



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



N° d'ordre : M2./GC/2019

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES DE MASTER ACADIMIQUE

Filière : Génie des procédés

Option : Génie Chimique

Thème

**Etude comparative lors de récupération du raffinat d'extraction
des aromatiques des huiles de bases sur le 'Grade SAE 30'**

Présenté par :

M^{elle}.BENCHENNI Imane

Mr.SAYAH Bouasria

Soutenu le 03/07/ 2019 devant le jury composé de :

Présidente :	Meme Kh .SOLTANE	MAA	Université de Mostaganem
Examinatrice :	Meme H.BELHOUARI	MAA	Université de Mostaganem
Rapporteur :	Meme K .MENAD	MCB	Université de Mostaganem

Année Universitaire 2018/2019

Remerciement

Au terme de ce travail, on tient à remercier dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage, la volante et la patience pour achever ce travail.

Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de Mme K. MANED on le remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.

Nous sommes conscientes de l'honneur que nous a fait Mme Kh .SOLTANE en étant président du jury et Mme H. BELHOUARI d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Nos profonds remerciements vont également à toutes les personnes qui nous ont aidés et soutenue de près ou de loin.

Dédicaces

A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, que dieu te garde dans son vaste paradis, à toi

Mon père.

A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de
Mon cœur, ma vie et mon bonheur ; maman que j'adore.

Aux personnes dont j'ai bien aimé la présence dans ce jour, à
Tous mes frères et ma sœur et surtout mon fiancé qui m'a beaucoup soutenu,
mes amis de la phase élémentaire à nos jours

Samia, Hanane, Amina, salima et mes chers amis soad, ongchan et à mon
encadreur Melle manade, je dédie ce

Travail dont le grand plaisir leurs revient en premier lieu pour
Leurs conseils, aides, et encouragements.

Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé, qui étaient
toujours à mes côtés, et qui m'ont accompagnaient durant mon
chemin d'études supérieures, mes aimables amis, collègues d'étude,

Et frères de coeur, radia, Ali et M .Amina

Sommaire

introduction générale.....	1
----------------------------	---

PARTIE Théorique

Chapitre I : Présentation de la complexe raffinerie RA1/Z

I.1.Histoire de la complexe raffinerie RA1/Z.....	4
I.2.Situation du complexe	4
I.3.Mission et Objectifs assignés.....	4
I.4. Les capacités annuelles de traitement et de production.....	5
I.5. Présentation des principales installations de RA1Z.....	6

Chapitre II : Fabrication des huiles de basse

II.1. Généralités	11
II.2. Tendances des huiles de base	12
II.3. Fabrication des huiles de base	13
II.3.1. La distillation sous-vide du résidu atmosphérique (U 100)	14
II.3.2. Le Désasphaltage au propane (U 200)	15
II.3.3. L'extraction au solvant sélectif (U 300)	16
II.3.4. Le déparaffinage au Methylethylcétone /Toluène (U 400)	17
II. 3. 5. L'hydrotraitement de finition (hydro finissage) (U 500)	17

Chapitre III : Extraction des aromatique au Furfural

III.1.Introduction	20
III.2. Extraction au furfural d'Unité 300	20
III.2.1. But de l'unité	20
III.2.2.Choix du solvant	21
III.2.3. Variables opératoire.....	22
III.3.Présentation de l'unité d'extraction au furfural (Unité300) :.....	25
III.3.1.La section de traitement de la charge.....	25
III.3.1.La section de récupération du raffinat.....	26
III.3.1.La section de récupération de l'extrait	28
III.3.1.La section de récupération du solvant.....	30

PARTIE PRATIQUE

Chapitre IV : Suivis de l'impact des variables opératoire sur la qualité d'huile SAE30

IV.1. Introduction :.....	33
IV.2. Détermination du taux de solvant (cas réel).....	34
IV.3. Le rendement de raffinat SAE30 en fonction de temps	36
V.4. L'influence de taux de solvant sur le rendement	37
IV.5. L'indice de réfraction (RI).....	38
IV.6. Influence de taux de solvant sur le RI du raffinat SAE30.....	39
IV.7. Evolution de viscosité de raffinat SAE30 en fonction du temps.....	40
IV.8. La relation entre le taux du solvant et la viscosité du raffinat SAE30.	40
IV.9. L'évolution de densité de raffinat SAE30 en fonction du temps.....	42
IV.10. Les températures et gradient de température de la colonne RDC	42
IV.10.3. L'influence de température de fond sur le rendement de raffinat	
Conclusion.....	47
conclusion générale.....	49
Recommandation.....	51
Références bibliographiques	52

Liste de Figures

Figure I.1 : Situation géographique du complexe RA1/Z.....	4
Figure I.2 : Plan de la raffinerie d'ARZEW.....	9
Figure II.1 : Un lubrifiant.....	11
Figure II. 2 : Chaîne de fabrication des huiles de base.....	13
Figure II. 3 : Schéma simplifié de la distillation sous vide.....	14
Figure II. 4 : Schéma simplifié du desasphaltage au propane.....	15
Figure II.5 : Schéma simplifié de l'extraction au furfural.....	16
Figure II. 6 : Schéma simplifié du déparaffinage.....	17
Figure II. 7 : Schéma simplifié de l'hydrofinissage.....	18
Figure III.1 : Rendement et sélectivité en fonction de taux de solvant.....	23
Figure III. 2 : Rendement et sélectivité en fonction de la température.....	24
Figure III.3 : La section de récupération du raffinat.....	27
Figure III.4 : La section de récupération de l'extrait.....	29
Figure IV.2 : Histogramme Comparative de taux de solvant sur le grade SAE30	35
Figure IV.3 :L'évolution du rendement de raffinat SAE30	36
Figure IV.4 :L'influence du taux du solvant sur le rendement de raffinat SAE30.....	37
Figure IV.5 :L'indice de réfraction du raffinat SAE30.....	38
Figure IV.6 : Influence de taux de solvant sur le RI de raffinat SAE30.....	39
Figure IV.7 : La viscosité de raffinat SAE30 en fonction de temps.....	40
Figure IV. 8 : influence de taux de solvant sur la viscosité de raffinat SAE30.....	41
Figure IV.9 : L'évolution de densité de la charge et raffinat SAE30.....	42
Figure IV.10 : la relation entre la température de fond et le rendement de raffinat SAE30.....	44
Figure IV.11 : La relation entre température de fond (RDC) et RI de raffinat SAE30.....	45
Figure IV.12 : La relation de température de fond avec la viscosité e raffinat SAE30.....	46

Liste des tableaux

Tableau I.1 : Capacités annuelles de production de différentes unités.....	5
Tableau III .1.1 : Caractéristiques physiques des différents solvants.....	22
Tableau III.1.2 : Effet de la proportion de solvant (furfural à 93%) sur le rendement et la qualité du raffinat.....	23
Tableau IV.3 : Rendement en raffinat SAE30.....	36
Tableau IV.4 : Représente les températures de tête et de fond de la colonne RDC.....	43

Liste des abréviations

Liste des abréviations :

RDC : Contacteur à disques rotatifs.

BRA : Brut Réduit Atmosphérique.

BRI : Brut Réduit Importé.

RSV : Résidu Sous Vide.

SAE : Society of Automotive Engineers

SPO : Spindle Oil.

SAE10 : Medium Viscous Oil.

SAE30 : Viscous Oil.

BS : Bright Stock.

DAO : De-Asphalte Oil.

VI : Viscosité index (Indice de Viscosité).

ASTM : American Society for Testing Materials.

RI : Indice de réfraction

HP : Haute Pression.

MP : Moyen Pression.

BP : Basse Pression.

HB3 : Huile de Base 3.

HB4 : Huile de Base 4.

Introduction générale

Introduction générale :

Le pétrole figure actuellement comme le promoteur de développement industriel et économique de nombreux pays dans le monde. Il constitue une source d'énergie indispensable dans la vie quotidienne grâce au raffinage.

Le brut sorti du puits ne peut être utilisé tel quel, car est un mélange assez complexe de toutes sortes de constituants hydrocarbonés. Il est donc indispensable d'utiliser différents processus de traitement et de transformation afin de tirer le maximum des produits à haute valeur commerciale.

Avec le développement de la technique des machines et le changement dans les habitudes d'utilisation des véhicules, les huiles lubrifiantes sont devenues un pôle central d'intérêt ce qui rend important de produire des huiles de haute qualité.

Les huiles lubrifiantes sont des fractions pétrolières composées de 80% à 90% de matières visqueuses utilisées pour diminuer les frottements entre deux surfaces solides en contact.

L'Algérie possède cinq raffineries, dont la raffinerie d'Arzew (RA1/Z). Cette raffinerie est la seule qui produit les lubrifiants.

Les lubrifications produites par la raffinerie d'Arzew sont comparables du point de vue qualitatif aux meilleures productions mondiales.

L'unité de lubrifiants est d'une importance capitale pour le fonctionnement du complexe de raffinage. Elle comporte une série d'équipements importants pour son fonctionnement tels que les échangeurs, les fours et les colonnes. L'optimisation du procédé consiste à exploiter ces équipements dans les meilleures conditions de rendement et de sécurité.

Afin de produire des huiles de haute qualité, il faut séparer les hydrocarbures paraffinés à haut indice de viscosité (IV), des hydrocarbures aromatiques et naphthéniques de faible IV.

Ces différents hydrocarbures ont des points d'ébullition voisins et ne peuvent être séparés par distillation.

Le procédé utilisé pour cela est une extraction liquide/liquide à l'aide de solvant sélectif. L'opération est effectuée dans une colonne d'extraction.

Introduction générale

Le solvant est mis en contact de la charge dans la colonne (ou extracteur), ou le mélange charge / solvant se divise en trois zones.

Dans notre étude, on a essayé d'établir un suivi d'une fraction huileuse (SAE 30) lors du procédé de l'extraction des aromatiques dans les bases huileuses, dans le but d'obtenir une huile à haute indice de viscosité.

Le travail que nous présentons dans ce mémoire est divisé en quatre chapitres :

Les trois premiers chapitres sont consacrés à la présentation de la raffinerie d'Arzew et de ses différentes sections, fabrication des huiles lubrifiantes et l'extraction des huiles par le furfural.

Le dernier chapitre regroupe notre partie pratique ainsi nos résultats obtenus lors de la période de suivi effectuer. La comparaison s'est faite entre le design et l'état actuel sur le fonctionnement de l'unité d'extraction (300) lors de récupération du raffinat ; les paramètres et les caractéristiques vérifiées sont, taux du solvant, température, indice de réfraction 'RI', viscosité, densité et rendement.

Nous terminerons ce travail par une conclusion générale et une recommandation.

Chapitre I
Présentation de la raffinerie
d'Arzew RA1/Z

I.1. Historique de la complexe raffinerie :

La construction du complexe a été réalisée par la société japonaise « JAPAN GAZOLINE COMPANY (JGC) » en collaboration avec l'entreprise Sonatrache.

La pose de la première pierre a eu lieu le 19 juin 1970. Le démarrage des unités a été à partir du mois d'août 1972 par les utilités. L'ensemble des unités de la raffinerie était en service en mars 1973 [1].

I.2. Situation du complexe :

Elle est implantée dans la zone industrielle d'Arzew sur le plateau d'Al-Mohgoune. Elle occupe une superficie de 180 hectares répartis comme suit : 150 hectares correspondants aux anciennes des installations construites entre 1970 et 1973, et les 30 hectares restantes correspondent aux installations nouvelles construites entre 1978 et 1983 [1].

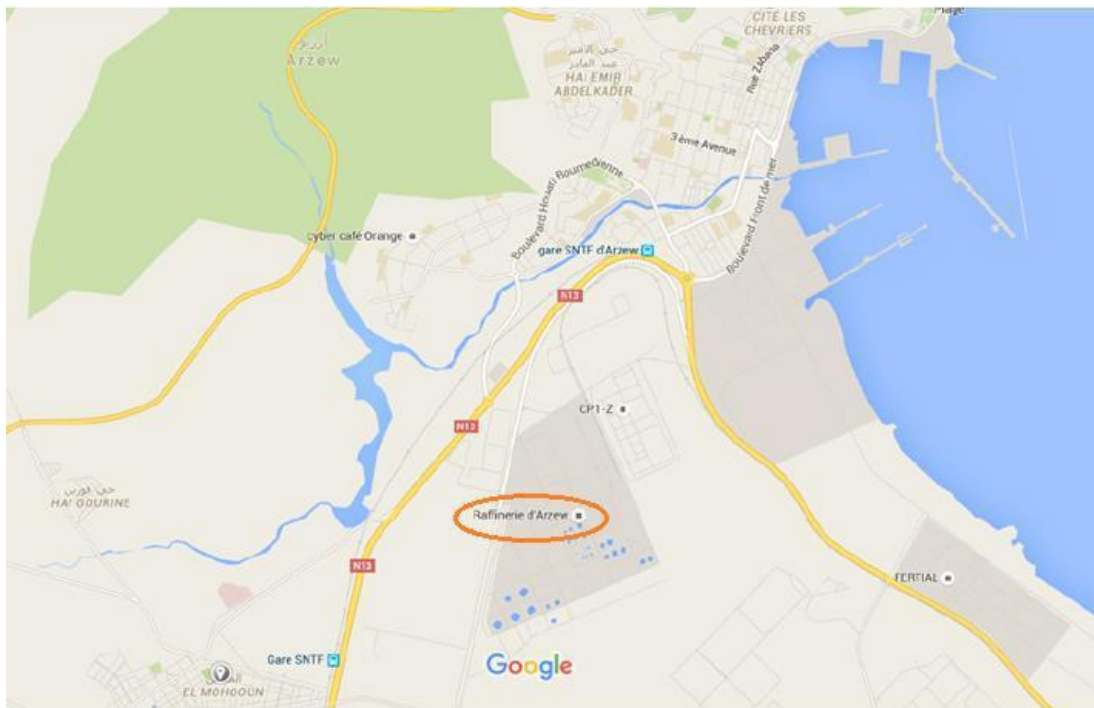


Figure I.1. Situation géographique du complexe RA1/Z

I.3. Mission et Objectifs assignés :

La mission de la raffinerie d'Arzew est d'assurer dans les normes une production adaptée aux exigences et aux besoins du marché national et international en termes d'énergie et ses dérivés. Elle a été conçue pour répondre aux impératifs suivants :

- Traiter le brut de Hassi Messaoud et le brut importé ;
- Satisfaire à la consommation croissante en carburants du marché national ;
- Fabriquer des produits stratégiques tels que les lubrifiants et les bitumes ;
- Exportation des produits excédentaires (Naphta, Kérosène, Fiouls) [1].

I.4. Les capacités annuelles de traitement et de production :

La raffinerie d'Arzew traite en moyenne :

- **2,5 millions** de tonnes par an de pétrole brut Saharien (Hassi Messaoud) ;
- **280000** tonnes par an de brut réduit importé(BRI) pour la production de bitume.

Les capacités annuelles de production des différentes unités sont représentées dans le tableau ci-dessous [1] :

Tableau I.1 : Capacités annuelles de production de différentes unités.

Composé	Quantité	Unité
Propane	30 000 T	Zone 4/Unité13
Butane	92 000 T	Zone 4/Unité13
Kérosène	400 000 T	Zone 4/Unité11
Gas-oil	530 000 T	Zone 4/Unité11
Fuel	590 000 T	Divers unités
Essence Normale	390 000 T	Zone28
Essence Super	103 000 T	Zone28
Huiles de base	170 000 T	Zone 7/Zone5
Huiles finies	150 000 T	Zone6 et Unité 3000
Graisses	1950 T	Zone6 et Unité 3000
Bitumes routier	120 000 T	Zone 10/Unité 14
Bitumes oxyde	20 000 T	Zone 10/Unité 15

I.5. Présentation des principales installations de RA1Z :

La raffinerie d'Arzew comprend quatre départements de production le P1, P2, P3 et P4, chaque département est constituée de plusieurs zones ayant des activités spécifiques.

I.5.1. Département Production P1 :

Les installations sont constituées de :

➤ **Zone 3** : Utilités : Elle comprend les unités suivantes :

- ✓ Unité 31 : Production de vapeur et d'électricité ;
- ✓ Unité 32 : Production de l'eau distillée ;
- ✓ Unité 33 : Circuit d'eau de refroidissement ;
- ✓ Unité 34 : Station de pompage d'eau ;
- ✓ Unité 35 : Récupération et distribution du gaz combustible ;
- ✓ Unité 36 : Unité d'air comprimé ;
- ✓ Unité 67 : Pompiers du réseau d'eau anti-incendie.

➤ **Zone 4** : Carburants : Elle comprend les unités suivantes :

- ✓ Unité 11 : Unité de distillation atmosphérique « Topping » ;
- ✓ Unité 12 : Unité de reforming ;
- ✓ Unité 13 : Séparation des gaz « Gas Plant » ;
- ✓ Unité 17 : Unité d'isomérisation ;
- ✓ Unité 18 : Huile chaude « hot oil » ;
- ✓ Unité 65 : Torche des gaz.

➤ **Zone 7** : Lubrifiants : Elle comprend les unités suivantes :

- Unité 21 : Distillation sous vide ;
- Unité 22 : Désasphaltage au propane ;
- Unité 23 : Extraction au furfural des aromatiques ;
- Unité 24 : Déparaffinage au MEK-Toluène ;
- Unité 25 : Hydrofinishing.

➤ **Zone 10** : Bitumes : Cette zone est composée des unités suivantes :

- ✓ Unité 14 : Bitumes routiers ;
- ✓ Unité 15 : Bitumes Oxydés ;
- ✓ Unité 45 : Conditionnement et stockage des bitumes.

I.5.2. Département Production P2 :

En 1978, suite aux besoins importants en lubrifiants, la réalisation d'un ensemble de production de 120000 T/an d'huile de base fut lancé .Le démarrage de cet ensemble fut en 1982. Il comprend deux zones :

➤ **Zone 19** : Utilités : Elle comprend les unités suivantes :

- ✓ Unité 1100 : Production de la vapeur ;
- ✓ Unité 1200 : Production de l'électricité ;
- ✓ Unité 1300 : Tour de refroidissement ;
- ✓ Unité 1400 : Fuel gaz ;
- ✓ Unité 1500 : Unité d'air comprimé ;
- ✓ Unité 1600 : Production de l'eau distillée ;
- ✓ Unité 1700 : La torche ;
- ✓ Unité 280 : Production de gaz inerte (azote).

➤ **Zone 5** : Lubrifiants : Elle comprend les unités suivantes :

- ✓ Unité 100 : Distillation sous vide ;
- ✓ Unité 200 : Désasphaltage au propane ;
- ✓ Unité 300 : Extraction des Aromatiques ;
- ✓ Unité 150 : HOT OIL ;
- ✓ Unité 160 : Traitement des eaux acide ;
- ✓ Unité 400 : Déparaffinage au MEK-Toluène ;
- ✓ Unité 500 : Hydrofinishing ;
- ✓ Unité 600 : Hydrotraitement de la paraffine.

I.5.3. Département Production P3 :

➤ **Zone 6** : Fabrication des huiles finies et graisses.

Elle comprend les unités suivantes :

- ✓ Unité 3000 : Huiles finies ;
- ✓ Unité 3100 : Blending des huiles ;
- ✓ Unité 3200 : Graisses ;
- ✓ Unité 3300 : Conditionnement de la paraffine ;
- ✓ Unité 3600 : Remplissage des huiles en vrac ;

- ✓ Unité 3900 : Conditionnement et emballage des huiles finies.

I.5.4. Département de production P4 :

- **Zones 28** : Stockage et d'expédition ;
- **Zones 27 et Unité 1800** : Traitement des effluents.

I.5.5. Laboratoire de contrôle :

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

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

La figure suivante montre une présentation le plan de la raffinerie.



Figure I.2. Plan de la raffinerie d'ARZEW

Chapitre II

Fabrication des huiles de base

II.1. Généralités :

Un lubrifiant est une matière onctueuse, liquide semi-plastique ou solide, qui s'impose entre les surfaces frottantes d'un mécanisme et qui a la propriété d'altérer le frottement et usure entre les pièces métalliques.

Cette précédente définition recouvre en fait un ensemble de fonctions principales souvent méconnues dont les principales sont :

- Réduire les frottements et par conséquent économiser de l'énergie ;
- Protéger les organes des machines contre les différentes formes de corrosion ;
- Participer au refroidissement des machines. Le lubrifiant étant en contact intime avec les organes souvent très chauds, il contribue d'une façon très active à leur refroidissement s'il circule et s'il peut céder sa chaleur au milieu extérieur ;
- Contribuer à l'étanchéité aux gaz, liquides et contaminants solides ; tel l'étanchéité des segments et joints ;
- Transmettre de l'énergie dans les systèmes hydrauliques ;
- Transmettre de l'énergie thermique comme fluide caloporteur ;
- Absorber les chocs et réduire le bruit ;
- Assurer d'autres fonctions passives permettant d'accroître la longévité et la fiabilité des mécanismes ;

Un lubrifiant est préparé à partir d'un mélange d'huiles de base et d'additifs spécifiques, dont les proportions sont en général :

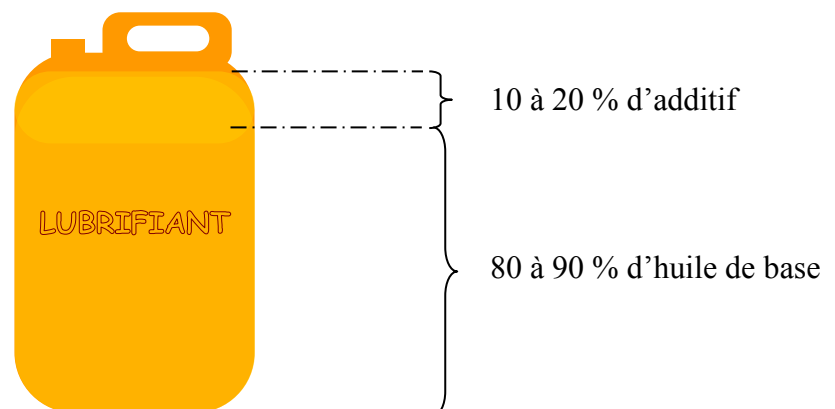


Figure II.1. Un lubrifiant.

Un mélange d'huiles de base seul ne possède pas toutes les caractéristiques requises pour ces types de lubrifiants, et l'on doit pour cette raison leur adjoindre une certaine quantité d'additifs.

Préalablement aux mélanges, ces huiles de base doivent avoir des propriétés précises dont les principales recherchées sont :

- ☛ La viscosité :
 - Bases fluides \cong 20 cSt à 40 °C ;
 - Bases visqueuses \cong 100 cSt à 40 °C ;
 - Bases lourdes \cong 30 cSt à 100 °C.

- ☛ L'indice de viscosité - ou viscosité index (VI), définissant :
 - Une viscosité pas trop forte à froid ;
 - Une viscosité pas trop faible à chaud.

Un VI élevé d'une huile de base se traduit par une faible variation de viscosité avec la température [2].

Une huile de base pour moteur à un VI \cong 100.

- ☛ Le point d'écoulement : Capacité de l'huile à rester liquide à basse température égale à -9 °C pour la plupart des bases pour moteur.

- ☛ La résistance à l'oxydation et stabilité : Dégradation des caractéristiques des huiles sous l'influence de l'oxygène et de la température [2].

II.2. Tendance des huiles de base :

Selon que le pétrole brut appartient aux familles paraffiniques ou naphthéniques, les huiles de base sont dites à tendance paraffinique, à tendance naphthénique ou à tendance aromatique.

- **Les paraffines** : Sont des hydrocarbures saturés linéaires (n-paraffines) ou ramifiés (iso paraffines) caractérisés par une assez bonne stabilité à l'oxydation, un indice de viscosité élevé de l'ordre de 100, un pouvoir solvant limité et un point de congélation élevé.[3]
- **Les naphthènes** : Sont des hydrocarbures saturés cycliques. Ils sont moins stables à l'oxydation que les paraffines, possèdent des indices de viscosité faibles (60) mais ont un

bon pouvoir solvant et possèdent de meilleures caractéristiques d'écoulement aux basses températures.

- **Les aromatiques** : Sont des hydrocarbures insaturés cycliques. Ils sont très denses et peu stables à l'oxydation. Leur indice de viscosité sont très bas. Compte tenu de leurs mauvaises caractéristiques, ils nécessitent un traitement très poussé au niveau des unités de raffinage. Leur pouvoir solvant est élevé [3].

II.3. Fabrication des huiles de base :

Les installations de fabrication des huiles regroupent un ensemble de cinq unités distinctes, complémentaires et disposées en chaîne, ayant chacune un procédé de traitement spécifique. Le schéma présenté par la figure II.2 ci-après décrit la chaîne classique du raffinage des huiles de base et explique l'objectif recherché à travers le procédé de chaque unité.

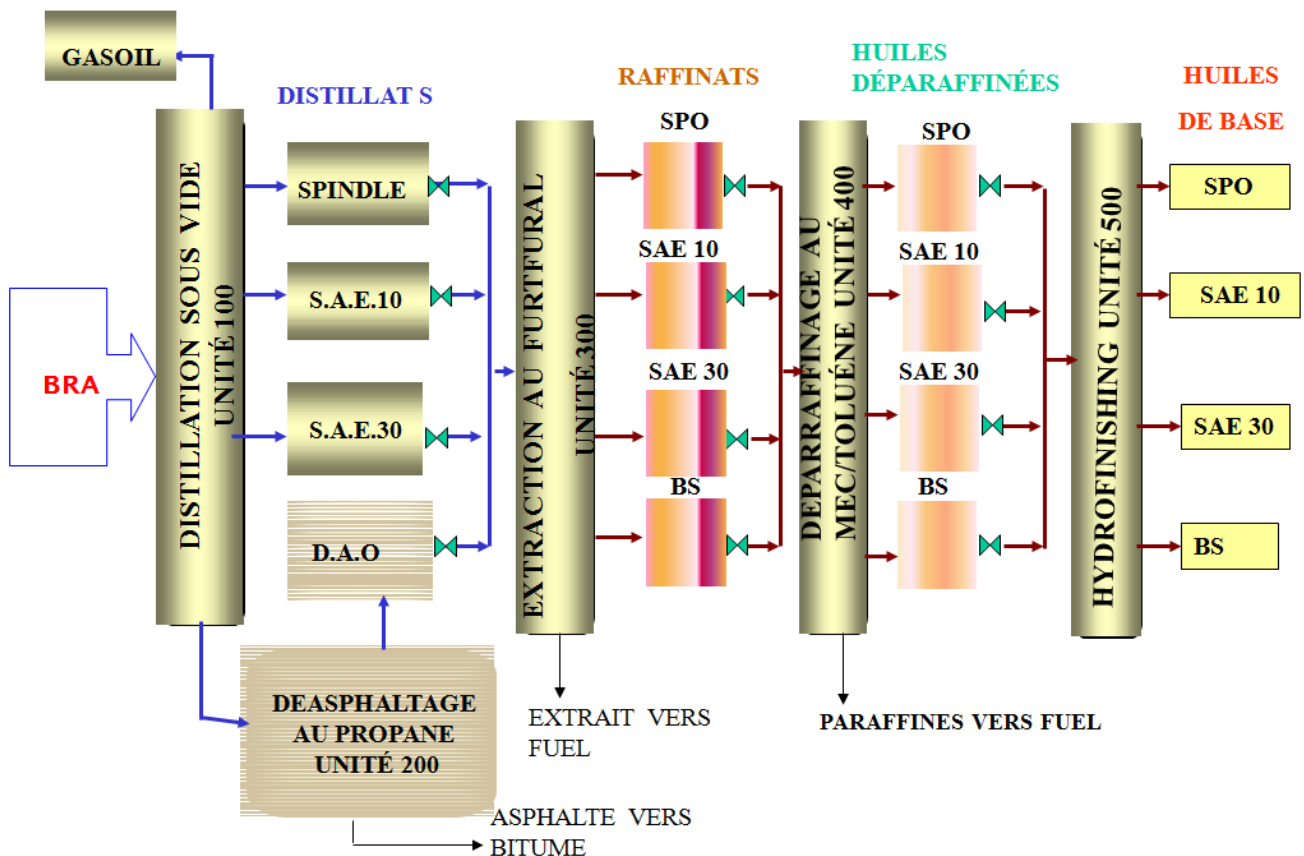


Figure II. 2. Chaîne de fabrication des huiles de bases

II.3.1. La distillation sous-vide du résidu atmosphérique (U 100) :

L'unité de distillation sous vide (unité 100 et unité 21) du complexe la raffinerie d'Arzew est destinée à préparer les distillats qui seront transformés en huiles de base dans les unités successives. Le brut réduit atmosphérique (BRA) alimentant l'unité de distillation sous vide est préchauffé par échange de chaleur avec les différents distillats.

La température requise pour la distillation est obtenue dans le four où la charge est partiellement vaporisée. Le fractionnement du B.R.A est assuré dans une colonne sous vide comprenant des plateaux à clapets [4].

Les différentes coupes soutirées sont :

- Gas-oil sous vide (V.G.O) ;
- Distillat Spindle (S.P.O) ;
- Slop-cut légère ;
- Distillat Mi-visqueuse (M.V.O ou SAE10) ;
- Slop-cut lourde ;
- Distillat visqueuse (V.O ou SAE30) ;
- Résidu sous vide (R.S.V).

Le schéma présenté par la figure II.3 ci-après, montre les équipements principaux constituant l'opération de distillation sous vide.

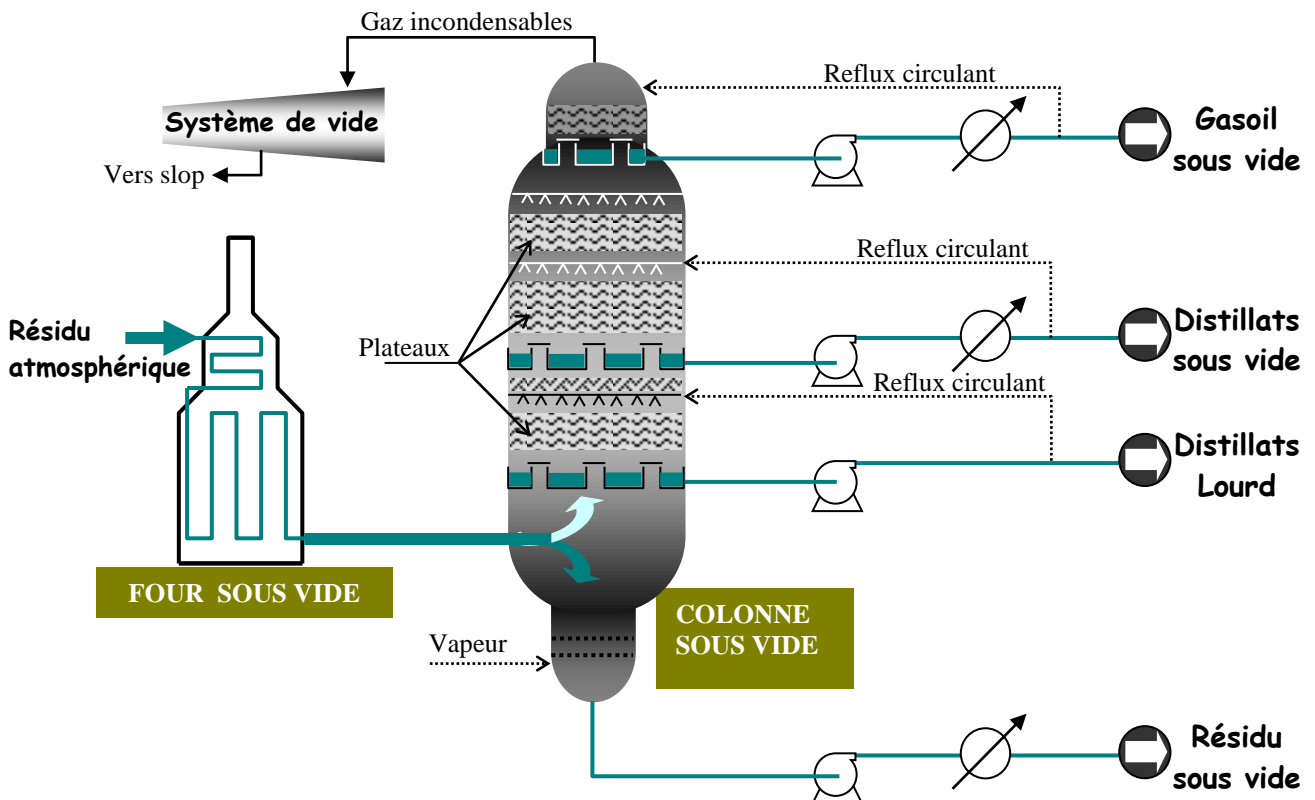


Figure II. 3. Schéma simplifié de la distillation sous vide

II.3.2. Le Désasphaltage au propane (U 200) :

Le désasphaltage au propane est un procédé d'extraction par du solvant (propane) d'une huile lourde à partir du résidu sous vide (RSV) de la distillation précédente, alimentant l'unité 22 et 200 [2].

Ce résidu est séparé en deux mélanges (DAO+solvant et Asphalte + solvant) par contact à contre-courant avec du propane liquide dans une colonne d'extraction à disques tournant. L'huile désasphaltée ou extrait (DAO) constitue une charge de meilleure qualité pour les unités de traitement en aval [2].

Cette séparation est impossible à réaliser par une distillation sous vide seule, où ce procédé est d'une part limité à l'obtention des fractions ayant des points de coupes maximum de l'ordre de 550 °C, d'autre part il est incapable de trier les molécules selon leur caractères paraffiniques, aromatiques ou asphaltiques. L'huile lourde obtenue à la sortie de cette unité qui est la BRIGHT STOCK est envoyée comme charge de l'unité 23 et l'unité 300. Le schéma présenté par la figure II.4 ci-après, montre les équipements principaux constituant l'opération de desasphaltage au propane.

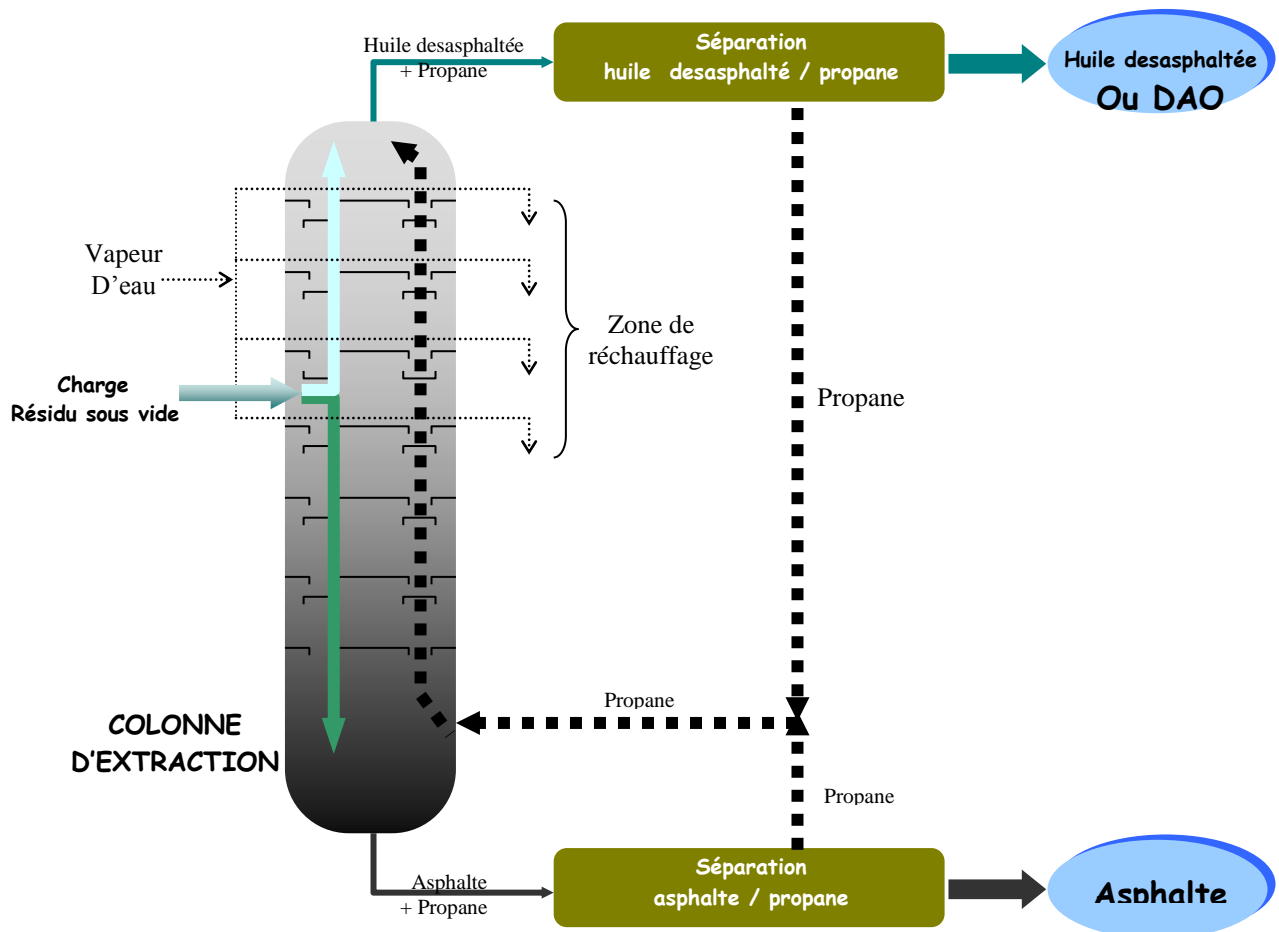


Figure II. 4. Schéma simplifié du desasphaltage au propane

II.3.3. L'extraction au solvant sélectif (U 300) :

Au niveau de cette unité (23 et 300) les distillats (SPO, MVO, VO et BS) seront traités à l'aide d'un solvant sélectif qui est le furfural. Cette opération est une extraction s'effectuant en injectant ce solvant en parallèle avec la charge (distillat).

Dans une colonne à disque rotatif. Après mélange de ces deux produits on obtient à la sortie de la colonne deux phases distinctes :

- Un mélange de raffinat en tête de colonne (phase riche en huile qui contient les composés désirables à haut indice de viscosité)
- Un mélange d'extrait au fond de la colonne (riche en furfural, contenant des aromatiques et matières indésirables) [2].

Le schéma présenté par la figure II.5 ci-après, explique et montre les équipements principaux constituant l'opération d'extraction au furfural.

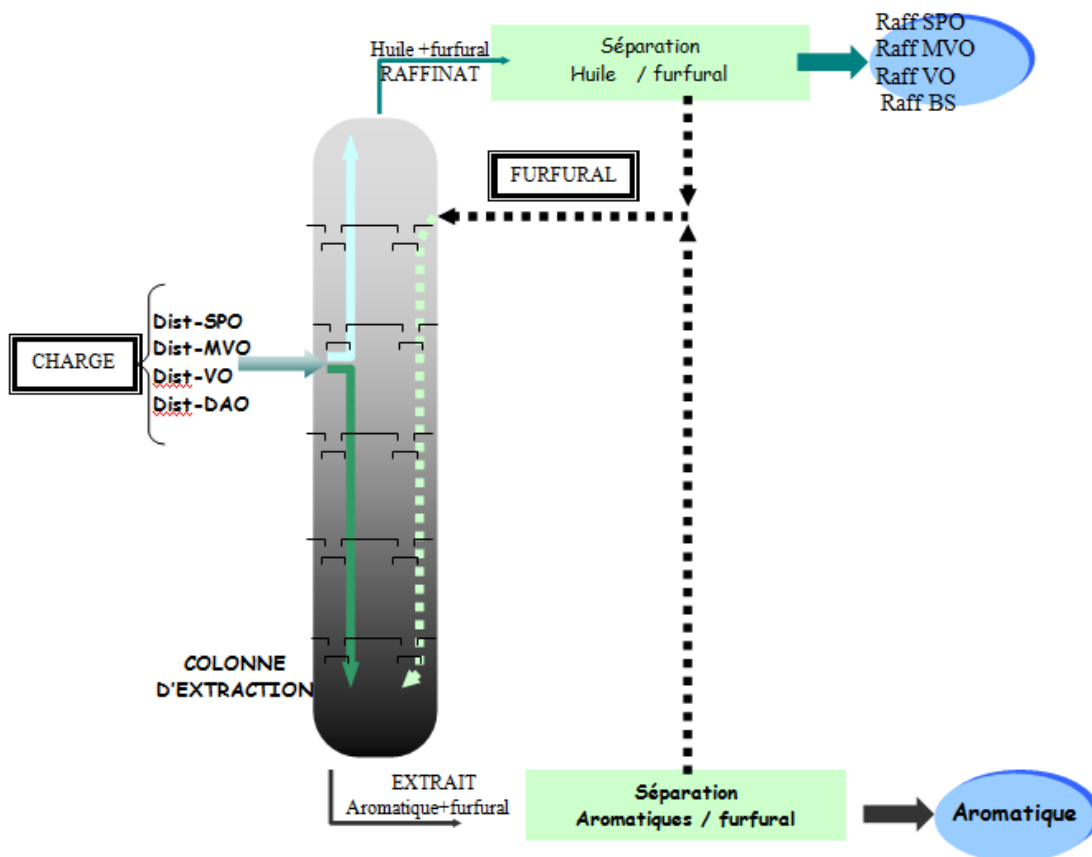


Figure II.5. Schéma simplifié de l'extraction au furfural

II.3.4. Le déparaffinage au Méthylethylcétone / Toluène (U 400) :

Au niveau de cette l'unité (24 et 400) le méthyle-éthyle-cétone (MEK) et le Toluène permettent d'extraire la paraffine des quatre raffinats issus de l'unité (23 et 300). Cette opération améliore le point d'écoulement des huiles déparaffinées.

L'objectif de l'unité est d'abaisser le point de trouble et le point d'écoulement. La méthode utilisée est le refroidissement et l'utilisation des solvants dispersant et précipitant. Le solvant est le MEC/toluène (mélange méthyléthylcétone et toluène) [3].

Le schéma présenté par la figure II.6 ci-après, explique et montre les équipements principaux constituant l'opération de déparaffinage au MEK / Toluène (U 400)

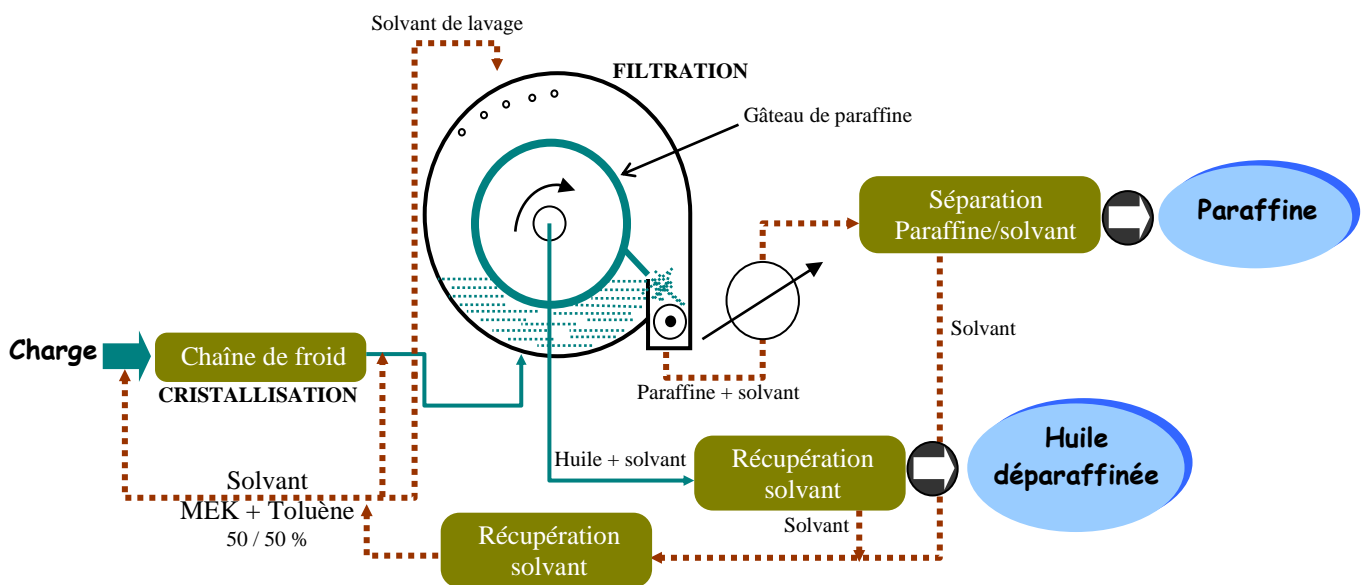


Figure II. 6. Schéma simplifié du déparaffinage

II. 3. 5. L'hydrotraitement de finition (hydrofinissage) (U 500) :

Le traitement à l'hydrogène ou l'hydrofinissage est réalisé par une réaction d'hydrogénation catalytique à base de fer, chrome et molybdène. Le mélange sortant du réacteur passe dans un ballon de détente afin d'éliminer les gaz indésirables (soufre, azote) et sera séché d'une température de 160°C afin d'extraire le maximum d'eau et cela jusqu'à l'obtention de 98% d'huile de base à chaîne ramifiée de longue durée de vie.

Le schéma présenté par la figure II.7 ci-après, explique et montre les équipements principaux constituant l'opération d'hydrofinissage.

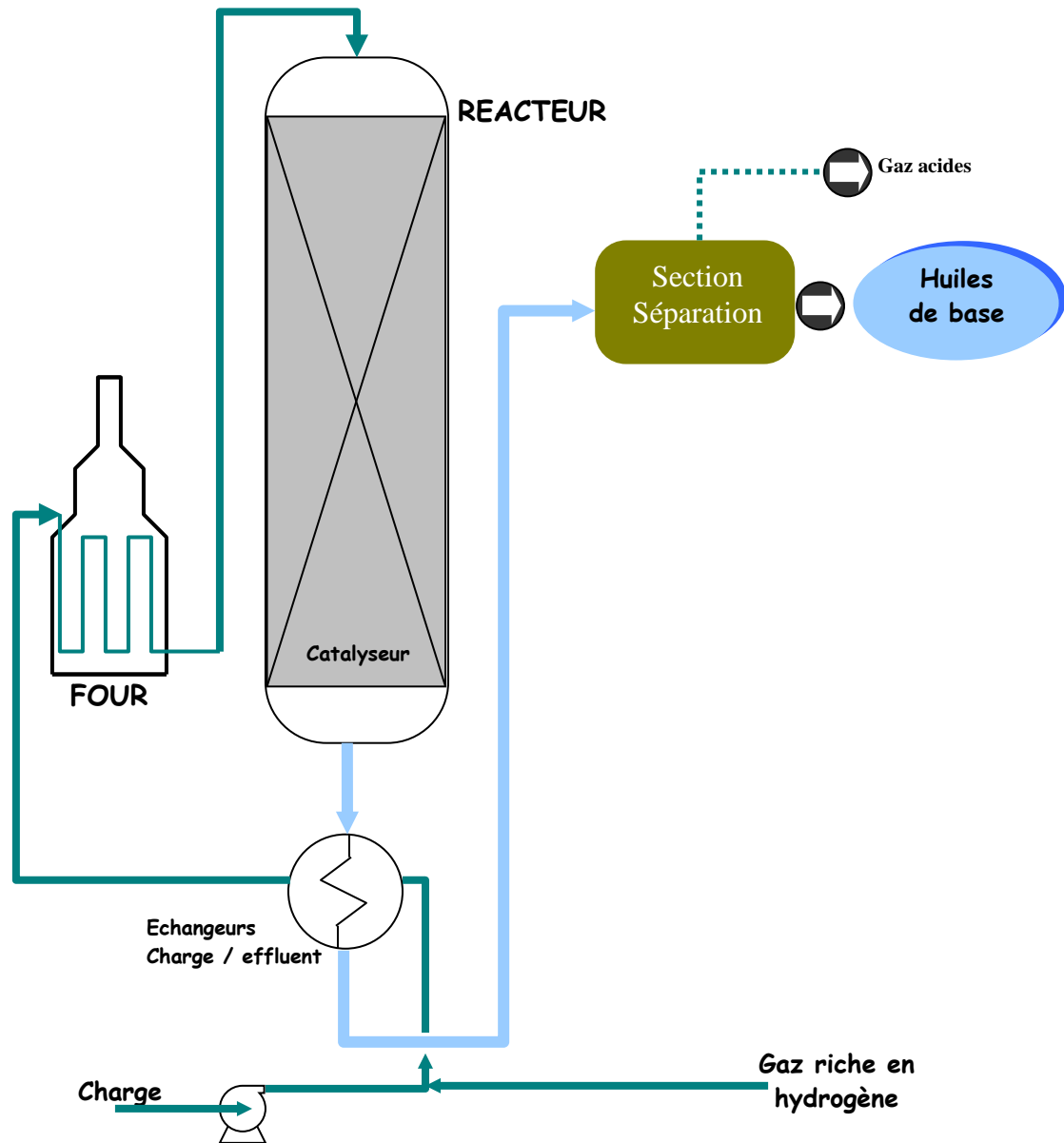


Figure II. 7. Schéma simplifié de l'hydrofinissage

Chapitre III

Extraction des aromatique au furfural

III.1. Introduction :

L'utilisation des solvants dans les procédés d'extraction pour l'obtention des huiles lubrifiantes utiles est très récente. Avant 1935, il était de règle que les distillats lourds soient traités à l'acide sulfurique concentré avant d'être des huiles pour la lubrification des moteurs ou des éléments mécaniques soumis au frottement. Les traitements par solvant qui sont mis en œuvre aujourd'hui présentent de très sérieux avantages sur le procédé à l'acide.

Les solvants sélectifs séparent les huiles en deux fractions ; l'une présentant le lubrifiant dit le raffinat, et l'autre de moins bonne qualité dit l'extrait, dont les usages moins nobles peuvent être cependant très divers (fabrication du parfum, colorants, ...). Il existe des solvants qui permettent d'extraire des huiles lubrifiantes des hydrocarbures qui ont un mauvais indice de viscosité. Le traitement à l'acide sulfurique n'était pas en mesure de modifier cette propriété des huiles. Le travail des laboratoires de recherche consista à trouver un solvant qui aurait une affinité particulière pour les composés aromatiques à la température de traitement, et qui laisserait les composées paraffinées.

L'industrie de raffinage a donc conservé trois types de solvant et qui sont :

Le furfural, le "N-méthyle -2 pyrrolidone" (NMP) et le "dioxyde de soufre" (SO₂ liquide).

- *Le furfural : est un liquide inflammable ; d'aspect et d'odeur sans couleur à jaunâtre, le liquide huileux et combustible qui s'obscurcit à rouge-brun au contact de la lumière et de l'air et son odeur est celle de l'amande.*

III.2. Extraction au furfural d'Unité 300 :

Le rôle de l'unité 300 d'extraction au furfural est d'éliminer les hydrocarbures aromatiques qui ont un mauvais indice de viscosité et qui sont facilement oxydable [5].

III.2.1. But de l'unité :

Le but de l'unité est d'améliorer l'indice de viscosité des distillats sous vide et du DAO. En traitant l'huile avec le furfural dans le RDC, il s'effectue un flux par différence de densité et de température. Deux phases se séparent :

- La phase extraite qui est plus lourde à cause de la grande quantité de furfural descend jusqu'au fond de la tour, C'est l'extrait.

- L'autre phase, pauvre en furfural qui contient l'huile à haut indice de viscosité (VI), monte dans l'interface à cause de sa densité inférieure et est récupérée au sommet du RDC, c'est le raffinat [5].

III.2.2.Choix du solvant :

Les caractéristiques essentielles d'un bon solvant d'extraction sont sa sélectivité et son pouvoir solvant.

La sélectivité correspond à l'affinité préférentielle du solvant pour tel ou tel corps, de sorte qu'il pourra extraire préférentiellement ce composé du mélange d'hydrocarbures constituant la charge de l'unité d'extraction.

Le pouvoir solvant s'exprime par la quantité d'huile matière première qui peut se dissoudre par unité de volume ou de poids de solvant.

Un bon solvant d'extraction des aromatiques doit donc avoir une sélectivité élevée pour les molécules aromatiques et un bon pouvoir solvant, afin de réaliser une extraction avec un faible volume de solvant.

Outre ces deux caractéristiques, les points suivants entrent également en ligne de compte dans le choix d'utilisation du solvant :

- Récupération facile, si possible par un simple flash ;
- Faible tension de vapeur pour éviter un équipement haute pression ;
- Stabilité, soit pas de dégradation thermique et/ou chimique ;
- Disponibilité à un coût raisonnable ;
- Non corrosif pour une utilisation de métaux conventionnels de construction ;
- Non toxique pour l'environnement et la manipulation.

Le tableau suivant montre la liste des solvants les plus utilisés dans l'industrie pour différents procédés d'extraction liquide-liquide. Parmi ceux-ci, les solvants les plus souvent retenus, car répondant le mieux au cahier des charges d'un bon solvant pour l'extraction des aromatiques, sont les suivants [5] :

Tableau III .1.1 : Caractéristiques physiques des différents solvants.

Solvants	Formule chimique	Densité d^{20}_4	Point d'ébullition (°C)
Benzène	C_6H_6	0,884	80,1
Dioxyde de soufre (SO ₂)	SO ₂	1,397	-10
Furfural	C_4H_3OCHO	1,162	162
Nitro Benzène	$C_6H_5NO_2$	1,207	211
Phénol	C_6H_5OH	1,072	182
Aniline	$C_6H_5NH_2$	1,022	184
NMP	$C_4H_6ONCH_3$	1,030	202
Propane	C_3H_8	0,511	-44,5

Remarque : Dans le cas de la raffinerie d'ARZEW, le solvant utilisé par l'extraction des huiles minérales et le furfural, sont tous ci-après une brève désignation [5] [6].

III.2.2.1. Propriété Physique Du Furfural :

- ✚ Densité liquide à 15 °C : 1 ,160 ;
- ✚ Poids moléculaire : 96. 1 ;
- ✚ Température d'ébullition / 1 atm : 161, 5 °C ;
- ✚ Température critique : 396, 7 °C ;
- ✚ Pression critique : 54 ,3 atm ;
- ✚ Conductivité thermique à 38 °C : 0,227 kcal / h m ;
- ✚ Chaleur spécifique moyen 100 – 150°C : 0 , 47 kcal /kg °C
- ✚ Température auto inflammation : 315 °C ;
- ✚ Solubilité partielle solvant / eau : 9 poids à 38 °C ;
- ✚ Solubilité partielle eau /solvant : 6,3 poids à 38 °C ;
- ✚ Acide : 0 ,02 / litre max ;
- ✚ Température de cockage à 2 bras / 232 : 0,02 acide max [7].

III.2.3. Variables opératoires :

A. Taux de solvant :

Augmentation de taux de solvant, ce qui se traduit par :

- Augmentation de l'indice de viscosité, due à une diminution des molécules naphténiques et aromatiques dans le raffinat ;
- Diminution du rendement en raffinat ;
- Augmentation de l'aromaticité de l'extrait (qui se mesure par le point d'aniline) [8][2].

Tableau III.1.2 : Effet de la proportion de solvant (furfural à 93%) sur le rendement et la qualité du raffinat.

Solvant (% volume)	Rendement raffinat (% volume)	Densité	VI
0	100	0,925	65
300	75,2	0,9	84,7
600	62,6	0,895	88,6
900	53,3	0,892	91
1200	47,1	0,891	93,2

La figure ci-dessous montre la variation de la sélectivité en fonction du taux du solvant.

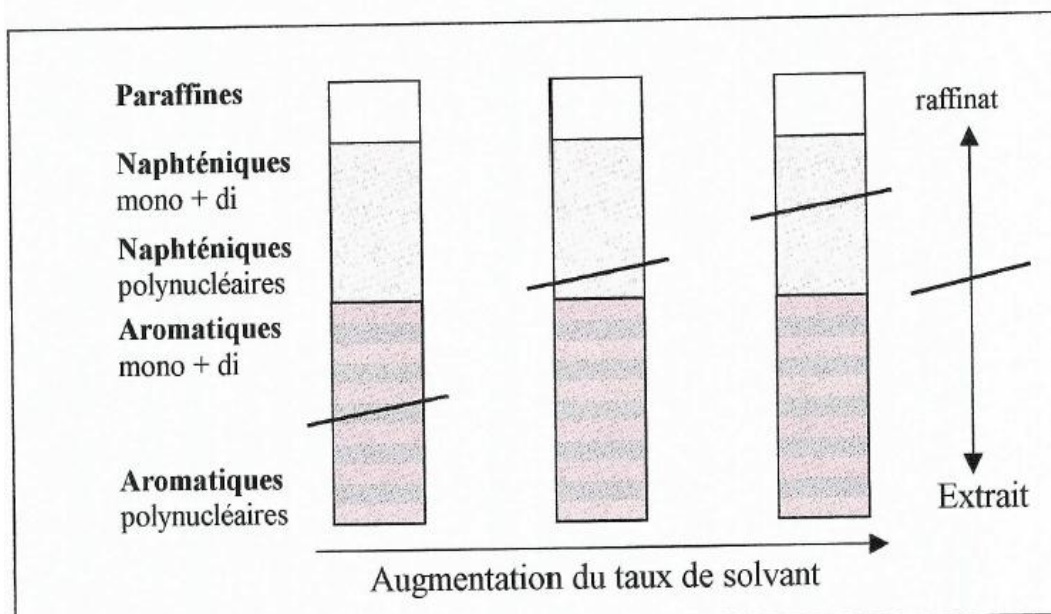


Figure III.1. Rendement et sélectivité en fonction de taux de solvant

B-Température d'extraction

Augmentation de la température d'extraction, augmentant la solubilité des molécules aromatiques dans le furfural, ce qui se traduit par l'obtention d'un rendement raffinat plus faible à indice de viscosité égal.

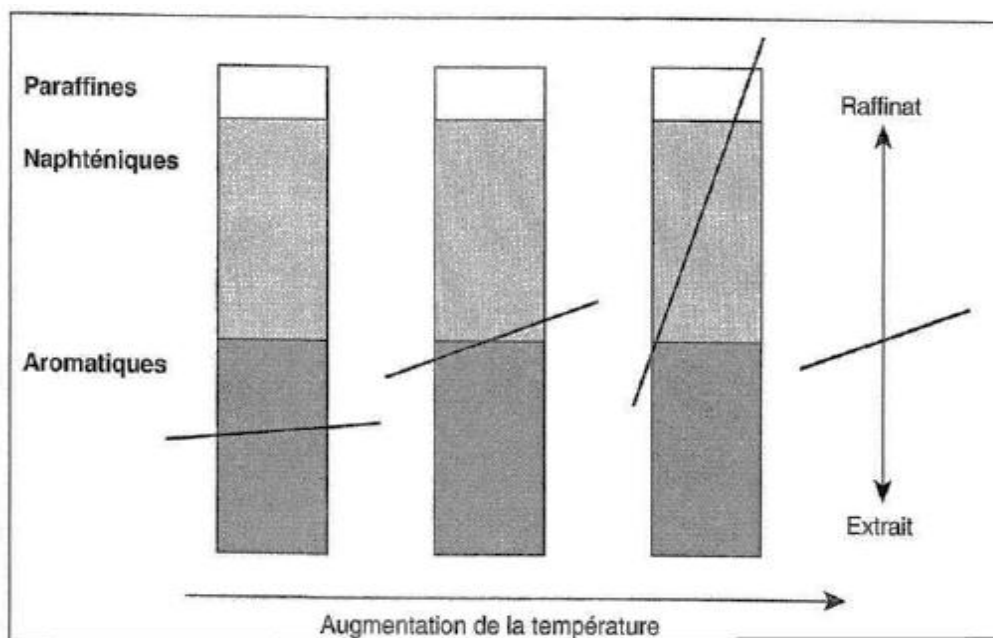


Figure III. 2. Rendement et sélectivité en fonction de la température

L'augmentation de la température est limitée par la miscibilité du raffinat dans le furfural (voir figure III.2).

Lorsque cette température est atteinte, il n'y a alors plus qu'une phase dans l'extracteur, rendant bien évidemment impossible toute extraction.

La température de miscibilité, de l'ordre de 120 à 145°C, dépend de la nature de la charge (type de brut, viscosité) [2].

C- Gradient de température

Le gradient de température entre fond et sommet d'extracteur permet en général d'augmenter l'efficacité d'une colonne de hauteur donnée. La règle de base est la suivante:

Température élevée en tête de colonne permet d'éliminer les composants à faible VI du raffinat. Ceci s'explique par l'augmentation de la solubilité du furfural vis-à-vis des molécules naphténiques et aromatiques.

Température basse en fond de tour permet de relarguer de l'extrait des composants à VI correct, car la sélectivité du furfural pour les molécules aromatiques augmente quand la température diminue [2].

III.3. Présentation de l'unité d'extraction au furfural (Unité 300) :

L'unité a été conçue sur la base du procédé TEXACO (USA) pour l'extraction au furfural des huiles de base de grades suivants :

- La spindle ou **SPO**.
- La mi-visqueuse ou **SAE10**.
- La visqueuse ou **SAE30**.
- La bright stock ou **BS**.

L'unité comprend quatre sections principales qui sont :

- La section de traitement de la charge
- La section de récupération du raffinat
- La section de récupération de l'extrait
- La section de récupération du solvant

III.3.1. La section de traitement de la charge :

Cette section comprend les équipements principaux suivants :

- Le désaérateur C 301 ;
- La colonne d'extraction au solvant C 302 ;
- Les échangeurs de chaleur E 301 - E 302 et l'aéroréfrigérant E 304 Ar.

La charge est prise en limite d'unité par la pompe P 301, et est refoulée vers l'échangeur E 301 où elle est chauffée par la charge désaérée provenant de la colonne C 301, puis elle passe dans l'échangeur E 302 coté calandre où elle est préchauffée par le solvant chaud venant de la section solvant.

Dans la colonne C 301 la charge est débarrassée de l'air dissous sous l'action conjuguée de la vapeur BP surchauffée introduite au fond de la colonne et le vide créé par les éjecteurs J 301 A/B. L'air présent dans la charge est retiré afin de réduire les possibilités d'oxydation

du furfural dans les opérations effectuées en aval. La charge désaérée est reprise par la pompe P 302, sa température est réglée à l'aide de l'échangeur E 301 puis la charge est introduite sous contrôle du débit dans la colonne d'extraction C 302.

La charge peut être introduite dans le RDC à deux niveaux différents de la colonne situés d'une part sous l'anneau 33 et d'autre part entre les anneaux 24 et 25. L'introduction du solvant s'effectue sous contrôle de débit sur le plateau 1 en tête de RDC. A travers la colonne l'écoulement du fluide s'effectue par différence de densité. Le raffinat entraînant un peu de furfural vers le haut et le solvant entraînant l'extrait vers le bas. Une large surface de contact entre les deux phases est réalisée entre les disques rotatifs qui maintiennent la phase montante en dispersion dans le solvant.

La phase raffinat se débarrasse des aromatiques et des composés à faibles indices de viscosité, passe à travers la grille supérieure. La phase raffinat est évacuée par le haut de la colonne C 302 sous le contrôle de débit vers la section de récupération de raffinat. Le soutirage latéral du mélange de solvant et l'extrait situé sous l'anneau 33, est repris par la pompe P 304 qui le retourne à la colonne sous contrôle de débit. A ce fluide est mélangé le recyclage extrait provenant de la pompe P 305 également sous contrôle de débit. La température de mélange est réglée par l'aéroréfrigérant E 304 [7].

III.3.2. La section de récupération du raffinat :

Cette section comprend les équipements principaux suivants :

- Les colonnes C 305 A et B ;
- Les échangeurs de chaleur E 310 - E 311 et l'aéroréfrigérant E 312 Ar.

Cette section récupère le solvant qui est entraîné par le raffinat sortant de la colonne d'extraction C 302. Le mélange de raffinat et de solvant est d'abord préchauffé dans l'échangeur tubulaire E 310 à contre-courant avec le raffinat puis pénètre dans l'échangeur à huile chaude E 311 côté calandre où le solvant est vaporisé partiellement est porté à 204°C. La séparation du solvant vaporisé et du liquide est effectuée dans la colonne sous vide C305 B. Cette colonne est équipée d'un reflux de solvant sec dont le débit est asservi par la température des vapeurs en tête. Ces vapeurs sont ensuite condensées dans l'échangeur E 313 Ar et sont recueillies dans le ballon D 303 C.

Le liquide non flashé descend par gravité dans la colonne sous vide C 305 A, vers un plateau intermédiaire. Le solvant résiduel est entraîné à la vapeur d'eau de basse pression surchauffée dont le débit est réglé. Les vapeurs issues de la colonne sous vide C 305 A sont refroidies par un reflux de solvant humide (9% d'eau) jusqu'à leur point de rosée sous contrôle automatique de température avant d'être condensées dans l'aéroréfrigérant E 314 Ar, puis ceux recueillies dans le ballon C 302. Le raffinat débarrassé de toutes traces de solvant est repris en fond de colonne par la pompe P 308 où il cède comme une partie de sa chaleur à la charge de cette section. Le raffinat est ensuite refroidi par l'eau tempérée dans l'échangeur E 312 côté calandre avant d'être Stocké dans le bac tampon approprié [7].

La figure ci-dessous représente Figure III.3. La section de récupération du raffinat.

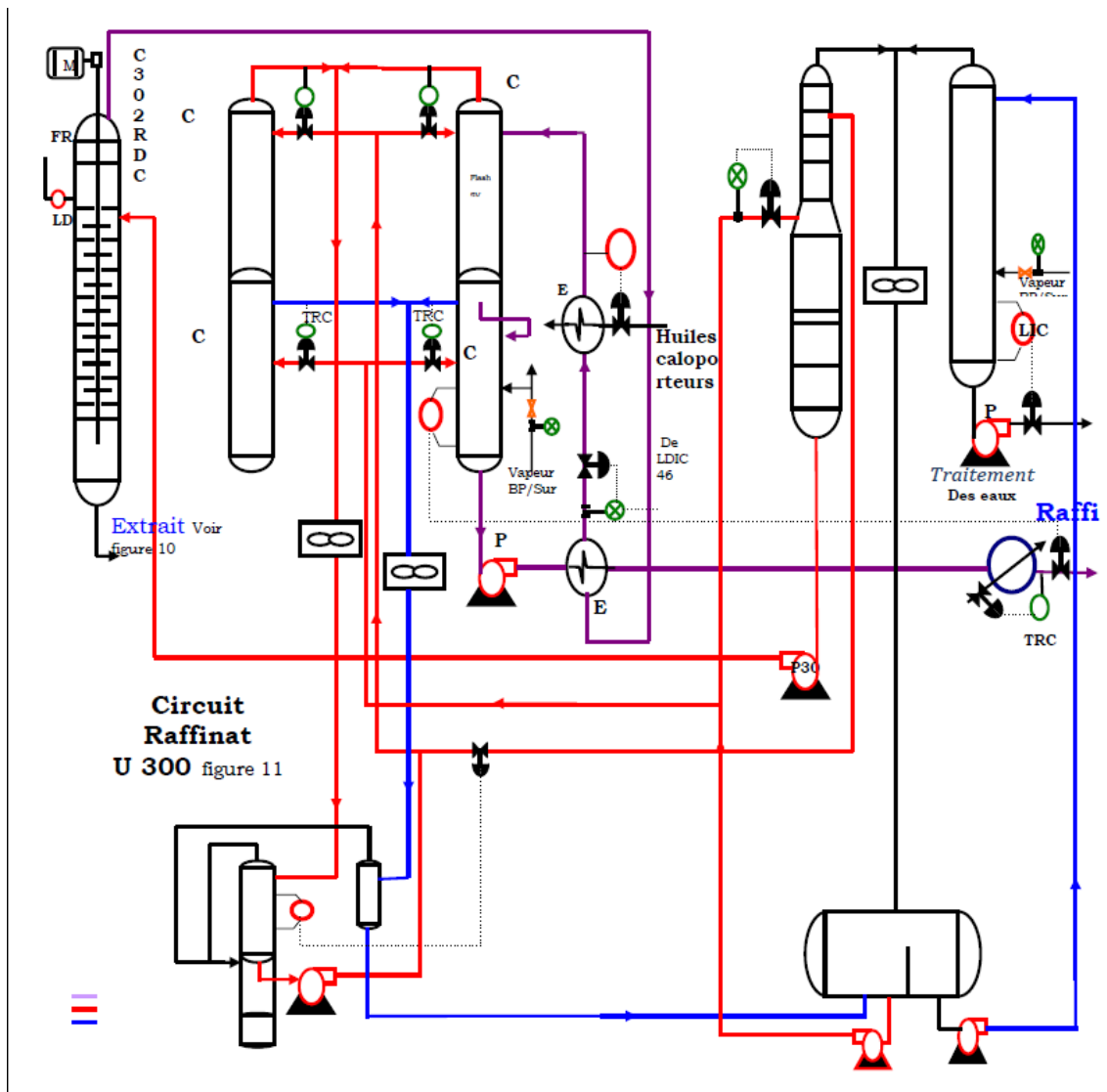


Figure III.3. La section de récupération du raffinat

III.3.3. La section de récupération de l'extrait :

Cette section comprend les équipements principaux suivants :

- Les colonnes C 303 A et B ;
- Les colonnes sous vide C 304 A et B ;
- Les échangeurs de chaleur ;
- E 305- E 306 – E 307 – E 308 – E 309 A/B/C et l'aéroréfrigérant E 316 Ar.

Cette section récupère en fait, la plus grande partie de solvant. Cette récupération s'effectue en deux stades, l'un sous pression et l'autre sous vide. Le mélange solvant extrait provenant du fond de la colonne d'extraction C 302 traverse une série d'échangeurs destinés à permettre la vaporisation de la plus grande quantité possible de solvant dans la colonne C 303 A qui est sous une pression très peu en dessus de la pression atmosphérique.

L'échangeur E 306 où le mélange d'extrait est chauffé par le solvant allant à l'extraction après son premier échange dans l'échangeur E 302.

- L'échangeur E 305 côté calandre pour la chaleur cédée vient de la circulation d'extrait entre la colonne C 303 B et la colonne d'extraction C 302.

- L'échangeur E 307 côté tubes où la chaleur est obtenue par condensation des vapeurs de solvant obtenu par le flash établi dans la colonne C 303 A.

- L'échangeur E 308 où la chaleur reçue vient de la condensation de solvant vaporisé sous pression issue de la colonne C 303 B.

L'extrait venant du fond de la colonne C 303 A contient beaucoup de solvant et éventuellement des traces d'eau. Le mélange repris par la pompe P 306 traverse côté tubes des réchauffeurs à huile chaude E 309 A, B et C pour atteindre la température de 225 °C. La plupart du solvant et des traces d'eau sont ainsi vaporisées à une pression de 2 bars. Les vapeurs sont séparées dans la colonne sous pression C 303 B. Les vapeurs de tête sont condensées dans l'échangeur E 308 puis vont vers la colonne de solvant C 306 sous contrôle de la pression de la colonne C 303 B. Tandis que le liquide recueilli au fond de la colonne C 303 B va vers la colonne C 304 B où une grande partie de solvant est flashée sous vide par détente. Les vapeurs de tête désurchauffées sont condensées dans l'aéroréfrigérant E 313 Ar avec celles provenant du flash sous vide du raffinat.

Le liquide de la colonne C 304 A descend par gravité où le solvant entraîné à la vapeur d'eau BP, puis les vapeurs sont désurchauffées puis condensées dans l'aéroréfrigérant E 314 Ar. L'extrait débarrassé de toutes traces de solvant est repris par la pompe P 307 et dirigé vers le refroidisseur final à eau tempérée E 316 côté calandre, d'où il est stocké vers le bac de stockage d'extrait [7].

La figure ci-dessous représente la Figure III.4. La section de récupération de l'extrait.

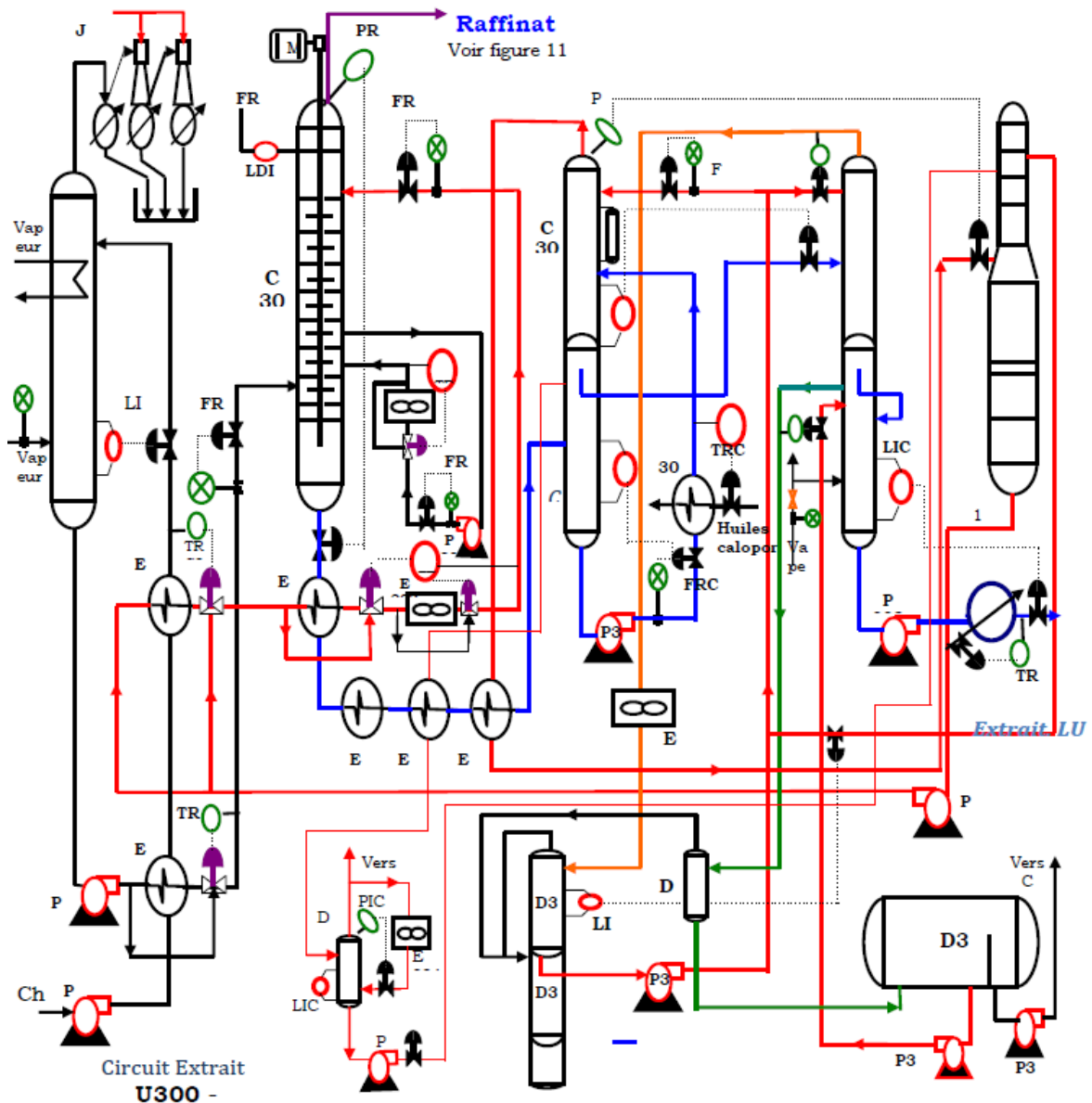


Figure III.4. La section de récupération de l'extrait

III.3.4. La section de récupération du solvant :

Cette section comprend les équipements principaux suivants :

- Les colonnes de fractionnement C 306 et C 307 ;
- Les ballons de recette D 302, D 303 A/B/C et D 304 ;
- Le ballon de séparation eau /solvant D 301 ;
- Le ballon D 307 d'excès du reflux de la colonne C 303 B ;
- Les aéroréfrigérants E 303 Ar, E 313 Ar, E 314 Ar et E 315 Ar et E 325 Ar.

Cette section collecte les vapeurs de solvant issues des colonnes, sépare l'eau qu'elles contiennent et redistribue du solvant à toute l'unité pour les trois usages principaux :

- L'extraction
- Reflux sec et humide
- Purge des instruments

Le solvant est récupéré dans deux systèmes séparés selon qu'il est sans eau ou avec eau. Le solvant sec provient des colonnes C 303 A et B, C 304 B et C 305 B. Bien qu'il puisse y avoir un peu d'eau dans le solvant provenant des colonnes C 303 A et B, ce solvant est considéré comme étant sec. Comme nous l'avons vu le solvant provenant C 303 A et B est d'abord utilisé à la préchauffe du mélange d'extrait dans les échangeurs E 307 et E 308 respectivement. La phase mixte provenant de l'échangeur E 307 est envoyée au ballon séparateur D 304 après séparation une petite partie des vapeurs va directement vers la colonne C 306, le reste de ces vapeurs est condensée entièrement dans l'aérocondenseur E 324 Ar.

Le condensat du E 324 Ar rejoint le liquide qui a été séparé du ballon D 304, le mélange est repris par la pompe P 314 A et B et refoulé sous contrôle du niveau du ballon D 304 sous le plateau n° 5 de la colonne C 306. Le solvant sec provient encore des têtes de colonne sous vide C 304 B et C 305B. Les deux lignes de tête sont réunies et dirigent les vapeurs de l'aérocondenseur E 313 Ar où elles sont entièrement condensées et sous refroidies jusqu'à environ 60 °C. Le liquide descend dans le ballon D 303 d'où il est repris par la pompe du solvant sec P 309 A et B. Cette pompe renvoie une partie de ce solvant aux colonnes d'où il provient assurant ainsi le reflux de tête des colonnes C 304 B, C 305

B, C 303 A et C303 B. Le solvant humide à fort pourcentage d'eau provient des têtes de colonne de stripping sous vide C 304 B et C 305 B.

Les lignes de tête de ces deux colonnes sont réunies et dirigent le mélange de solvant et de vapeur d'eau vers l'aérocondenseur le E 314 Ar, où il y a condensation totale suivie d'un sous refroidissement jusqu'à 49 °C. Le condensat descend dans le ballon sous vide D 302 d'où il descend par gravité jusqu'au ballon atmosphérique D 301. Dans le ballon D 301 l'eau et le solvant se séparent en deux phases liquides non miscibles. La phase aqueuse contient environ 11% de furfural tandis que la phase solvant contient 9% d'eau à 60°C, qui est la température opératoire normale de ce ballon. La phase solvant plus lourde reste dans le compartiment de démixtion reprise par la pompe P 310 et constitue la charge de solvant de la colonne de fractionnement C 306. Une partie de cette charge est cependant divisée pour assurer les reflux des colonnes de stripping C 304 A et C 304 B.

La phase aqueuse plus légère, surnage et se déverse dans un compartiment du ballon D 301 d'où elle est reprise sous contrôle de niveau dans ce compartiment par la pompe P 311 et elle est dirigée vers le plateau de tête de la colonne de fractionnement C 307 où le solvant entraîné est récupéré en tête tandis que l'eau de charge de la colonne plus l'eau résultante de la condensation de la vapeur de stripping dans cette colonne sort par le fond de la colonne d'où il est reprise par la pompe P 315. Les vapeurs de tête de la colonne C 307 contiennent un peu d'eau et sont mélangées à celles provenant de la colonne C 306 et sont condensées avec elles dans l'aérocondenseur E 315 jusqu'au point de rosée du mélange azéotrope eau / furfural, puis jusqu'au point de rosée de l'azéotrope lui-même et enfin le condensat est sous-refroidi jusqu'à 60°C avant de s'écouler dans le ballon D 301.

Le solvant recueilli au fond de la colonne C 306 est chaud (163°C normalement) et ne contient que très peu d'eau. Ce solvant chaud est repris par la pompe P 303 après avoir traversé les filtres F 304 A et B et envoyé vers la colonne d'extraction C 302 [7].

Chapitre IV

Suivis de l'impact des variables
opératoires sur la qualité d'huile
SAE30

IV.1. Introduction :

Depuis la construction de l'unité d'extraction au furfural (zone 5), la raffinerie connaît des difficultés à atteindre une huile à haute qualité après élimination des aromatiques par le furfural.

En effet, cette difficulté est due à l'instabilité de l'unité de production à cause du changement des paramètres de fonctionnements qui sont liés essentiellement au débit relatif du solvant et la température d'extraction.

L'expérience a montré qu'au niveau de l'unité d'extraction au furfural, la température d'extraction est le facteur le plus important à respecter. Cependant, il existe en général un domaine l'unité dans lequel un mélange d'extrait, de raffinat et de solvant va conduire à deux liquides séparés, c'est le domaine de démixtion ou d'immiscibilité [8].

Un changement de température modifié l'équilibre de démixtion et modifie impérativement l'étendue du domaine d'immiscibilité et par conséquent conduit à l'obtention d'un produit de caractéristiques physico-chimiques indésirables.

Il est aussi important à remarquer que la variation du taux de solvant a les mêmes effets qu'un changement de la température d'extraction, car il est nécessaire de connaître avec exactitude le débit de solvant relatif au débit de charge traité entrant vers la colonne d'extraction.

Relativement à ce qui a été dit, le but de cette partie expérimental est d'établir en premier lieu un rapprochement voir même une comparaison entre les paramètres de fonctionnements décrits par le design et les paramètres régissant le fonctionnement réel de la colonne d'extraction (RDC) de l'unité de production (Unité 300).

L'évaluation du procédé d'extraction des aromatiques au furfural est basée sur l'étude des différents paramètres opératoires (taux de solvant, température d'extraction), ainsi que les paramètres physiques d'huile *SAE30* influençant la qualité du raffinat obtenue tels que densité, viscosité et indice de réfraction.

IV.2. Détermination du taux de solvant (cas réel) :

Le taux de solvant, cas design, a été déterminé pour le grade d'huile SAE30 à partir des consommations massiques ou volumique relatives à la charge, conçues initialement par le design de l'unité 300. La relation suivante indique clairement la détermination du taux de solvant.

$$\text{Taux de solvant} = Q_{\text{sol}} / Q_{\text{char}}$$

Ou :

Q_{sol} : est le débit volumique du solvant en m^3 / h ;

Q_{char} : est débit volumique de la charge en m^3 / h .

Le tableau suivant récapitule le calcul de taux de solvant pour un seul grade d'huiles SAE30 (cas réel) [8].

Tableau IV.2. Taux du solvant réel pour l'huile SAE30.

Les jours	Le débit de solvant (m^3/h)	Le débit de charge (m^3/h)	Taux du solvant (cas design)	Taux du solvant (cas réel)
15/03/2019	66,94	38,29	3.5	1,74
16/03/2019	68,08	38,01	3.5	1.79
17/03/2019	67,99	38,3	3.5	1,77
18/03/2019	68,1	38,16	3.5	1,78
19/03/2019	67,88	37,75	3.5	1,79
20/03/2019	68,07	39,19	3.5	1,73
21/03/2019	67,9	38,84	3.5	1,74
22/03/2019	68,13	38,35	3.5	1,77
23/03/2019	67,96	38,82	3.5	1,75
24/03/2019	67,95	39,7	3.5	1,71

Interprétation :

On remarque d'après le tableau que la valeur du taux de solvant d'huile SAE30 est varié entre 1.71 et 1.79 (autrement dit, un iso-qualité qui a un taux de solvant design différent égale à 3.5).

Les résultats du tableau sont transférés en histogramme (voir la figure IV.2).

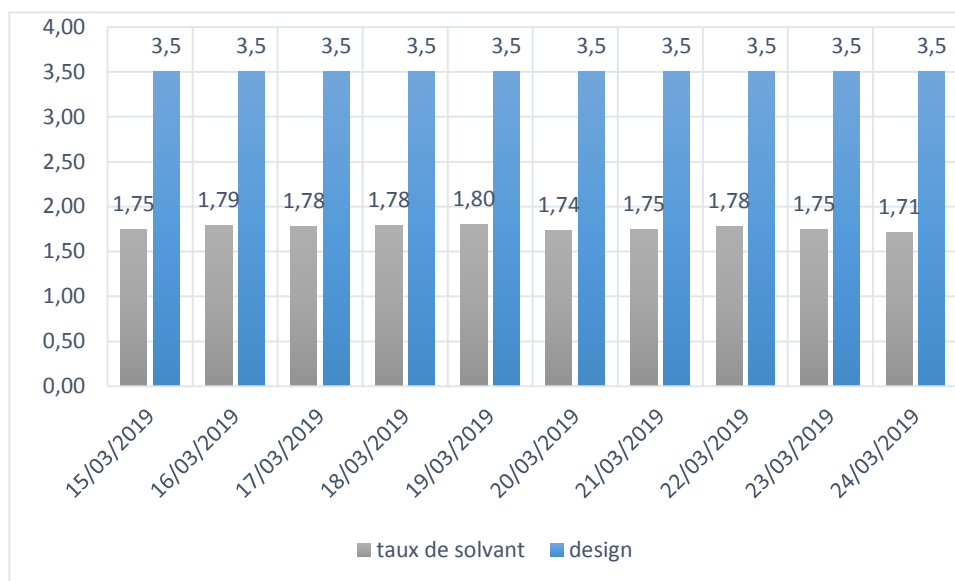


Figure IV.2. Histogramme Comparative de taux de solvant sur le grade SAE30.

Interprétation

D'après la figure ci-dessus, on constate que le taux de solvant sur toute la période de suivi est inférieur à la valeur du taux de solvant design **3,5** et il n'est pas stable, la variation du taux de solvant est dans la plage de 1.71 et 1.79.

Le taux du solvant c'est la principale variable permettant d'améliorer la qualité de l'huile et son rendement, donc cette variation va influencer négativement sur la sélectivité de l'opération de l'extraction des aromatique.

En effet, si nous comparons le fonctionnement réel et le fonctionnement design selon les paramètres de design de l'unité, nous constatons que cette dernière doit pratiquement fonctionner avec les températures les plus basses possibles et cela pour favoriser une meilleure extraction à partir d'un bon pouvoir solvant, ce qui relève ainsi, un taux de solvant largement élevé.

Il est nécessaire de tenir compte que si le mélange d'huile contient des traces d'oxygène supérieur au minimum requis par le design, avec ces températures de fonctionnement réelles, on engendre ainsi des pertes importantes de solvant sous la forme de coke résultante d'une oxydation thermique. Malgré qu'on gagne du solvant non utilisé et on évite la formation de coke mais le fonctionnement de l'unité est inférieur à 100%. Le changement de ce paramètre de fonctionnement s'explique d'après notre stage par des perturbations observées au niveau de la colonne d'extraction.

IV.3. Le rendement de raffinat SAE30 en fonction de temps :

Le rendement de raffinat c'est le rapport entre le débit massique de sortie et le débit massique de charge.

Le tableau suivant représente une comparaison entre le rendement cas design et cas réel.

Tableau IV.3. Rendement en raffinat SAE30.

Jour	Débit de charge (t / h)	Débit de raffinat(t / h)	Rendement réel (%)	Rendement design (%)
15-mars	36,33	23,04	63,4	62,5
16-mars	36,87	23,04	62,5	62,5
17-mars	35,58	22,37	62,9	62,5
18-mars	36,95	21,83	59,1	62,5
19-mars	35,37	22,87	64,7	62,5
20-mars	37,71	23	61,0	62,5
21-mars	36,91	22,13	60,0	62,5
22-mars	36,29	22,25	61,3	62,5
23-mars	36,5	22,75	62,3	62,5

Nous avons tracé le graphe suivant pour représenter l'évolution du rendement de raffinat SAE30 par rapport au design (voir la figure IV.3).

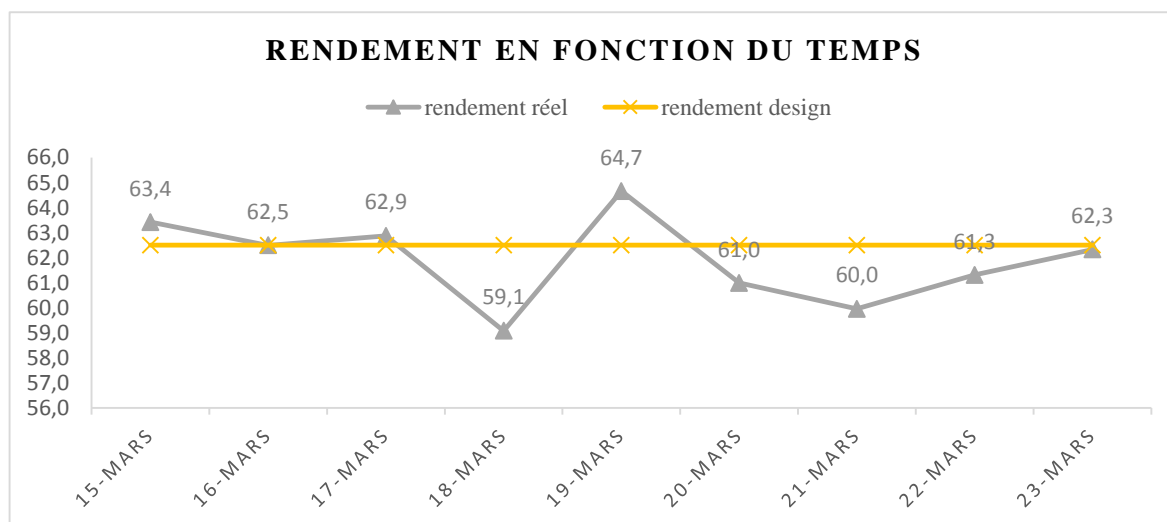


Figure IV.3. L'évolution du rendement de raffinat SAE30

Interprétation :

D'après la figure on constate que le rendement du raffinat SAE30 et varie entre 59.1% et 64.7% durant cette période de suivis.

On registre des valeurs qui ont loin de valeur de design, ces valeurs sont influencées par le changement des taux de solvant ; de même chemin il y'a des valeurs proche de valeur de spécification.

IV.4. L'influence de taux de solvant sur le rendement :

Les courbes illustrées dans la figure IV.4 représentent l'influence de taux de solvant sur le rendement de raffinat SAE30 dans l'évolution du temps.

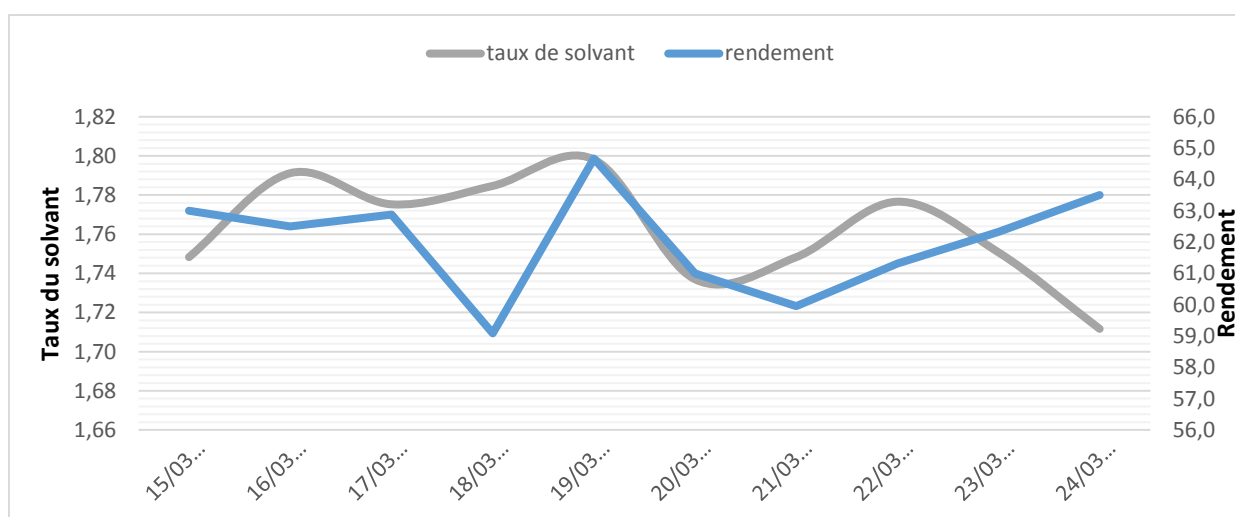


Figure IV.4. L'influence du taux du solvant sur le rendement de raffinat SAE30

Interprétation :

On enregistre sur la figure, le 18 mars une valeur de taux de solvant de l'ordre de **1.79** correspondante à un rendement de **59.1%** par contre le 24 mars on enregistre un taux du solvant de **1.71** avec un rendement de **63.5%**.

D'après la figure on constate que la relation entre taux de solvant et le rendement est inversement proportionnelle, c'est à dire plus le taux de solvant diminue plus le rendement du procédés d'extraction est meilleur.

Ce logique phénomène peut être expliqué par une forte sélectivité du furfural vis-à-vis des molécules aromatique et même les naphéniques qui se dissolvent dans le solvant.

IV.5. L'indice de réfraction (RI) :

L'indice de réfraction dépend de la température à laquelle on fait la détermination de la longueur d'onde de la lumière, il présente un grand intérêt non seulement pour les corps individuels, mais pour les produits pétroliers [9].

Chaque grade a une plage de variation de l'indice de réfraction ; dans ce travail nous avons fait un suivi de fonctionnement de l'unité d'extraction des aromatiques ou nous avons constaté un écart entre les valeurs réelles et les valeurs de spécification de grade SAE30.

Le graphique représente un suivi de l'Indice de Réfraction « RI » du raffinat SAE30 avec son intervalle de spécification.

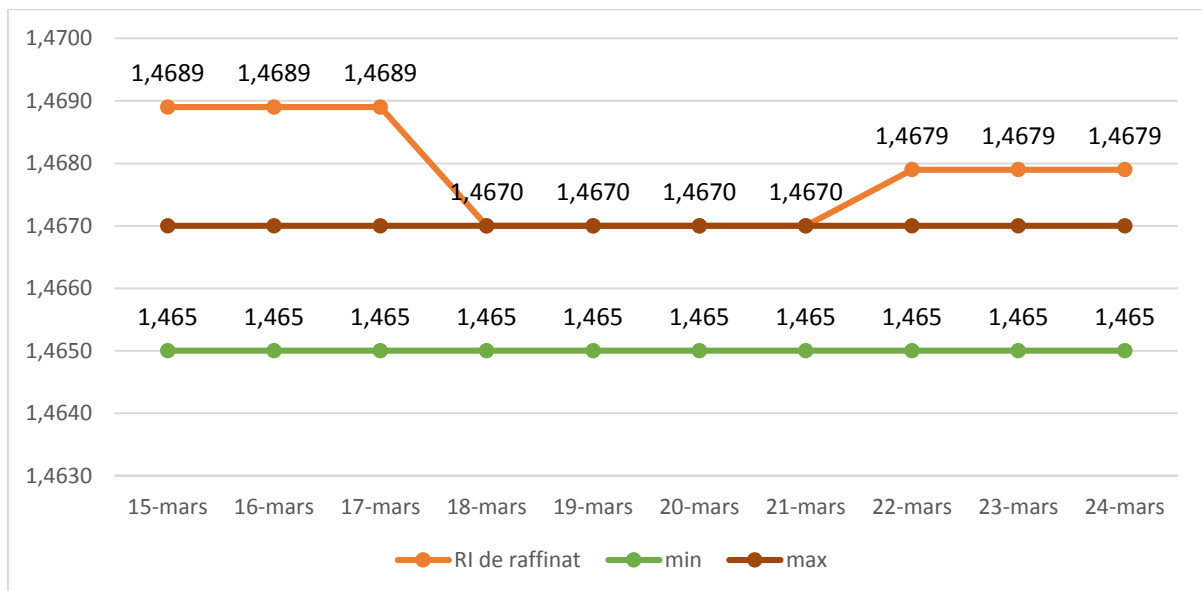


Figure IV.5. L'indice de réfraction du raffinat SAE30

Interprétation :

D'après le graphique on constate que la valeur de RI est supérieure à la valeur MAX dans la majorité des points durant cette période de suivi, donc la qualité du raffinat n'est pas stable aussi, cela peut être dû à la diminution du taux de solvant (rapport solvant/charge) par rapport au design.

On constate que la majorité du RI de raffinat SAE30 sont non conformes à l'intervalle de spécification, (il y a seulement quatre valeurs conformes) prend la valeur maximale égale à 1.4670.

IV.6. Influence de taux de solvant sur le RI du raffinat SAE30 :

Les courbes illustrées dans la figure IV.6 représentent la relation entre le taux de solvant et le RI de raffinat dans l'unité d'extraction des aromatiques au furfural.

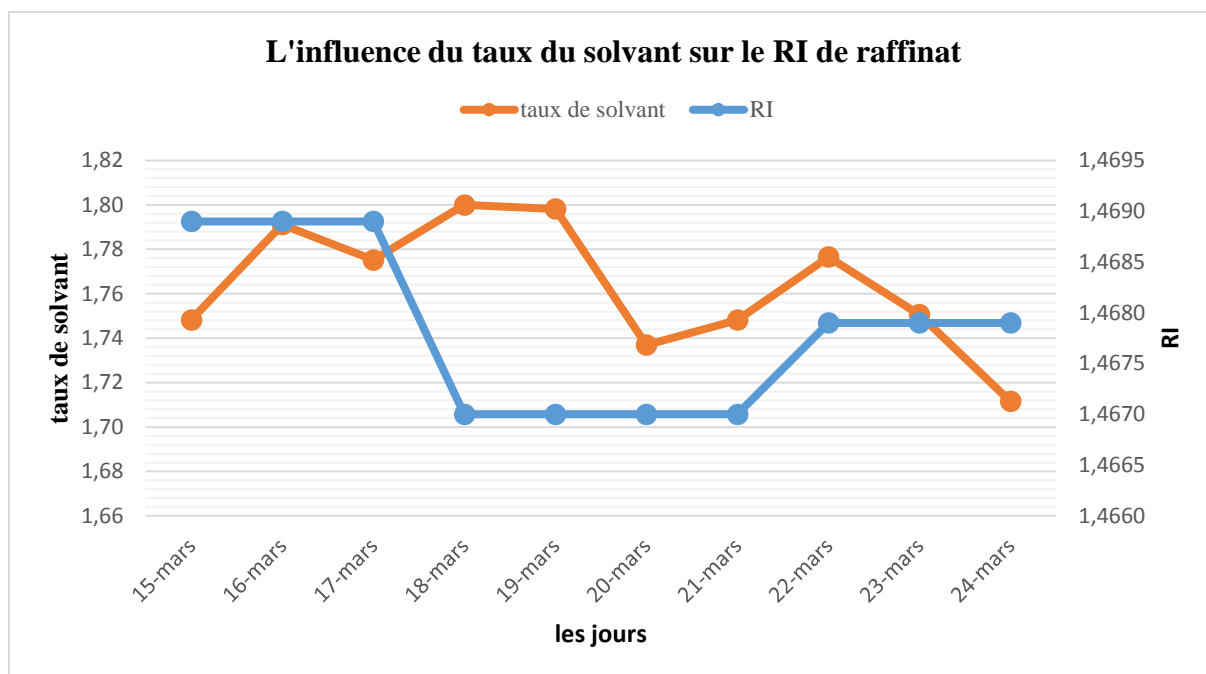


Figure IV.6. Influence de taux de solvant sur le RI de raffinat SAE30

Interprétation :

On registre d'après ces courbes le 17 et 18-mars une augmentation de valeur du taux du solvant égale à 1.78 -1.8 lié avec une diminution de RI égale à 1.4689 de 1.4670 qui réalise l'intervalle de spécification.

D'après le graphe on constate que la relation entre le taux du solvant et RI est inversement proportionnelle, c'est à dire plus le taux de solvant augmente plus l'indice de réfraction diminue, ce logique phénomène due à la diminution des composés aromatiques ; dans le coté inverse on déduit que la qualité d'huile SAE3 est liée directement avec la valeur de l'indice de réfraction, ce dernier nous montre sur le indice de viscosité.

IV.7. Evolution de viscosité de raffinat SAE30 en fonction du temps :

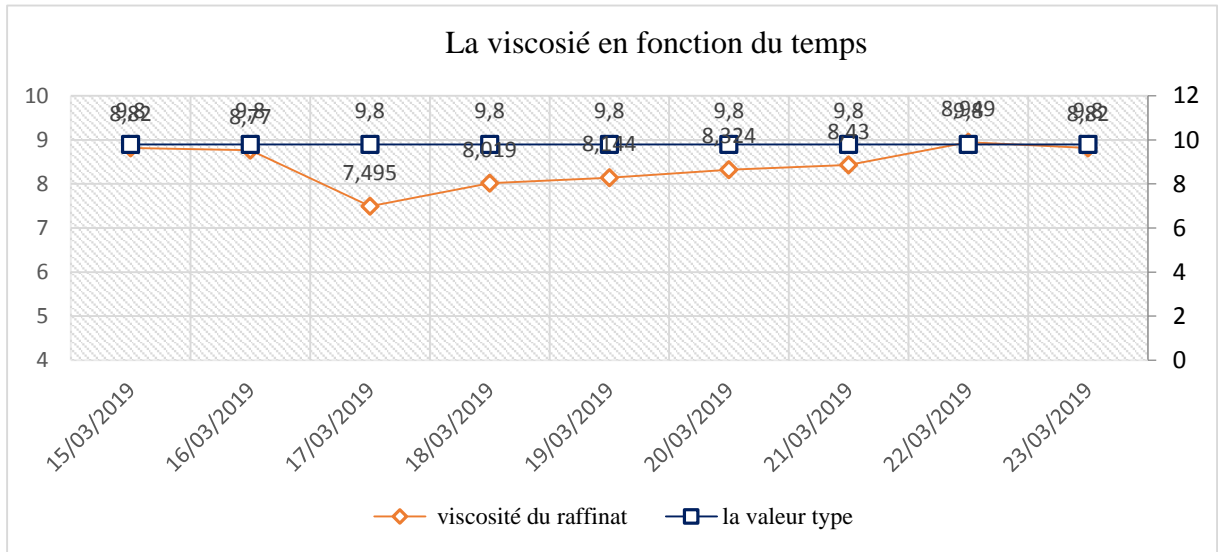


Figure IV.7. La viscosité de raffinat SAE30 en fonction de temps

Interprétation :

D'après le graphe on constate que l'évolution de viscosité du raffinat SAE30 en fonction de temps ne dépasse pas la valeur fixée « 9.8 m²/s ».

On registre dans cette période de suivi des valeurs qui ont proche de la valeur fixée par l'unité, ce dernier due à un bon déroulement de l'opération d'extraction des aromatiques (la diminution des chaine aromatique dans la charge traite). L'enregistrement du 17 mars qui a une valeur loin à la valeur type peu due à une erreur expérimentale.

IV.8. La relation entre le taux du solvant et la viscosité du raffinat SAE30 :

La figure ci-dessous représente une relation entre le taux du solvant et la viscosité dans la période de suivi.

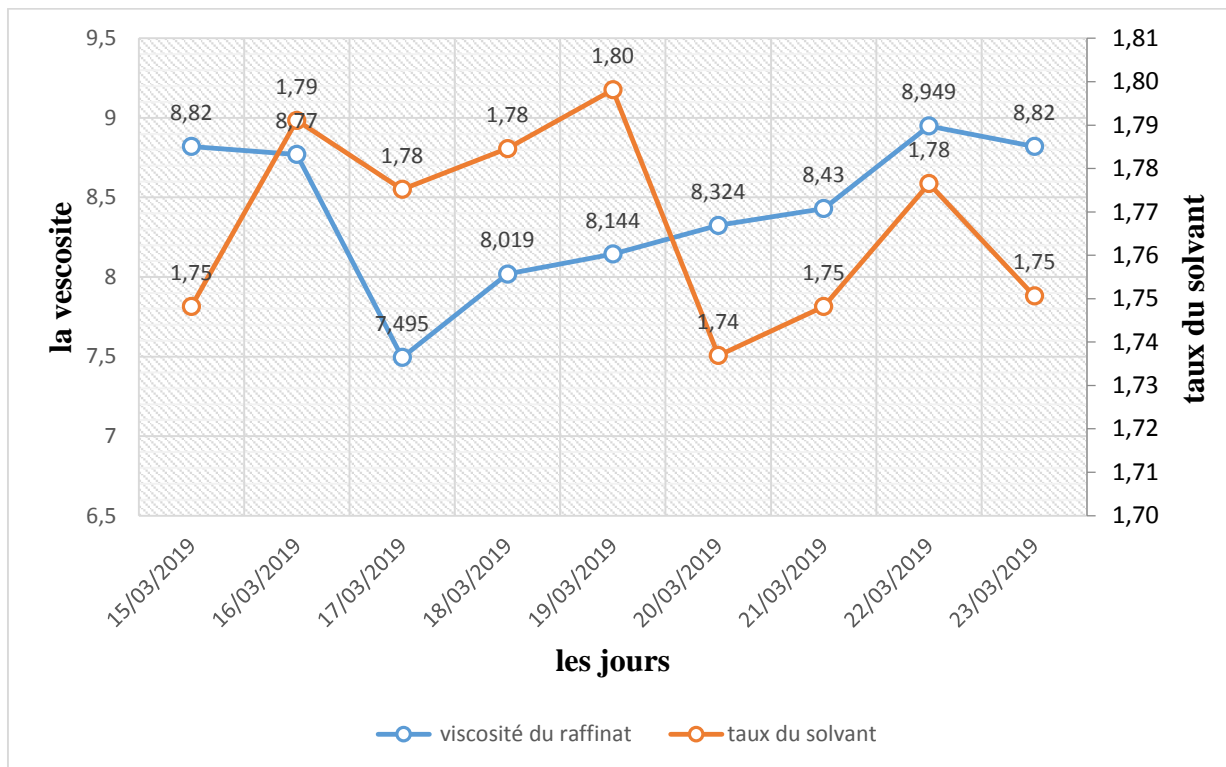


Figure IV. 8. influence de taux de solvant sur la viscosité de raffinat SAE30

Interprétation

D'après la figure IV.8 on constate que la viscosité du raffinat SAE30 est inférieure à la valeur de viscosité type ; celle-ci est influencée par le volume du solvant mise en circulation ; une valeur de viscosité de 9.8 est correspondante à un taux de solvant 3.5 (cas désigne).

IV.9. L'évolution de densité de raffinat SAE30 en fonction du temps :

Les courbes illustrées dans la figure IV.9 représentent l'évolution de densité de la charge et de raffinat du grade SAE30 par rapport au temps.

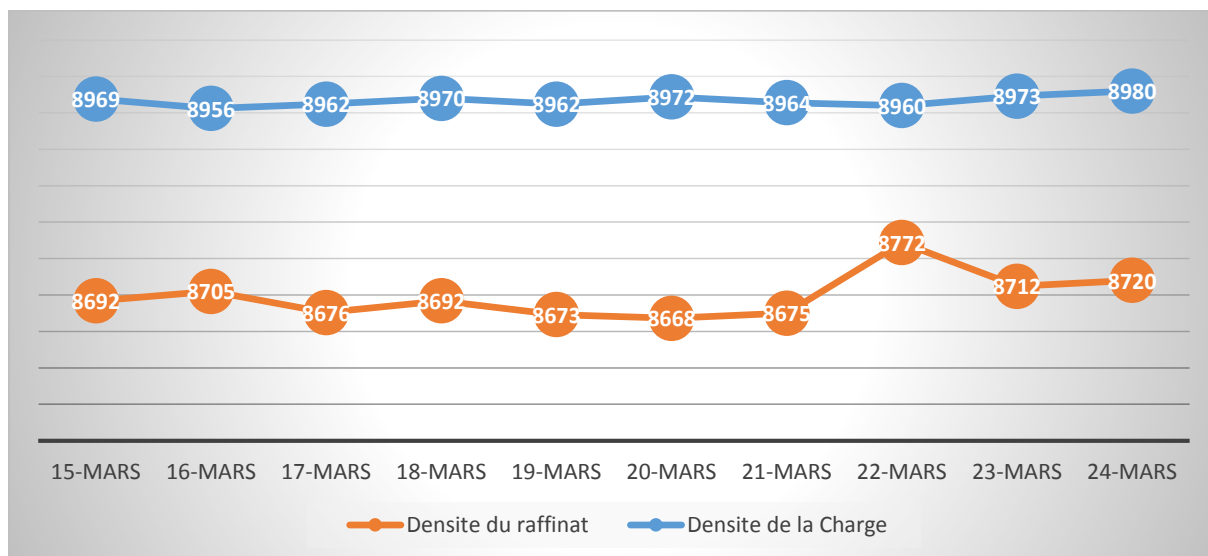


Figure IV.9. L'évolution de densité de la charge et raffinat SAE30

Interprétation :

D'après le graphe on remarque que durant notre période de suivis la densité du raffinat est inférieure à la densité de la charge c'est-à-dire que l'extraction des aromatique dans l'unité est fait avec une réalisation de notre but (diminution de densité de raffinat due à une diminution des composée aromatique), donc c'est un bon procédé de séparation des aromatiques de distillats « charge » à l'aide d'un solvant sélective « furfural ».

IV.10. Les températures et gradient de température de la colonne RDC :

IV.10.1. La température d'extraction :

L'expérience a montré qu'au niveau de l'unité d'extraction au furfural, la température d'extraction est le facteur le plus important à respecter. Cependant, il existe en général un domaine de l'unité dans lequel un mélange d'extrait, de raffinat et de solvant va conduire à deux liquides séparés, c'est le domaine de démixtion ou d'immiscibilité [5].

L'augmentation de la température d'extraction augmente la solubilité des molécules aromatique dans le furfural, elle est le même effet que l'augmentation de taux de solvant.

IV.10.2. Le gradient de température :

Par l'utilisation du gradient de température optimale, on peut obtenir la sélectivité maximale pour une proportion minimale de solvant et par conséquent la production maximale de raffinat .la température diminue du sommet vers le bas du RDC [7].

Le gradient de température entre le sommet et le fond de l'extracteur permet d'augmenter l'efficacité du procédé.

La haute température au sommet permet d'augmenter la solubilité des aromatiques dans le solvant. La diminution de la température au fond de l'extracteur fait augmenter la sélectivité des aromatiques dans le solvant [5].

Le tableau suivant représente les valeurs de températures données en tête et pied de la RDC dans la période e suivis avec celle du design.

Tableau IV.4. Représente les températures de tête et de fond de la colonne RDC.

Les jours	Température de tête (°C)		Température de fond (C°)	
	Cas réel	Design	Cas réel	Design
15/03/2019	134,66	135	111,94	105
16/03/2019	134,56	135	109,93	105
17/03/2019	132,63	135	110,78	105
18/03/2019	133,07	135	110	105
19/03/2019	133,57	135	113,79	105
20/03/2019	131,5	135	111,88	105
21/03/2019	133,19	135	112,12	105
22/03/2019	133,1	135	112,4	105
23/03/2019	134,11	135	112,61	105
24/03/2019	134,77	135	113,95	105

Interprétation :

Nous remarquons d'après le tableau que les valeurs de température de tête de RDC sont presque égales au design donc l'influence de ce dernier sur le rendement, le RI et la viscosité du raffinat SAE30 est négligeable.

Aussi, on constate une grande différence entre les températures actuelles du fond de RDC et celles du design, ceci va surement influencer à la sélectivité de l'extraction ainsi la qualité de SAE30.

IV.10.3. L'influence de température de fond sur le rendement de raffinat

Les courbes illustrées dans la figure IV.10 représentent la relation entre la température de fond et le rendement de raffinat SAE30.

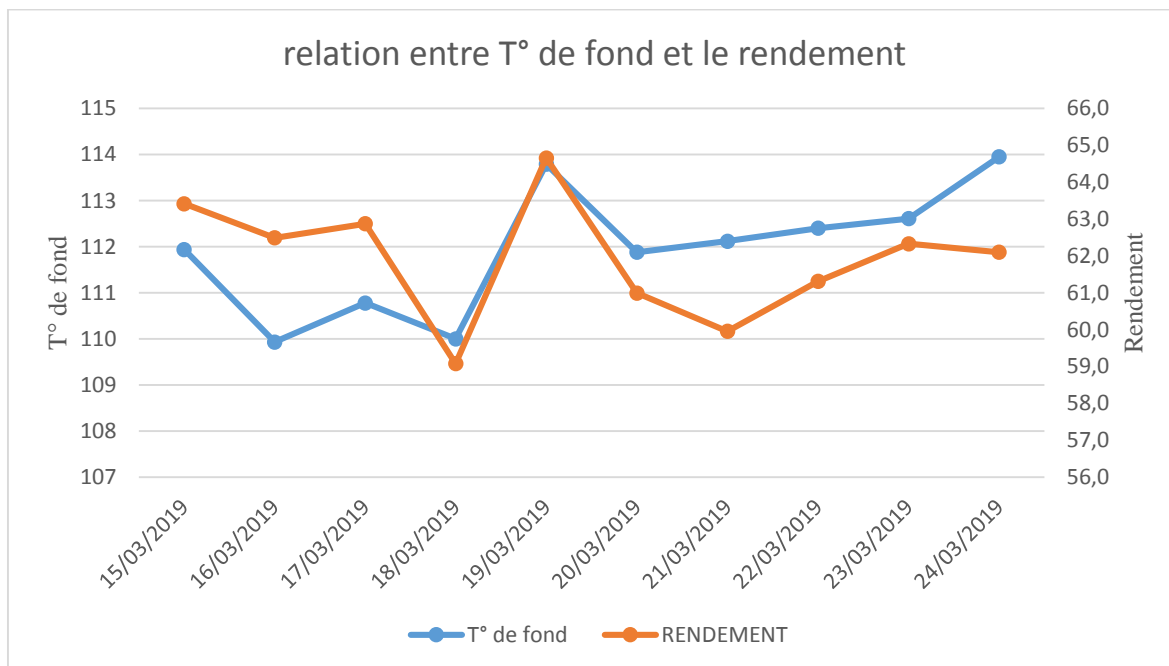


Figure IV.10. La relation entre la température de fond et le rendement de raffinat SAE30

Interprétation :

D'après la Figure IV.10, on constate que le rendement de raffinat SAE30 est varié en fonction de température de fond à travers un période de suivis.

Nous avant remarquer que lorsque la température de fond augmente le rendement de raffinat diminuer cela expliquée par la sélectivité du furfural pour les molécules aromatiques augmentes quand la température diminue jusqu'à la valeur optimale.

IV.10.4. L'influence de température de fond sur l'indice de réfraction (RI) de raffinat SAE30 :

Le graphe suivant représente la relation entre la température de fond de l'extracteur (RDC) et l'indice de réfraction de raffinat pour le cas du grade d'huile SAE30.

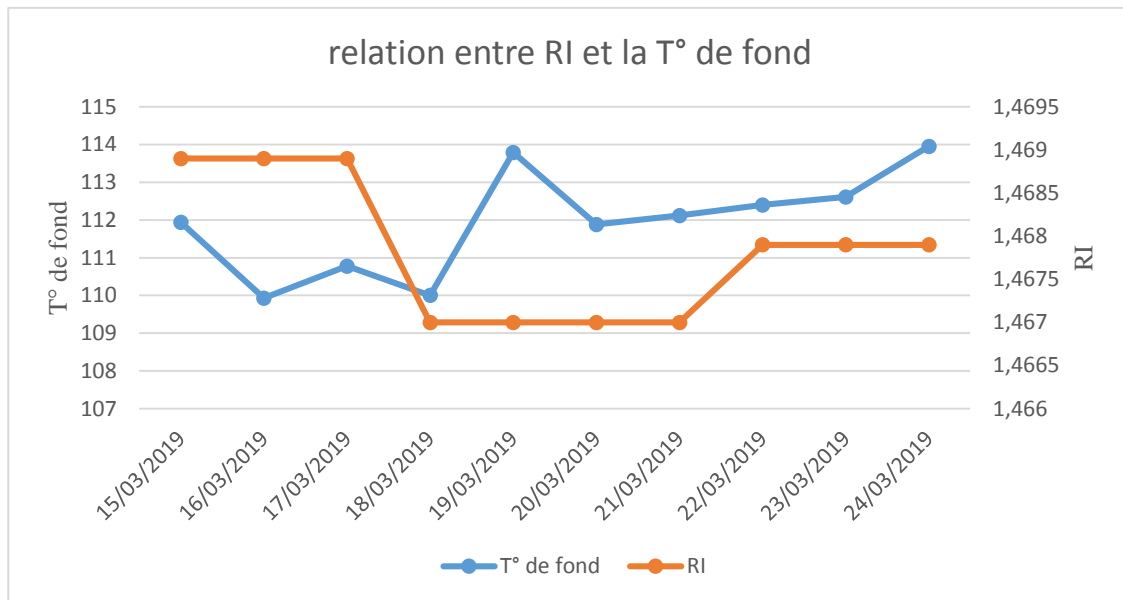


Figure IV.11. La relation entre température de fond (RDC) et RI de raffinat SAE30

Interprétation :

D'après la Figure IV.11, on constate que le RI de raffinat SAE30 est varié en fonction de température de fond à travers un période de suivis.

Le RI de raffinat est prend la valeur maximale de plage 1.467 qui vérifie la qualité de raffinat quand la température de fond prend la valeur 109 °C (la valeur faible et la plus proche au design).

D'après la figure en remarque que durant la période de suivit le RI de raffinat est off spectre dans la majorité des point quand la température de fond dépasse la 110 °C.

IV.10.5. L'influence de température de fond sur la viscosité de raffinat SAE30 :

Les courbes illustrées dans la figure IV.12 représentent l'influence du nombre de filtre sur le taux de charge.

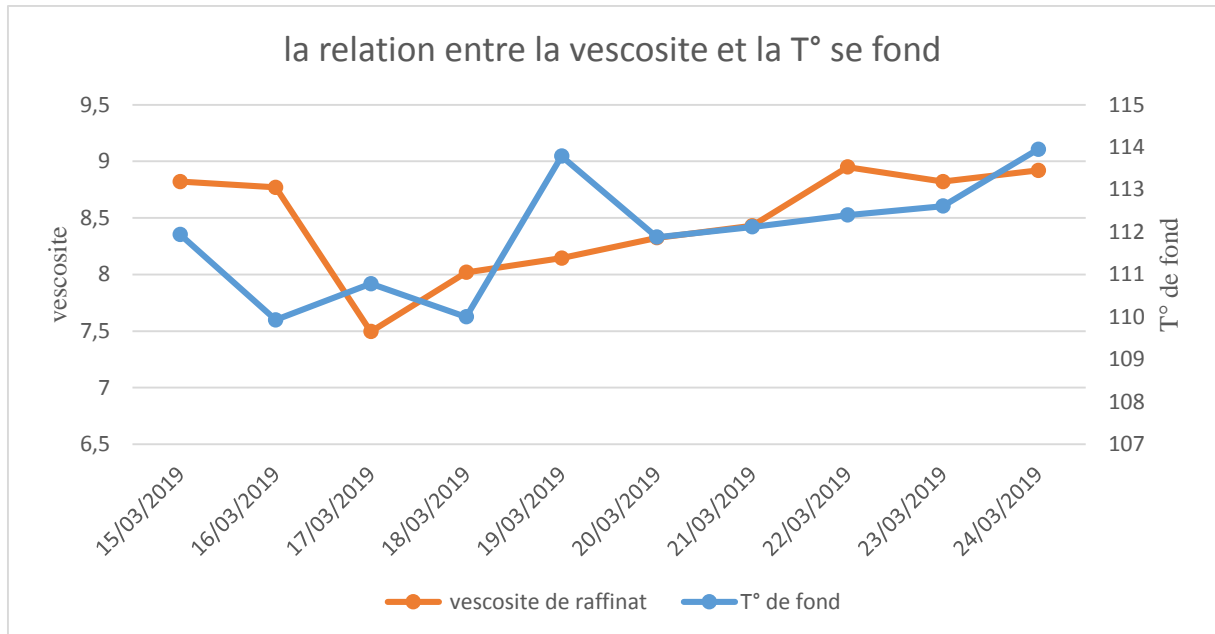


Figure IV.12. La relation de température de fond avec la viscosité e raffinat SAE30

Interprétation

D'après la Figure IV.12, on constate que la relation entre la température de fond et viscosité généralement est proportionnelle donc la température de fond augmente la viscosité augmente. Cette relation explique le bon déroulement de l'extraction.

Il faut signaler, que malgré que des valeurs de viscosité sont conformes dans des point durant cette période de suivit ; il y a des valeurs ne sont pas réalisées par le phénomène proportionnelle (16 et 17 mars 2019). Cela peut s'expliquer par des erreurs pratiques.

Conclusion

D'après le suivi des unités en amont, on constate des décalages dans certains paramètres physiques tels que le rendement, RI, densité et viscosité du SAE30 cet écart va influencer énormément sur la qualité de séparation de procédé en aval tels que l'extraction des aromatiques.

On a constaté que le taux de solvant n'est pas respecté dans le procédé d'extraction des aromatique, qui va influencer normalement grandement sur la qualité de séparation ainsi les propriétés physico-chimiques des produits.

Le rendement de raffinat SAE30 prend des valeurs peu loin au design en fonction de la variation du taux de solvant.

La température de tête de l'extracteur est presque proche à la valeur de design ce qui informant que son influence sur le rendement, le RI et la viscosité n'est pas perceptible. Une augmentation de la température en fond décroît la sélectivité des composants lourds et entraîne une augmentation du rendement du raffinat (par analogue d'une diminution du rendement de l'extrait).

Les résultats trouvés pour la variation de la densité et la viscosité montrent un bon fonctionnement du procédé de l'extraction.

Les faible valeurs du taux de solvant et même les valeurs élevées de la température de fond de RDC a un effet négatif sur le RI de raffinat SAE30 et par conséquence sa qualité.

Conclusion générale

Conclusion générale

Durant la réalisation de notre projet de fin d'étude effectuée au niveau de la raffinerie d'Arzew, nous avons pu d'une part découvrir le monde industriel et sa complexité, et d'autre part de mettre en application nos connaissances théoriques acquises tout au long des années d'étude qui nous ont été très utiles pour résoudre une préoccupation réelle.

La tâche qui nous a été confiée n'a pas été facile, néanmoins possible à réaliser dans une courte période vue l'importance des installations et des équipements et leur complexité d'une part, et d'autre part la difficulté rencontrée dans le recueil des informations nécessaires pour l'application de notre méthode.

Il est indispensable pour une industrie de transformation telle que la raffinerie d'Arzew de connaître avec précision toute éventuelle variation de paramètres de marche de ses unités qui peuvent influencer sur ce système d'extraction, et par conséquent de confirmer le fonctionnement de l'installation conçue pour cette opération.

Nous souhaitons aussi que notre projet servira comme preuve pour une installation d'une unité d'extraction des huiles de base pour la raffinerie d'Arzew.

Les huiles minérales provenant de la distillation du pétrole brut, d'un prix peu élevé, elles présentent des performances « moyennes », les huiles minérales sont les plus utilisées aussi bien dans les applications automobiles qu'industrielles.

L'utilisation des solvants dans les procédés d'extraction pour l'obtention des huiles lubrifiantes est très essentielle.

L'objectif de l'unité d'extraction au furfural est d'améliorer l'indice de viscosité (l'indice de réfraction), le furfural permet d'extraire des huiles lubrifiantes des hydrocarbures qui ont un mauvais indice de Viscosité IV.

Notre travail consistait à faire une comparaison entre le fonctionnement en design et au réel, et après avoir fait le suivi des paramètres de l'unité 300, nous avons pu rapprocher les connaissances théoriques à celle de la pratique et donner une conclusion suivante :

Conclusion générale

- Le taux de solvant est largement élevé dans le design par rapport au fonctionnement réel dans le cas du grade SAE30, pour éviter les pertes en Furfural et la perturbation de la colonne d'extraction 'RDC' donc :
 - Travailler avec un taux de solvant 1.8 dans le grade SAE30 au lieu de 3.5, bien que cette valeur est très loin à la valeur de design mais elle est optimale ; car à la fin de l'opération on obtient une huile de base avec un rendement assez proche. Ainsi une viscosité et une densité dans les normes. Aussi on amène la RDC de fonctionner son perturbation technique, et on évite la formation du coke.
 - Par contre que d'après les interprétations des résultats, l'indice de réfraction est touché par la minimisation du taux de solvant. Par conséquent on déduit que la qualité d'huile de base SAE30 n'est pas bonne et non requise ; puisque l'RI c'est le calcul réel pour montrer la variation de l'IV et cette dernière c'est utilisée pour évaluer la qualité d'une huile de base.
 - Un indice de réfraction correct est dans la marge [0.465-0.467], cela indique une huile à haut indice de viscosité. D'après notre suivi, le taux de solvant le plus efficace est 1.8 puisque il donne une valeur max de RI (0.467). Ce résultat se confond avec le fonctionnement réel de l'unité 300 et aussi avec nos résultats trouvés pour le rendement, viscosité et densité.
- On a suivi l'influence de la température bien que c'est un paramètre peu importe pour l'extraction, comparé avec le taux de solvant ; on a déduit :
 - La température de tête de la colonne est dans les normes ;
 - La température du fond est hors design et d'après les résultats, il est indispensable de travailler à des faibles températures que celles en réalité car les valeurs actuelles sont élevées. Cette élévation influe sur l'RI plus que sur le rendement et la viscosité. On a trouvé que la valeur optimale est 109 °C (comparée au design avec une valeur de 105 °C).

Recommandation

Recommandation

Afin d'améliorer le taux de solvant d'huile SAE30 dans l'unité 300, nous suggérons une maintenance au paramètres opératoires et leur influence sur le RI, le rendement et la viscosité de raffinat.

Ce qui concerne la qualité de la charge SAE30, on doit contrôler la qualité du distillat issus de l'unité (100) ainsi le rendement des séparations nous recommandons :

- ✓ D'assurer une viscosité de SAE30 issus de l'unité 100 respectant les spécifications du design.
- ✓ Il faut faire un suivis d'huile de base SAE30 au niveau des unités suivante ; l'unité 400 (déparaffinage) l'unité 500 (Hydrofinishing) pour savoir la qualité ce qui concerne le besoin et aussi vérifier la zone qui reçoit cette l'huile de base qui est la zone 6 (Fabrication des huiles finies et graisses).
- ✓ Si la qualité finale des huiles de base est requise donc il n'y a aucun problème tant que la qualité de l'huile a été améliorer et on peut utilises pour les moteur et les machines.

Références bibliographiques

Références bibliographiques :

[1] : G.OTMANINE, "Produits pétroliers non énergétiques", 01, INHC-Boumerdes.

[2] : J-P WAUQUIER, "Procédé de séparation", Tome. II, 1994.

[3] : H.P.Loh, "Process Equipment Cost Estimation Final Report", January, 2002.

[4] : Foster Wheeler, Manuel opératoire process, 1973.

[5] : mémoire fin d'étude Projet professionnel de fin de formation Pour l'obtention du diplôme d'ingénieur spécialisé en Raffinage qui intitule : « impact de la qualité du bright stock sur le taux de charge du procédé de deparaffinage »

[6] : P. Wuithier, "Raffinage et génie chimique", Tome. II, Edition Technip, Paris, 1972.

[7] : Manuel Opératoire de HB3.

[8] : mémoire fin d'étude Pour l'obtention du diplôme de : MASTER en Génie des Procédés Spécialité : INGENIERIE Biomoléculaire qui intitule : étude du système de récupération du solvant (furfural) dans l'unité d'extraction au furfural (U300) de la raffinerie d'Arzew. 2016/2017

[9] : mémoire fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état qui s'intitule : calcule de la retenue liquide du régime du furfural dans l'unité d'extraction de la raffinerie d'Arzew 2000/2001