ; B. AMOR, Optimisation des paramètres de fonctionnement d'un procédé de dessalage de l'unité traitement brut sud à Hassi

Messaoud(UTBS), Mémoire fin d'études master, université Mohamed khider Biskra (2013).

[21] A. Laouar Staihi, Etude et analyse de la performance du dessaleur électrostatique de l'unité « topping » Raffinerie de Skikda, Mémoire fin d'étude Master, Université badji Mokhtar, Annaba, (2018).

[22] TEMMAR MOUNIR- NAAM RIDHA, le dessalage du pétrolé : redimensionnement et Paramètres clés (UTBS-HMD), (théorie de dessalage de pétrole brut) [mémoire de master]. Ouargla, université Ouargla, faculté des sciences technologie et sciences de la matière ,2013.

[23] Ken Arnold et Maurice Stewart, Crude Oil Treating and Oil Desalting Systems, Chapitre 7, Surface Production Operations, AMEC Paragon, Houston, Texas, (2008) p 351-456.