وزارة البحث العلمي والتعليم العالي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPEREUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعـــة عبد الحميد بن باديس مستغانم
Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem
كـــلـيـة الـعـــلـــوم والـتـكـنـولـوجـيـا
Faculté des Sciences et de la Technologie
DEPARTEMENT DE GENIE DES PROCEDES

N° d'ordre : M2...../IP/2019

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES DE MASTER ACADIMIQUE

Filière : Génie des procédés
Option : Génie pétrochimique

Thème

Impact de dégradation de la toile filtrante sur le procédé de déparaffinage

Présenté par :

M$^{\textbf{elle.}}$ BENYOUSSA Fatima

Soutenu le 18 /07/ 2019 devant le jury composé de :

Président :	Dr. BELHADJI Amel	MCB	Université de Mostaganem
Examinateur :	Dr. BESSAHA Fatiha	MCA	Université de Mostaganem
Rapporteur :	Dr. AGUEDAL Hakim	MCB	Université de Mostaganem

Année Universitaire 2018/2019

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier « ALLAH » le tout puissant pour m'avoir donné la foi en lui, d'avoir éclairé mon chemin et de m'avoir guidé dans le meilleur vers le bon chemin.

En second lieu, Je tiens à remercier mon encadreur « Dr. AGUEDAL Hakim» Docteur en Génie des Procédés à l'Université Abdelhamid Ibn Badis – Mostaganem, pour son aide, ses conseils et pour son temps qu'il a bien voulu me consacrer m'a poussé à réaliser ce mémoire.

Je remercie les membres du jury « Dr. BESSAHA Fatiha» et « Dr. BELHADJI Amel » d'avoir accepté d'évaluer ce travail par leurs commentaires constructifs, leur bon sens et leur expérience

Je tiens à notifier un remerciement spécial à « Mr.ghazli benyebka » chef service de la zone 05 qui m'aidés et encourager à effectuer ce stage.

Je désire aussi exprimer mon profonde gratitude envers « Mr. Benchohra Abdel Hafid » pour son collaboration, son suivi et ses conseils.

Ainsi que mes remerciements les plus respectueux à Tout le personnel du département de production HB4.

Enfin, je tiens également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

J'ai le grand honneur de dédier ce travail a mon père ;

A la mémoire à feu et à la plus chère personne de ma vie : ma mère ; qu'elle repose en paix

A ma chère sœur « Samira » ;

A mes frères;

A mon cousin;

A toute ma famille ;

A tous mes amis sans exception ;

A tous les enseignants et les enseignantes da la faculté ;

Et à tous ceux qui me sont chers.

Sommaire

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.....4
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 10
II-2. Lubrifiants et les huiles de base :.....10
II-2-1.Définition d'un lubrifiant :.....10
II-2-1 .Rôle et importance de lubrification 11
II-2-2.Propriétés des huiles :.....11
II-2-3. Les tendances des huiles :.....13
II-2-4.Les caractéristiques des huiles :.....13
II-3. Chaine de fabrication des huiles.....16
II-3-1. Distillation atmosphérique de pétrole brut.....16
II-3-2. Unités Principales de la zone 05 de fabrication des huiles de base :.....16
II-3-3. Compoundage des huiles finies.....24
II-3-4. Classification des additifs 25
I1-3-5. Les huiles produites à la raffinerie d'Arzew 25
II-4.Conclusion.....25

Chapitre III: Le Procédé de déparaffinage au solvant

III-1. Introduction :.....28
III-2. But du déparaffinage.....28
III-3. Charges et produits.....28
III-3-1. Choix du solvant :.....30

III-3-2. Les caractéristiques des solvants Méthyle-Ethyle-Cétone/Toluène : 31
III-3-3. Conditions d'emploi des solvants pour le déparaffinage : 31
III-4. Description d'un filtre rotatif : 32
III-5. Principe de filtration 33
III-6. Influence de la nature de la charge 34
III-7. Influence de la composition du solvant 35
III-8. Influence de la température finale 36
III-9. Description général de l'unité 400 (zone 05) : 36
III-9-1. Section de réfrigération et filtration : 36
III-9-2. Section de récupération de l'huile déparaffinée : 36

Chapitre IV: discussion des résultats et interprétation

IV-1. Position du problème 38
IV-2. Les sources possibles de fluctuation du point d'écoulement 39
IV-2-1. Influence du taux de MEK (Mehyl Ethyl Keton) et la température de refroidissement sur le point d'écoulement 39
IV-2-2. La teneur en eau et en MEK dans le solvant sec 41
IV-2-3. La relation entre le point d'écoulement et le rendement du procédé de déparaffinage 42
IV-3. Facteurs responsables de la dégradation de la toile 43
IV-4. L'influence de fluctuation du point d'écoulement sur la production 44
IV-4-1. Le cout de réparation de la toile filtrante : 44
IV-4-1. Le coût des pièces utilisées pour la réparation : 45
Conclusion 47
Conclusion générale 50

Liste des tableaux

Tableau 01: Les propriètés des familles chimiques hydrocarbures dans l'huile de base[9]. 12
Tableau 02 : Caractéristique physico-chimiques des solvants MEK et toluène. 31
Tableau 03: Caractéristiques de l'huile déparaffiné. 35
Tableau 04: Les différentes analyses effectuées au laboratoire. 38
Tableau 05 : Quelques caractéristiques de la toile filtrante..... 44
Tableau 06 : Le salaire des agents GC et GM. 45
Tableau 07: Coût des pièces utilisées pour la réparation. 45
Tableau 08 : Prix de différent grade d'huile de basse. 45
Tableau 09 : Prix de filtre et deux pompes. 46

Liste des figures

Figure 01:situation géographique de RA1/Z. 3
Figure 02 : Organigramme de la raffinerie d'ARZEW. 4
Figure 03 : Capacité de production des différents produits pétroliers. 5
Figure 04: Plan de la raffinerie d'Arzew. 8
Figure 05:composition d'un lubrifiant. 10
Figure 06: Schéma simplifie de la fabrication des huiles de base. 15
Figure 07: Schéma simplifie de distillation sous vide. 17
Figure 08: Schéma simplifie de désasphaltage au propane. 19
Figure 09:Structure chimique de Fufural. 20
Figure 10: Schéma simplifie de l'extraction des aromatiques. 21
Figure 11: Schéma simplifie de déparaffinage au MEK/Toluène. 22
Figure 12: Schéma simplifie de l'hydrofiniching. 23
Figure 13 : Schéma de principe d'une unité de déparaffinage. 30
Figure 14 : Filtre rotatif. 32
Figure 15: Schéma simplifie de l'unité de déparaffinage (U400). 38
Figure 16: La variation de point d'écoulement. 39
Figure 17 : Effet de température de refroidissement sur le point d'écoulement. 40
Figure 18 : La variation de taux de MEK et le point d'écoulement. 41
Figure 19 : Teneur en eau et en MEK dans le solvant sec dans le cas réel. 42
Figure 20 : L'évolution du rendement de procédé de déparaffinage et de PP. 42
Figure 21: Les différentes toiles filtrantes utilisées dans les filtres de l'unité 400, (a) toile ancienne et (b) toile actuelle. 43

Liste des abréviations

Symbole	Désignation
BRA	Brut Réduit Atmosphérique
BRI	Brut Réduit Importé
RSV	Résidu Sous Vide
LGO	Light Gas Oil (gasoil Léger)
HGO	Heavy Gas Oil (gasoil lourd)
SPO	Spindle Oil
MVO	Medium Viscous Oïl (huile visqueuse moyenne)
VO	Viscose Oil (huile visqueux)
BS	Bright Stock
SAE	Society of Automotive Engineers (**Société** des ingénieurs de l'automobile)
DAO	De-Asphalted Oil (huile dé-asphalté)
HP	Haute Pression
MP	Moyen Pression
BP	Basse Pression
HB3	Huile de Base 3
HB4	Huile de Base 4
Gatch	Paraffine issue de la filtration
PP	Pour Point (point d'écoulement)
MEK	Méthyle-Ethyle-Cétone
GM	Groupe Mécanique
GC	Groupe mécanique Statistique

Résumé :

Dans le cadre de ce travail de fin d'études, qui a été effectué au sein de la raffinerie d'Arzew. Ce complexe comprend plusieurs unités de traitement, chacune de ces unîtes est spécifié par son procède de traitement du pétrole brute ou bien de ses dérives. L'objectif de ce travail est l'évaluation des performances des équipements de l'unité 400 de déparaffinage au solvant dans la section de filtration et l'influence des paramètres opératoires comme : le taux de MEC, la température de refroidissement et la teneur en eau dans le solvant, sur le point d'écoulement, donc, sur la qualité de la charge et aussi sur l'économie de la production. D'après les résultats obtenus on conclue que la dégradation de la toile filtrante est le facteur principal de la fluctuation de points d'écoulement.

Mots clés : Huiles de base, Déparaffinage, MEC/Toluène, Filtration.

Abstract:

In the frame of this graduation work, which was carried out in the refinery of Arzew. This complex comprises several treatment units; each of these units is specified by its crude oil treatment process or its derivatives. The objective of this work is to evaluate the equipments performances of the unit 400 of solvent dewaxing in the filtration section and the influence of the operating parameters such as : the rate of MEK, the cooling temperature and the content of water in the solvent, on the pour point, therefore, on the quality of the load and also on the economy of production. From the obtained results, we concluded that the degradation of the filter cloth is the main factor of pour point fluctuation.

Key words: Basic oils, Dewax, MEK / Toluene, Filtration.

ملخص:

في إطار إنجاز مذكرة ألتخرج الذي تمت على مستوى مصفاة أرزيو. يشتمل هذا المجمع على عدة وحدات المعالجة، يتم تحديد كل وحدة من هذه الوحدات بواسطة عملية لمعالجة كل من البترول الخام أو مشتقاته. الهدف من هذا العمل هو تقييم أداء معدات الوحدة 400 لإزالة الشموع في قسم الترشيح وتأثير معاملات التشغيل مثل معدل MEC، ودرجة حرارة التبريد ومحتوى الماء في ألمذيب على نقطة ألصب وبالتالي على نوعية المنتج وكذلك على الاقتصاد في الإنتاج. من خلال النتائج المتحصل عليها نستخلص على أن تدهور قماش الترشيح هو العامل الرئيسي لتغيرات نقطة الصب.

الكلمات المفتاحية: الزيوت الأساسية، إزالة الشموع، MEC\التولوين، الترشيح.

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 asphaltes.

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 différent 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 celle d'Arzew dans laquelle nous avons effectués 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 ; trois 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 (SPO, SAE10, 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 a point de fusion élevé et de faible teneur en huile.

Dans le cadre de notre projet de fin d'études, ils nous ont été confiés comme tâche d'étude la dégradation de la toile filtrante et les paramètres qui influent sur le point d'écoulement de l'huile de procédé de déparaffinage.

L'objectif de ce projet est de présenter une vérification du point d'écoulement du procédé de déparaffinage au solvant, dont on présente une étude systématique qui nous aidera dans la façon de traiter la charge (huile + paraffine) dans toute la chaine de fabrication dans l'unité de déparaffinage.

Pour mener à bien notre étude, nous avons structuré ce travail en deux grandes parties :

- Une partie théorique, dans laquelle nous présentons une brève description du complexe, la chaine de fabrication des huiles, et le procédé de déparaffinage au solvant.
- Une Partie pratique, dans laquelle nous allons présenter d'une façon détaillée une étude de performance du procédé de déparaffinage au solvant à partir des analyses effectués au laboratoire, la performance des équipements de l'unité et l'influence des différents paramètres opératoires sur la qualité de la charge et aussi sur l'économie de la production.

Chapitre I : Présentation du site

I- Présentation de la raffinerie :

I-1. Historique

La raffinerie d'Arzew, dénommée RA1/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 Japan Gasoline Company (JGC) et s'est étendue par une extension de ces unités de production de bitumes en 1975 ; ainsi elle a subit 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 importé (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].

I-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].

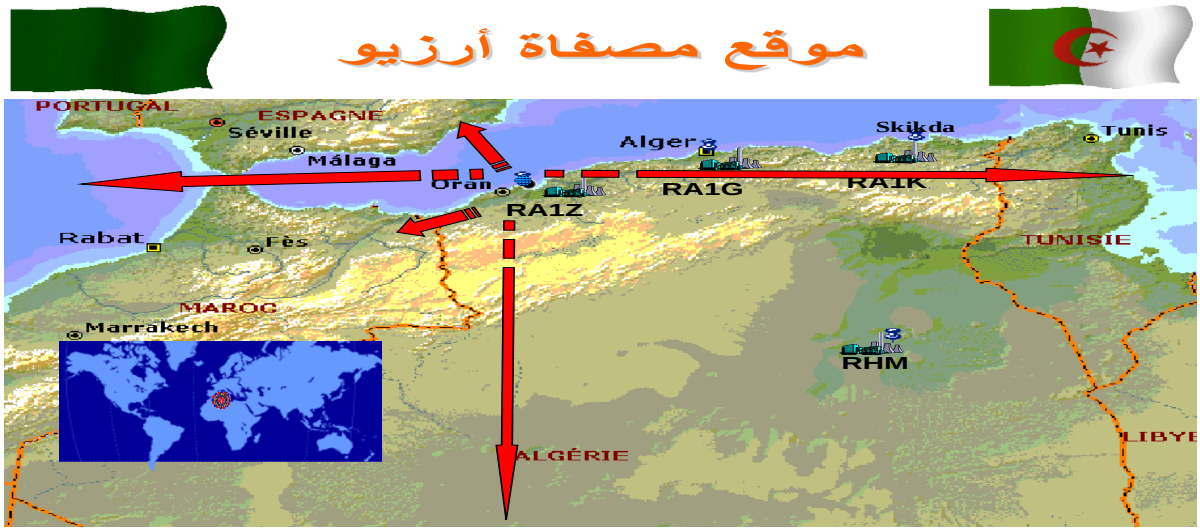


Figure 01:situation géographique de RA1/Z.

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.

I-4.Organigramme de la raffinerie d'Arzew

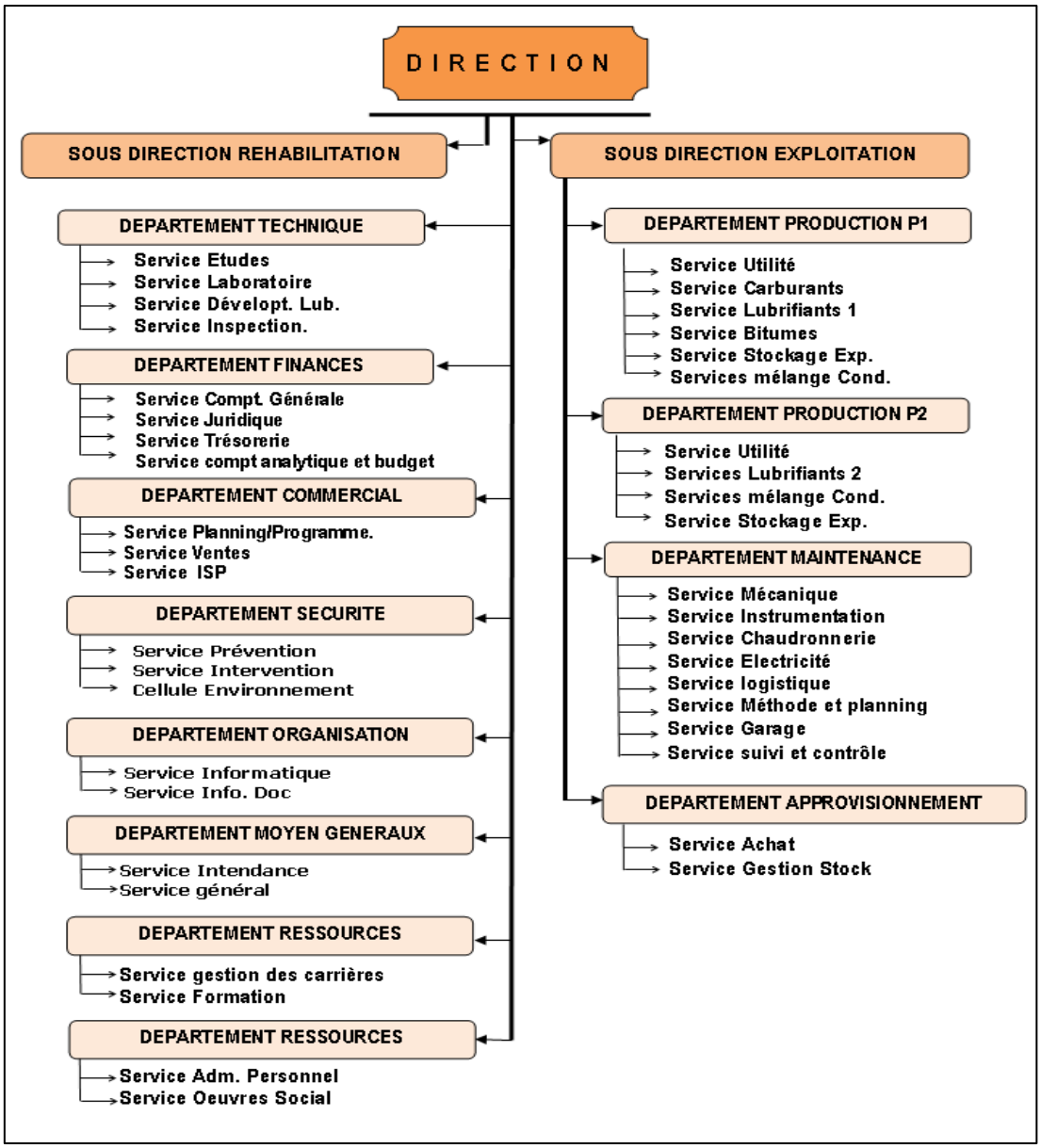


Figure 02 : Organigramme de la raffinerie d'ARZEW.

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 3.75millions 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 :

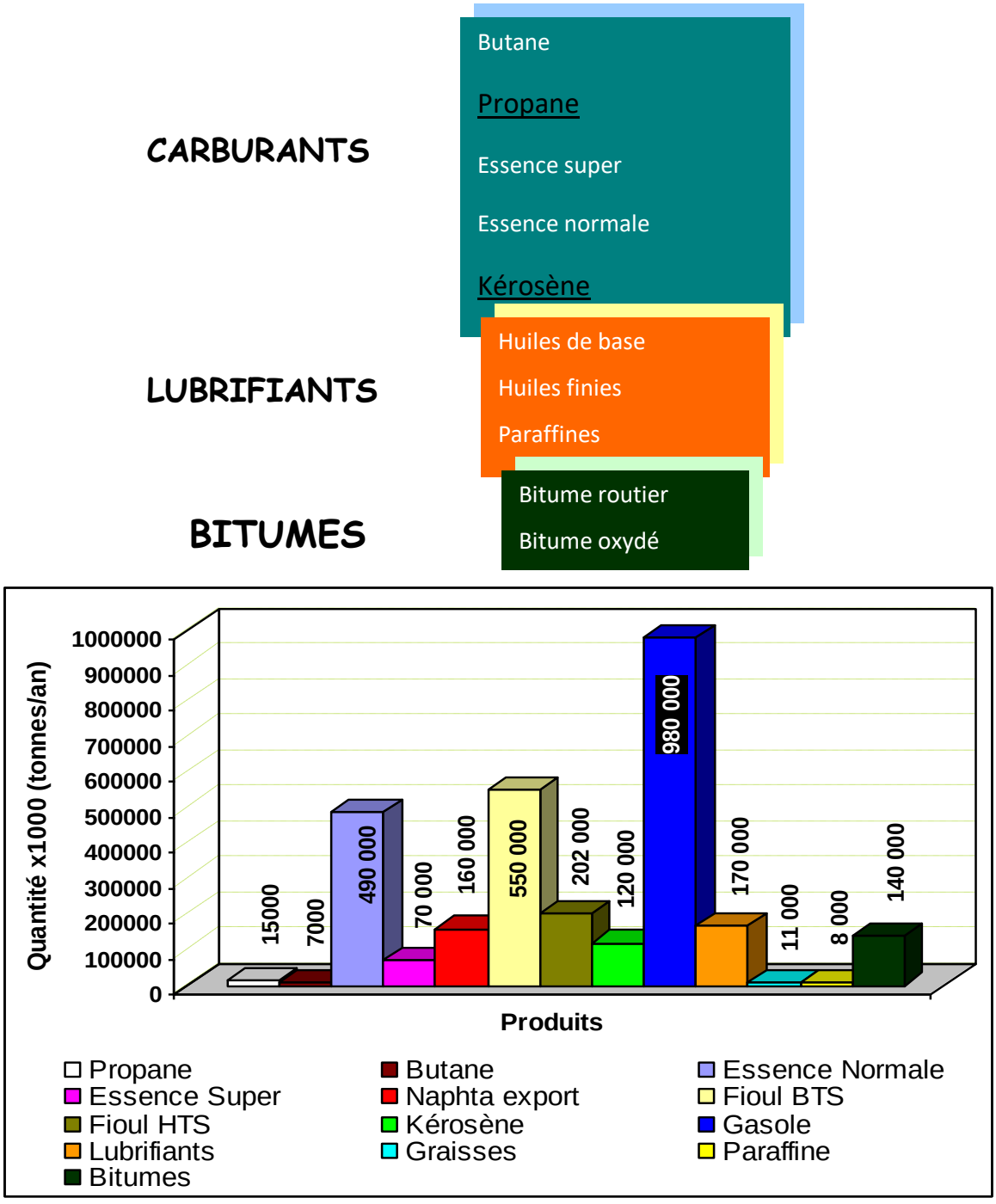


Figure 03 : Capacité de production des différents produits pétroliers.

I-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
- 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 oïl »
- 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.
- 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**.

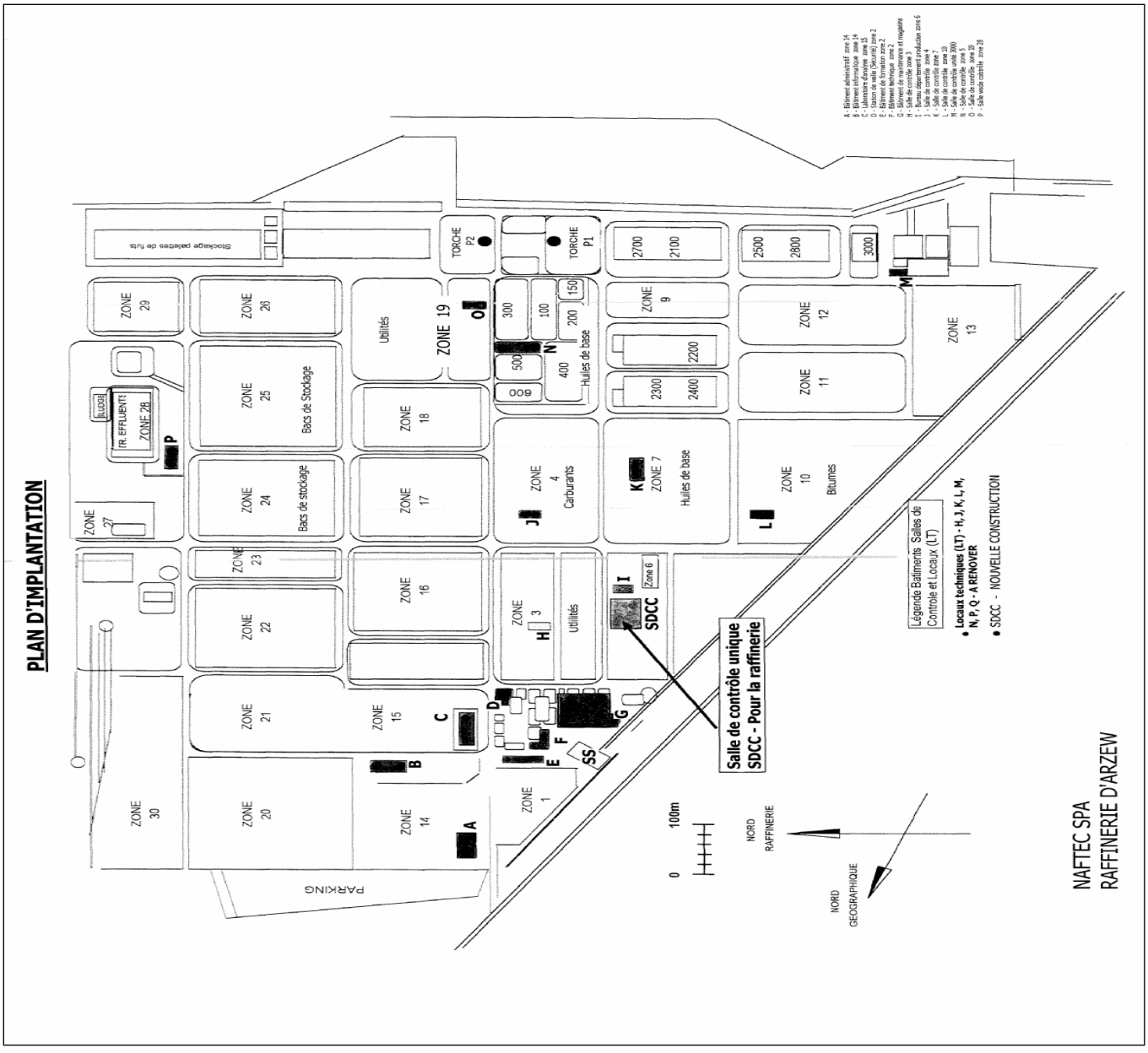


Figure 04: Plan de la raffinerie d'Arzew.

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.

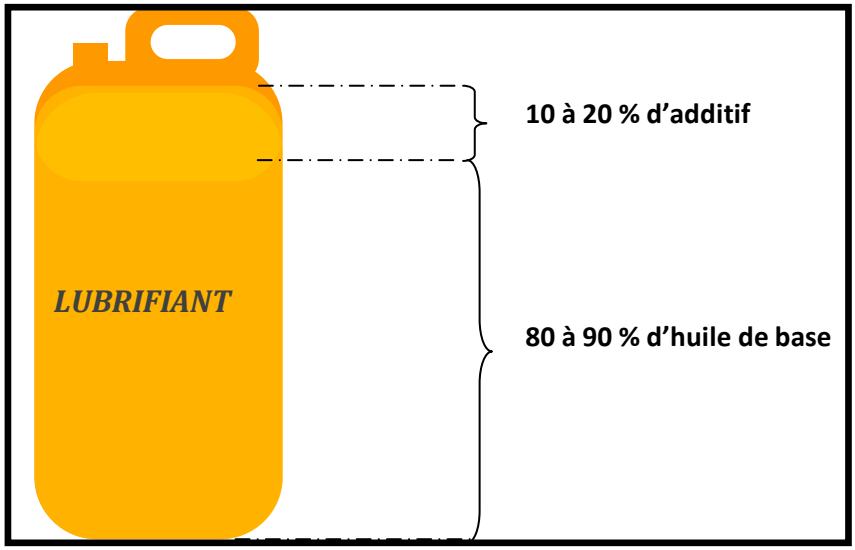


Figure 05:composition d'un lubrifiant.

II-2-1 .Rôle et importance de lubrification

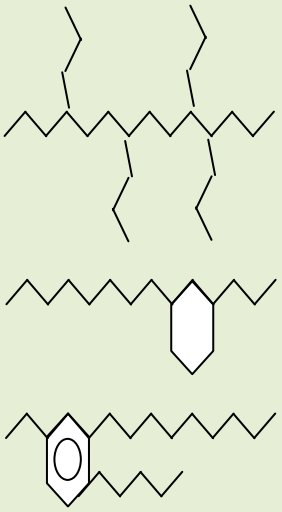
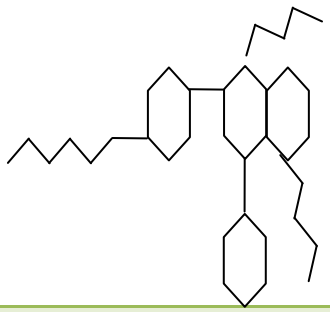
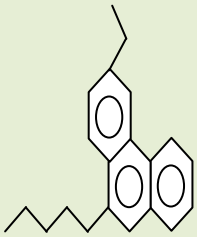
Les rôles essentiels de la lubrification peuvent se résumer pour :

- ✓ 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 naphténiques et les aromatiques. Ce sont des hydrocarbures saturés linéaires « n-paraffines » ou ramifies « iso paraffines ». Ces trois familles ont des propriétés définies dans le tableau suivant :

Tableau 01: Les propriètés des familles chimiques hydrocarbures dans l'huile de base [2].

Famille d'hydrocarbures	Structure type	Propriétés principales	
		favorable	défavorable
Paraffines en chaîne droite		Indice de viscosité élevée	Point d'écoulement élevé
Paraffines ramifiées et paraffines avec peu de cycles		-Indice de viscosité bon à élevée -Résistance à l'oxydation bonne.	
Naphténiques		- 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 ramifies « 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 naphténique:

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.
- **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 a 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 [4].
- **Le point trouble :** le point trouble des fluides est la température à la quelle les paraffines commencent à se solidifier ou se séparer de la solution lorsque ce fluide est refroidit dans les conditions normales.

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

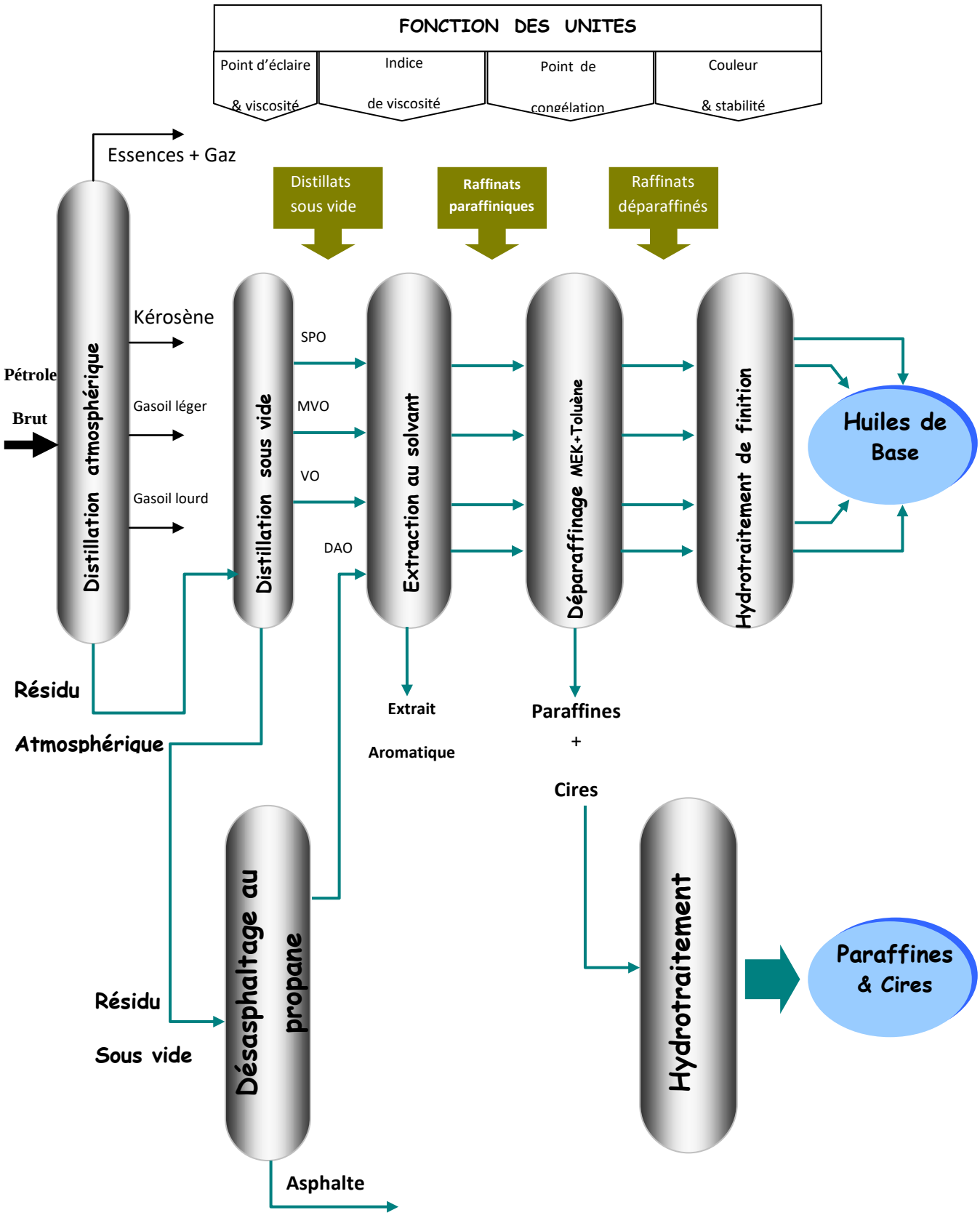


Figure 06: Schéma simplifie de la fabrication des huiles de base.

II-3. Chaine 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, SAE1O, SAE30, BS) à une capacité de 120.000 t/an,

Elle englobe deux compartiments : HB3 et HB4.

HB3 : Composé des unités suivantes [5] :

Unité 100 : distillation sous vide.

Unité 150 : huile caloporteur.

Unité 200 : desasphaltage au propane.

Unité 300 : extraction au Furfural.

HB4 : Comprend les unités suivantes [6] :

Unité 400 : déparaffinage/déshuilage au MEK-Toluène.

Unité 500 : hydrofinishing.

Unité 600 : hydrogénation des paraffines.

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

- **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[7] :

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

Remarque:

On utilise comme inhibiteur de corrosion le NH_3.

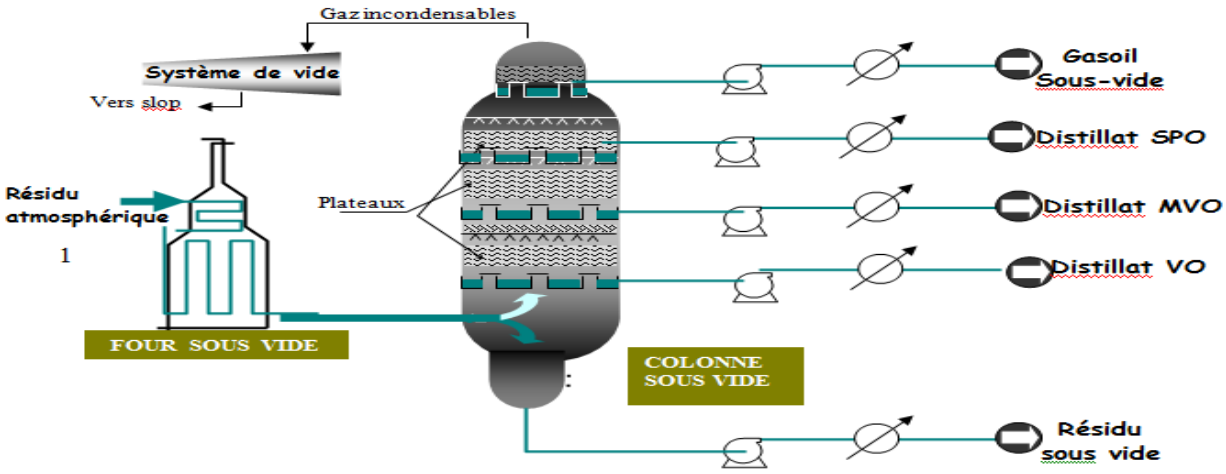


Figure 07: Schéma simplifie de distillation sous vide.

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 [7].

❖ **Principe:**

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

❖ **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 [6].

❖ **Procédé:**

Après les analyses, le résidu sous vide est un mélange constituant de 65% de (DAO) désasphalte oïl, de 30% de l'asphalte oïl, 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 le propane (C_3H_8) à contre courant dans une colonne à disque rotatif RSV.

On obtient au sommet de la colonne de la DAO+C_3H_8 (85% ajouté) et au fond de la colonne on a de l'asphalte à 15% de C_3H_8 ajouté. La récupération du propane C_3H_8 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 [4].

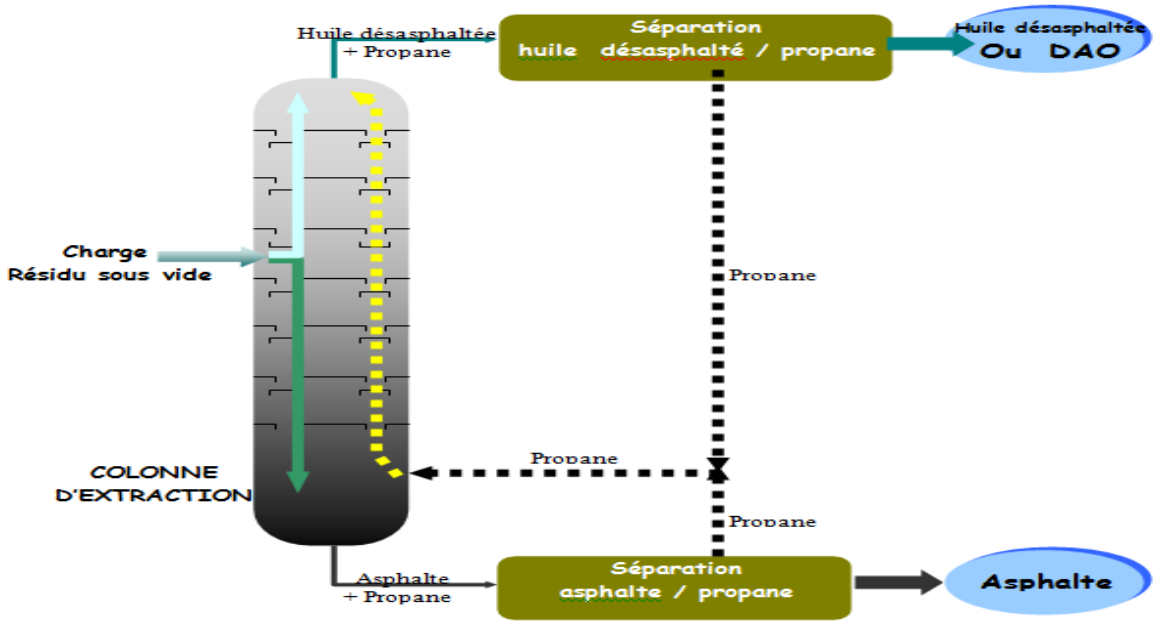


Figure 08: Schéma simplifie de désasphaltage au propane.

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 [4].

- **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 doits 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 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 [8].

❖ **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 :

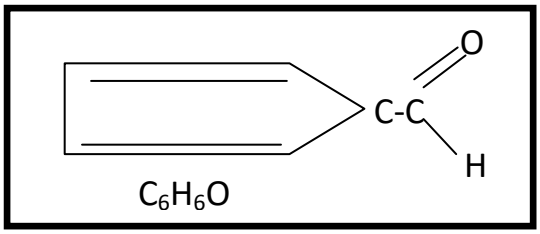


Figure 09:Structure chimique de Fufural.

❖ **Les Caractéristique physique de furfural :**

- ✓ Poids moléculaire : 96,08 g/mole ;
- ✓ Point d'ébullition : 161,7 °C ;
- ✓ D_{25}^{4}=1,1563 ;
- ✓ Point d'inflammabilité : 60°C ;
- ✓ La température d'auto-inflammation : 316°C.

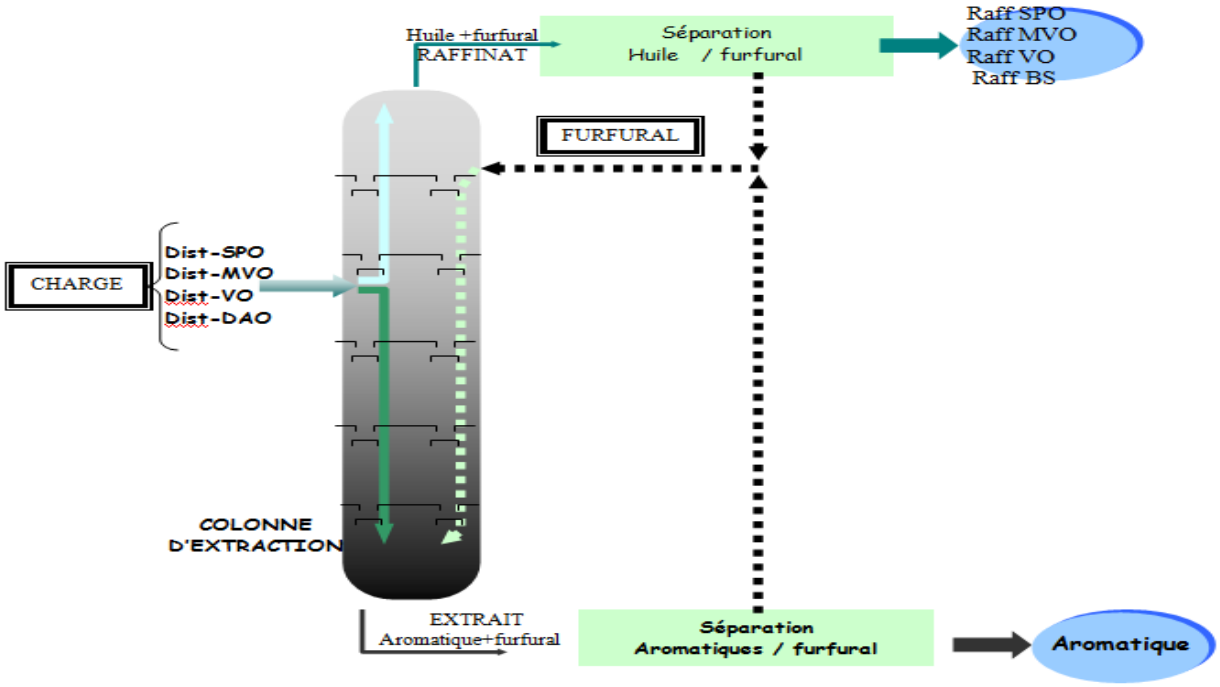


Figure 10: Schéma simplifie de l'extraction des aromatiques.

b- Le compartiment HB4

1-Déparaffinage au MEC/Toluène (U400)

Les molécules paraffiniques à chaines droites ou ramifiées ont tendance à ce cristallisé 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) [3].

- **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) [3].

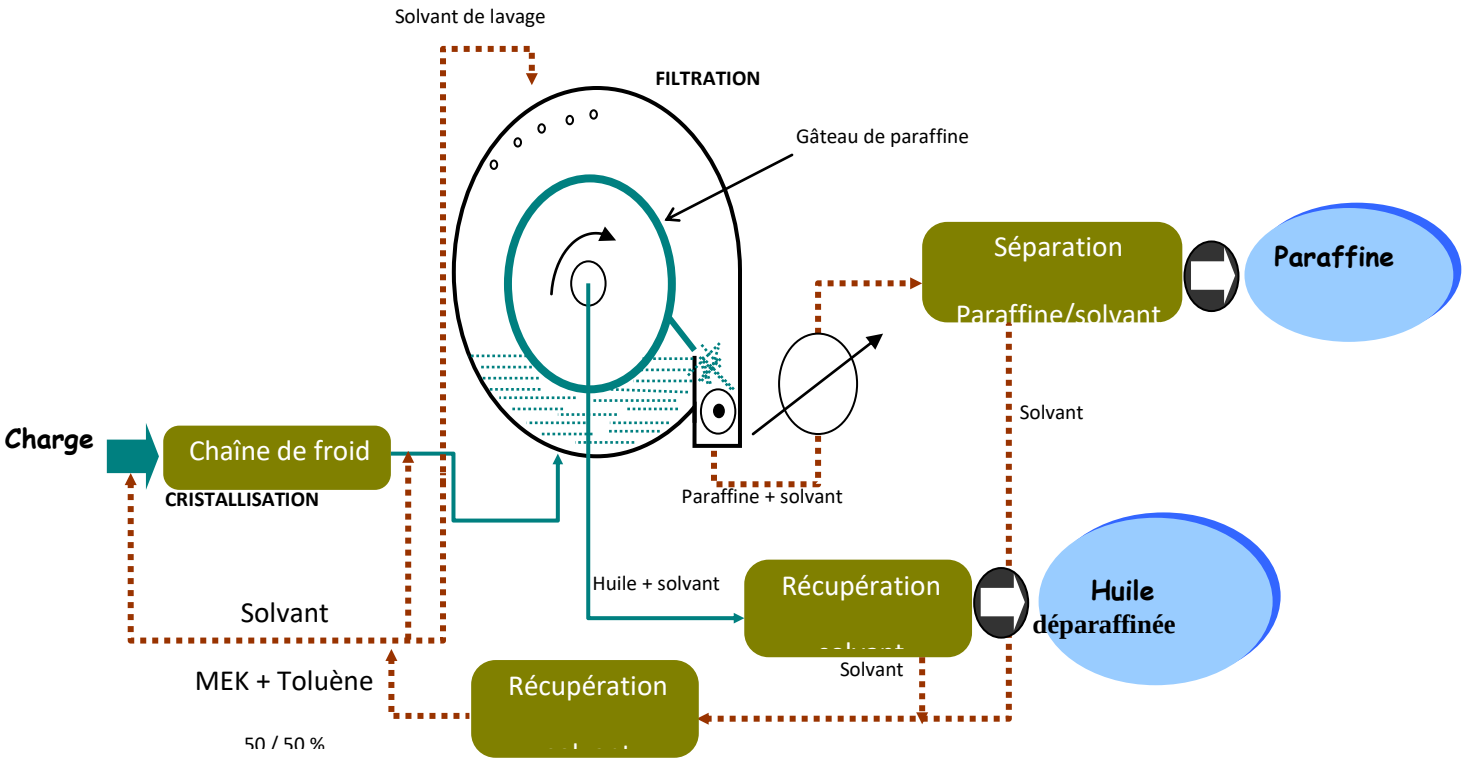


Figure 11: Schéma simplifie de déparaffinage au MEK/Toluène.

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) [6].

❖ **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 à 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 H_2S, NH_3 et H_2O à l'aide d'hydrogène [6].

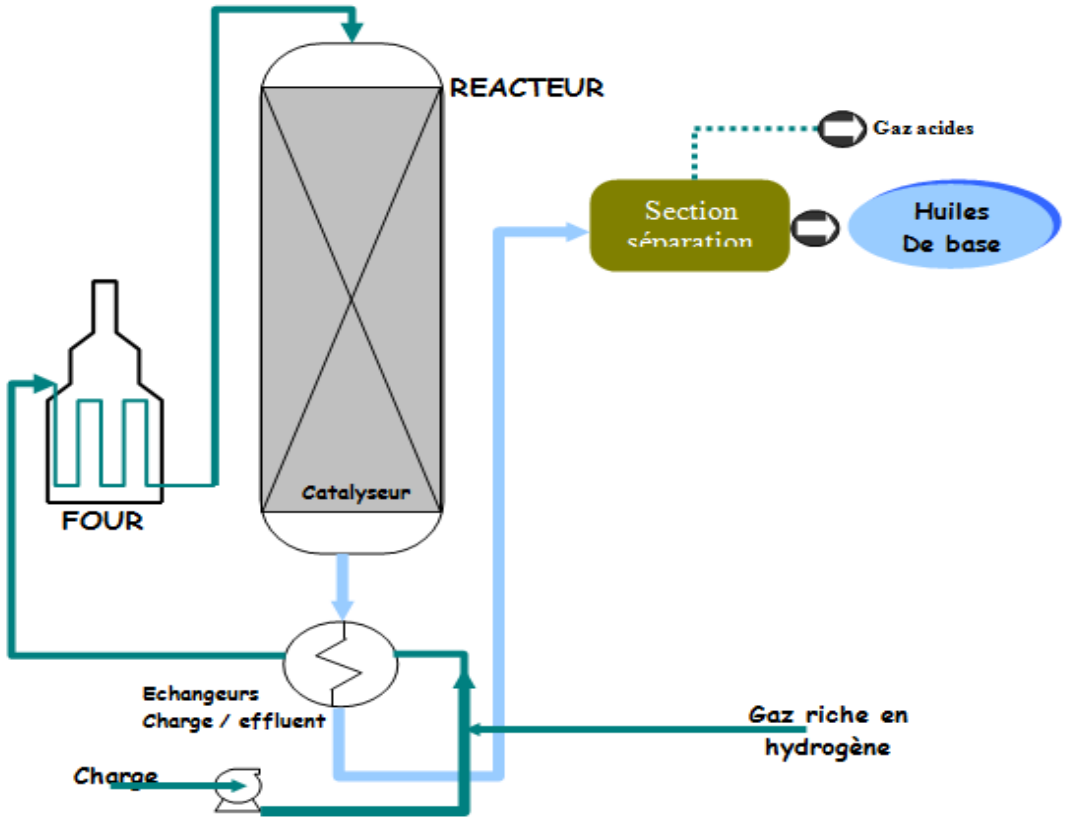


Figure 12: Schéma simplifie de l'hydrofiniching.

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. Le four H151 fonctionne dans les conditions de service suivant :

- ✓ Température d'entrée Te = 259 °C ;
- ✓ Température de sortie Ts = 300 °C ;
- ✓ Débit $\dot{M}$ = 1365 m^3/h [6].

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 [6].

b- Additifs

Les additifs sont des composants chimiques d'une grande variété, capable d'accroitre 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].

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 [4].

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

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 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 (déshuilage) 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 déshuilage 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 déshuilage se fera à des températures comprises entre **+2** à **+5**°C.

Les produits issus du déshuilage 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.

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 petite taille), de coloration blanche, à jaune foncé, fondant au-delà de **70**°C [2].

Le schéma suivant représente l'unité de déparaffinage,

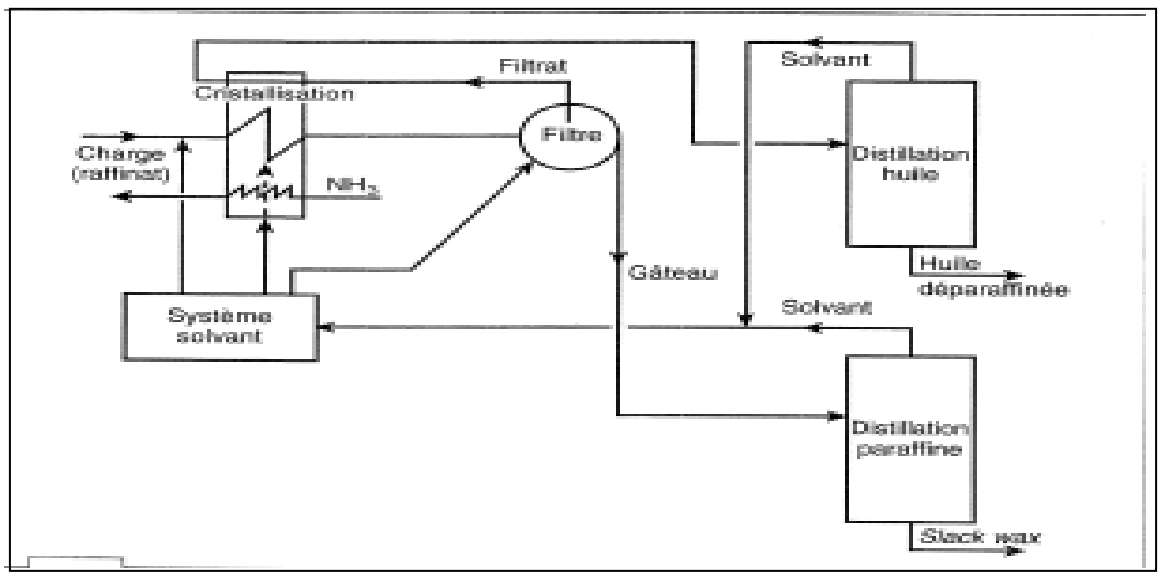


Figure 13 : Schéma de principe d'une unité de déparaffinage.

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 1es 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 [8].

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

Les caractéristiques physico-chimiques des différents solvants utilises 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

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.

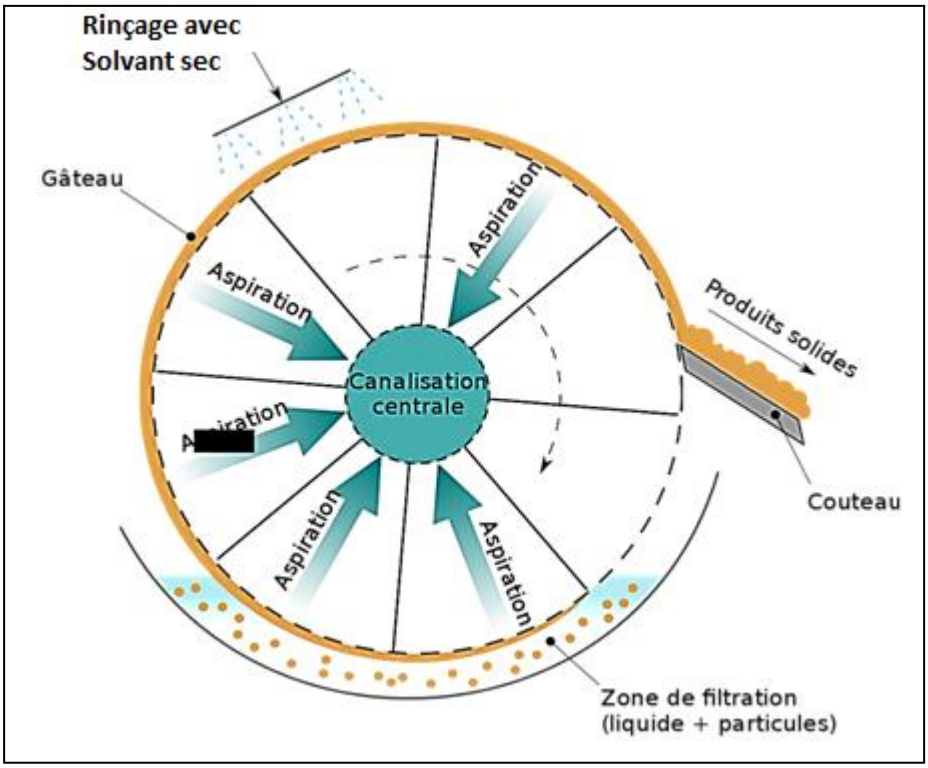


Figure 14 : Filtre rotatif.

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 [2].

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.

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 [8].

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).

Les conditions opératoires moyennes d'une unité de déparaffinage sont indiquées dans le tableau suivant [2].

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

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 apparait, 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 E-401 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 1'évaporation du 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 C-402B. 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 refroidissant 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 oïl, 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.

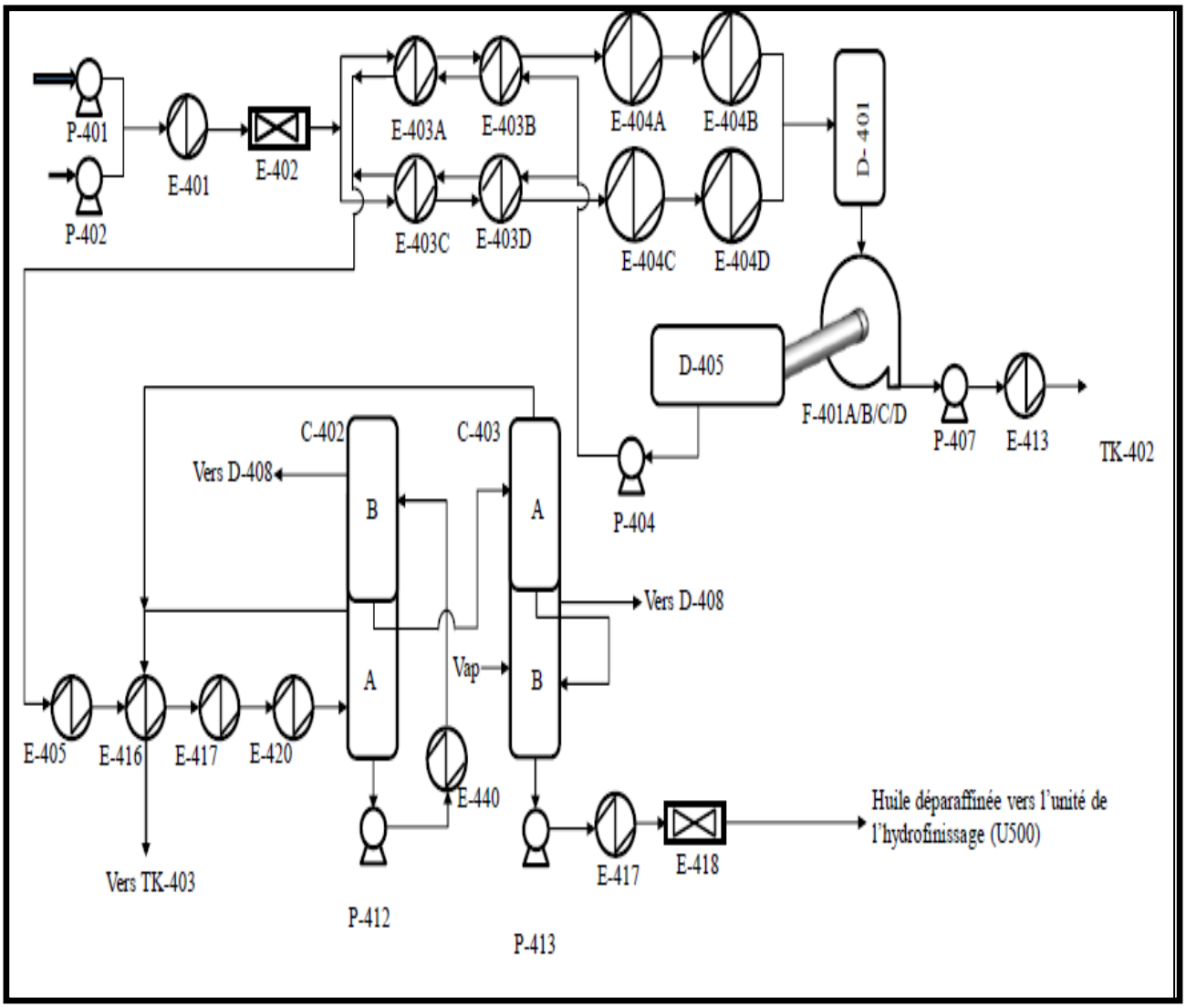


Figure 15: Schéma simplifie de l'unité de déparaffinage (U400).

Chapitre IV : Interprétation et Discussions des Résultats

IV-1. Position du problème

Depuis sa mise en marche, l'unité de déparaffinage au MEC/Toluène connaît certains problèmes mécaniques au niveau de ses équipements (tels que les filtres et les chillers) qui influent directement sur le rendement et la qualité de l'huile obtenue.

Le problème essentiel résidu dans le point d'écoulement de l'huile obtenue et son rendement, d'après le désigne (PP = -12°C, η = 80%).

Bien qu'on travaille avec une température plus haute (-22 à -24°C), on remarque des augmentations du point d'écoulement jusqu'à 0°C que celle de design.

Le PP d'huile déparaffinée dépend de plusieurs facteurs :

- Le refroidissement uniforme dans les chillers.
- La température de filtration.
- La composition du solvant (MEC/Toluène).
- Une bonne filtration.

Dans la zone 5 (Unité 400), nous avons étudié l'évolution du point d'écoulement de l'huile paraffinée en fonction du temps.

Tableau 04: Les différentes analyses effectuées au laboratoire.

La date	Point d'écoulement PP (°C)	Température (°C)	MEK%	Teneur en eau (solvant sec) %	Le rendement %(η)	Teneur en MEK (solvant sec) %
01/06/2019	-9	-21	53,2	0,15	83	54,29
02/06/2019	-9	-19	53,2	0,15	83	53,29
03/06/2019	-3	-19	53,2	0,15	87	53,29
04/06/2019	-6	-21	52,7	0,2	87	53,23
05/06/2019	-9	-21	52,7	0,2	82	56,81
06/06/2019	-9	-22	52,8	0,3	82	57,86
07/05/2019	-6	-20	52,8	0,3	84	53,69
08/06/2019	-9	-19	52,8	0,3	85	53,89
09/06/2019	-9	-19	52,8	0,3	83	53,05
10/06/2019	-9	-19	52,8	0,3	83	57,42
11/06/2019	-6	-20	53	0,3	83	55,25
12/06/2019	-6	-19	53	0,3	85	53,31
13/06/2019	0	-22	52,1	0,2	89	54,67
14/06/2019	-9	-21	52,1	0,2	83	54,87
15/06/2019	-12	-20	52,1	0,2	82	54 ,82
16/06/2019	-6	-20	52,1	0,2	86	53,87
17/06/2019	-9	-21	52,1	0,2	83	51,05
18/06/2019	-9	-19	55,6	0,25	83	55,03

La figure ci-dessus présente la variation de PP en fonction du temps

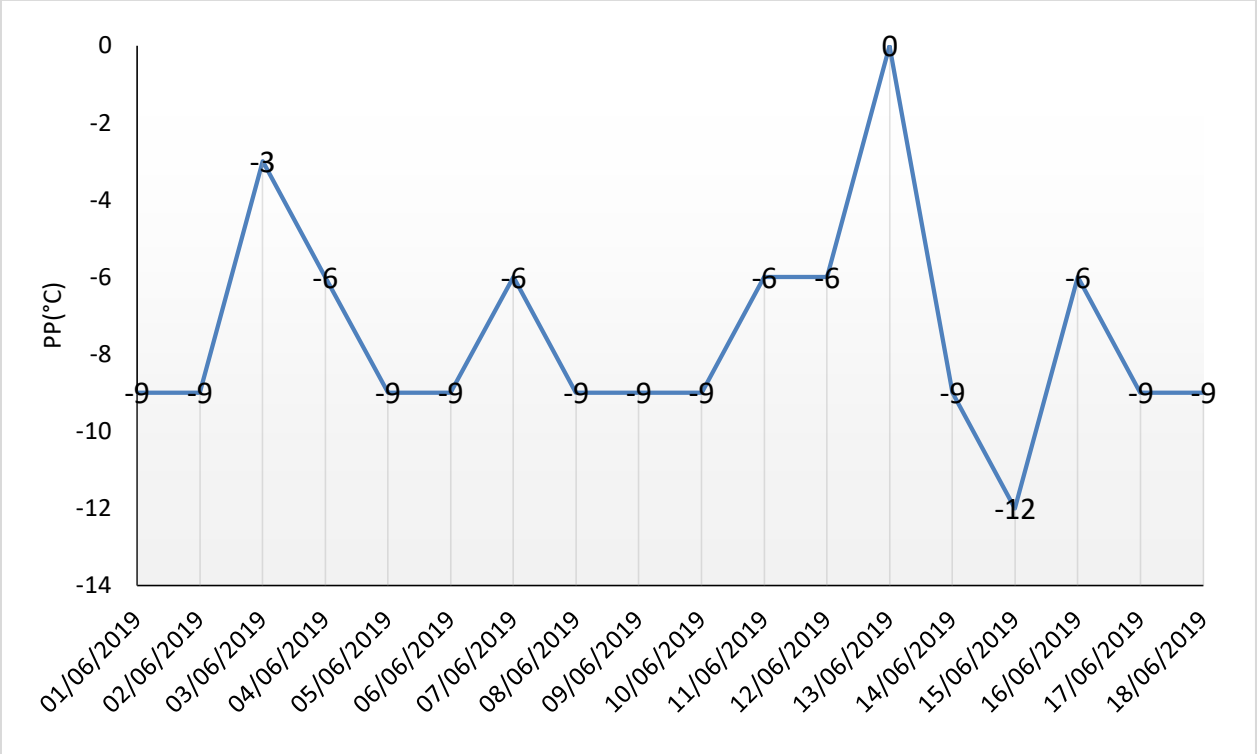


Figure 16: La variation de point d'écoulement.

D'après la Figure 16 on remarque une augmentation du point d'écoulement jusqu'à 0° C, alors que, le point d'écoulement d'huile déparaffiné doit être entre -9°C et -12°C.

Cette variation de PP est due à un problème dans un équipement de séparation (filtre rotatif).

IV-2. Les sources possibles de fluctuation du point d'écoulement

IV-2-1. Influence du taux de MEK (Mehyl Ethyl Keton) et la température de refroidissement sur le point d'écoulement

Le MEK et la température de refroidissement favorisent la cristallisation des paraffines. Dans les conditions normales de marche, on utilise un pourcentage de MEK égale à 50% et une température de refroidissement égale à (-24°C).

Dans le cas général, la température de refroidissement ne dépasse pas (-22°C) pour éviter le bouchage du cristallisoir, cette différence de température peut entrainer une augmentation de la teneur en MEK qui ne doit pas dépasser 75%.

Une augmentation de la teneur en MEK (valeur supérieur à 75%) peut conduire à une teneur en huile résiduelle dans la paraffine plus élevée, ce qui traduit un rendement en huile déparaffinée plus faible.

Les courbes illustrées dans la Figure 17 représentent l'effet de la température de refroidissement sur le point d'écoulement en fonction du temps. On remarque que le point d'écoulement (PP) varie avec la variation de la température de refroidissement. En effet, à une température de cristallisation égale à -19°C le PP est -3°C, et à une température de -22°C le PP est 0°C. On remarque que il y'à une augmentation de PP même à des températures de refroidissement très basses. Dans le cas général la température de refroidissement ou de cristallisation influe sur le point d'écoulement, mais d'après la Figure 17 la température de refroidissement n'a aucune influence sur le point d'écoulement. Cela indique que la variation de la température de refroidissement n'a aucun effet sur la fluctuation observée du point d'écoulement.

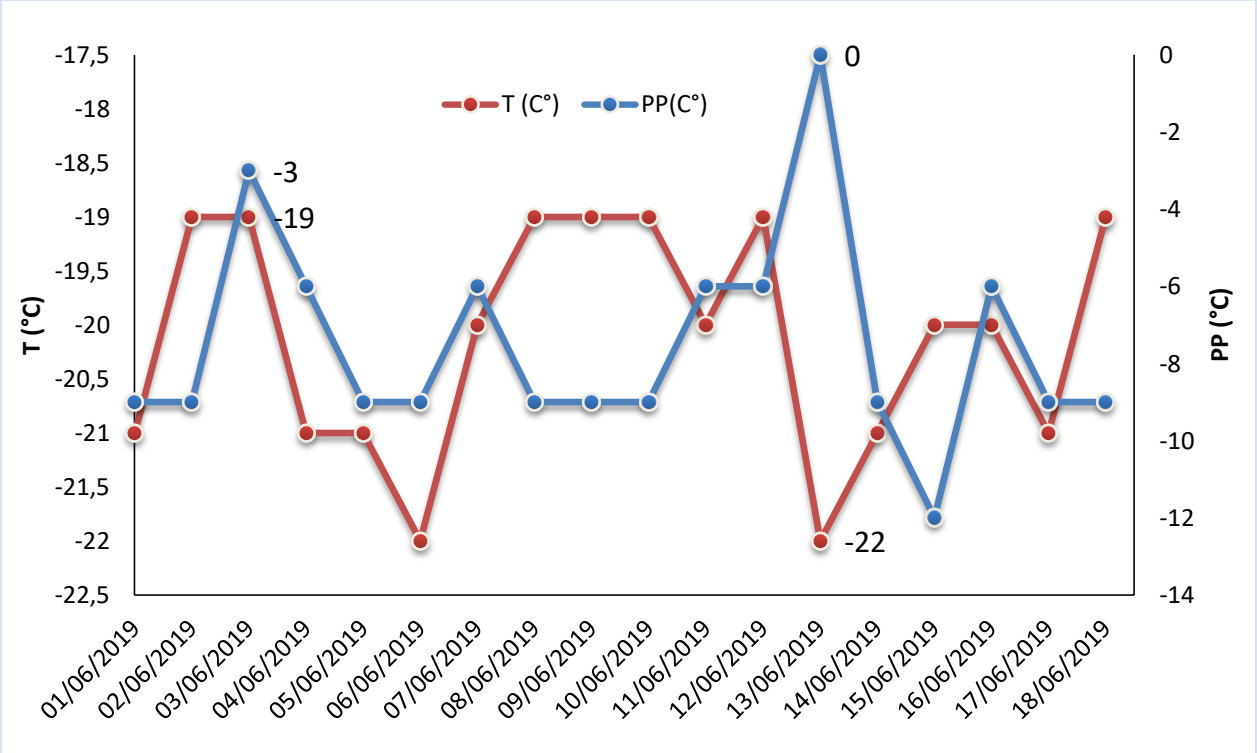


Figure 17 : Effet de température de refroidissement sur le point d'écoulement.

Les courbes illustrées dans la Figure 18, représentent la variation du taux de MEK et le point d'écoulement (PP) en fonction du temps. On constat que le taux de MEK n'a aucun effet sur la fluctuation de point d'écoulement. Le taux de MEK varie de 53,2% jusqu'à 55,6% donc il est dans les normes.

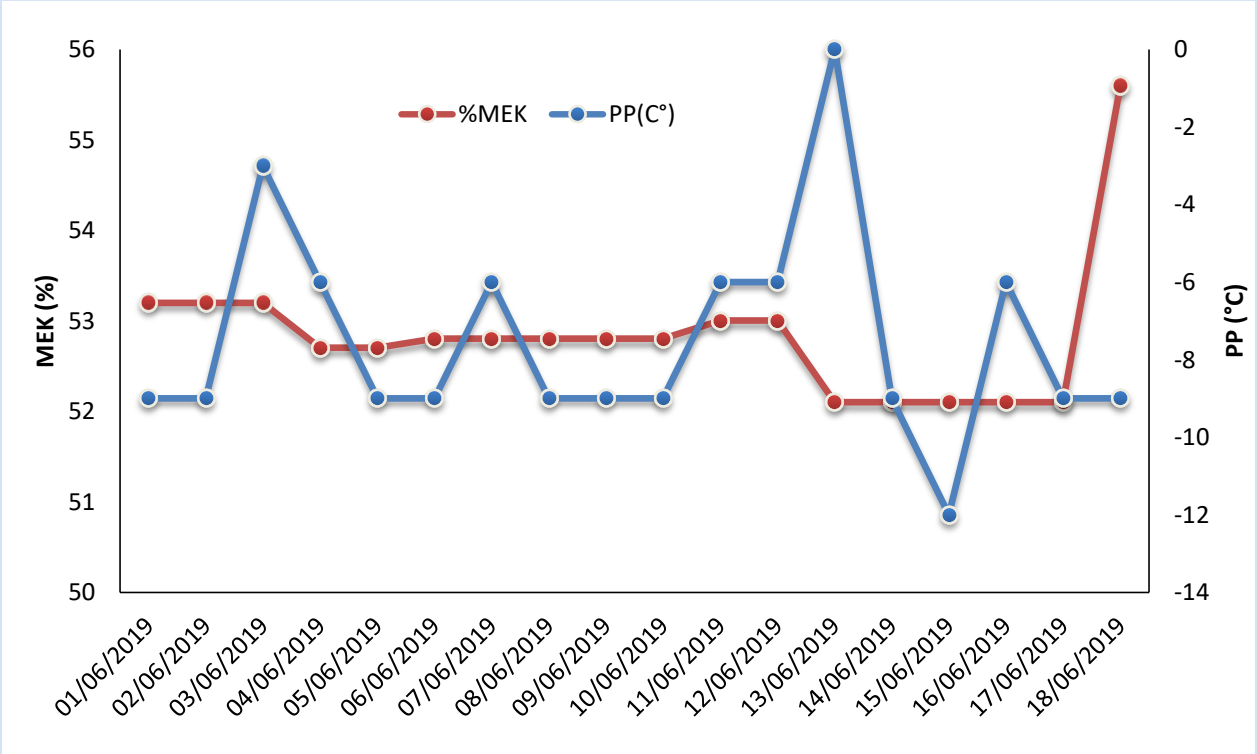


Figure 18 : La variation de taux de MEK et le point d'écoulement.

IV-2-2. La teneur en eau et en MEK dans le solvant sec

La teneur en eau du solvant sec est déterminée au laboratoire par chromatographie en phase gazeuse, elle ne doit pas dépasser 0,05 %. La Figure 19 représente la variation de la teneur en eau et en MEK dans le solvant sec. Elle indique que la teneur réelle en eau dans le solvant sec est très élevée par rapport à celle de design jusqu'à 0,3%, cette augmentation peut être expliqué par des fuites due à la présence des trous dans la toile filtrante ce qui permettre le passage des cristaux d'eau à travers la charge traité.

D'autre part on observe que la teneur en MEK dans le solvant sec est dans l'intervalle [53-57,86 %] donc il y'à une augmentation de MEK, cela montre que il y'à une relation entre la teneur en eau et en MEK ;

L'augmentation de la teneur en MEK dans le solvant sec conduit a l'augmentation de la teneur en eau.

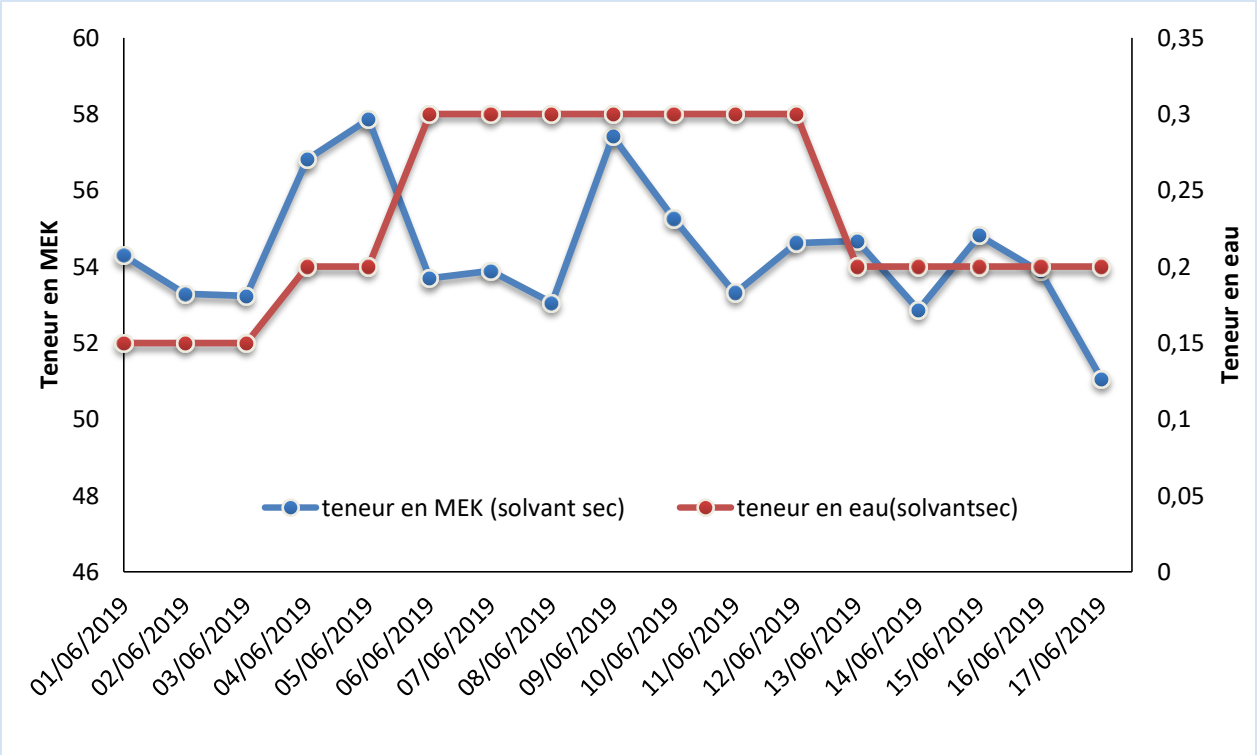


Figure 19 : Teneur en eau et en MEK dans le solvant sec dans le cas réel.

IV-2-3. La relation entre le point d'écoulement et le rendement du procédé de déparaffinage

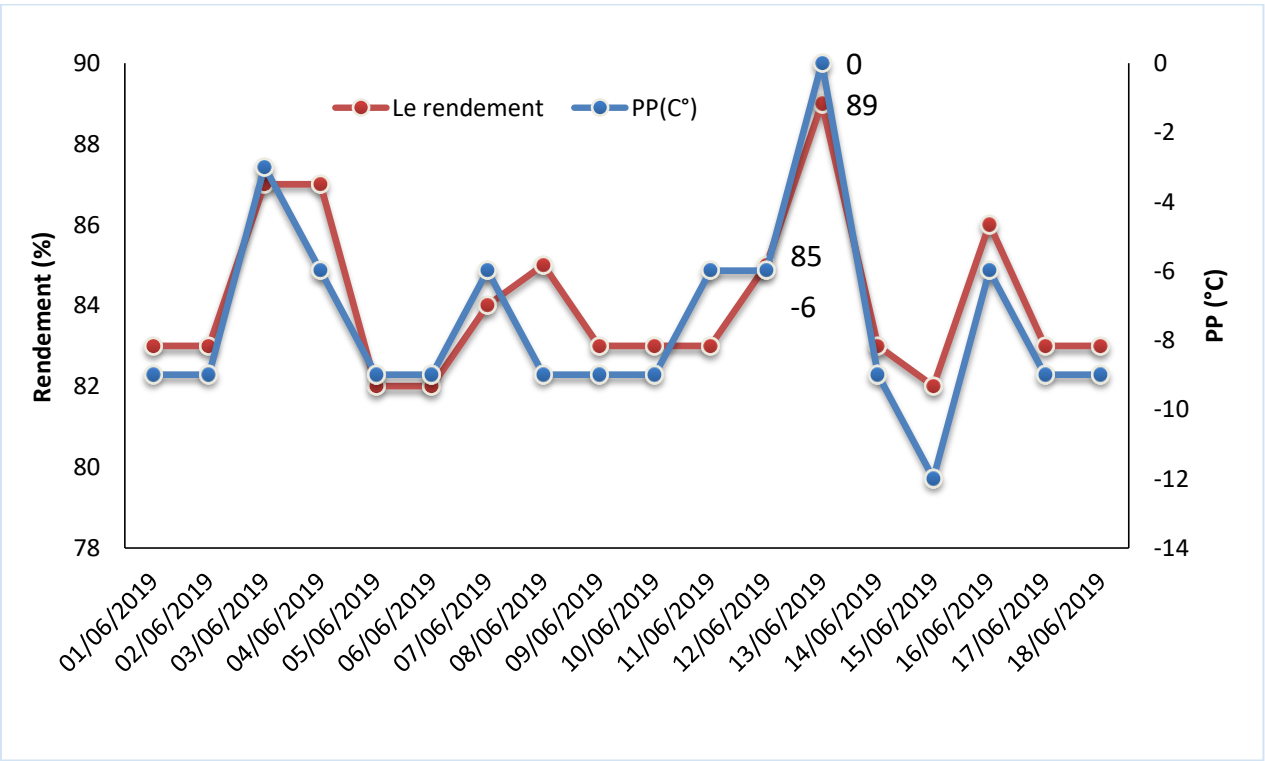


Figure 20 : L'évolution du rendement de procédé de déparaffinage et de PP.

A partir de la Figure 20 on remarque qu'il y'a une relation proportionnelle entre le rendement et le point d'écoulement, on observe que lorsque le rendement augmente le point d'écoulement augmente cela peut être expliqué par la présence de paraffine en l'huile déparaffinée qui passe à travers des trous (déchirures) au niveau de la toile filtrante.

Le rendement accepté doit être compris entre 80 et 83% pour un point d'écoulement compris entre -9°C et -12°C, mais parfois nous arriverons à 85% pour un point d'écoulement égal à -6 et jusqu'à 89% pour un PP égal à (0°C).

L'augmentation du rendement au-delà de 83% influe sur la qualité de huile déparaffinée et c'est un signe d'une mauvaise qualité.

☞ D'après les résultats obtenus nous concluons que la dégradation de la toile filtrante est le facteur principal de la fluctuation de points d'écoulement.

IV-3. Facteurs responsables de la dégradation de la toile

Les matériaux utilisés pour la toile sont divers (cotons, nylons…etc). Des tests préalables doivent être effectués au laboratoire (porosité, débit de filtration…etc) avant d'utiliser la toile industriellement. Il faut savoir également que le maillage de la toile doit être choisi en fonction de la nature de la charge traitée de type microcristalline ou macro-cristalline.

Par inspection visuelle, l'opérateur vérifie qu'il n'y a pas de déchirures dans la toile qui peut autoriser le passage de cristaux de paraffines dans l'huile, résultant en une dégradation du point d'écoulement, du point de trouble et de l'aspect de l'huile déparaffinée.

La figure ci-dessous montre la différence entre l'ancienne toile et la toile actuelle.

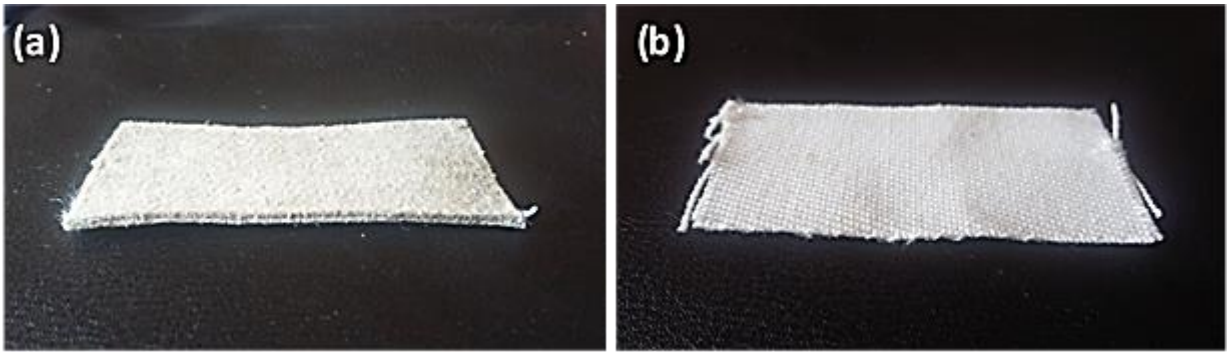


Figure 21: Les différentes toiles filtrantes utilisées dans les filtres de l'unité 400, (a) toile ancienne et (b) toile actuelle.

Tableau 05 : Quelques caractéristiques de la toile filtrante.

Propriétés	Ancienne toile	Toile actuelle
Matière	100 % Coton	Synthétique
Poids (g/m²)	695	650
Epaisseur (mm)	2	1
Résistance thermique (°C)	80 - 100	70

Le Tableau 5 représente la différence entre l'ancienne toile et la toile actuelle, il faut signaler que l'ancienne n'a pas changé pendant 7 ans et n'a posé aucun problème de fluctuation du point d'écoulement par contre la toile actuelle a été réparée plusieurs fois presque chaque année, cela montre que la toile actuelle ne répond pas aux besoins de la performance de la section de filtration.

L'ancienne toile est utilisée dans les filtres F401 et F402. Donc l'ancienne toile est plus résistante que la toile actuelle. La toile utilisé actuellement est une toile synthétique de qualité moins par rapport a l'ancienne toile.

La dégradation de la toile peut être due à :

- ✓ L'épaisseur (1mm) ;
- ✓ La qualité de la toile ;
- ✓ La durée de vie….

IV-4. L'influence de fluctuation du point d'écoulement sur la production

IV-4-1. Le cout de réparation de la toile filtrante :

Le coût de réparation du filtre est en fonction du salaire des agents privés responsables de cette réparation ainsi que le prix des taches :

Le Tableau 6 représente le salaire des agents privés (GM et GC) responsable de réparation du filtre F405.

Tableau 06 : Le salaire des agents GC et GM.

Les groupes des agents	Coût horaire(DA)	Nombre d'heure de travail	Coût total (DA)
GM	1378,79	344	474303,76
GC	1442,81	72	103882,32
totale	2821,6	416	578186,08

A partir du Tableau 06 nous remarquons que le coût total de payement des agents est 578186,08DA.

IV-4-1. Le coût des pièces utilisées pour la réparation :

Tableau 07: Coût des pièces utilisées pour la réparation.

Date	Pièce	Qualité sortie	Prix unitaire	Prix totale
03-01-2019	Fil d'armement 2,3*1000	4	76226,1	304904,588
20-01-2019	Tissus de filtrage P/filtre tranchant	3	51111,2	1533333,582
22-01-2019	Tissus de filtrage P/filtre tranchant	15	51111,2	766667,91
30-01-2019	Téflon en Barre 30m/mxl1000m/m	200	29,68	5936

Le prix total de pièces utilisées pour la réparation est estimé à 1230842,08DA. Le coût total de réparation de F405 durant 29 jours est le prix total des pièces utilisées pour la réparation plus le salaire des agents, il est estimé à 1809028,15 DA.

Tableau 08 : Prix de différent grade d'huile de base.

Huile de base	Prix de 1 Tonne (DA)	Prix de (2900 Tonne production dans 29 jours)
BS	120500	349450000
SAE30	99200	287680000
SAE10	92500	268250000
totale	312200	905380000

Le Tableau 8 nous a montré que l'arrêt du filtre pendant la réparation provoque une réduction de production de 2900 tonnes cela résulte une perte d'argent totale estimé à 905380000 DA.

Ces résultats, nous ont amené à faire une autre étude économique où nous avons estimés le coût d'achat d'un nouveau filtre et le comparer avec le coût investit pour la réparation dans le but de choisir la bonne solution pour ce problème de pagne.

Pour acheter un filtre, il faut l'associer avec 2 pompes, l'une pour la paraffine et l'autre pour l'huile déparaffinée. Le tableau (9) représente le coût d'achat d'un filtre avec les deux pompes.

Tableau 09 : Prix de filtre et deux pompes.

Equipement	Prix (DA)
Filtre 405	69352197,26
Pompe 407	1220340,79
Pompe 431	3039339,32
	Totale : 73611877,37

Donc le coût total d'achat d'un filtre avec ces pompes est estimé a **73611877,37 DA.**

Le nombre de jours de production nécessaire pour récupérer le prix d'achat d'un nouveau filtre.

1 Tonne BS ⟶ 120500 DA

X ⟶ 73611877,37 DA

X = 610,88 Tonnes

Pour gagner une somme de 73611877,37 DA, il faut produire 610,88 tonnes de BS.

1 jour ⟶ 100 Tonnes

X ⟶ 610,88 Tonnes

X = 6,10 jours

A partir de ces résultats on a trouvé que pour récupérer le prix du filtre il faut produire 610,88 Tonnes de BS cela dure environ 6 jours.

Conclusion

- Durand ce stage, on a constaté que la réduction de la charge est affectée par la diminution de la capacité de traitement des équipements.
- On constate aussi que la fluctuation de point d'écoulement est résulte par la dégradation de la toile filtrante.
- D'après la suivi de l'unité 400 en amont, on constate des décalages dans certain paramètre tel que le point d'écoulement, cet écart va influencer énormément sur la qualité de séparation de procédé de déparaffinage et se dernier va influencer sur les propriétés physico-chimique des produits.

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 (hydrofiniching) 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.

Recommandation

Afin d'obtenir une bonne qualité des huiles dans l'unité 400, on suggère une maintenance et un bon entretien des filtres, pour assurer un pour point (PP) de – 12°C recherché.

Ce qui concerne la qualité des huiles, on doit contrôler la qualité des produits issus de différentes unités et l'efficacité des filtres rotatifs de l'unité 400 ainsi que le rendement des séparations, pour cela on recommande ce qui suit :

- 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 ;
- Une recommandation des toiles filtrantes de bonne qualité et répondent aux besoins de la performance de section de filtration ;
- Un suivi régulier des filtres rotatifs et un entretien de ces derniers pour assurer une bonne exploitation de ces équipements.

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 design*, 1973.

[5] *Manuel Opératoire* de HB3, octobre 1980.

[6] *Manuel Opératoire* de HB4.

[7] P. Wuithier, "*Raffinage et génie chimiqu*e", Tome. II, Edition Technip, Paris, 1972.

[8] J-P WAUQUIER, "*Procédé de séparation*", Tome. II, 1994.

Débits du design

La charge m³/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	Coté tube (travail)	
		Temp. (°C)	Pression (bar)
E402 Ar E418 Ar	Refroidisseur du mélange d'alimentation Refroidisseur d'huile	71-48,9 135-50	16,3 8,0

Les échangeurs

Repère	Service	Coté calandre (calcul)		Coté tubes (calcul)	
		Temp. °C	Presion bar	Temp. °C	Pre sion 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
TK404	Stockage de solvant et tampon d'huile	6100	9750	284	29,1
TK405	Stockage du solvant	6100	9750	284	29,1
TK406	Gazomètre de gaz inerte	4000	4700	56	12,6
TK407	Stockage de MEK	3050	5490	39,8	7,2
TK408	Stockage de TOLUENE	3050	5490	39,8	7,2

Temperatures 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	Propane refoul.K.401	75
Charge. Sort. D.401	-24	Charge sortie E.403.A	25
Gatsch asp P.407	20	Charge sortie E.403.C	25
solvant humide D.408	50	Filtrat dépar.P.404	-24
filtrat sortie E.440	225	Eau/solvant TK.403	40
gatsch sortie E.413	70	Propane sortie E.437	-6
propane sortie E.438	37	Vapeur HP TK.401	380
		Propane asp 1ère K.401	-30
		Propane asp 2ère K.401	-3