

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE EPOPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ KASDI MERBAH OUARGLA

Faculté des sciences appliquées

Département de Génie des procédés

Mémoire

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : science et technologie

Filière : génie des procédés

Spécialité : génie de pétrochimique

Présenté Par :

Bouchoucha Zakaria

Rahmani Abderrahmane

Thème :

Aspect théorique sur la méthode de récupération de paraffine d'Arzew

Soutenu publiquement le :

Devant le jury composé de :

M ^f	Selleum Djamel	Professeur (UKM Ouargla)	Président
M ^f	Hanni Abdallah	MCA (UKM Ouargla)	Examineur
M ^f	Tabchouch Ahmed	MAB (UKM Ouargla)	Encadreur

Année universitaire 2020/2021

Résumé

الملخص :

مشكلة ترسيب البارافين في الآبار وأنابيب نقل النفط تحتكر موارد بشرية واقتصادية كبيرة لذلك فإن التنبؤ بها مهم لتحسين إدارتها نقتراح القضاء على رواسب البارافين للتنبؤ بشكل أفضل بتكوين هذه الرواسب يتصرف خام البارافين مثل مادة بلاستيكية لزجة تعتمد معالمها على درجة حرارة ومحتوى بلورات البارافين وهكذا ينتج الترسب عن مزيج دقيق من التأثيرات الحرارية والديناميكية المائية والديناميكية الحرارية ، وانتشار البارافين الخام .

Résumé:

Le problème de dépôt de paraffine dans les puits et les conduites de transport pétrolières monopolise des moyens humains et économiques conséquents. Sa prédiction s'avère donc importante pour optimiser sa gestion. Nous proposons l'élimination de dépôt paraffinique pour mieux prédire la formation de ce dépôt: le brut paraffinique se comporte comme un matériau viscoplastique dont les paramètres dépendent de la température et de la teneur en cristaux déparaffine. Ainsi le dépôt résulte d'une combinaison subtile entre les effets thermiques, hydrodynamiques, thermodynamiques, la diffusion de la paraffine et la rhéologie du brut.

Abstract:

The problem of paraffin deposition in wells and oil transport pipes monopolizes substantial human and economic resources. Its prediction is therefore important for optimizing its management. We propose the elimination of paraffinic deposit to better predict the formation of this deposit: the paraffinic crude behaves like a viscoplastic material whose parameters depend on the temperature and the content of dew ax crystals. Thus, the deposit results from a subtle combination between the thermal, hydrodynamic and thermodynamic effects, the diffusion of the paraffin and the rheology of the crude.

Remerciement:

En premier lieu, nous tenons à remercier notre DIEU, notre Créateur pour m'avoir donné la force pour accomplir ce travail.

Nous tenons à notifier un remerciement spécial à tous nos professeurs de l'université de Ouargla qui ont contribué à notre formation de master, en particulier, notre encadreur pédagogique

Mr: Tabchouch Ahmed

Qu'ils trouvent ici toute notre gratitude et toute notre reconnaissance pour leur aide, leur encadrement dont j'ai pu bénéficier durant toute notre scolarité.

Nous désirons aussi, exprimer nos essentiels remerciements: Les responsables de complexe d'Arzew.

Enfin nos remerciements vont à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour l'aboutissement de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail
A l'amé de mon père Allah yarahmou
A ma chèremère
A mes frère et sœur
A ma femme et mon fils
Anos professeurs et amis
A toute la famille bouchoucha et rahmani

Sommaire

Résumé	I
Remerciement	II
Dédicaces	III
Sommaire	V
Liste des Tableaux	VI
Liste des Figures	VII
Liste des Nomenclature	VIII
Introduction générale	1
Chapitre I:Présentation du site	
I- Présentation de la raffinerie	3
I-1. Historique	3
I-2. Situation géographique	3
I-3. le rôle de la raffinerie	4
I-4.Organigramme de la raffinerie d'Arzew	5
I-5. Nature et capacités de production	5
I-6. Présentation des installations de production	6
Chapitre II: Les huiles de base	
II-1. Introduction	11
II-2. Lubrifiants et les huiles de base	11
II-2-1.Définition d'un lubrifiant	11
II-2-1 Rôle et importance de lubrification	12
II-2-2 Propriétés des huiles	12
II-2-3. Les tendances des huiles	13
II-2-4 Les caractéristiques des huiles	13
II-3. Chaine de fabrication des huiles	15
II-3-1. Distillation atmosphérique de pétrole brut	15
II-3-2 Unités Principales de la zone 05 de fabrication des huiles de base	15
II-3-3. Compoundage des huiles finies	22
II-3-4. Classification des additifs	22
II-3-5. Les huiles produites à la raffinerie d'Arzew	23
II-4. Conclusion	23
Chapitre III: Le Procédé de déparaffinage au solvant	
III-1. Introduction	25
III-2. But du déparaffinage	25
III-3. Charges et produits	25
III-3-1. Choix du solvant	27
III-3-2. Les caractéristiques des solvants Méthyle-Ethyle-Cétone/Toluène:	27
III-3-3. Conditions d'emploi des solvants pour le déparaffinage	28
III-4. Description d'un filtre rotatif	28
III-5. Principe de filtration	29
III-6. Influence de la nature de charge	30
III-7. Influence de la composition du solvant	31
III-8. Influence de la température finale	31
III-9. Description général de l'unité 400 (zone 05)	31
III-9-1. Section de réfrigération et filtration	31
III-9-2. Section de récupération de l'huile déparaffinée	32

Sommaire

ChapitreIV :Nettoyage Des Tubes De Paraffine	
IV – 1 - Notions de base sur la paraffine et les bruts paraffiniques	35
IV- 2 Formation des dépôts de paraffines	36
IV- 2.1.Brut paraffinique et ces caractéristiques	36
IV- 2.2 Aspect physique de la paraffine	37
IV- 2.3Origine et conséquence des dépôts de paraffine dans le Brut	37
IV- 3 Traitements préventifs du brut paraffinique	38
IV- 3-1 Voies chimiques de traitement du brut paraffinique	38
IV- 3-2 Voies thermiques	40
IV- 4 Traitement curatif de paraffine dans le brut	40
IV- 4-1 Voies mécaniques	40
Conclusions	42
Conclusion générale	44
Références	46
annexe	48

Liste des Tableaux

Liste des Tableaux

	Titre de tableaux	page
Tableau 01	Les propriétés des familles chimiques hydrocarbures dans l'huile de base.	12
Tableau 02	Caractéristique physico-chimiques des solvants MEK et toluène.	27
Tableau 03	Caractéristiques de l'huile déparaffiné	30

Liste des Figures

Liste des Figures

	Titre des Figures	page
1	situation géographique de RA1/Z.	4
2	Organigramme de la raffinerie d'ARZEW.	5
3	Capacité de production des différents produits pétroliers.	6
4	Plan de la raffinerie d'Arzew	9
5	composition d'un lubrifiant.	11
6	Schéma simplifié de la fabrication des huiles de base.	14
7	Schéma simplifié de distillation sous vide.	16
8	Schéma simplifié de désalphaltage au propane.	17
9	Structure chimique de Furfural.	19
10	Schéma simplifié de l'extraction des aromatiques.	19
11	Schéma simplifié de déparaffinage au MEK/Toluène.	20
12	Schéma simplifié de l'hydrofinishing.	21
13	Schéma de principe d'une unité de déparaffinage	26
14	Filtre rotatif.	28
15	Schéma simplifié de l'unité de déparaffinage (U400).	33
16	Schéma représente dépôt de paraffine	36
17	Cristaux de paraffines. Image tirée de l'article Mauricio et al.2003	37
18	Extraction du dépôt de la paraffine formé	38
19	Traitement des cristaux de paraffine par un dispersant de paraffine	39
20	traitement thermique par Pipe in Pipe (PiP)	40
21	raclage des dépôts des pipelines	41

Liste des Nomenclature

Liste des Nomenclature

Symbole	Désignation
BRA	Brut Réduit Atmosphérique
RSV	Résidu Sous Vide
LGO	Light GasOil (gasoil Léger)
SPO	SpindleOil
MVO	Medium Viscous Oil (huile visqueuse moyenne)
VO	Viscose Oil(huile visqueux)
BS	Bright Stock
SAE	Society of Automotive Engineers (Société des ingénieurs de l'automobile)
DAO	De-AsphaltedOil (huile dé-asphalté)
HB3	Huile de Base 3
HB4	Huile de Base 4
Gatch	Paraffine issue de la filtration
MEK	Méthyle-Ethyle-Cétone
GM	Groupe Mécanique
GC	Groupe mécanique Statistique
BHM	Brut de hassimessaoud
BS	Bright stock
LGO	Light gasoil
BSS	Bright stock solvant
Tcc	Température de cristallisation commençante
Wat	Wax apparence température
Pip	Pipe in pipe
Tlf	Through line flow
Naftec	Société national du raffinage du pétrole

INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale

Introduction générale:

le pétrole brut figure actuellement comme l'un des plus importants promoteurs de développement industriel et économique de nombreux pays dans le monde, non seulement parce qu'il représente une source d'énergie primordiale, mais aussi parce qu'il permet de produire un éventail complet de produits commerciaux indispensables à la vie quotidienne allant des gaz aux asphaltas.

Le brut sorti du puits ne peut être utilisé tel quel, car est un mélange assez complexe de toutes sortes de constituants hydrocarbures.

Il est donc indispensable d'utiliser différents processus de traitement et de transformation afin de tirer le maximum des produits à haute valeur

commerciale. L'ensemble de ces traitements et de ces transformations constituent le raffinage du pétrole.

L'outil de raffinage en Algérie se dispose actuellement de six raffineries, dont parmi elles celle d'Arzew dans laquelle nous avons effectué notre projet de fin d'études. C'est la seule raffinerie qui produit les lubrifiants sur le territoire national.

La fabrication des huiles minérales lubrifiantes de haute qualité fait intervenir successivement cinq différents procédés dont celui de la distillation sous vide. Cette dernière, consiste à extraire du résidu atmosphérique : les distillats (SPO, SAE10, SAE30). un gas-oil lourd et un résidu sous vide.

L'unité 400 effectue le déparaffinage, de l'huile et la fabrication de la paraffine dure, les distillats traités sont (SPU, SAE 10, SAE30, BS) issue de l'unité 300 le but de cette unité est de fabriquer de l'huile de base à bas point d'écoulement et une gamme de paraffine à point de

fusion élevé et de faible teneur en huile.

Dans Les écoulements de fluides visqueux et paraffineux ont lieu dans plusieurs installations industrielles comme les puits de production et les réseaux de collecte de pétrole, les conduites de chargement et de déchargement de ce liquide, ainsi que les canalisations d'acheminement des huiles. Le problème généralement posé est celui de l'obstruction de ces canalisations, compte tenu de l'influence de la température sur le comportement du produit.

Chapitre I :

Présentation du site

Chapitre I: Présentation du site

Chapitre I : Présentation du site

I- Présentation de la raffinerie :

1-1. Historique :

La raffinerie d'Arzew, dénommée **RAI/Z**, est l'une des unités la plus productive participant au développement du pays, étant donné que le traitement et la transformation locale des richesses de notre sous sol apparaissent plus rentable que leur exploitation à l'état brut.

La raffinerie par sa diversité de production se classe au premier rang des complexes édifiés sur le territoire national. Elle a été implantée dans le cadre quinquennal 1970-1973 par la société JapanGasolineCompany (JGC) et s'est étendue par une extension de ces unités de production de bitumes en 1975 ; ainsi elle a subi une autre extension de ses unités de lubrifiants en 1983.

Depuis 1987, la raffinerie d'Arzew est gérée par la société NAFTEC. La raffinerie d'Arzew s'étend sur une superficie de 150 hectares, au niveau de la zone industrielle d'Arzew. Le démarrage des unités a été réalisé à partir de juillet 1972, et la mise en service était en mars 1973. Elle a été conçue pour traiter le pétrole brut de Hassi-Messaoud (BHM) et le brut réduit im (BRI) afin de satisfaire les besoins de consommations en carburants et bitumes du marché national et d'exporter les produits excédentaires (Naphta, Kérosène et Fuels). En 1978, suite aux besoins importants de lubrifiants, la réalisation d'un ensemble intégré de production d'huiles de base fut lancée. Le démarrage de cet ensemble fut en 1982[1].

1-2. Situation géographique:

La raffinerie d'Arzew est implantée dans la zone industrielle à 2 km d'Arzew ; elle est située sur le plateau d'El Mohgan au carrefour de la route nationale N° 11 (Oran - Arzew) et la route nationale N°13 (Arzew - Sidi-Bel-Abbès) et à environ 40 km d'Oran [1].



Figure 01:situation géographique de RA1/Z.

I-3. Le rôle de la raffinerie :

La structure d'une raffinerie évolue constamment pour :

- * Satisfaire la demande quantitative et qualitative d'un marché de l'énergie chaque jour plus exigeant :
- * Traiter le pétrole brut de HASSI MESSAOUD ;
- * Satisfaire les consommations croissantes en carburants du marché national ;
- * Fabriquer les produits stratégiques qui sont les lubrifiants et les bitumes ;
- * Créer le club en Aval.

1-4. Organigramme de la raffinerie d'Arzew

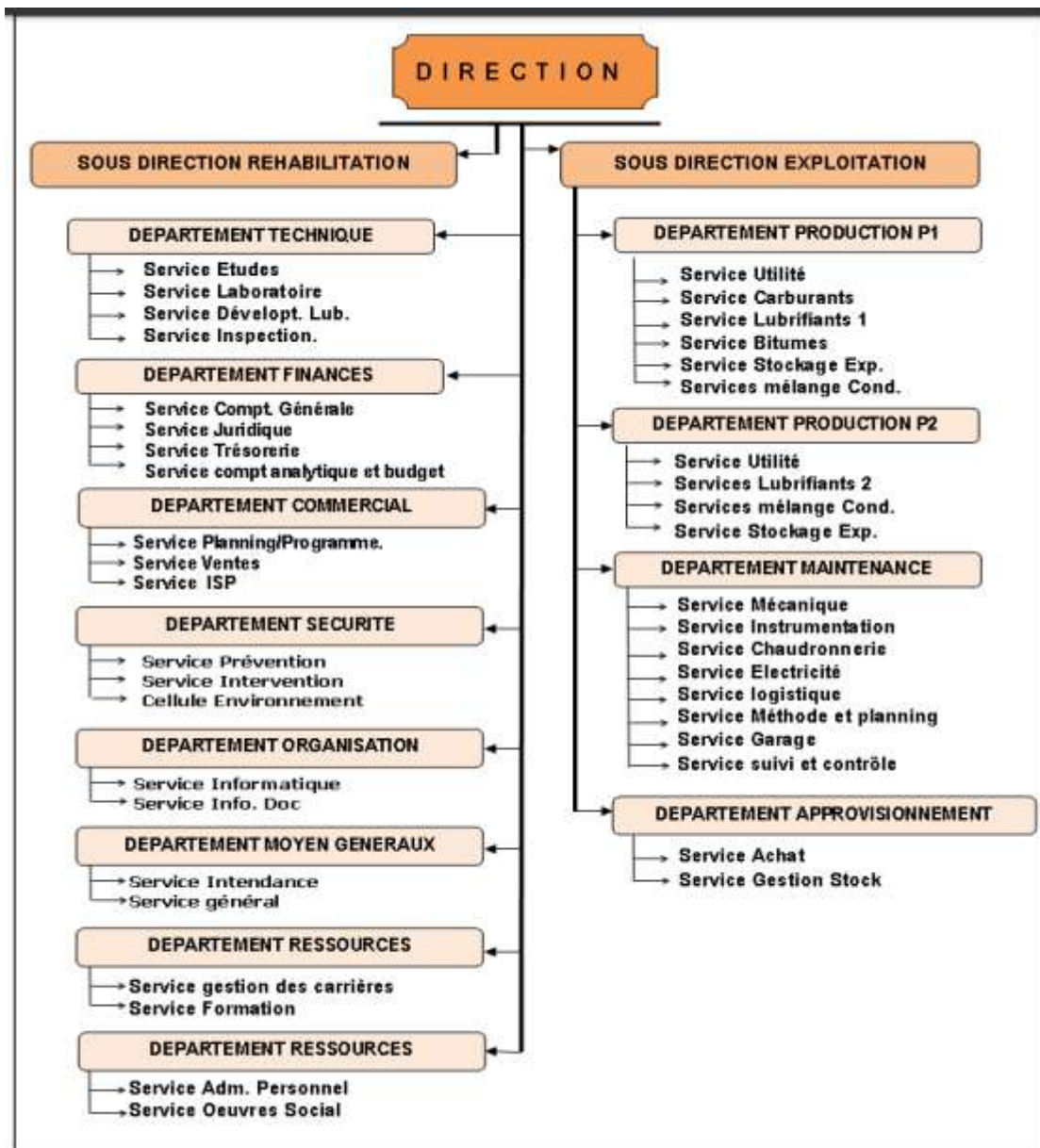


Figure 02 : Organigramme de la raffinerie d'ARZEW.

I-5. Nature et capacités de production :

Durant l'exercice 2004, avec un chiffre d'affaire global de 94,87 milliards de DA, soit une hausse de 3% par rapport à l'exercice 2003. La raffinerie d'Arzew traite environ 3.75 millions de Tonnes/an de pétrole brut saharien acheminé par pipelines de la région de HASSI MESSAOUD et de 280000 Tonnes/an de pétrole brut importé des pays golf [1].

- La production de la raffinerie est très diversifiée et se compose comme suit :

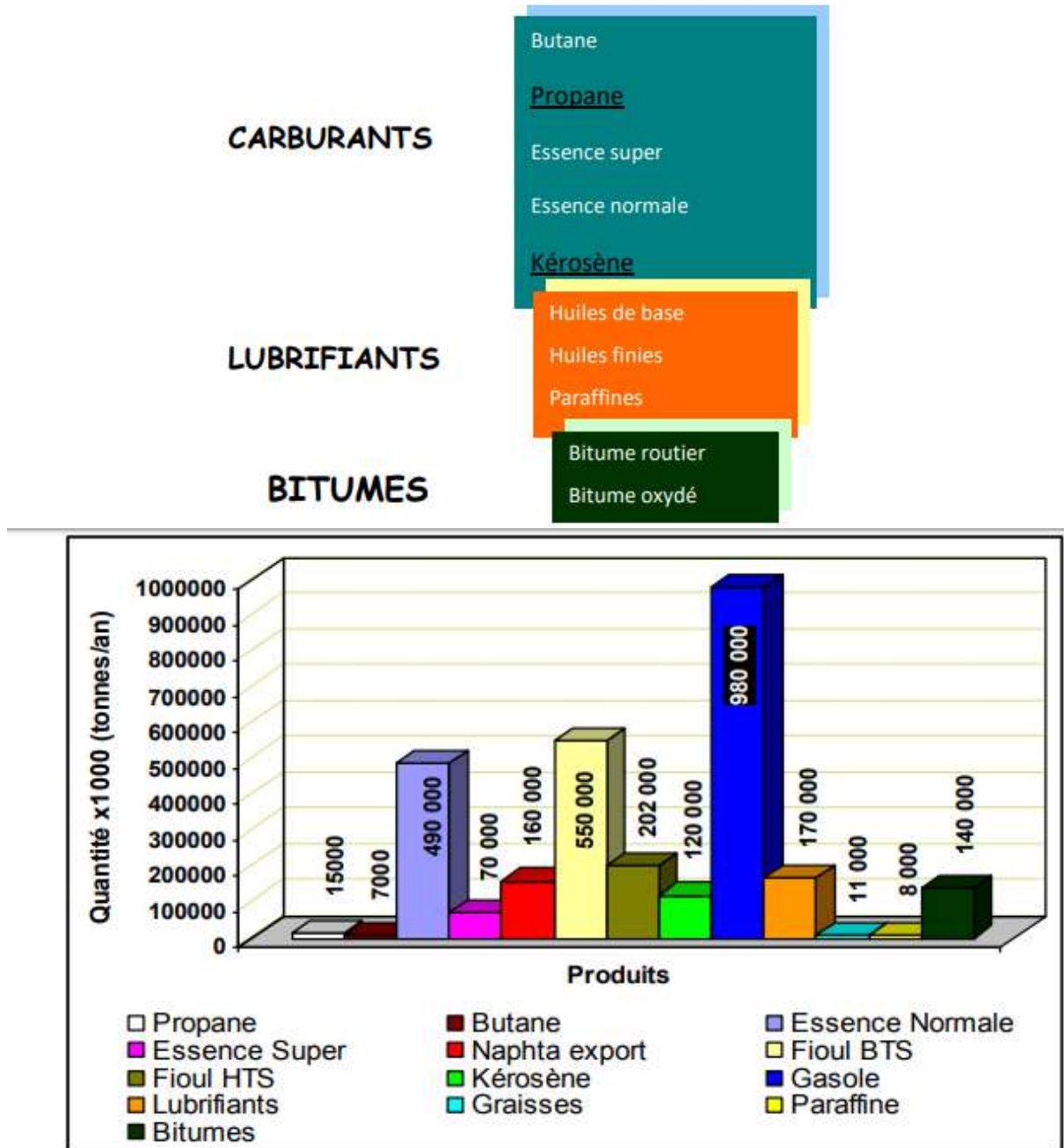


Figure 03 : Capacité de production des différents produits pétroliers.

1-6. Présentation des installations de production :

La raffinerie d'Arzew (RA1/Z) comprend quatre départements de production:

Département de la production P1

Les installations constituant sont:

✓ **Zone 3 - Utilités –:**

Elle comprend les unités suivantes:

- Unité 31 : Production de vapeur.
- Unité 32 : Production de l'eau distillée.

Chapitre I: Présentation du site

- Unité 33 : Circuit d'eau de refroidissement.
- Unité 34 : Production d'électricité GTG (turbine à gaz).
- Unité 35 : Récupération et distribution du gaz combustible.
- Unité 36: Unité d'air comprimé, production gaz inerte.
- Unité 67: Systèmes du Réseau d'eau anti-incendie.

✓ **Zone 4:**

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 de :

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

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 lancée. Le démarrage de cet ensemble fut en 1984.

Il comprend trois Zones:

✓ **Zone 19 : Utilités :**

Elle comprend les unités suivantes :

- Unité 1100 : Production de la vapeur.
- Unité 1200 : Production de l'électricité.

Chapitre I: Présentation du site

- Unité 1300 : Tour de refroidissement.
- Unité 1400 : Fuel gaz.
- Unité 1500: 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 150: HOT OIL.
- Unité 300 : Extraction des Aromatiques.
- Unité 160 : Traitement des eaux acide.
- Unité 400 : Déparaffinage au MEK-Toluène.
- Unité 500: Hydrofinishing.
- Unité 600 : Hydrotraitement de la paraffine.

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.

Département de production P4

✓ **Zones 28 : Stockage, mélange et expédition.**

Il s'agit du stockage des produits finies comme les carburant, les GPL ainsi que les additifs chimiques, le brut de Hassi-Messaoud, et le mélange des essences. Une dernière tâche, est l'expédition des produits finis au moyen des camions (propane, butane, essence, gasoil), par canalisation et par navires au niveau de l'ISP.

Chapitre I: Présentation du site

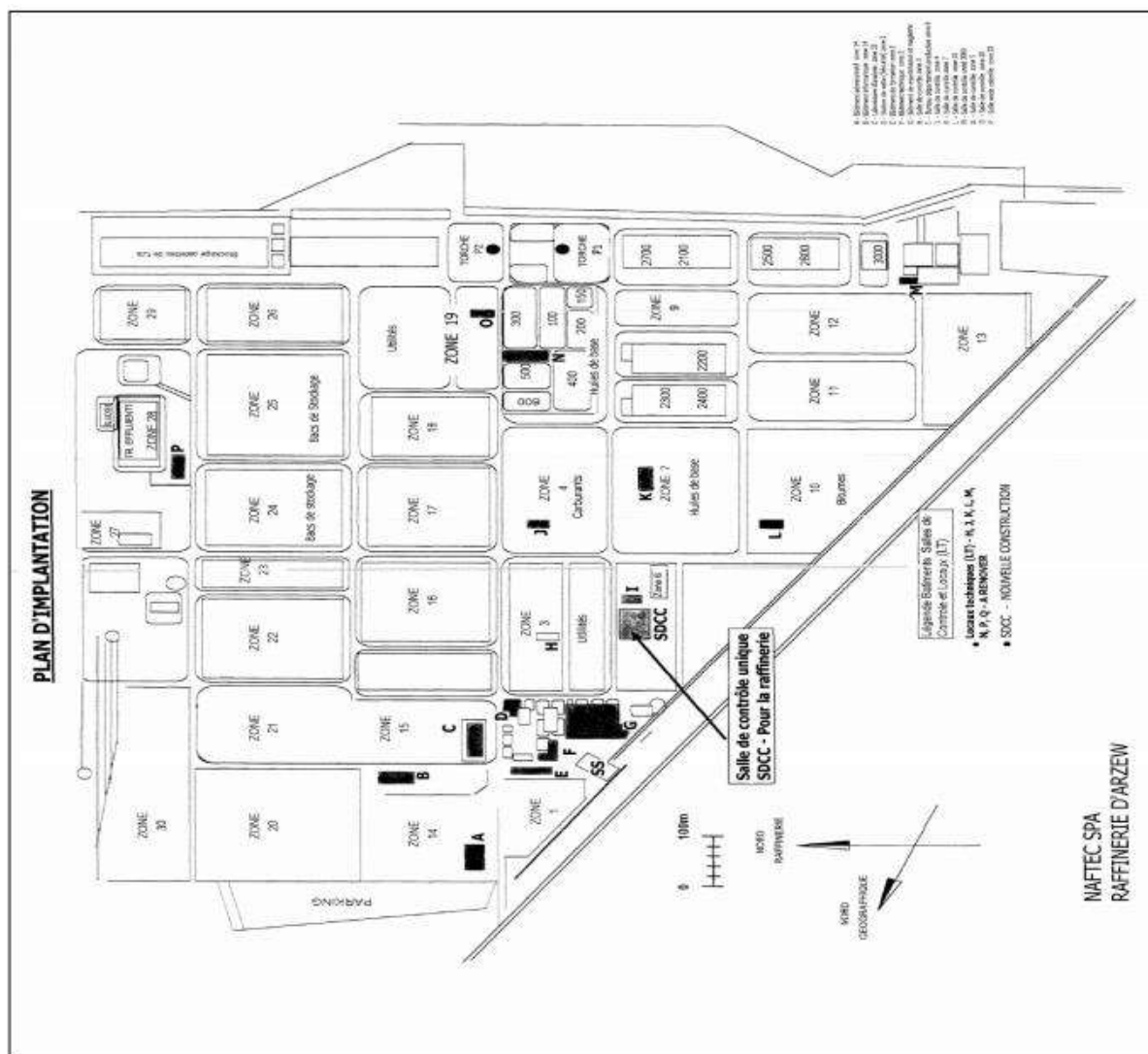


Figure 04: Plan de la raffinerie d'Arzew

Chapitre II:

Les huiles de base

ChapitreII : Les huiles de base

Chapitre II : Les huiles de base

II-1. Introduction

Avec le développement et l'évolution de la technologie de la machine, les huiles lubrifiantes sont devenues un pôle central d'intérêt.

Les règlements et les spécifications techniques sont demandés à l'industrie pétrolière presque tous les jours .

Une série de nouveaux procédés de plus en plus perfectionnés dont la mise au point a impliquée des efforts de recherche et des investissements considérables et coûteux afin de satisfaire la demande aussi bien au point de vue quantitatif que qualitatif.

Afin de remplir toutes ces exigences, les huiles lubrifiantes, produits à fonctions multiples, sont donc devenues une question extrêmement importante, qui doivent sans cesse s'adapter aux progrès et aux évolutions que connaissent actuellement divers secteurs vitaux comme les transports, l'agriculture, les travaux publics et d'autres.

II-2. Lubrifiants et les huiles de base:

II-2-1.Définition d'un lubrifiant:

Un lubrifiant est une matière onctueuse, d'une couleur claire, soit liquide, semi plastique ou solide, elle est fabriquée à partir d'un mélange d'huiles de base (80%-90%) et d'additifs (10%-20%) qui confère aux produits finis des propriétés physico-chimiques selon le domaine d'application.

C'est tout corps utilisé pour éviter tout contact de deux corps qui déplacent l'un par rapport à l'autre afin d'atténuer le frottement et l'usure entre ces deux pièces.

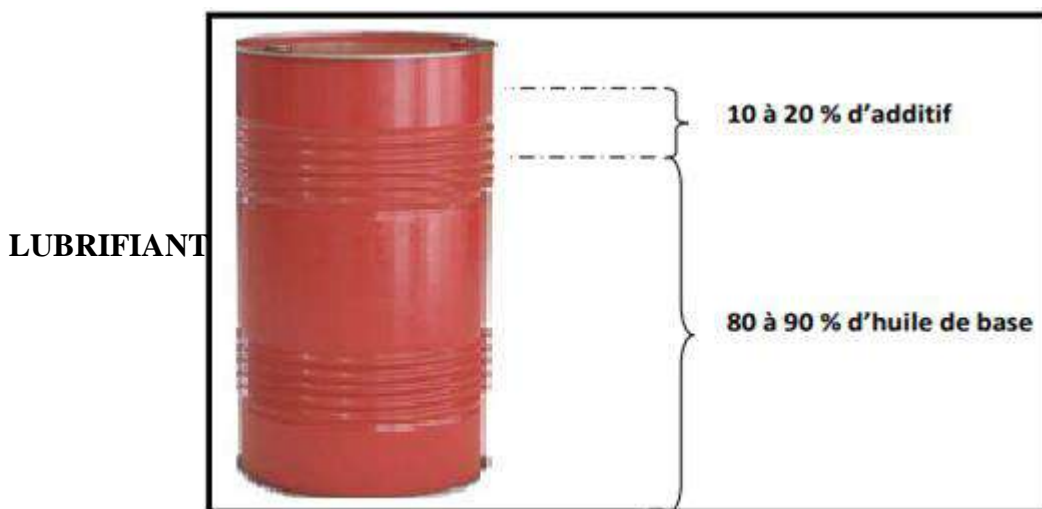


Figure 05:composition d'un lubrifiant.

Chapitre II : Les huiles de base

II-2-1. Rôle et importance de lubrification


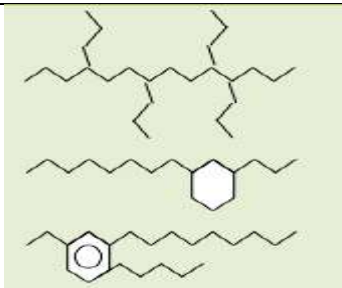
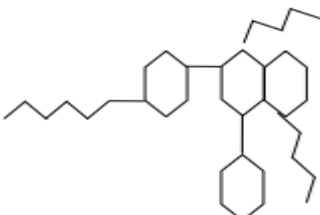
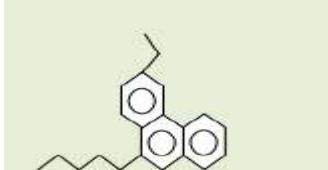
Les rôles essentiels de la lubrification peuvent se résumer pour :

- ✓ Assurer la sécurité de fonctionnement en évitant les contacts métal- métal ; qui entraîneraient le grippage;
- ✓ Protection des surfaces métalliques ;
- ✓ Protection contre la corrosion ;
- ✓ Diminution des bruits de moteurs ;
- ✓ Transmettre de la chaleur et de l'énergie ;
- ✓ Protection de l'usure et de frottement;
- ✓ Elimination des résidus et les impuretés.

II-2-2. Propriétés des huiles :

Les hydrocarbures trouvant dans les huiles sont : les paraffines, les naphthéniques et les aromatiques. Ce sont des hydrocarbures saturés linéaires « n-paraffines » ou ramifiés « iso paraffines ». Ces trois familles ont des propriétés définies dans le tableau suivant :

Tableau 01: Les propriétés des familles chimiques hydrocarbures dans l'huile de base .

Familles d'hydrocarbures	Structure type	Propriétés principales	
		favorable	défavorable
Paraffines en chaîne droite		Indice de viscosité élevé	Point d'écoulement élevé
Paraffines ramifiées et paraffines avec peu de cycles		- Indice de viscosité bon à élevée - Résistance à l'oxydation bonne	
Naphthéniques		- résistance à l'oxydation bonne - bas point d'écoulement	- Indice de viscosité faible
Aromatiques		- Point d'écoulement généralement bas,	- Indice de viscosité bas, -très mauvaise résistance à l'oxydation

II-2-3. Les tendances des huiles :

a- Tendance paraffinique :

Ce sont des hydrocarbures saturés linéaires « **n-paraffines** » ou ramifiés «**iso paraffines**» caractérisés par :

- ❖ Faible densité à viscosité donnée (0.88 à 0.89) pour les huiles de moteurs.
- ❖ Haute indice de viscosité (de l'ordre 100 pour les huiles des moteurs).
- ❖ Faible volatilité à viscosité donnée.
- ❖ Point d'écoulement élevé. Faible pouvoir solvant.

b-Tendance naphtéinique:

Ce sont des hydrocarbures saturés cycliques ou polycycliques, ils sont moins stables à l'oxydation que les paraffines, elle se caractérise comme suite :

- ❖ Densité élevée à viscosité donnée (plus de 0.9 pour les huiles des moteurs).
- ❖ Bas indice de viscosité (de l'ordre de 40 à 60).
- ❖ Un point d'écoulement naturellement bas.
- ❖ Un pouvoir solvant élevé.

c-Tendance aromatique:

Ce sont des hydrocarbures non saturés cycliques avec une ou plusieurs chaînes latérales, elle est caractérisée par :

- ❖ Densité très élevée.
- ❖ Indice de viscosité très faible.
- ❖ Forte volatilité.

Formation de produits résineux et asphalteuses par oxydation, les produits à tendances aromatiques doivent être éliminés[2].

II-2-4. Les caractéristiques des huiles:

Les principaux critères recherchés pour les huiles de base sont les suivantes :

- ❖ **Viscosité:** C'est une caractéristique essentielle pour les lubrifiants, en effet, elle permet l'établissement d'un film d'huile évitant le frottement métal sur métal de deux pièces en mouvement l'une par rapport à l'autre.
- ❖ **Indice de viscosité:** La variation de la viscosité avec la température est repérée par l'intermédiaire de l'indice de viscosité: plus la valeur de cet indice est élevée, plus la variation de la viscosité avec la température est faible.
- ❖ **Point d'écoulement:** C'est la basse température à laquelle l'huile doit rester encore couler.
- ❖ **Point d'éclair :** C'est la température minimale à laquelle l'huile doit être portée pour que les vapeurs émises s'enflamment et s'éteignent instantanément à l'approche d'une flamme.

Chapitre II : Les huiles de base

- ❖ **Stabilité** : L'huile doit conserver le plus long temps possible ses propriétés initiales.
- ❖ **Couleur** : C'est un critère de la qualité de fractionnement des huiles, son intensité est fonction du degré de raffinage.
- ❖ **Résistance à l'oxydation**: L'huile en présence d'air à température élevée (chambre de combustion); ne doit pas se dégrader par réaction avec l'oxygène ce qui conduit à la formation des substances corrosives pour les métalliques du moteur [3].
- ❖ **Le point trouble**: le point trouble des fluides est la température à laquelle les paraffines commencent à se solidifier ou se séparer de la solution lorsque ce fluide est refroidi dans les conditions normales.

Le schéma suivant représente la chaîne de fabrication des huiles de base.

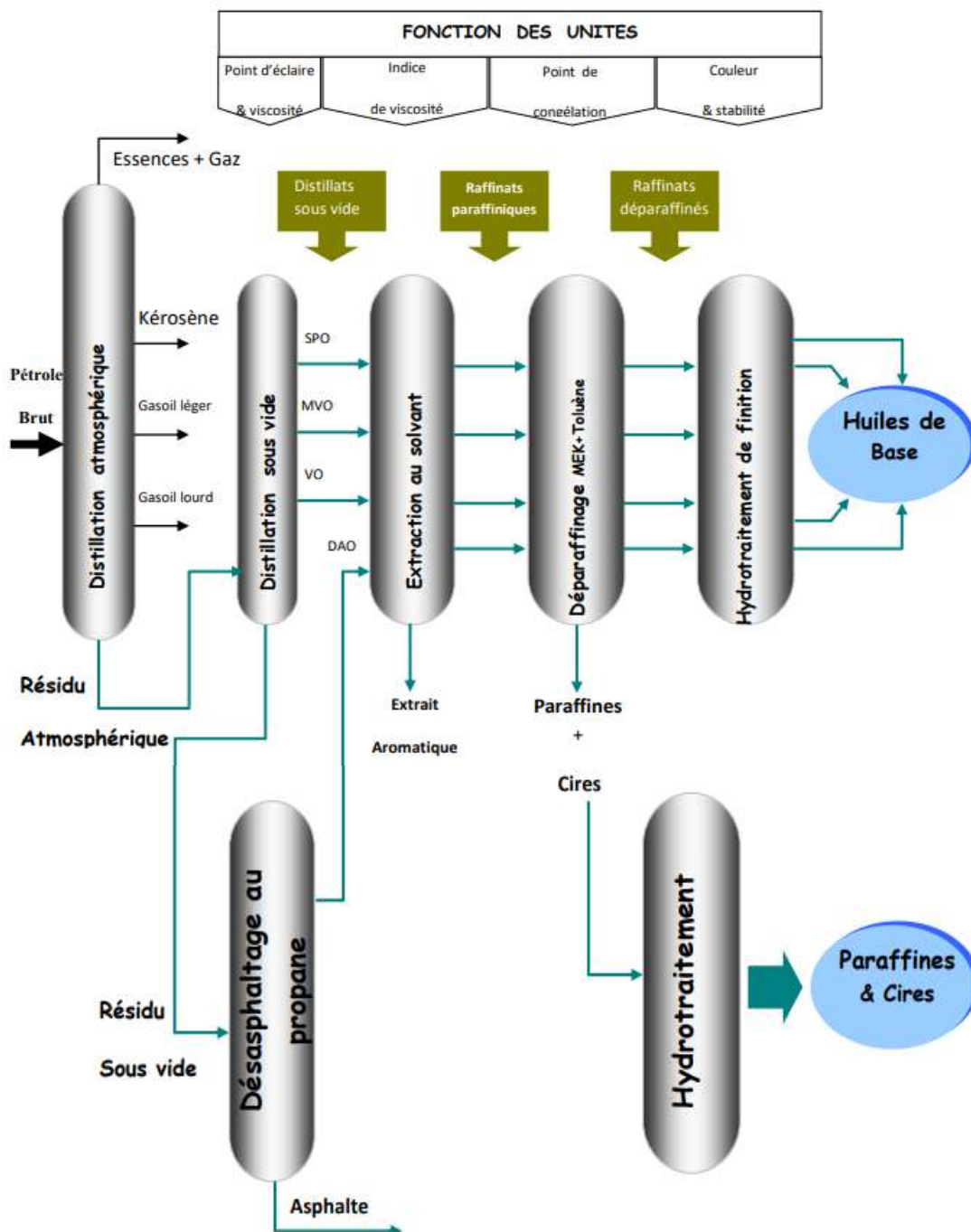


Figure 06: Schéma simplifié de la fabrication des huiles de base.

II-3. Chaîne de fabrication des huiles

II-3-1. Distillation atmosphérique de pétrole brut

Le pétrole brut est chauffé à 350 °C. Il se vaporise partiellement et suivant la volatilité de ses constituants, il se sépare en « coupes » que l'on recueille sur les différents plateaux placés le long de la colonne. On obtient en haut de la tour de distillation les gaz, les essences puis sur les plateaux inférieurs le kérosène, puis les gasoils et enfin en bas de la tour les produits lourds qui serviront à la fabrication des huiles de graissage, jusqu'aux bitumes.

II-3-2. Unités Principales de la zone 05 de fabrication des huiles de base :

Les huiles de base sont produites à partir des fractions lubrifiantes du brut, ces fractions sont obtenues par distillation sous vide du brut réduit, puis elles sont raffinées dans une série d'unités de séparation physique des composés à caractéristiques lubrifiantes et des composés indésirables en utilisant les différences de solubilité de ces composés dans différents solvants.

Cette zone consiste à fractionner et convertir le BRA (Brut Réduit Atmosphérique) provenant de la zone 4 pour obtenir les huiles de base.

Elle se compose de 6 unités pour produire les huiles de base (SPO, SAE10, SAE30, BS) à une capacité de 120.000 t/an,

Elle englobe deux compartiments : **HB3 et HB4**.

HB3 : Composé des unités suivantes:

- Unité 100: distillation sous vide.
- Unité 150 : huile caloporteur.
- Unité 200 : desasphaltage au propane.
- Unité 300: extraction au Furfural [4].

HB4: Comprend les unités suivantes:

- Unité 400 : déparaffinage/déshuilage au MEK-Toluène.
- Unité 500 : hydrofinishing.
- Unité 600 : hydrogénation des paraffines[5].

a-Le compartiment HB3

1-Distillation sous vide (U100):

❖ Principe:

Distillation sous vide du brut réduit atmosphérique (BRA) pour éviter le craquage moléculaire.

❖ But:

Cette unité a pour but de séparer les diverses coupes distillats nécessaire à la production des huiles lubrifiantes de hautes qualités.

Chapitre II : Les huiles de base

❖ Procédé:

Après le passage de BRA par des échangeurs et par le four, puis il passe dans une colonne de distillation avec une température de 380°C, où on joue sur les points d'ébullition de chaque constituant du BRA, la différence de température des produits dans la colonne favorise la séparation des huiles et on aura des produits suivants par différences de viscosité:

- ❖ -Gas-oil léger de sous vide L.V.G.O.
- ❖ Les distillats obtenus sont:
- ❖ Spindle-oil (SPO) .
- ❖ SAE10 ou mi-visqueuse oil (MVO).
- ❖ SAE30 ou visqueuse oil (VO).
- ❖ La fraction lourde du fond qui est dite résidu sous vide (RSV).

❖ Remarque:

On utilise comme inhibiteur de corrosion le NH₃.

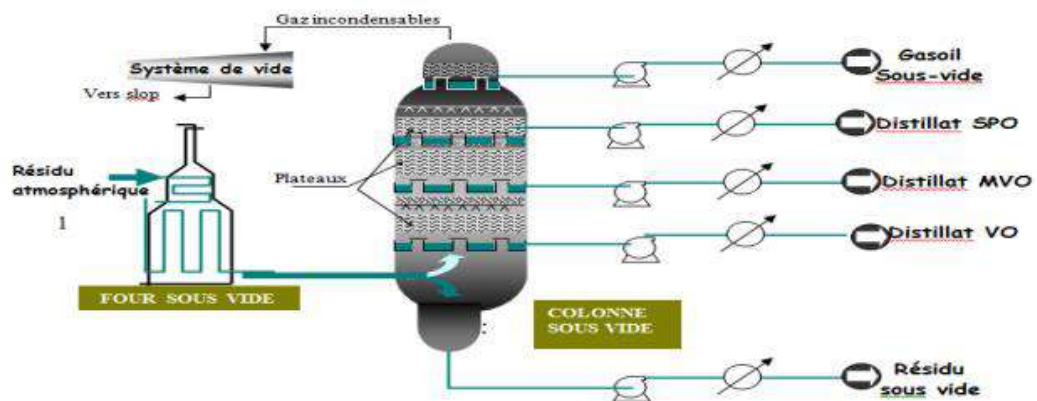


Figure 07: Schéma simplifié de distillation sous vide.

2- Désasphaltage au propane (U 200):

❖ Définition :

Le désasphaltage est un procédé d'extraction par solvant d'une huile lourde à partir du résidu sous vide. Les solvants qui peuvent être utilisés sont : le propane, le butane, le pentane, l'hexane ou l'heptane ou même un mélange entre eux[6].

❖ Principe:

Permet l'obtention des huiles Bright-stock (BS) dissoutes dans le résidu sous vide (RSV) par précipitation.

Chapitre II : Les huiles de base

❖ But:

Le désasphaltage a pour but de séparer les produits lubrifiants lourds des asphaltes qui nuisent à leur stabilité thermique. La séparation se fait dans une colonne à disque rotatif, le solvant utilisé est le propane[5].

❖ Procédé:

Après les analyses, le résidu sous vide est un mélange constituant de 65% de (DAO) désasphalteoil, de 30% de l'asphalte oil, de 30% de l'asphalte et 5% de résine. Pour la séparation entre la DAO et l'asphalte, on fait une extraction liquide, en traitant le RSV par lepropane (C_3H_8) à contre courant dans une colonne à disque rotatif RSV.

On obtient au sommet de la colonne de la DAO+C₃H₈ (85% ajouté) et au fond de la colonne on a de l'asphalte à 15% de C₃H₈ ajouté. La récupération du propane C₃H₈ se fait par un traitement thermique on aura.

- De la DAO qui servira comme charge pour l'obtention.
- De la Bright-stock (BS) de viscosité 40°C et à 100°C.
- Asphalte (Goudron) utilisé comme charge pour l'obtention du bitume, ou envoyé comme fuel [3].

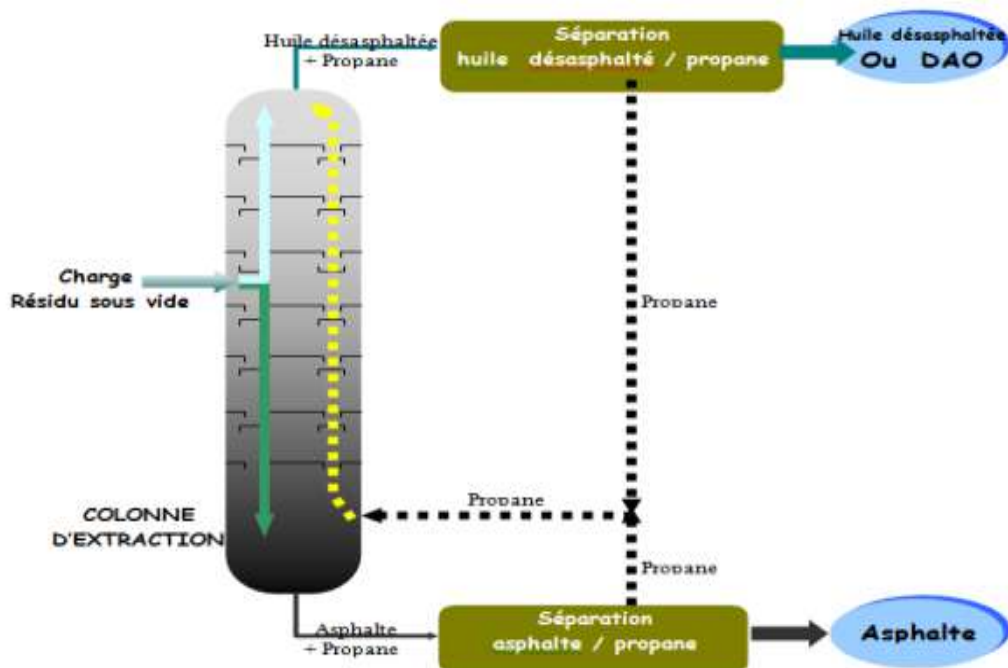


Figure 08: Schéma simplifié de désasphaltage au propane.

3- Extraction au furfural (U300):

❖ Définition:

D'extraction au furfural c'est l'élimination des hydrocarbures aromatiques qui ont un mauvais indice de viscosité et qui sont facilement oxydable.

❖ Principe:

Précipitation sélective des produits aromatiques pour améliorer l'indice de viscosité à une Valeur (VI=95).

❖ But:

Cette unité à pour but d'éliminer les aromatique dans les huiles lubrifiantes de leur basse indice de viscosité.

❖ Procédé :

Cette unité traite successivement les différentes coupes d'huiles de base (SPO, MVO, VO, BS) suivant un planning et en fonction des commandes du marché avec le furfural. Chaque huile constituée d'un grand porté de paraffine et aromatique, dont la viscosité varie beaucoup avec la température, qui présente un indice de viscosité faible due à la présence des aromatiques[3].

❖ 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 du 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.[2]

Chapitre II : Les huiles de base

❖ Définition du solvant furfural:

Le furfural est d'aspect sans couleur à jaunâtre, c'est un 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. Le furfural est un solvant organique qui a une fonction aldéhyde sous la structure suivante :

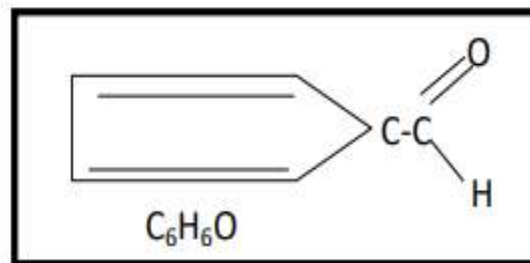


Figure 09: Structure chimique de Furfural.

Caractéristique physique de furfural :

- ✓ Poids moléculaire : 96,08 g/mole ;
- ✓ Point d'ébullition : 161,7 °C;
- ✓ $D = 1,1563$:
- ✓ Point d'inflammabilité : 60°C
- ✓ La température d'auto-inflammation : 316°C.

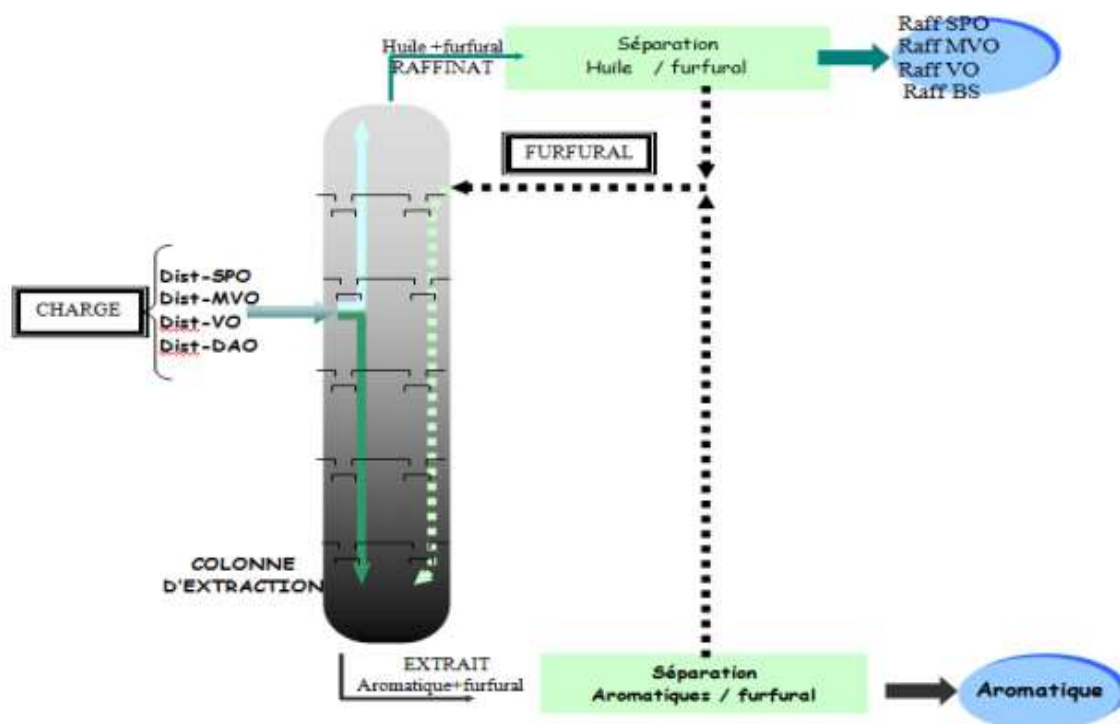


Figure 10: Schéma simplifié de l'extraction des aromatiques.

b- Le compartiment HB4

1-Déparaffinage au MEC/Toluène (U400)

Les molécules paraffiniques à chaînes droites ou ramifiées ont tendance à se cristalliser lorsque la température baisse, or l'huile doit garder sa fluidité dans les moteurs à des températures très basses (-20°C). Il est donc indispensable d'éliminer ces molécules à point de congélation élevé.

❖ But de l'unité

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 Méthyl-thylcétone et toluène).

❖ Description de l'unité

Le procédé utilise la différence de solubilité des huiles et des paraffines dans un solvant composé de toluène et méthyl-éthyl-cétone. La charge mélangée avec le solvant est refroidie dans une batterie de chiller à une température laissant les paraffines insolubles. Celles-ci sont séparées en continu par les filtres rotatifs.

Les cristaux de paraffines sont retenus dans un filtre rotatif où il en résulte une huile pauvre en paraffine à bas point d'écoulement recherché, et une paraffine riche en huile qui, une fois déshuilée sera un sous produit.

- L'unité comprend trois sections principales qui sont:

- La cristallisation en présence du solvant.
- La filtration de l'huile.
- La section de récupération du solvant (séparation entre le solvant et l'huile et entre le solvant et la paraffine).

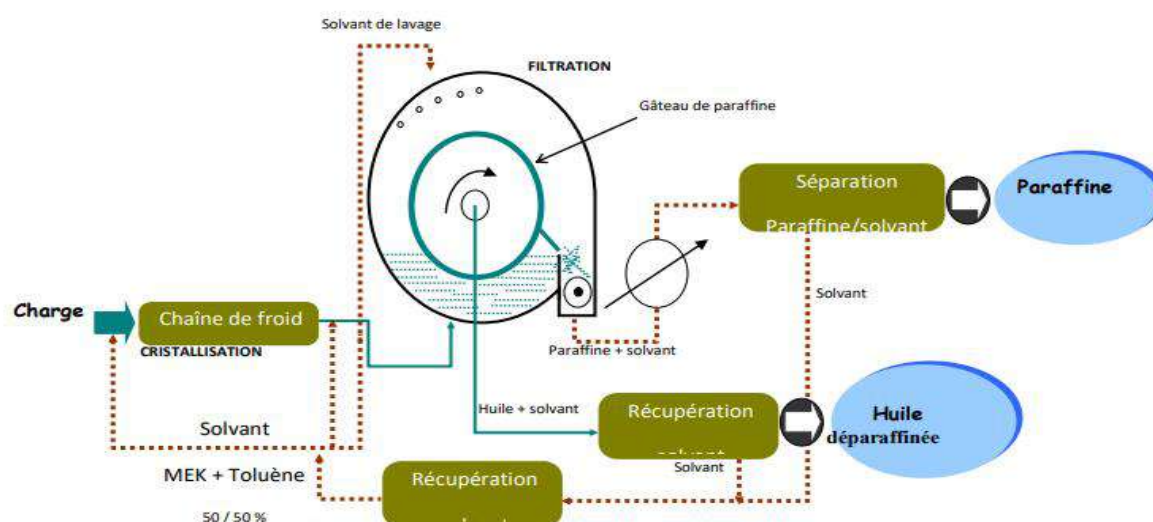


Figure 11: Schéma simplifié de déparaffinage au MEK/Toluène.

2- Hydrofinishing (U500):

❖ But de l'unité

La section d'hydrofinishing des huiles a pour but l'amélioration de la couleur, la stabilité à l'oxydation et la stabilité thermique des huiles en éliminant les composés indésirables (hydrocarbures insaturés, non-hydrocarbures et composés instables) pour obtenir des produits répondant aux exigences commerciales.

Ce procédé met en œuvre un catalyseur d'hydrogénation dans lequel le fer est associé comme promoteur (Co-Mo/Fe)[5].

❖ Description de l'unité

L'unité d'hydrofinishing des huiles est composée des sections suivantes : chauffage, réaction et détente, stripping et séchage. Le mélange d'huile et de gaz riche en hydrogène passe travers le four où il est chauffé à la température de traitement, puis à travers le lit catalytique sous des conditions modérées de température et de pression.

La réaction d'hydrofinissage sont essentiellement caractérisées par la rupture des liaisons : C-S, C-O, C-N pour dégager tous les gaz polluants sous forme H₂S, NH₃ et H₂O à l'aide d'hydrogène[5].

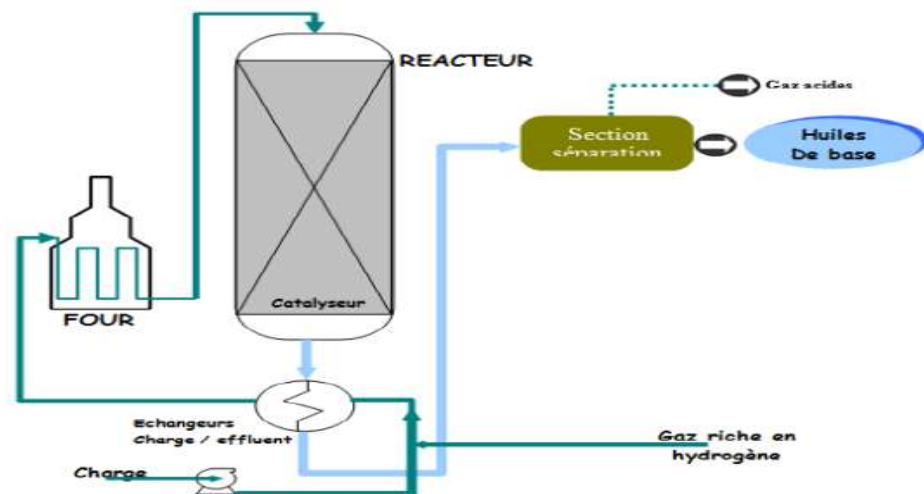


Figure 12: Schéma simplifié de l'hydrofinishing.

3- Le système de l'huile caloporteur(U150) :

❖ But :

L'unité 150 a pour but d'assurer la chauffe des différents produits des unités de la chaîne de fabrication des huiles de base (la zone 5), les unités sont : (Unité 200, Unité 300, Unité 400).

❖ Description du Système d'huile caloporteur :

Le four H151 qui réchauffe l'huile de base (SAE 10) est de type cylindrique qui comprend une zone de radiation et une zone de convection. Il est équipé de neuf (09) brûleurs à air induit.

Chapitre II : Les huiles de base

Le four H151 fonctionne dans les conditions de service suivant: Température d'entrée $T_e = 259$ °C ;] Température de sortie $T_s = 300$ °C ;] Débit $\dot{V} = 1365$ m³ /h [5].

II-3-3. Compoundage des huiles finies.

a- Principe

La dernière étape essentielle pour obtenir des huiles finies, consiste à mélanger ces huiles de base traitées précédemment dans des proportions bien déterminées additionnées de quelques additifs nécessaires dans le but d'apporter des améliorations aux qualités correspondantes aux différents emplois. La Figure 5 indique un schéma simplifié du processus.

L'opération de mélange se réalise selon des proportions appropriées pour les huiles et pour les additifs, est généralement accomplie dans des bassins équipés de conduites à la vapeur d'eau pour réchauffer les huiles de base et les additifs, afin de réduire la viscosité et pour faciliter le mélange. Les températures sont entre 40 et 60°C. On limite cette température, afin d'empêcher l'influence de l'augmentation de température, qui peut modifier les propriétés des huiles et des additifs[5].

b- Additifs

Les additifs sont des composants chimiques d'une grande variété, capable d'accroître la performance des huiles lubrifiantes, ils sont vendus au marché sous leurs formulations commerciales.

C-Rôle des additifs

La fonction des additifs a des rôles suivants:

- ✓ retarder l'oxydation;
- ✓ augmenter l'indice de viscosité;
- ✓ augmenter les propriétés d'écoulement à froid;
- ✓ améliorer la qualité des films de la lubrification dans les conditions de pression extrême;
- ✓ maintenir la propreté des pièces des moteurs;
- ✓ réduire la mousse;
- ✓ former des émulsions huile/eau stable;
- ✓ accroître la capacité perméable du métal[1].

II-3-4. Classification des additifs

Il y a plusieurs types d'additifs pour une huile de lubrification suivant les propriétés demandées au produit. Il est possible de les classés en :

- ✓ améliorant des propriétés physiques des huiles de base: indice de viscosité, point d'écoulement, résistance à la formulation de mousse, mouillabilité adhésivité, désaération des huiles en service: détergent, antioxydant, anticorrosion.
- ✓ améliorant de l'onctuosité et des propriétés extrêmes pressions[1].

ChapitreII : Les huiles de base

I1-3-5. Les huiles produites à la raffinerie d'Arzew

Les huiles finies produites par **RA1/Z** sont comparables du point de vue qualités au meilleur producteur mondial. L'utilisation du pétrole algérien de qualité constante assure une stabilité remarquable des caractéristiques des huiles de base.[3]

II-4.Conclusion

La production des huiles de base pour lubrifiants s'effectue en une série de procédés destinés à améliorer des propriétés précises tel que : l'indice de viscosité, la résistance à l'oxydation, la stabilité thermique et la fluidité à basse température.

Ces procédés nécessitent le chauffage d'un produit à des hautes températures exigées par le procédé. La charge est généralement chauffée directement par l'utilisation des fours ou bien le chauffage indirect par l'utilisation des fluides caloporteur.

Chapitre III :
Le Procédé de
déparaffinage
au solvant

Chapitre III: Le Procédé de déparaffinage au solvant

Chapitre III : Le Procédé de déparaffinage au solvant

III-1. Introduction :

A la sortie de l'unité d'extraction des aromatiques, les quarte grades d'huiles contiennent à ce stade de traitement des molécules paraffinéque. Parmi ces molécules, celles de chaine droite ramifiée qui ont tendance à se précipiter à température ambiante. Pour éviter cette précipitation et améliorer la tenue à froid de ces huiles, il devient impératif de faire baisser leur point d'écoulement. Cette opération est atteinte grâce au procédé de déparaffinage qui consiste à provoquer à l'aide d'un couple de solvant Méthyle-Ethyle-Cétone et Toluène, à des proportions contrôlées, la précipitation des composes indésirables.

III-2. But du déparaffinage

A la sortie de l'unité d'extraction solvant, la future huile de base, qui est appelée à ce stade de la fabrication « raffinat », a été débarrassé de la majorité de ses molécules aromatiques. Son indice de viscosité ou VI a été ajusté à la valeur requise(95). Le raffinat est constitué essentiellement de molécules :

- Paraffiniques plus ou moins longues et plus ou moins ramifiées.
- Naphténique.

Les molécules paraffiniques à chaîne droite ou peu ramifiée ont tendance à cristalliser dès la température ambiante. Or, à basse température, l'huile doit rester fluide dans le carter des moteurs à des températures aussi basses que -20°C . Elle ne doit donc pas, en se refroidissant, se prendre en masse par cristallisation, empêchant ainsi son écoulement.

Il est donc indispensable d'éliminer les molécules paraffiniques à point de cristallisation élevé de la majorité des huiles de base.

L'objectif de l'unité de déparaffinage est d'abaisser les points de trouble (cloud point) et les points d'écoulement (pour point) des huiles de base à la sortie de l'unité d'extraction, en éliminant les molécules paraffiniques à haut point de cristallisation.

Pour ce faire, la méthode utilisée consiste à cristalliser par refroidissement les paraffines (phase solide), puis à les séparer de l'huile (phase liquide) par filtration.[2]

III-3. Charges et produits

La charge de l'unité de déparaffinage est le "raffinat", qui provient de l'unité d'extraction des aromatiques.

Les produits résultant de l'opération de déparaffinage sont :

- L'huile déparaffinée
- Un produit paraffineux appelé « Gatch» ou «Slack wax ».

Le Gatch peut être vendu en l'état pour certaines applications spécifiques .hydrofugation de panneaux de particules par exemple. mais sa teneur en huile résiduelle est trop élevée pour la

Chapitre III: Le Procédé de déparaffinage au solvant

majorité des autres utilisations possibles de produit paraffineux. Le Gatch devra donc subir un traitement supplémentaire pour avoir une teneur en huile résiduelle inférieure à 1%. Cette opération s'appelle (désuilage) et utilise le même principe que le (déparaffinage), c'est-dire cristallisation, puis séparation des paraffines solides par filtration. La différence entre l'opération de déparaffinage et celle de désuilage réside dans la température adoptée lors de la cristallisation. Ainsi, pour le déparaffinage, la température sera de l'ordre de -15 à -25°C selon le point d'écoulement recherché pour l'huile, alors que l'opération de désuilage se fera à des températures comprises entre +2 à +15°C. [2]

Les produits issus du désuilage sont:

- Les cires et paraffine.
- Un produit intermédiaire entre l'huile et la paraffine appelé « base molle ».

Les applications des cires et paraffines sont nombreuses:

- Enduction de papier carton, boîtages, récipients...etc.
- Isolation thermique.
- Fabrication des bougies.
- Imperméabilisation.
- Fabrication d'encaustique, etc.
- Contre collage.

La différence entre une cire et une paraffine est la suivante :

- Une paraffine est un solide dur, microcristallin (cristaux de petite taille), de couleur blanche, fondant selon les qualités à des températures variables supérieure à 50°C.
- Une cire est un solide malléable, microcristallin (cristaux de grosse taille), de coloration blanche, à jaune foncé, fondant au-delà de 70°C.

Le schéma suivant représente l'unité de déparaffinage,

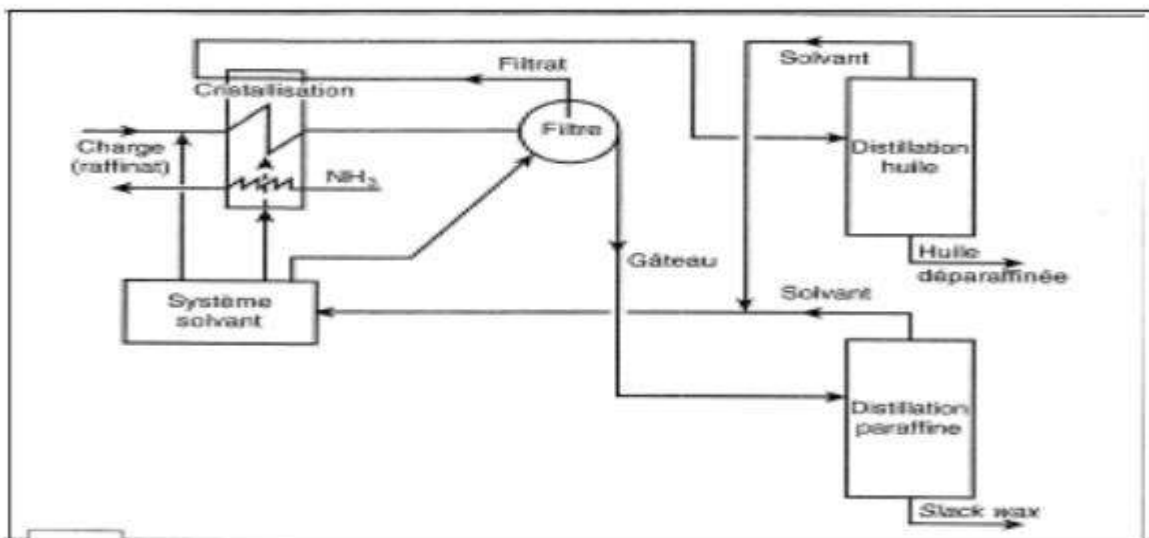


Figure 13 : Schéma de principe d'une unité de déparaffinage

Chapitre III: Le Procédé de déparaffinage au solvant

III-3-1. Choix du solvant :

Le solvant idéal devrait dissoudre l'huile et faire précipiter toute la paraffine qui devrait se constituer en un réseau de cristaux pas trop serrés pour permettre la filtration de l'huile à travers ce réseau.

Certains solvants colorés ainsi que le propane répondent relativement bien à ces conditions et sont employés par certaines raffineries.

Cependant les résultats obtenus, par l'association de ces deux solvants ne se rapprochent pas davantage de l'idéal solvant défini ci-dessus.

Le Benzène et le Toluène sont d'excellents solvants de l'huile mais ils ont aussi un assez bon pouvoir solvant pour la paraffine. En les utilisant seules, on aurait donc un différentiel de température très élevé et de plus, on constaterait que la paraffine cristallise en un réseau très serré qui ne permet pas la filtration.

L'Acétone et les cétones supérieures (Méthyle-Ethyle-Cétone, Méthyle-Propyl-Cétone) au contraire ne dissolvent pas très bien l'huile, mais précipitent très bien la paraffine, et la cristallise tout en retenant un peu d'huile dans les interstices des mailles. On appelle ces corps des anti-solvants. Le mélange de ces deux catégories de solvants, dans des proportions convenables, a tendance à faire obtenir un solvant idéal. Le mélange le plus utilisé est celui du toluène et de méthyle-éthyle-cétone. Le toluène a un bon pouvoir solvant pour l'huile et la paraffine même à basse température.

III-3-2. Les caractéristiques des solvants Méthyle-Ethyle-Cétone/Toluène:

Les caractéristiques physico-chimiques des différents solvants utilisés dans le déparaffinage des huiles de base de la raffinerie d'Arzew sont données dans le tableau suivant :

Tableau 02 : Caractéristique physico-chimiques des solvants MEK et toluène.[2]

Propriétés	MEK	Toluène
Formule chimique développée	$C_2H_5-CO-CH_3$	$C_6H_5-CH_3$
Masse moléculaire (g/mol)	72	92
D^{20}_4	0,805	0,867
Température d'ébullition à pression atmosphérique	79,6°C	110,6°C
Point d'éclair (couple fermé)	601 °C	404 °C
Température d'auto inflammation	516 °C	552 °C
Azéotrope	Oui	Non

Chapitre III: Le Procédé de déparaffinage au solvant

III-3-3. Conditions d'emploi des solvants pour le déparaffinage: Les conditions d'emploi de bi-solvants de manière d'obtenir un point d'écoulement fixé au préalable pour des filtrats avec un meilleur rendement et le moins de frais possible sont les suivants:

- ✓ Les proportions des deux solvants dans le bi solvant,
- ✓ La dilution totale (proportion de bi-solvant par rapport à l'huile à déparaffiner),
- ✓ Le refroidissement du mélange d'alimentation
- ✓ Le lavage du gâteau de mélange du gatsch
- ✓ Le réglage des filtres.

On règle la composition du solvant en fonction du grade le plus lourd qui sera à traiter dans l'unité de déparaffinage.

III-4. Description d'un filtre rotatif :

Le filtre rotatif sous vide est constitué par un tambour cylindrique horizontal, dont la surface est attachée par des treillis métallique recouvert de la toile filtrante. Ce tambour est divisé en une trentaine de secteur par des cloisons radiale, des secteurs étanches les uns par rapport aux autres sont affectés de manière cyclique à quatre opérations menées simultanément dans l'appareil filtration, lavage, séchage et décollage du gâteau. Le tambour est enfermé dans une enveloppe métallique étanche. L'huile à filtrer est admise dans cette enceinte jusqu'à un certain niveau réglable, mais maintenu constant de manière à immerger la partie inférieure du tambour.[2]

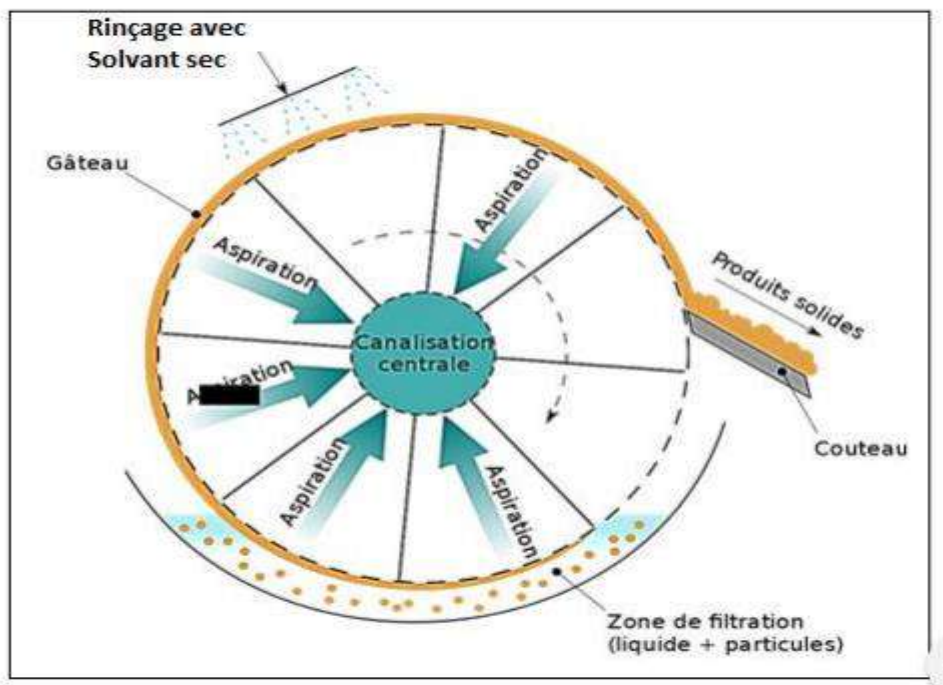


Figure 14 : Filtre rotatif.

Chapitre III: Le Procédé de déparaffinage au solvant

A l'intérieur du tambour des conduites recueillent le liquide aspiré à travers les secteurs filtrants débouchent sur une couronne percée d'orifices, qui constitue une vanne rotative pour les conduites d'alimentation ou d'évacuation.

Un cycle complet de fonctionnement permet de réaliser les diverses opérations suivantes pour chaque secteur :

- 1-** Le secteur est immergé et relié à l'aspiration sous vide pour permettre l'évacuation du filtrat alors que le gâteau se dépose à l'extérieur.
- 2-** Peu après que le gâteau ait émergé du liquide, il est arrosé de solvant pour le laver, en même temps que le secteur correspondant est connecté à une aspiration qui recueille le maximum de solvant.
- 3-** Au de la de cette zone le secteur est mis en communication avec une arrivée de gaz inerte sous pression qui soulève le gâteau et le décolle.
- 4-** Un couteau racleur arrache finalement le gâteau qui tombe dans une goulotte d'évacuation. Le secteur pénètre à nouveau dans la suspension et le cycle recommence.

Les filtres rotatifs ont l'avantage de réunir plusieurs fonctions dans un même appareil et d'assurer beaucoup de souplesse dans le fonctionnement par réglage de la pression différentielle, de la vitesse de rotation, de l'épaisseur de la pré-couche et du degré d'immersion dans la charge à filtrer. En augmentant la vitesse de rotation l'épaisseur du gâteau demeure plus faible, ce qui diminue la résistance et permet d'augmenter le débit du filtre .

III-5. Principe de filtration

a- Phases de filtration

Le secteur tourne d'abord immergé dans le mélange charge – solvant. Il est connecté par l'intermédiaire des lignes de collecte et de la vanne tournante au ballon de recette de filtrat qui est maintenu sous vide.

L'extérieur du tambour étant à une pression légèrement supérieure à la pression atmosphérique, le filtrat est aspiré vers son ballon de recette, alors que le gâteau se dépose sur la toile.

b- Phase de lavage

Le gâteau fourni contient encore de l'huile que l'on désire récupérer. Pour cela, un circuit de solvant froid arrive sur la partie supérieure du filtre et il est pulvérisé sur la surface du gâteau sous vide.

Le filtrat contenu dans le gâteau est déplacé par le solvant et il est récupéré. A la fin de cette phase l'injection du solvant est arrêtée pour bien assécher le gâteau.

Le solvant est distribué en utilisant des buses d'injection pour permettre une distribution uniforme et afin d'augmenter l'efficacité de cette dilution.

Chapitre III: Le Procédé de déparaffinage au solvant

La récupération du filtrat se fait par le biais de trois tuyaux séparés, équipées de vannes permettant en même temps de ségréguer les filtrats correspondants au secteur de filtration dans la zone de submergence au secteur de filtration dans la zone d'épuisement et en fin de secteur de la zone d'assèchement.

c- Phase de soufflage

Le gaz inerte produit dans l'unité est appliqué au collecteur du secteur, passe vers la toile filtrante en la déformant légèrement, ce qui facilite la dislocation du gâteau, puis passe à travers le gâteau, la brise et le chasse.

Le racleur est positionné à quelque millimètre de la toile filtrante pour éviter que le gâteau de la paraffine ne retombe pas dans la cuve. Bien que l'opération du filtre rotatif soit continue, on remarque que chaque secteur, travaille de façon discontinue au cours d'un cycle de filtration. Le gâteau tombe dans un convoyeur à visse qui le décharge vers la botte, un retour de paraffine chaude à lieu au niveau de la botte pour faciliter le transport de la paraffine vers le ballon accumulateur.

III-6. Influence de la nature de la charge

La nature de la charge a une importance prépondérante sur les résultats de déparaffinage.

Les résultats de l'étape de filtration sont directement liés au type de cristaux de paraffine formés, lui-même dépendant fortement de la structure chimique de la charge.

Ainsi, plus la charge sera visqueuse, plus les cristaux seront de type microcristallin (très petite taille), rendant la filtration plus difficile. Les coupes lourdes issues de la distillation sous vide seront donc plus difficiles à traiter que les coupes légères et par conséquent les débits de charge d'une unité de déparaffinage seront sensiblement plus faibles avec des distillats visqueux.

Les distillats de faible viscosité (soutirés en tête de colonne de distillation sous vide) sont appelés « Light neutral », les distillats de plus forte viscosité (soutirés en bas de colonne de distillation sous vide) sont appelés « Heavy neutral ». Le résidu sous vide (additionné d'un coup intermédiaire entre le résidu et le distillat le plus lourd) est appelé « Bright stock » ou « BSS » (Bright Stock Solvant). [2]

Les conditions opératoires moyennes d'une unité de déparaffinage sont indiquées dans le tableau suivant.

Tableau 03: Caractéristiques de l'huile déparaffiné

	Distillats légers	Distillats lourd	Bright stock
Débit de charge (m ³ /j)	1000	850	600
Taux de solvant	3.3	3.9	5.5
Température de filtration (°C)	-2.2	-12	-16
% MEK	70	65	55
% toluène	29.5	34.5	44.7
% eau	0.5	0.5	0.3

Chapitre III: Le Procédé de déparaffinage au solvant

III-7. Influence de la composition du solvant

Nous avons vu que:

- Le MEK a un faible pouvoir solvant vis-à-vis des produits paraffiniques (et donc une bonne sélectivité).
- Le toluène a un excellent pouvoir solvant vis-à-vis des huiles de base.
- Il y a donc lieu de procéder à une optimisation quant aux proportions du mélange de ces deux solvants.

Une augmentation du taux de MEK améliore le débit filtrant. Ce point est extrêmement important car les filtres rotatifs sont des équipements mécaniques très onéreux en investissement. Il convient d'en réduire leur nombre autant que possible. Aussi conduit à une teneur en huile résiduelle dans la paraffine plus élevée, ce qui traduit un rendement en huile déparaffinée plus faible. Pour une trop forte concentration en anti solvant, une phase huile apparaît, venant s'ajouter aux phases huile/solvant et paraffine/solvant déjà existantes. Cette nouvelle phase est constituée de molécules qui, sans être de la paraffine, ne sont pas solubles à froid dans l'anti solvant.

Le phénomène de séparation de phase se traduit par :

- une chute du rendement en huile ;
- une baisse de l'indice de viscosité (VI)
- un colmatage rapide des toiles filtrantes, la phase huile précipitée obstruant les mailles de ces dernières.

III-8. Influence de la température finale

Toutes conditions égales par ailleurs (composition du solvant, qualité de la charge traitée...), plus la température de la filtration ne sera basse, plus le point d'écoulement de l'huile déparaffinée obtenue sera bas.

Il faut savoir que l'abaissement du point d'écoulement a un impact direct sur l'indice de viscosité de l'huile déparaffinée et sur le rendement de l'opération de déparaffinage.

III-9. Description général de l'unité 400 (zone 05) :

III-9-1. Section de réfrigération et filtration :

La charge introduite dans l'unité sous contrôle de débit, est mélangée avec une quantité déterminée de solvant humide de dilution primaire. Le mélange est chauffé dans un échangeur E401 afin d'éliminer tout germe solide et d'assurer une solution complète. L'alimentation est introduite dans l'aéro-réfrigérant E-402 puis dans les échangeurs et les réfrigérants à grattoirs montés en série (E-403 A/B/C/D).

Ces échangeurs consistent essentiellement en deux tubes coaxiaux, la charge et son solvant introduits dans le tube interne sont refroidis dans l'espace. Ensuite les deux courants pénètrent dans les réfrigérants à grattoirs montés en série (E-404 A/B/C/D) où l'évaporation du

Chapitre III: Le Procédé de déparaffinage au solvant

propane liquide les refroidit à la température de filtration. Une dilution secondaire constituée par du solvant sec sous contrôle de débit, est introduite soit en amont, soit en aval, soit au milieu du dernier réfrigérant.

Le mélange d'huile et de paraffine précipitée venant des réfrigérants est introduit dans le ballon d'alimentation des filtres D-401. Il est dirigé ensuite vers les filtres F-401 A/B/C/D par gravité. L'huile déparaffinée en solution passe sous l'action du vide à travers la toile filtrante et s'écoule vers un ballon de recette du filtrat de déparaffinage D-405.

A l'aide d'un couteau fixe, le gâteau est détourné vers la botte et est envoyé dans le réservoir tampon de mélange de gatsch TK-402.

III-9-2. Section de récupération de l'huile déparaffinée :

Le système de récupération d'huile déparaffinée consiste en la séparation de l'huile du solvant. Le filtrat du déparaffinage, après avoir récupéré les calories du solvant sec dans l'échangeur E-405, est préchauffé dans l'échangeur E-416 (les vapeurs du solvant à pression atmosphérique) et dans l'échangeur E-417 (huile récupérée). Il est ensuite partiellement vaporisé (50% environ) dans l'échangeur E-420 où se condense partiellement les vapeurs de solvant sous pression venant de C402B. Le filtrat est introduit dans la colonne C-402A d'évaporation atmosphérique. Les vapeurs produites sont désurchauffées par un léger reflux de solvant sec et sont envoyées vers E.416, où elles se condensent et se refroidissent avant de s'écouler par gravité dans le coté sec du ballon D.408.

Le liquide restant du filtrat de déparaffinage est repris par la pompe P-412 et envoyé dans le rebouilleur hot oil, E-440 sous contrôle de débit. Il se détend dans la colonne d'évaporation sous pression C-402B. Les vapeurs passent en tête, sont désurchauffées par un léger reflux de solvant sec avant de vaporiser partiellement le filtrat de déparaffinage, par leur commencement de condensation dans l'échangeur E-420.

Le mélange d'huile déparaffinée venant de C-402B est ensuite détendu dans la colonne d'évaporation atmosphérique finale C-403A. Les vapeurs de solvant restantes sont désurchauffées par un léger reflux et rejoignent les vapeurs venant de C-402A. L'huile déparaffinée contenant encore des traces de solvant s'écoule par gravité dans le stripeur C-403 B pour y être épuisée par la vapeur de stripping surchauffée.

Les vapeurs s'échappent en tête, désurchauffée par un reflux, sont condensées dans E.422 avant de rejoindre le réservoir TK-403.

L'huile déparaffinée reprise par la pompe P-413 cède ces calories au filtrat de déparaffinage dans E-417 puis refroidie dans E-418 AR avant de prévenir à la limite de l'unité.

Chapitre III: Le Procédé de déparaffinage au solvant

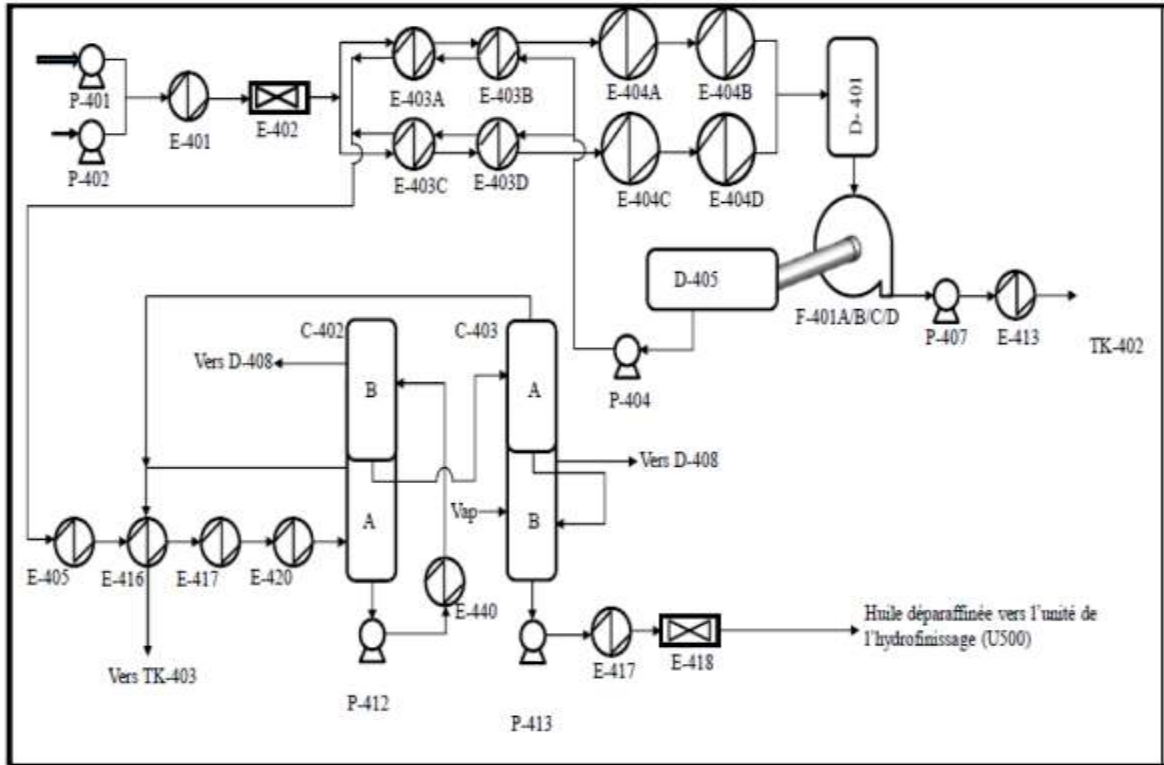


Figure 15: Schéma simplifié de l'unité de déparaffinage (U400).

CHAPITRE IV :
Nettoyage Des
Tubes De Paraffine

CHAPITRE IV : Nettoyage Des Tubes De Paraffine

CHAPITRE IV :

IV – 1 - Notions de base sur la paraffine et les bruts paraffiniques

Le pétrole brut est un fluide constitué principalement d'hydrocarbures (paraffines); il contient également des composés organiques soufrés, oxygénés et azotés.

Les bruts paraffiniques c'est-à-dire pétrole brut contenant les paraffines, environ 20% 4 de la production mondiale, sont des huiles (pétrole brut) légères ou moyennes qui contiennent des nparaffines c'est-à-dire des alcanes à chaînes linéaires, des iso-paraffine c'est-à-dire alcanes avec des ramifications et des cyclo-paraffines c'est-à-dire les alcanes cycliques tous de formule brut « C_n-H_{2n+2} ».



Un peu de chimie...

Les Paraffines

des chaînes de N atomes de carbone liés à $2N+2$ atomes d'hydrogène, qualifiées de linéaires ou branchées suivant l'agencement des atomes de carbone.

Prise individuellement, les n-paraffines sont, dans des conditions ambiantes, à l'état gazeux, quand la chaîne d'atomes de carbone contient 4 atomes au plus (C1 à C4); elles sont à l'état liquide de C5 à C16 et à l'état solide au-delà (C16 et plus). Ce dernier point est important car, même si la présence des autres hydrocarbures et d'impuretés retarde leurs solidifications, les nparaffines sont les principales responsables des problèmes de la tenue au froid dans les conduites. C'est au cours du transport de ces bruts paraffiniques dans les tubings lors de son extraction du gisement mais aussi par pipeline lors de son acheminement vers son stockage que des problèmes peuvent apparaître. Ces problèmes concernent l'apparition de dépôts de paraffine lors de l'écoulement lorsque la température de l'environnement où le brut est transporté est inférieure à la température de cristallisation commençante (T_{cc}). Ces dépôts engendrent l'obstruction partielle ou complète des conduites, induisant ainsi un ralentissement voire même un arrêt de la production donc les manques à produire. pour les sociétés pétrolières. La température de cristallisation commençante T_{CC} (WAT = Wax Appearance Temperature) appelée aussi point de trouble, est la température à laquelle les premiers cristaux de paraffines

Prise individuellement, les n-paraffines sont, dans des conditions ambiantes, à l'état gazeux, quand la chaîne d'atomes de carbone contient 4 atomes au plus (C1 à C4); elles sont à l'état liquide de C5 à C16 et à l'état solide au-delà (C16 et plus). Ce dernier point est important car, même si la présence des autres hydrocarbures et d'impuretés retarde leurs solidifications, les nparaffines sont les principales responsables des problèmes de la tenue au froid dans les conduites. C'est au

CHAPITRE IV :Nettoyage Des Tubes De Paraffine

cours du transport de ces bruts paraffiniques dans les tubings lors de son extraction du gisement mais aussi par pipeline lors de son acheminement vers son stockage que des problèmes peuvent apparaître. Ces problèmes concernent l'apparition de dépôts de paraffine lors de l'écoulement lorsque la température de l'environnement où le brut est transporté est inférieure à la température de cristallisation commençante (T_{cc}). Ces dépôts engendrent l'obstruction partielle ou complète des conduites, induisant ainsi un ralentissement voire même un arrêt de la production donc les manques à produire (MAPs) pour les sociétés pétrolières. La température de cristallisation commençante TCC (WAT = Wax Appearance Temperature) appelée aussi point de trouble, est la température à laquelle les premiers cristaux de paraffines .

apparaissent sous certaines conditions thermodynamique du milieu. Pour se fixer les idées sur la T_{cc} , les ordres de grandeurs de cette température.

IV- 2 Formation des dépôts de paraffines

IV- 2.1.Brut paraffinique et ces caractéristiques

Le brut paraffinique, c'est le pétrole brut contenant des paraffines. Ce sont ces paraffines qui particulièrement nous intéressent puisque, sous certaines conditions thermodynamiques, elles vont perdre leur solubilité au sein du brut ce qui a pour conséquence un changement de leur état physique au sein d'huile (brut) c'est-à-dire passe de l'état liquide à l'état solide. Les problèmes de production crée par les bruts paraffiniques sont la création d'un dépôt de paraffine à la paroi des conduites ce qui entraine le changement de comportement du brut en écoulement ou bien encore la prise en gel lors de la phase d'arrêt. Mais dans cette étude nous tiendrons compte que du problème de dépôt de paraffine à la paroi interne du tubing.

paraffinedéposé

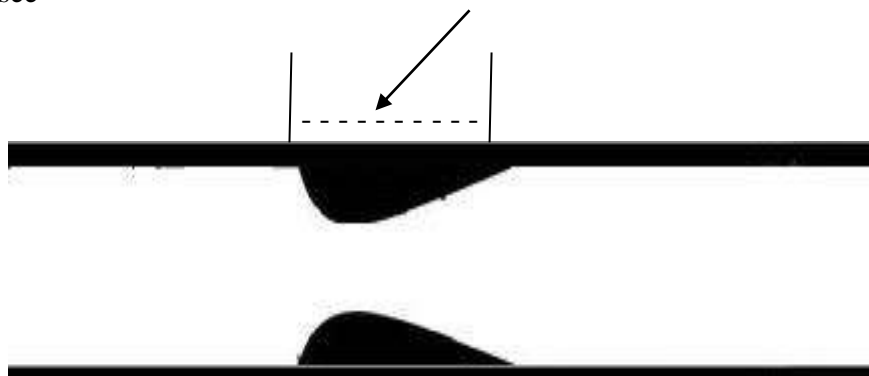


Figure 16 : Schéma représente dépôt de paraffine

CHAPITRE IV :Nettoyage Des Tubes De Paraffine

IV- 2.2 Aspect physique de la paraffine

La solubilité des paraffines (alcanes) dans le pétrole brut décroît sensiblement avec la température. La température de cristallisation commençante (T_{cc}) ou point de trouble qui est la température à laquelle les premiers cristaux de paraffines apparaissent.

La détermination de la T_{cc} dépendent étroitement de la vitesse de refroidissement où la cinétique à laquelle se dépose les cristaux de paraffine. Les valeurs de T_{cc} d'après Won, 1986 décroissent avec la vitesse de refroidissement. Lorsque le brut contenant des paraffines lourdes est refroidi très lentement et sous certaines conditions, les cristaux formés ressemblent à des aiguilles orthorhombiques ou à des plaques. En réalité les paraffines formées sont un mélange de cristaux hexagonaux et orthorhombiques(voir Figure16) d'après Maurcio et al.2003



Figure 17: Cristaux de paraffines. Image tirée de l'article Maurcio et al.2003

IV- 2.3 Origine et conséquence des dépôts de paraffine dans le Brut

La diffusion moléculaire est le principal mécanisme moteur de la cinétique ou vitesse de dépôt de paraffine sur les parois froides des conduites. L'existence d'un gradient de concentration de la paraffine dissoute dans le brut engendre automatiquement la diffusion moléculaire. En effet, le brut transporté dans les conduites est refroidi par l'environnement extérieur, il apparaît donc un gradient de température dans le brut. Dans tous les endroits du brut où la température est inférieure à la température de cristallisation commençante (T_{cc}), les paraffines de poids moléculaire les plus élevées se déposent. Il y a donc localement une phase solide en équilibre avec le brut. Nous avons vu dans le paragraphe ci-dessus que la solubilité des paraffines est une fonction décroissante de la température. Ainsi, l'apparition d'un gradient de température dans le fluide engendre un gradient de concentration de paraffines dissoutes. L'huile (le brut) près de la paroi est plus froide que celle dans le cœur du fluide. C'est donc en proche paroi qu'il y a un déficit d'alcanes dissous. Pour le combler, le système (huile + paraffines dissoutes) s'équilibre en faisant migrer des paraffines à l'état liquide du cœur du brut vers la paroi où elles se déposent à leur tour. La vitesse de dépôt de paraffine sur paroi froide des conduites est traduite par l'équation de la diffusion moléculaire:

$$\lambda dF_c dT$$

$$V_d = \frac{\lambda}{\mu} * \frac{dF_c}{dT} * \frac{dT}{dy}$$

$$\mu dT dy$$

V_d = Cinétique de dépôt ; λ = Coefficient de diffusion ; μ = Viscosité du brut ; F_c = Fraction cristallisée ; dT/dy = Gradient de température ; T = Température

CHAPITRE IV :Nettoyage Des Tubes De Paraffine

Et ces dépôts ont pour inconvénients

- La réduction de la section des conduites voire même obstruction partielle ou encore totale (voir Figure 17) si aucune mesure préventive n'est prise tôt ;
- L'Augmentation de pertes de charge dans le tubing ;
- La génération des MAPs dynamique et statique liés respectivement à l'accumulation successive de la paraffine sans arrêt du puits et au déparaffinage du puits (opération Wireline) avec arrêt de la production.



Figure 18: Extraction du dépôt de la paraffine formé

En fin de pallier à ce problème des dépôts de paraffine dans les conduites, plusieurs traitements : Préventifs et curatifs sont disponibles sur le marché.

IV- 3 Traitements préventifs du brut paraffinique

Ces traitements consistent d'empêcher les cristaux de paraffine de vite se déposer sur les parois froides des conduites de transport du brut paraffinique en les dispersant dans l'huile.

Quand le risque de paraffine est connu dans un puits, on peut prévenir ou limiter les dépôts sur paroi froide soit par voies chimiques, soit par voies thermiques.

IV- 3-1 Voies chimiques de traitement du brut paraffinique

Elles ne sont jamais totalement efficaces. En conséquence, Elles sont utilisées le plus souvent pour assister les voies mécaniques de traitements, dans la mesure où elles permettent de limiter la fréquence d'intervention Wireline.

Pour que le traitement par voie chimique soit efficace, il faut injecter le fluide de traitement à une forte concentration (70 – 150) ppm⁷. Un ordre de grandeur de leur coût est de 3 à 5 €⁸ par Kg de produit chimique. Une pré-sélection au laboratoire est possible par des tests. Une validation par un essai sur site est toujours nécessaire.

On notera qu'une combinaison « chimique/mécanique » est quelquefois nécessaire pour limiter les risques de blocage au cours de la production.

Quand la température du brut diminue, les paraffines cristallisent graduellement en particules sous forme d'aiguilles ou de petites plaques (voir Figure 16)

Lors de la cristallisation des différentes paraffines, un réseau à trois dimensions se forme dans le brut, entraînant une forte augmentation de la viscosité pouvant éventuellement rendre

CHAPITRE IV : Nettoyage Des Tubes De Paraffine

l'écoulement impossible. Plusieurs gammes des produits chimiques sur le marché peuvent résoudre ce problème des paraffines qui cristallisent dans l'huile (pétrole brut). C'est le cas :

- Des abaisseurs de point d'écoulement:

Des polymères ou des agents tensio-actifs spécifiques peuvent interférer sur la formation de ces réseaux en limitant la croissance des cristaux paraffiniques et en produisant des cristaux plus petits. La transformation de ces cristaux réduit la croissance et la cohérence du réseau cristallin dans le brut, permettant ainsi un abaissement de son point d'écoulement.

- Des dispersants des cristaux de paraffine

Les dispersants des cristaux de paraffine sont des produits chimiques réputés par le pouvoir de leurs agents tensio-actifs ioniques qui dispersent les cristaux de paraffine dans l'huile (pétrole brut). Ces produits commercialisés et étudiés en laboratoire ainsi que les applications sur sites ont démontré leurs efficacités à réduire de manière significative les phénomènes de dépôt des paraffines en les dispersant dans le brut (voir Figure 18) qui montre qu'avant traitement par le produit chimique, les cristaux de paraffine sont suffisamment groupés mais après traitement par le produit chimique (dispersant de paraffine) les cristaux de paraffine deviennent disperser ou éparpiller[7].



Figure 19 : Traitement des cristaux de paraffine par un dispersant de paraffine

CHAPITRE IV :Nettoyage Des Tubes De Paraffine

IV- 3-2 Voies thermiques

On dispose suivant les cas, de différentes techniques dont le réchauffage des tubings par induction (test grandeur nature sur Coucal), l'isolation des annulaires par le vide, gazoil, gazoil gélifié, d'aérogel... (Ex: Avocette), l'isolation ou l'ensouillage des lignes sous-marines, (Ex: Lille-Frigg, Girassol, Moho,...), "pipe in pipe" (PiP) isolé ou réchauffé (Tchibeli sur Pointe Noire Grand Fond Sud), flexible chauffant, etc. Le réchauffage de tubings ou pipes partiellement ou totalement colmatés est très difficile et peu économique. En effet, il est d'une part souvent difficile d'amener les calories à l'endroit voulu: l'utilisation de coiled tubing est pratiquement toujours nécessaire. D'autre part, la température à atteindre est toujours très élevée, la fonte ou la dissolution d'un dépôt sur paroi se produisant en général autour de 70°C¹⁰.



Figure 20: traitement thermique par Pipe in Pipe (PiP)

IV- 4 Traitement curatif de paraffine dans le brut

Dans les conduites, les paraffines qui se déposent sont toujours mélangées aux sédiments et à l'eau. Le nettoyage de ces conduites est donc exclusivement "mécanique" avec des moyens humains et donc des coûts importants. Pour ce qui concerne nos recherches, nous nous limiteront seulement au traitement des dépôts sur paroi froide dans les tubings. [7]

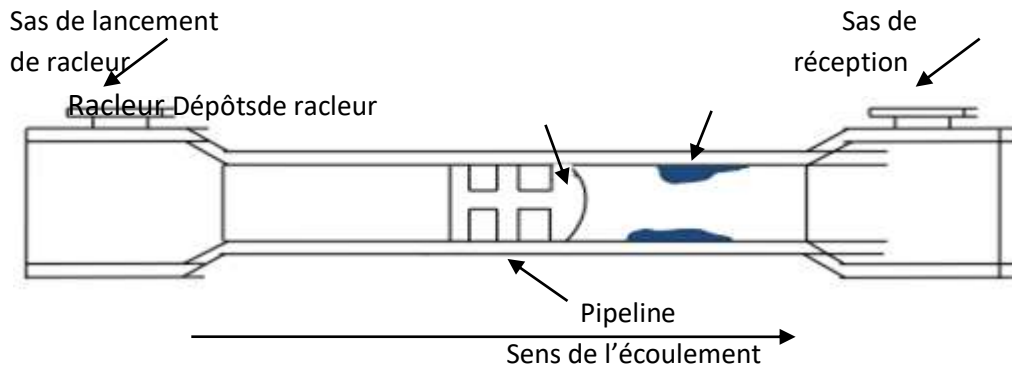
IV- 4-1 Voies mécaniques

Ce sont, et de loin, les moyens les plus utilisés. Le passage de racleurs dans les pipes ou le nettoyage des tubings par wireline connaît cependant quelques limitations :

- Il est très dangereux de racler une ligne après une longue période sans nettoyage. La grande majorité des bouchages des conduites (tubings, pipelines...) répertoriés par les opérateurs se sont produits dans ces conditions,
- Le raclage périodique est souvent incompatible avec les objectifs d'opération à distance avec une visite espacée des installations.
- Les opérations de wireline sont difficiles voire impossibles sur les exploitations par grands fonds.
- Le raclage des lignes reliées à des puits sous-marins nécessite leur doublement,
- L'utilisation de TLF (Through Line Flow) pour nettoyer les lignes et les tubings de puits sous-marins impose l'installation de compléments très coûteux.

CHAPITRE IV :Nettoyage Des Tubes De Paraffine

En conséquence, bien que toujours d'actualité et toujours intéressants en terme de coût, les moyens mécaniques ont été, et seront sans doute de plus en plus, complétés par d'autres techniques.



Exemple sur : raclage des dépôts des pipelines

Conclusions

Un code monodimensionnel pour un écoulement de fluide viscoplastique thermodépendant et dépendant de la quantité de paraffine cristallisée dans une géométrie de C.C a été développé afin de mettre en évidence la création d'un dépôt de paraffine à la paroi froide.

Les résultats obtenus sont encourageants. En effet nous avons pu constater que le mécanisme d'enrichissement fonctionne bien: il diminue la concentration de la paraffine liquide dans le brut et augmente la quantité de paraffine solide près de la paroi modifiant localement le comportement rhéologique du fluide. De plus nous avons constaté l'apparition d'un dépôt de paraffine qui croît au cours de temps jusqu'à atteindre une épaisseur constante. Cette épaisseur est atteinte lorsque la paraffine liquide est complètement cristallisée.

Conclusion générale

Conclusion générale

Conclusion générale

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

L'objectif de l'unité de déparaffinage est d'abaisser les points trouble et les points d'écoulement des huiles de base à la sortie de l'unité de l'extraction des aromatique, en éliminant les molécules paraffiniques à point de cristallisation très bas.

L'objectif principal de cette étude consistait à suivre les procédés de fabrication des différents grades d'huiles de base tels que : Spindle (SPO), Mi-visqueuse (SAE10), Visqueuse (SAE30), et Bright Stock (BS) qui sont produites au niveau de la zone 05 (Unité 400), et leurs analyses au laboratoire. Grace aux différents méthodes physico-chimiques telles que : la densité, la viscosité, le point d'éclair, la couleur, etc.... et qui sont envoyées vers l'unité 500 (hydrofinishing) où on leurs ajoute divers additifs pour obtenir des huiles finies qui seront par suite commercialisé.

On conclu que les équipements de procédé de déparaffinage jouent un rôle très important dans la qualité des huiles obtenus et leur réparation peut nous coûter très cher.

Les résultats obtenus permettent de mettre en évidence que la présence des paraffines a une influence significative sur la diminution de la température, la viscosité, le point d'écoulement et le changement de couleur sur les huiles précédentes.

De même, on a constaté l'importance de ce complexe pour l'économie et la richesse industrielle du pays par satisfaction des besoins du marché national et international, grâce au sérieux et le dévouement des personnels de la raffinerie d'Arzew en particulier les gents de la zone 05.

Afin d'obtenir une bonne qualité des huiles dans l'unité 400, on suggère une maintenance et un bon entretien des filtres et des équipements.

- D'assurer un point d'écoulement des huiles produits entre -9°C et -12°C respectant les spécifications du design.
- D'assurer qu'il n'ya pas de passage des paraffines dans l'huile à travers la toile de filtre rotatif.
- Il faut faire raclage des pipelines pour assurer et optimiser le transport de pétrole à l'unité de traitement.

Références

Références

1. Fiche technique de complexe RA1/Z
2. J-P WAUQUIER, "Procédé de séparation", Tome.II, 1994.
3. Foster Wheeler, Manuel opératoire design, 1973.
4. Manuel Opératoire de HB3, octobre 1980.
5. Manuel Opératoire de HB4.
6. P. Wuithier, "Raffinage et génie chimique", Tome. II, Edition Technip, Paris, 1972.
7. PATC Nettoyage Des Pipieline Sept 2015

annexe

annexe

Débits du design

La charge m ³ /h pour TDC=100%	26,4
Le solvant de dilution	105,6
La vapeur surchauffée d'E - 401 kg/h	700
L'air de refroidissement d'E - 402 kg/h	250 000

Identification des équipements

Les colonnes

Repère	Service	T° (travail). °C	Pression (travail) bar
C402A	Evaporation (huile) atmosphérique	102	0,16
C402B	Evaporation (huile) sous pression	216	2,1
C403A	Evaporation (huile) atmosphérique finale	204	0,16
C403B	Stripeur d'huile déparaffinée	201	0,16

Les ballons

Repère	Service	Temp. °C (travail)	Pression (travail) bar
D401	Alimentation des filtres de déparaffinage	-24	ATM
D405	Recette du filtrat du déparaffinage	-24	158mmHg
D408	Solvant sec et humide	52	ATM

Les aéro-réfrigérants

Repère	Service	Côté tube (travail)	
		Temp. (°C)	Pression (bar)
E402 Ar	Refroidisseur du mélange d'alimentation	71-48,9	16,3
E418 Ar	Refroidisseur d'huile	135-50	8,0

Les échangeurs

Repère Temp. °C	Service Presion bar	Côté calandre (calcul)		Côté tubes (calcul)	
		Temp. °C	Presion bar	Temp. °C	Presion bar
E401	Réchauffeur du mélange d'alimentation	250	4,5	86	29
E403 A-D	Echangeur à grattoirs du déparaffinage	-29 ; +50	22,3	-29, +50	29
E404 A	Réfrigérants à grattoirs du déparaffinage	-29 ; +50	17	-32,+50	18+FV
E405	Echangeur solvant sec/filtrat de déparaffinage	67	17	56	22,5
E113	Réchauffeur du mélange de gatsch	250	4,5	70	9,1
E416	Echangeur filtrat déparaff/ vapeur atmosphérique		14,2	100	5,6
E417	Echangeur filtrat déparaff/ huile	113	5,6	115	5,6
E420	Echangeur filtrat déparaff/ vapeur sous pression	214	2,5	157	4,3
E438	Condenseur de propane	60	4,5	92	6,5

Les bacs du stockage

Repère	Service	Dimensions			
		Diamètre (ext.) mm	Hauteur mm	Capacité m ³	Coef.vol. m ³ /m
TK402	Réservoir tampon du mélange de gatsch	3050	7850	56,9	7,2
TK403	Réservoir tampon de solvant pollué	4570	5490	89,6	16,3

annexe

Températures du design

EMPLACEMENT	T°C	EMPLACEMENT	T°C
Charge entrée E.401	65	Filtrat.sortie E.417	99
Charge sortie E.401	70	Filtrat.sortie E.420	97
Charge sortie E.402	49	Solvant tete C.402B	150
Filtrat entrée E.403A	-5	Filtart fond C.402B	215
Charge sortie E.403B	-5	Filtart fond C.402A	100
Filtrat sortie E.403C	15	Solvant tete C.403A	107
Charge. Sort. E.403.D	-5	Filtrat fond C.403A	210
Charge. Sort. E.404.A	-14	Solvant tete C.403B	190
Charge. Sort. E.404.B	-24	Solvant tete C.402A	97
Charge. Sort. E.404.C	-14	DO fond C.403B	205
Charge. Sort. E.404.D	-24	Charge sortie E.403.A	25
Charge. Sort. D.401	-24	Charge sortie E.403.C	25
Gatschasp P.407	20	Filtrat départ.P.404	-24
solvant humide D.408	50	Vapeur HP TK.401	380
filtrat sortie E.440	225		
gatsch sortie E.413	70		