



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



N° d'ordre : M...../IP/2019

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES DE MASTER ACADEMIQUE

Filière : Génie des procédés.

Option : Génie pétrochimique

Thème

**Amélioration du point d'écoulement PP de Bright Stock dans l'unité
de déparaffinage au MEK/toluène**

Présenté par :

- **Derouich Leyla**
- **Benali Hadjer**

Soutenue le 03/06/2019

devant le jury composé de :

Président :	DRIOUCH Aouatef	Grade MCA	Université de Mostaganem
Examineur :	MOHAMED Sghir Zahira	Grade MAA	Université de Mostaganem
Rapporteur :	BENTATA Rachida	Grade MCB	Université de Mostaganem

Année Universitaire 2018/2019

Dédicace

Celle qui ne pense qu' à moi : ma très chère mère ;

Celui qui n'a cessé de m'aider avec son indéfectible soutien ; mon cher

père

** Mes souers **Ibtissam** et **Nadjet**;*

** Mes frères **Yacine** et **Fadi**;*

** Toute ma grande famille "**Derouich** ";*

** Tous mes amis;*

A toutes les personnes qui ont contribuées de près ou de

loin a l'élaboration de ce travail .

Leyla

Dédicace

Celle qui ne pense qu' à moi : ma très chère mère ;

Celui qui n'a cessé de m'aider avec son indéfectible soutien ; mon cher

père

** Ma souer **Wassila***

** Mes frères **Houari et Nadir**;*

** Toute ma grande famille "**Banali**";*

** Tous mes amis;*

A toutes les personnes qui ont contribuées de près ou de

loin a l'élaboration de ce travail .

Hadjer

Remerciements

Nous tenons à remercier en premier lieu le bon **DIEU**, qui nous a donné la force et le courage d'accomplir ce modeste travail.

Nos remerciements les plus sincères vont en premier lieu, à notre encadrant **Mme. BENTATA Rachida** et la présidente **DRIOUCH Aouatef** et l'examinatrice **MOHAMED Sghir Zahira** pour ses conseils lucides et pertinents, sa patience et son précieux suivi tout au long de la réalisation de ce travail. Sa disponibilité, ses qualités pédagogiques et humaines, et ses compétences nous ont apporté un encadrement déterminant dans toutes les phases de ce travail.

Nos remerciements vont également à l'ingénieure de suivi **Mr. MOKHTAR djamel Eddine** pour sa disponibilité, sa compréhension et son soutien.

Nous tenons à remercier le personnel de la raffinerie d'Arzew, spécialement les chefs des sections mécanique **Mr. MOKDAD KADDA** qui nous a aidé, conseillé et encouragé tout le long de notre stage, ainsi que **Mr. ABDELLAH** qui nous a accordé et ceci malgré ses nombreuses charges.

Nous remercions chacun des membres du jury d'avoir consacré une partie de leur temps à la lecture de ce mémoire et pour l'intérêt qu'ils ont porté à ce travail.

Nos remerciements s'étendent à tous nos enseignants et les membres du département Génie des Procédés de l'université de Mostaganem.

Ainsi qu'à tous ceux et celles qui ont contribué de près ou de loin à l'accomplissement de ce travail.

ملخص

بسبب الظروف القاسية التي تمر بها الآلات و المحركات بشكل خاص مثل الاحتكاك الجاف و الضغوط العالية... الخ وجد المنتجون في مصفاة ارزيو انفسهم ملزمون بحمايتها فلهذا نفذوا عملية تزييت مناسبة أدت الى انتاج زيوت اساسية تتميز بخصائص مختلفة من بينها نذکر نقطة التدفق .

نظرا لطول مدة خدمة وحدة ازالة الشمع بالميثيل ائيل كيتون/ التولوين فقد اضطر المنتجون الى معالجة الحالات الشاذة لهذه الوحدة و تحسين هذا العامل المستهدف نقطة التدفق لذلك هدفنا هو دراسة العوامل المختلفة التي يمكنها التأثير على نقطة التدفق و انتاج زيت اساسي مع نقطة تدفق منخفضة تضمن التشغيل السليم للمحرك.

كلمات المفتاح نقطة التدفق زيت اساسي تزييت الشمع العوامل المأثرة مذيبي ميثيل ائيل كيتون/تولوين.

Résumé

A cause des conditions sévères que les machines et particulièrement les moteurs en mouvement subissent, tel que les frottements secs , les pressions élevées...ect ; les producteurs de la raffinerie d'Arzew se sont trouvés dans l'obligation de les protéger. Pour cela ils ont réalisé une lubrification adéquate conduit à la production des huiles de base qui est caractérisée par différentes propriétés , on cite parmi eux le point d'écoulement "Pour Point".

Dû à la long durée de service de l'unité de déparaffinage en MEK/Toluène U400, les producteurs ont été obligé à résoudre les anomalies de cette unité et améliorer ce paramètre cible PP, donc notre objectif est d'étudier les différents facteurs qui peuvent influencer sur le point d'écoulement et produire une huile de base avec un point d'écoulement bas qui garanti le bon fonctionnement du moteur.

Mots clés: point d'écoulement, huile de base, lubrification, paraffines, les paramètres influençant, solvant MEK/Toluène.

Summary

Because of the severe conditions that machines and particularly moving engines undergo, such as dry friction, high pressures ... ect; the producers at the Arzew refinery found themselves obliged to protect them. For this purpose they realized an adequate lubrication led to the production of the base oils which is characterized by different properties, among them we mention the pour point.

Due to the long service life of the MEK / Toluene U400 dewaxing unit, the producers have been forced to solve the anomalies of this unit and improve this target parameter PP, so our goal is to study the different factors that can influence the pour point and produce a base oil with a low pour point that ensures the proper operation of the engine.

Key words : pour point, base oil, lubrication, wax, the influencing parameters, solvant MEK/Toluene.

Liste des tableaux

Tableau I.1: Propriétés physiques de la méthyléthylcétone et du toluène.....	28
Tableau II.1: Données de schiller E403.....	35
Tableau II.2: Données de calcule pour le 1er passe.....	36
Tableau II.3: Données de calcule pour le 2éme passe.....	37
Tableau II.4: Les résultats de calcul de 1er passe.....	37
Tableau II.5: Les résultats de calcule de 2eme passe.....	38
Tableau II.6: Débit de MEC, toluène et charge avec les résultats de taux de solvant.....	41
Tableau II.7: Evolution de rapport MEK et le PP.....	44
Tableau II.8: La variation du PP en fonction des filtres.....	45
Tableau II.9: Les anomalies des six filtres de procédés.....	46

Liste des figures

Figure I.1: Situation géographique du complexe RA1/Z.....	2
Figure I.2: Capacité de production des différents produits pétroliers.....	3
Figure I.3: Chaîne de fabrication des huiles de base.....	15
Figure I.4: Schéma simplifié de la distillation sous vide.....	16
Figure I.5: Schéma simplifié du désasphaltage au propane.....	17
Figure I.6: Schéma simplifié de l'extraction au furfural.....	19
Figure I.7: Schéma simplifié du déparaffinage au MEC/Toluène.....	20
Figure I.8: Schéma simplifié de l'Hydrofinishing.....	21
Figure I.9: vue éclater d'un filtre rotatif	31
Figure II.1: Point d'écoulement réel et design de la Bright Stock.....	33
Figure II.2: Chemin de la charge par les deux passes.....	35
Figure II.3: Régime de refroidissement réel et design de grade BS.....	39
Figure II.4: l'indice de réfraction réel et design.....	40
Figure II.5: Evolution de TDS réel par rapport au design.....	42
Figure II.6: L'évolution de débit de filtration avec taux de solvant.....	43
Figure II.7: Evolution de rapport MEK et le PP.....	44
Figure II.8: la courbe de variation du PP et N de filtre.....	45

Glossaire

ASTM : American société for testes and méthodes.

BP : Basse pression

BRA : Résidu atmosphérique

BS : La Bright stock

DAO: Huile désasphaltée

DSV : Distillation sous vide

GPL : Gaz de pétrole liquéfié

HP : Haute pression

HSRN :Naphta lourd

IR : Indice de réfraction

LSRN : Naphta léger

MEC :Méthyléthyl cétone

MP : Moyenne pression

MVO : Huile mi-visqueuse

PAO : Polyalphaolefines

PP : Point d'écoulement

RDC : Une colonne à disques rotatifs

RTO: Région transport Oran

SAE : Society of automotiveEngineers

SPO : Spindle ou huile légère

VI : Indice de viscosité

VO : Huile visqueuse

C : Vitesse de la lumière dans le vide

l : La longueur des tubes de schiller

M : le débit volumique

n_λ : Indice de réfraction

R : Le rayon

T : La température

V_t : Le volume totale d'un

V_λ : Vitesse de la lumière de longueur d'onde λ dans le milieu considéré

W : Vitesse de refroidissement

W_{moy} : Vitesse moyenne

τ : Le temps de séjours des schillers

Table des matières

Introduction.....	1
Chapitre I: Partie théorique	
1. Présentation de la raffinerie d'Arzew	
1.1. Historique et situation géographique.....	2
1.2. Rôle de la raffinerie.....	3
1.3 Capacité de production.....	3
1.4 Présentation des principales installations de la RA1/Z.....	4
2. Généralités sur les huiles lubrifiantes	
2.1. Définition des huiles lubrifiantes.....	9
2.2. Le rôle des huiles lubrifiantes	9
2.3. Composition des huiles lubrifiantes.....	10
2.4. Caractéristiques physico-chimiques des huiles de base	10
2.5. Caractéristiques des huiles lubrifiantes.....	11
2.6 Additifs.....	13
3. Présentation de la chaîne lubrifiante	
Introduction.....	15
3.1. Distillation sous vide du résidu atmosphérique.....	16
3.2. Désasphaltage au propane.....	17
3.3. Extraction au solvant sélectif (fulfural).....	18
3.4. Déparaffinage au MEC/Toluène.....	20
3.5. Unité de traitement des huiles de base "hydrofinishing.....	21

4. Description de l'unité de déparaffinage au MEC/Toluène U400	
Introduction.....	22
4.1. Principe du procédé de déparaffinage.....	22
4.2 Description de l'unité 400.....	22
4.2.1. Fabrication d'huile et de paraffines	22
4.2.2. Fractionnement de la paraffine -opération primaire.....	23
4.2.3. Fractionnement des paraffines -opération de repulp.....	23
4.2.4. Refroidissement du solvant.....	23
4.2.5. Récupération de l'huile déparaffiné.....	24
4.2.6. Récupération de la paraffine dure.....	24
4.2.7. Récupération de la paraffine molle (ou gatsh).....	25
4.2.8. Récupération de cétone.....	25
4.2.9. Réfrigérant au propane.....	26
4.2.10. Système gaz inerte.....	26
5. Description de procédé de déparaffinage	
5.1. But de l'unité.....	27
5.2. Charge et produits.....	27
5.3. Choix du solvant.....	27
5.4. Notion de cristallisation.....	28
5.4.1. Généralité	28
5.4.2. Processus de cristallisation.....	29

5.5. Filtration.....	29
5.5.1 Généralité.....	29
5.5.2 Description d'un filtre rotatif.....	30
5.5.3 Principe de filtration	31

Chapitre II: Partie pratique

1. Problématique	33
2. Les paramètres de la charge Bright Stock	34
3. Les facteurs qui influents sur le point d'écoulement.....	35
3.1 Le régime de refroidissement.....	35
3.2 La nature de charge.....	40
3.3 Taux de solvant.....	41
3.4 Etat de filtre.....	45
Conclusion générale.....	48
Recommandations.....	49

Le monde devenue très dépendant des produits pétroliers, et donc de l'industrie pétrochimique qui les produise par l'utilisation de plusieurs sorts des équipements mécaniques tel que les pompes, les compresseurs.

L'usage de ces machines mécaniques provoque des friction des pièces, qui en font nombreux problèmes dans l'industrie , qu'il s'agisse des incendies du à l'augmentation de température résultant des pertes des équipements et par suite le chute de rendement qui conduit au baisse de rentabilité industrielle.

Pour remédier à ce problème, il faut diminuer le frottement métallique en utilisant un film liquide séparant les deux pièces de métal en mouvement, on dit alors qu'elle sont lubrifiées par les huiles lubrifiantes.

Les huiles lubrifiantes sont produite par une seule raffinerie dans tout le territoire national "la raffinerie d'Arzew RA1/Z", dans laquelle nous avons effectuées notre stage pratique précisément au niveau de la zone5 unité de déparaffinage des huiles de bases en MEK/Toluène U400.

Le déparaffinage est un procédé de séparation physique, cette unité est indispensable dans la chaine de fabrication des huiles de base, elle est pour but de réduire le point d'écoulement des grades huileux VO, SAE10, SAE30, BS venant de l'unité 300 d'extraction des aromatiques et nommés à ce stade "raffinat".

L'objectif de travail qui nous a été confié, consiste à faire étudier les différents facteurs qui peuvent influencer sur le point d'écoulement des huiles de base et propose des recommandations qui sert à diminuer le point d'écoulement de $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ jusqu'à $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ en conservant la qualité des huile déparaffinée.

Chapitre I :
Partie
théorique

I.1. Présentation de la raffinerie d'Arzew

I.1.1 Historique et situation géographique

La raffinerie d'Arzew baptisée RA1/Z a été construite dans le cadre du premier plan quadriennal [1970-1973], sa construction a été confiée à la société japonaise « **JAPAN GAZOLINE COMPANY (JGC)** » le 30 juillet 1969. Les travaux de construction furent lancés le 19 juin 1970, le démarrage des unités débuta en juillet 1972 par les utilités et l'ensemble des unités de la raffinerie était en service dès mars 1973. En 1978, suite au besoin important, la réalisation d'un ensemble intégré de production d'huiles de base fut lancée.

La raffinerie est située dans la zone industrielle d'Arzew sur le vignoble du plateau d'El-Mohgoun à 2Km de la ville d'Arzew, à environ de 40Km de la ville d'Oran et 5 Km de la mer méditerranée, elle occupe une superficie de 180 hectares répartie comme suit :

- 150 hectares correspondant aux anciennes installations construites en 1970.
- 30 hectares correspondant aux nouvelles installations construites entre 1978 et 1983.

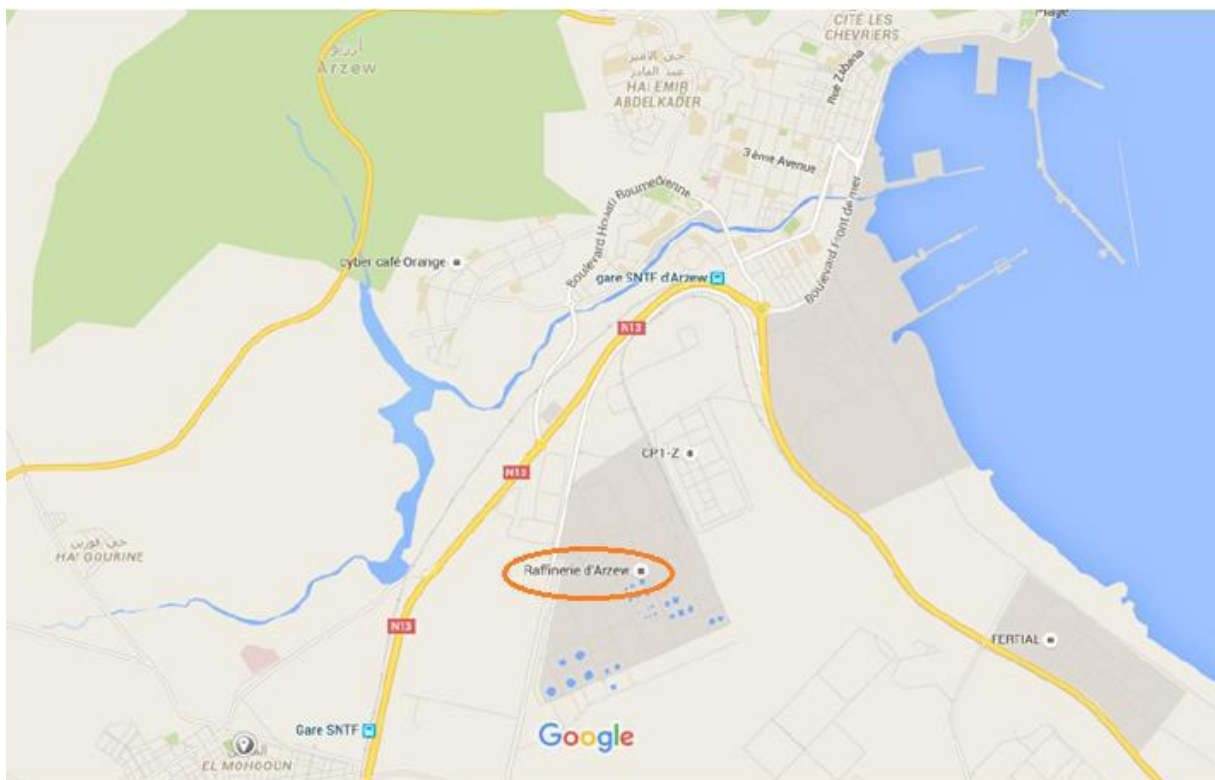


Figure I.1 Situation géographique du complexe RA1/Z

I.1.2 Rôle de la raffinerie

Une raffinerie de pétrole est un complexe industriel qui met en œuvre des techniques de séparation et de transformation permettant de produire à partir du pétrole brut un éventail complet de produits commerciaux allant des gaz aux asphaltes et au coke. L'ordonnancement logique des différentes opérations de traitement du brut constitue le schéma de fabrication dont l'élaboration nécessite la connaissance précise des éléments suivants :

- Composition des pétroles bruts et des produits finis.
- Caractéristiques des produits finis.

La structure de la raffinerie d'Arzew évolue constamment pour :

- Traiter le pétrole brut venant de Hassi-Messaoud par la RTO.
- Satisfaire la demande quantitative et qualitative d'un marché d'énergie national et international en carburants, combustibles, lubrifiants, bitumes, produits de base pour la pétrochimie (naphta, kérosène, fiouls)....

I.1.3 Capacité de production

La raffinerie d'Arzew traite environ 3.75 millions de tonnes par an de pétrole brut saharien acheminé par pipelines de la région de Hassi-Messaoud et 280 000 tonnes de pétrole brut réduit importé pour la production des bitumes. Sa production en produits finis et semi-finis avoisine les quantités présentées dans la **Figure 2**.

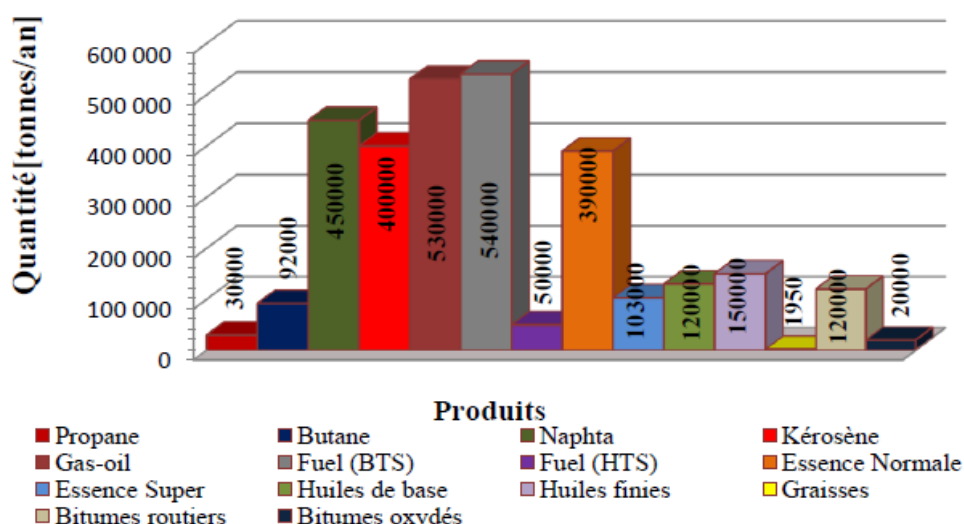


Figure I.2 Capacité de production des différents produits pétroliers

I.1.4 Présentation des principales installations de la RA1/Z

La raffinerie d'Arzew comprend quatre principaux départements de production et chaque département est constitué de plusieurs zones ayant des activités spécifiques, et sont composées des différentes unités de production, comme suit :

I.4.1 Les Utilités

Zone 03, Zone 19 : Ces deux zones comprennent plusieurs unités qui ont pour but d'assurer la continuité et le bon fonctionnement des différentes installations :

Unité 31/Unité 1100 : production de vapeur HP, BP, MP au moyen des chaudières alimentées en eau distillée.

Unité 32/Unité 1600 : production d'eau distillée à l'aide des évaporateurs.

Unité 33/Unité 1300 : tours de refroidissement.

Unité 34/Unité 1200 : production d'électricité.

Unité 35/Unité 1400 : réception et distribution de fuel gaz.

Unité 36/Unité 1500 : production d'air service et d'air instrument.

Unité 37/ Unité 280 : production du gaz inerte.

Unité 67 : réseau incendie.

I.4.2 Les carburants

Zone 04 : C'est le point de départ du processus de raffinage du pétrole brut. Elle comprend cinq unités.

Unité 11 de la distillation atmosphérique ou topping : elle a pour but la séparation par distillation atmosphérique des différents composants contenus dans le pétrole selon leurs densités, du plus léger au plus lourd. Il s'agit du ;

1. Gaz de pétrole liquéfié (LPG).
2. Naphta léger (LSRN).
3. Naphta lourd (HSRN).
4. Kérosène.
5. Gasoil léger et lourd.
6. Résidu atmosphérique (BRA) utilisé pour la fabrication des huiles de base.

Unité 12 du reforming (platforming) catalytique : les Naphta lourds de l'unité de distillation atmosphérique sont traités dans cette unité dans le but de produire une base d'essence (réformât) à haut indice d'octane, des GPL et un gaz riche en hydrogène.

Unité 17 d'isomérisation : les essences légères (LSRN) de la distillation atmosphérique ont des indices d'octanes relativement bas, l'isomérisation consiste à transformer les

hydrocarbures paraffiniques contenus dans LSRN en des chaînes droites possédant un bas indice d'octane en paraffines ramifiées à indice d'octane relativement élevé.

Unité 13 de récupération et séparation des GPL : cette unité récupère et sépare les GPL provenant des unités 11, 12, et 17 pour produire le propane et butane commerciaux.

Unité 18 (l'unité du système de l'huile chaude) : le rôle de cette unité est de fournir la chaleur (par l'utilisation d'un fluide caloporteur) pour les unités 11 et 17.

I.4.3. Les lubrifiants

Zone 07 et zone 05 : Ces deux zones obtiennent des huiles de base considérées comme matière première pour la fabrication des lubrifiants à partir du BRA recueilli au fond de la colonne de distillation atmosphérique. Dans ces deux zones on distingue les unités suivantes :

Unité 21 et 100 : Distillation sous vide.

Unité 22 et 200 : Désasphaltage au propane.

Unité 23 et 300 : Extraction des aromatiques au furfural.

Unité 24 et 400 : Déparaffinage au MEC/ toluène.

Unité 25 et 500 : Hydrofinishing.

Unité 600 : Hydrofinishing des paraffines.

Unité 150 : Système de l'huile chaude.

I.4.4. Les huiles finies et les graisses

Zone 06 / unité 3000 : elles ont pour but de fabriquer des huiles finies par l'ajout aux huiles de base des additifs chimiques, et leur conditionnement dans des fûts métallique de 200L. Elles comprennent les unités suivantes :

Unité 51 / 3100 : Unité de mélange et conditionnement des huiles. (huiles de base + additifs) pour obtenir des huiles finies.

Unité 52 / 3200 : Unité de traitement et conditionnement des graisses.

Unité 53 / 3300 : Unité de conditionnement de la paraffine.

Unité 3400, 3500, 3600 : Assurent le conditionnement des huiles finies.

Unité 3700 : Installation portuaires. Son rôle consiste :

- Au déchargement des additifs importés des navires.
- Aux suivis des bacs de stockage (contrôle de température, niveau, pression, etc.)
- Au transfert des additifs vers RA1/Z par camions citerne.
- Au chargement d'huiles de base dans les navires.

Unité 3800 : pomperie des eaux brutes.

Unité 3900 : elle assure le conditionnement et le remplissage des huiles finies en bidons de 2 et 5 Litres et de la graisse en pots de 1 Kg.

Zone 30 Cette zone est spécialisée dans le chargement des carburants dans les camions et wagon des trains.

I.4.5. Les bitume

Zone 10 : Cette zone concerne la production des bitumes routiers et oxydés, elle comprend deux unités :

Unité 14 du flash sous vide : La charge de BRI (Brut réduit importé) additionné à l'asphalte récupéré des unités 22 et 200 est fractionnée sous vide en gasoils et en un produit visqueux obtenu en fond de colonne, lequel est traité dans la section soufflage à l'air pur pour obtenir des bitumes routier.

Unité 15 du semi-blowing : pour la production des bitumes oxydés à partir du blown stock (Bitume routier + Gasoil) issu de l'unité 14.

Unité 45 de conditionnement et stockage des bitumes : pour le conditionnement des bitumes oxydés dans des sacs de 25 Kg ainsi que le chargement des bitumes (routiers et oxydés) en vrac par camions.

I.4.6. Stockage et expéditions

Zones 8A, 8B : Stockage intermédiaire des huiles de base.

Zone 9 : Stockage du brut et résidus.

Zone 11, 12,13 : Stockage du brut provenant des bacs de stockage de RTO (région transport ouest du brut).

Zone 16 : Stockage du naphta et de l'eau brut pour incendie.

Zone 17 : Stockage du kérosène et de l'essence de la première distillation (Naphta lourde pour U12).

Zone 18 : Stockage du fuel pour mélange et stockage du slop.

Zone 22 et 23 : **Stockage** des carburants.

Zone 24 : Stockage du gasoil.

Zone 25 : Stockage du fuel.

Zone 26 : Stockage du gaz de pétrole liquéfié (LPG)

Zone 29 : Stockage du BRI.

Zone 20 : Réception et approvisionnement des produits chimiques et pièces de rechanges.

Zone 28 : Zone de stockage et d'expédition des différents produits ; dont l'expédition se fait par : camion, navire, pipe, train...

I.4.7. Station de traitement des effluents

Zone 27 (unité 1800) : cette zone traite les effluents et récupère les eaux usées dans deux bassins de séparation et de décantation physique .

I.4.8. Le laboratoire

Zone 15 : pour une raffinerie, le laboratoire est d'une immense importance, il met en évidence la qualité de traitement des unités de raffinage par le suivi des produits à chaque stade du processus, veille au bon déroulement des unités de traitement du pétrole brut depuis son stockage au sein de la raffinerie jusqu'à la fabrication du dernier produit pétrolier commercialisé, afin d'établir des certificats de conformité à l'intérieur qu'à l'extérieur du pays.

On cite ici quelques tests effectués au sein du laboratoire de contrôle :

- Analyse des gaz par chromatographie.
- La densité.
- Acidité du kérosène.
- Point d'aniline.
- Indice d'octane pour les essences.
- Point d'écoulement.
- Point de ramollissement des bitumes.

Le laboratoire contrôle aussi la qualité des eaux et des différents rejets de la raffinerie.

I.4.9. Le Département de sécurité industrielle

Dans l'industrie des hydrocarbures, vu le caractère particulier de l'activité et des produits manipulés, l'hygiène et la sécurité occupent une place très importante au sein de l'entreprise. Les opérations sans danger ne dépendent pas uniquement de techniques d'industries et de matériels en bon état, mais aussi de personnes compétentes et d'une culture HSE vigilante qui constitue la préoccupation constante de la raffinerie pour le respect de l'environnement, le bien-être de ses collaborateurs et la sécurité de ses employés.

De ce fait, la raffinerie d'Arzew dispose d'un département de sécurité qui se compose de trois services :

I.5.9.1. Service de surveillance

Sa tâche est de surveiller de plus près l'ensemble de moyens humains et matériels entrant ou sortant, des installations, base de vie...etc.

I.5.9.2. Service de prévention

Il a pour rôle principal l'organisation préventive afin d'assurer la sécurité à l'ensemble du personnel et équipement c'est à dire préserver l'équipement et l'homme. Cette section est divisée en deux branches:

Contrôle : il a pour rôle d'autoriser le travail c'est à dire sans signature et l'accord de cette section, le travail ne s'effectue pas.

Animation : sa tâche principale est la sensibilisation du personnel des dangers qui pourront exister dans le complexe.

I.5.9.3. Service d'intervention

Ce service a pour tâche principale l'intervention rapide en cas d'accidents ou d'incendies, pour permettre l'extinction. il utilise tous les moyens humains et matériels appropriés pour la lutte contre les incendies.

I.2. Généralité sur les huiles lubrifiantes

I.2.1 Définition des huiles lubrifiantes

Les huiles lubrifiantes sont des fractions pétrolières non énergétiques, visqueuses à haut point d'ébullition obtenues à partir du résidu atmosphérique dans une colonne sous vide. Ce sont des substances de nature onctueuse d'une couleur claire, elles peuvent être liquides, semi-plastiques ou solides[1]. Ils sont fabriqués 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.

I.2.2 Le rôle des huiles lubrifiantes

- **Lubrifier** : l'huile doit former un film fluide entre les surfaces en mouvement.
- **Evacuer les impuretés** : l'huile doit transporter les impuretés et diverses contaminations jusqu'au filtre. La propreté des circuits est obtenue au prix de la contamination de l'huile. Celle-ci est la principale cause de vieillissement des lubrifiants.
- **Assurer la protection contre l'usure** : l'huile doit assurer la protection des pièces des frottements chargées qui pourrait s'user lorsque le film d'huile est très fin.
- **Se comporter comme réfrigérant** : le lubrifiant contribue d'une façon très active au refroidissement de ces machines et à l'évacuation de la chaleur produite lors du mouvement.
- **Amortir les chocs et réduire le bruit** : le lubrifiant doit assurer une réduction du bruit et un amortissement des chocs, la résistance au feu et au moussage.
- **Eviter la corrosion** : l'huile doit protéger les parties usinées qui peuvent être faite de différents métaux et sont protecteurs contre la corrosion et la formation de rouille.
- **Eviter la formation des dépôts** : l'huile doit être capable de disperser les particules insolubles susceptibles de former des dépôts qui pourraient gêner la lubrification.
- **Se comporter comme un fluide hydraulique** : l'huile n'a pas toujours cette fonction, mais il arrive que l'huile lubrifiante soit également utilisée comme fluide hydraulique [1].

I.2.3 Composition des huiles lubrifiantes [2]

Toutes les huiles lubrifiantes sont constituées d'un composant principal appelé "base", auquel sont ajoutés des additifs qui confèrent au lubrifiant les propriétés spécifiques requises pour une application donnée.

Les bases pour lubrifiants peuvent être minérales (d'origines pétrolières) ou synthétiques.

a. Les bases minérales

Les bases minérales classiques résultent du raffinage de coupes de distillation sous vide ainsi que de celui de résidus atmosphériques sous vide désasphaltés.

b. Les bases synthétiques

Les bases synthétiques sont obtenues par synthèse chimique à partir des produits simples issus de la pétrochimie. Elles sont de structure mieux définie que les bases minérales cela permet d'ajuster certaines de leurs propriétés. Ces bases incluent les silicones, Polyalphaolefines (PAO), Polyglycols...

I.2.4 Caractéristiques physico-chimiques des huiles de base

Les huiles de base sont obtenues par distillation du pétrole et qui doit répondre à ces trois grandes tendances de caractère spécifique particulier.

a-Tendance paraffinique

Les huiles qui ont une tendance paraffinique sont caractérisées par:

- La température de congélation relativement élevée.
- La faible densité ($\approx 0,88-0,89$).
- L'indice de viscosité généralement voisin de 100.
- Le point d'inflammabilité élevée pour une viscosité donnée.

b-Tendance naphénique

Les huiles qui ont une tendance naphénique sont caractérisées par:

- Un point d'écoulement naturellement bas;
- La densité relativement élevée ($\approx 0,9$).
- L'indice de viscosité relativement faible (40 à 60).
- Le point d'inflammabilité relativement basse.

c-Tendance aromatique

Les hydrocarbures aromatiques présentent des caractères encore plus néfaste que les hydrocarbures naphéniques, car leur densité est très élevée et leur indice de viscosité est très

faible. Cependant, le caractère de ces composés provoque la formation des résines ou des asphaltes accompagnés de dérivés corrosifs.

I.2.5 Caractéristiques des huiles lubrifiantes

Les caractéristiques principales du comportement de l'huile au cours de service sont les suivantes:

a. La viscosité (norme ASTM D445)

Il s'agit de la caractéristique essentielle de tout lubrifiant. La viscosité est une grandeur physique qui mesure la résistance interne à l'écoulement d'un fluide, résistance due au frottement des molécules qui glissent les unes contre les autres.[3]

Elle varie avec la pression mais l'incidence de la température est la plus forte, on dira qu'une huile est de bonne qualité si le changement de sa viscosité est plus harmonieux avec l'augmentation de la température car au cours du fonctionnement d'un moteur la température augmente, et la viscosité de l'huile ne doit pas diminuer de beaucoup, car il est important que l'huile soit suffisamment visqueuse pour rester entre les détails et assurer donc la lubrification du mécanisme.

Une huile de bonne qualité ne doit pas être:

- Ni trop visqueuse à froid;
- Ni trop fluide à chaud.

b. L'indice de viscosité (norme ASTM D2270)

L'indice de viscosité est un nombre conventionnel qui traduit l'importance de la variation de la viscosité avec la température [4].

Il est calculé en comparant la viscosité à 40 °C de l'huile à tester à celle de deux huiles étalons prises comme référence, l'une asphaltique à forte variation de viscosité $VI = 0$, et l'autre paraffinique affectée d'un $VI = 100$, ces deux gammes correspondaient à l'époque aux produits à caractéristiques extrêmes parmi les distillats pétroliers connus et provenaient respectivement de Pennsylvanie et du Texas. [5]

Plus ce nombre est élevé, moins la viscosité varie en fonction de la température. Cette propriété peut être améliorée par des additifs.

c. L'onctuosité

C'est la propriété de former un film rigide et continu sur des surfaces en contact des pièces de machines ou de mécanismes. Pour augmenter l'onctuosité on ajoute à l'huile des additifs à base de Cl, P, S et Zn avec une proportion de 1 à 5% du mélange à (1-5%).

d. La densité

Elle se mesure à 15 °C par rapport à l'eau à 4 °C, à l'aide d'un densimètre plongeant dans un tube à essais. Les valeurs courantes pour les huiles varient de 0,85 à 0,95 et dépendent de l'origine des produits.

e. Le point d'écoulement "Pour Point" (norme ASTM D97)

C'est la plus basse température à laquelle l'huile coule encore lorsqu'elle est refroidie, sans agitation, dans des conditions normalisées. [6]

Elle est exprimée en degré Celsius. Lors de la détermination du point d'écoulement des huiles, une autre caractéristique est également mesurée; il s'agit du point de trouble (cloud point) qui est la température à laquelle apparaissent les premiers cristaux de paraffine. [7]

Celui-ci doit être très bas pour assurer le démarrage du moteur à froid. Il est lié à la viscosité et à l'indice de viscosité.

f. Couleur (norme ASTM D1500)

La couleur d'une huile est évaluée par transparence en comparant sa couleur à celles des verres étalons de l'échelle ASTM graduée de 0,5 (la plus claire) à 8 (la plus foncée = rouge brun). Pour les couleurs trop foncées, l'échantillon peut être dilué [8].

La couleur d'une huile est d'autant plus claire qu'elle est mieux raffinée mais les additifs assombrissent pratiquement toujours les huiles de bases. La couleur de l'huile évolue en cours d'utilisation. Cela est évident pour les huiles moteur qui deviennent rapidement noires en se chargeant en suies de combustion.

j. Indice de réfraction

L'indice de réfraction est un nombre n sans dimension qui caractérise le milieu dans lequel se propage la lumière.

$$n_{\lambda} = C / V_{\lambda}$$

Où :

C : vitesse de la lumière dans le vide.

V_{λ} : vitesse de la lumière de longueur d'onde λ dans le milieu considéré.

Il dépend de la longueur d'onde, de la température, de la pression, de l'hygrométrie et de la composition chimique [9].

h. Détergence

Cette caractéristique assure la fonction de nettoyage et d'élimination des produits d'oxydation ou des dépôts carbonneux qui se forment pendant le fonctionnement sur les parois des cylindres et pistons [10].

i. 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.

I.2.6 Aditifs

Le progrès technique est lié à l'apparition de nouvelles machines et mécanismes plus performants, ce qui exige des propriétés plus sévères. L'obtention de telles propriétés est très difficile même en utilisant les technologies très sophistiquées. Pour ces raisons on ajoute des additifs pour améliorer ces propriétés. Ces derniers doivent répondre aux exigences suivantes:

- Ils doivent être solubles dans le produit pétrolier ou dans l'un de ses composants.
- Ils doivent pouvoir se mélanger entre eux.
- Ils ne doivent pas détériorer les autres propriétés.
- Ils doivent être plus stables à n'importe quelles conditions de travail.
- On distingue plusieurs types d'additifs,

parmi eux on peut citer:

- Additifs de viscosité.
- Additifs dépressifs.
- Additifs anti-usures.
- Additifs anti-frictions.
- Additifs anticorrosifs.
- Additifs anti-mousses.
- Additifs abaissant le point de congélation.
- Additifs antioxydants.
- Additifs dispersants.
- Additifs détergents.

La fonction des additifs est de :

- ✓ 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 [18].

I.3. Présentation de la chaîne lubrifiante ^[12]

Introduction

Les installations de fabrication des huiles regroupent un ensemble de cinq unités distinctes, complémentaires et disposées enchaînée, ayant chacune un procédé de traitement spécifique. Le schéma présenté voir **figure I.3** ci-dessous décrit la chaîne classique du raffinage des huiles de base et explique l'objectif recherché à travers le procédé de chaque unité.

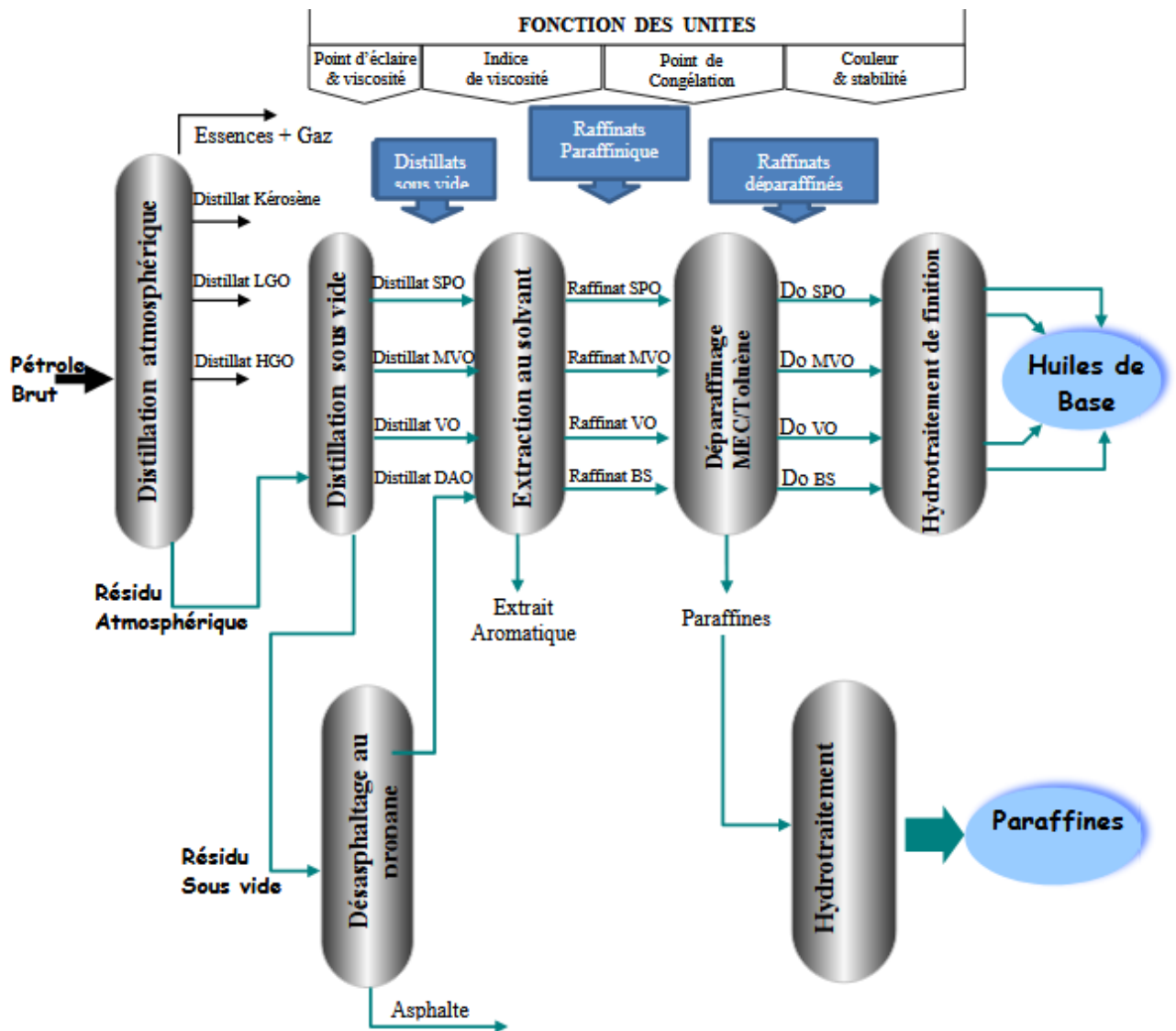


Figure I.3 Chaîne de fabrication des huiles de base

I.3.1. Distillation sous vide du résidu atmosphérique

L'unité de distillation sous vide (DSV) est destinée à séparer le résidu atmosphérique en plusieurs coupes pétrolière. Le découpage réalisé dépend de la composition du résidu atmosphérique et des utilisations ultérieures des différentes coupes obtenues.

L'opération sous vide permet d'abaisser les températures de distillation et d'éviter ainsi la dégradation thermique des hydrocarbures à haute température d'ébullition, elle permet de ne pas dépasser 400-430 °C qui est, dans ce type d'unité, l'ordre de grandeur de la température limite de stabilité des hydrocarbures.

Le vide est assuré par un dispositif d'aspiration des gaz résiduels en tête de colonne. Le gasole et les distillats sous vide «spindle ou huile légère (SPO), huile mi-visqueuse (MVO) et huile visqueuse (VO)», sont soutirés latéralement et le résidu sous vide est obtenu en fond de colonne.

Le contrôle de la qualité des produits soutirés fait appel aux essais normalisés suivants:

- Gasole sous vide - point de trouble.
- Distillats huile - viscosité, point d'éclair, couleur.
- Résidu sous vide - viscosité.

Le schéma présenté par la **figure I.4** ci-après, montre les principaux équipements constituant l'opération de distillation sous vide.

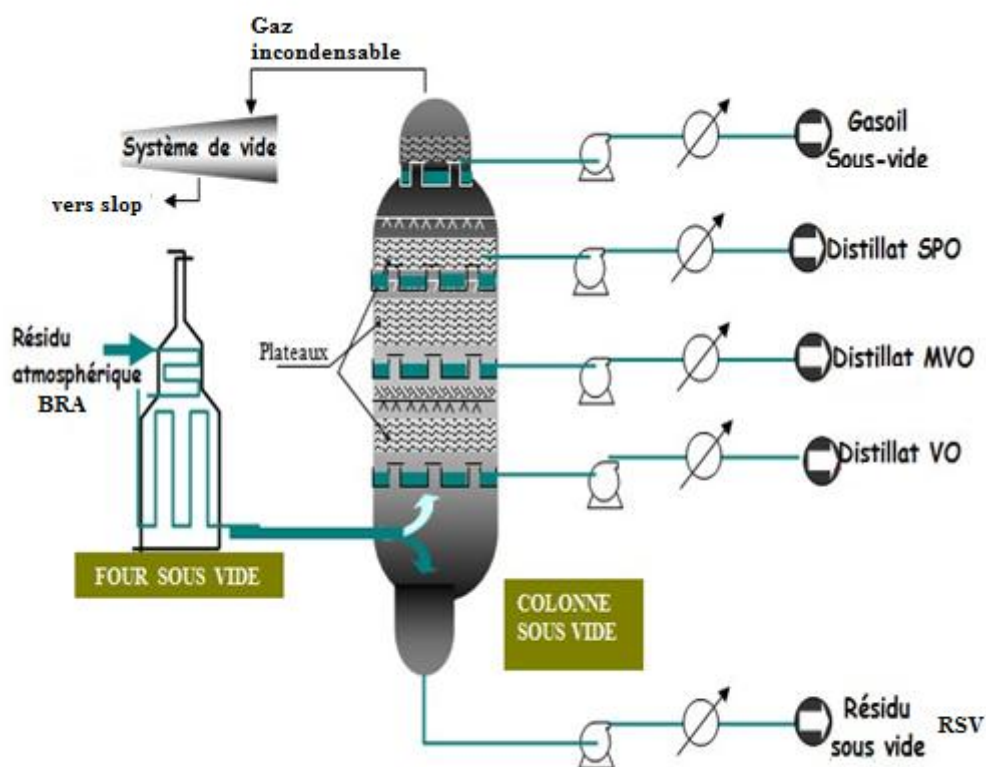


Figure I.4 Schéma simplifié de la distillation sous vide.

I.3.2. Désasphaltage au propane

Le but de ce procédé est d'obtenir une huile lourde appelée distillat «DAO» à partir du résidu sous vide, où sont éliminés les produits asphaltiques et résineux qui nuisent à la stabilité thermique de l'huile et donnent une mauvaise couleur.

Le désasphaltage est un procédé d'extraction réalisé par raffinage au solvant. Le désasphaltage au propane est parmi les procédés les plus utilisés.

Dans une colonne à disques rotatifs, cette opération est conduite à contre-courant d'un flux de résidu sous vide et flux de propane. La phase huileuse appelée souvent «DAO»; soluble dans le propane est séparée d'un mélange résines-asphalté qui décante au fond de la colonne. Les mélanges DAO-solvant et asphalte-solvant sont dirigés vers le système de récupération.

Le schéma présenté par la **figure I.5** ci-après, montre les principaux équipements constituant l'opération de désasphaltage au propane.

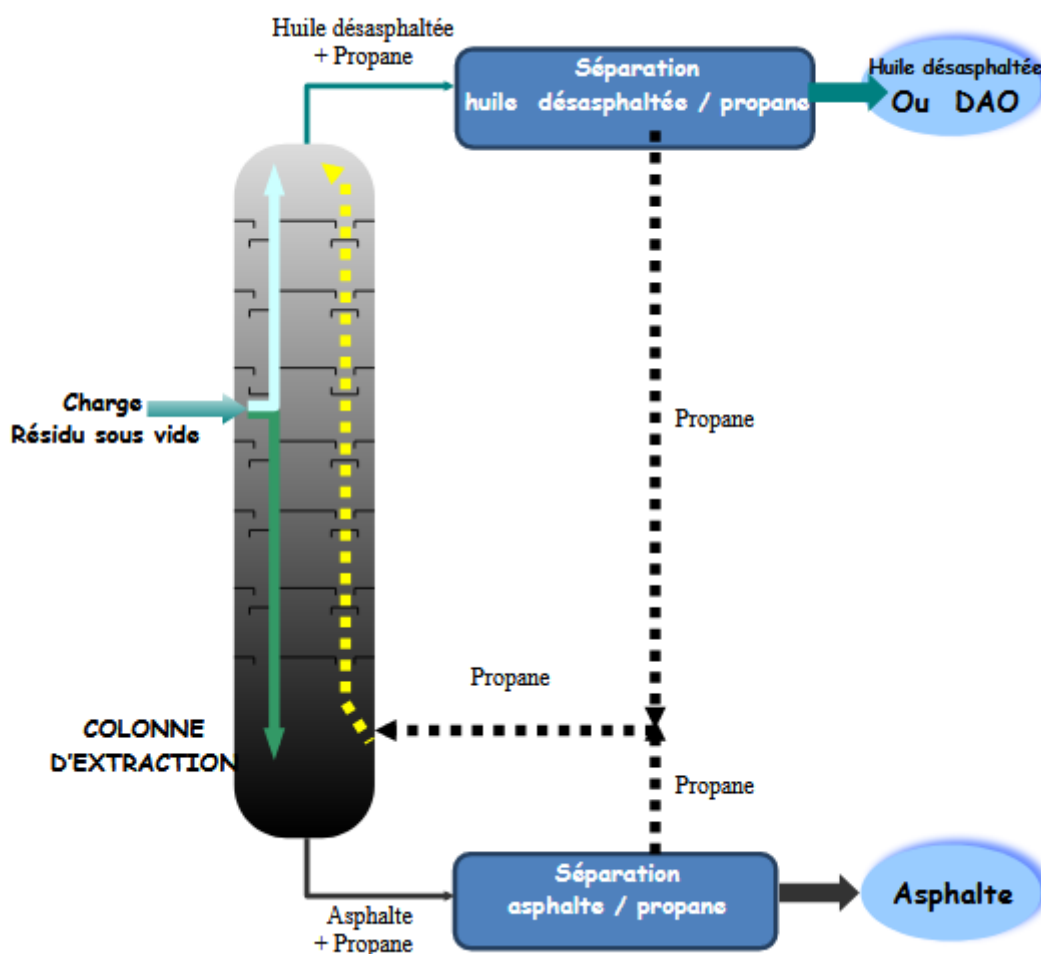


Figure I.5 Schéma simplifié du désasphaltage au propane.

I.3.3. Extraction au solvant sélectif (furfural)

Le but de cette opération est l'amélioration de l'indice de viscosité, en se débarrassant des composés instables à l'oxygène.

Le principe utilisé est l'élimination des constituants aromatiques des distillats, il est réalisé par l'utilisation d'un solvant sélectif tel que le furfural qui possède une solubilité préférentielle.

Le traitement avec le furfural est très actif, d'abord envers les hydrocarbures aromatiques puis envers les hydrocarbures naphthéniques.

Deux phases sont récupérées dans une colonne à disques rotatifs (RDC) dont la première est le raffinat riche en composants paraffiniques et le deuxième un extrait riche en aromatiques.

L'unité traite quatre distillats provenant de l'unité de distillation sous vide .

- La spindle ou SPO;
- La mi-visqueuse ou MVO;
- La visqueuse ou VO;
- La brigst stock ou BS.

L'unité comprend quatre sections principales qui sont:

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

Le schéma présenté par la **figure I.6** ci-après, explique et montre les principaux équipements constituant l'opération de l'extraction au furfural.

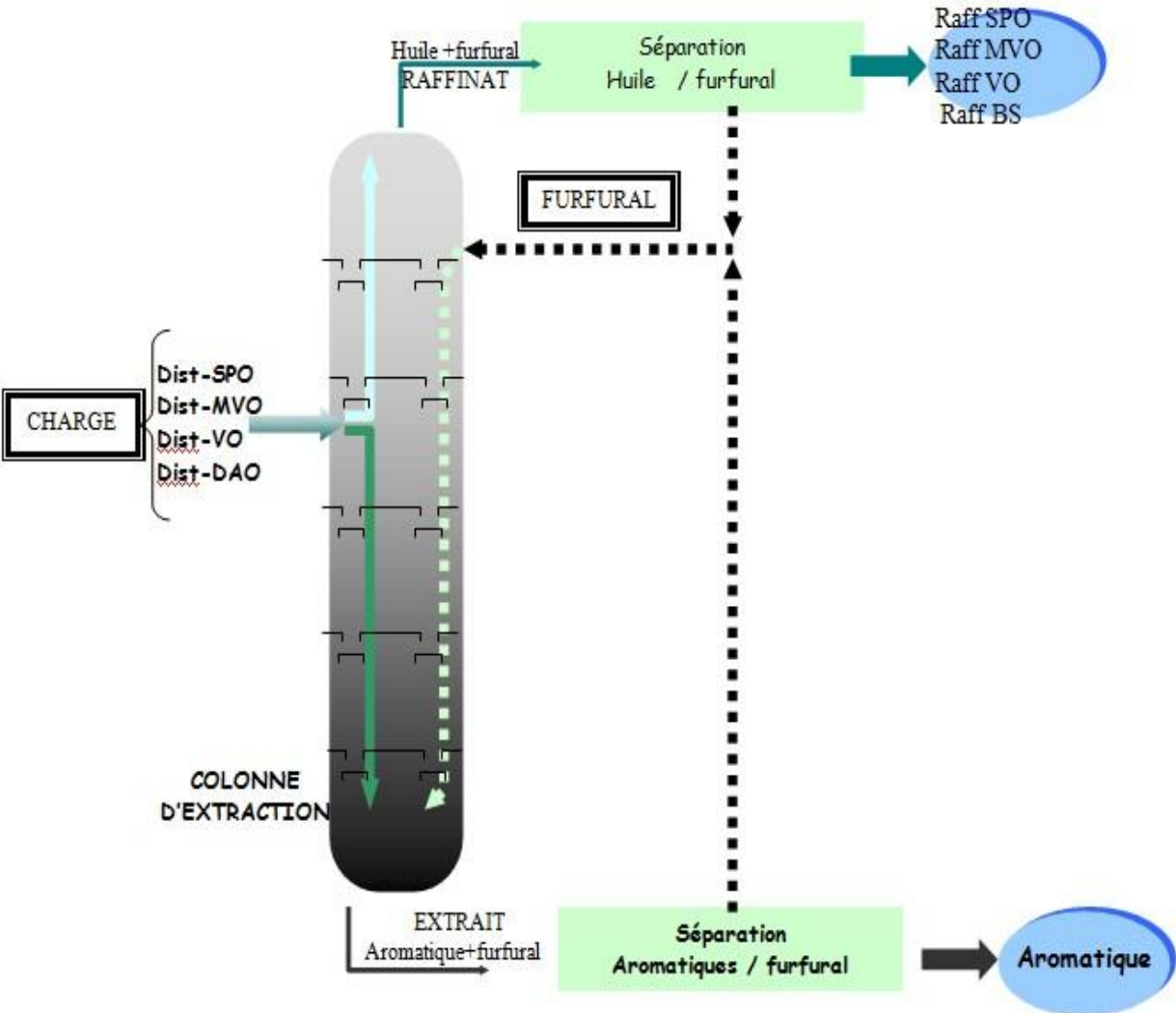


Figure I.6 Schéma simplifié de l'extraction au furfural

I.3.4. Déparaffinage au Méthyl-éthyle-cétone / Toluène

Le rôle du déparaffinage est de produire des huiles lubrifiantes à bas point d'écoulement et des paraffines dures à basses teneurs en huile.

C'est une opération réalisée grâce à un mélange de solvants qui a pour but de solubiliser l'huile de base en facilitant la cristallisation à froid des paraffines. Ces hydrocarbures se cristallisent à la température ambiante et empêchent donc l'huile de circuler librement et de lubrifier parfaitement les mécanismes.

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.

Le schéma présenté par la **figure I.7** ci-après, explique et montre les principaux équipements constituant l'opération de déparaffinage au MEC-TOLUENE.

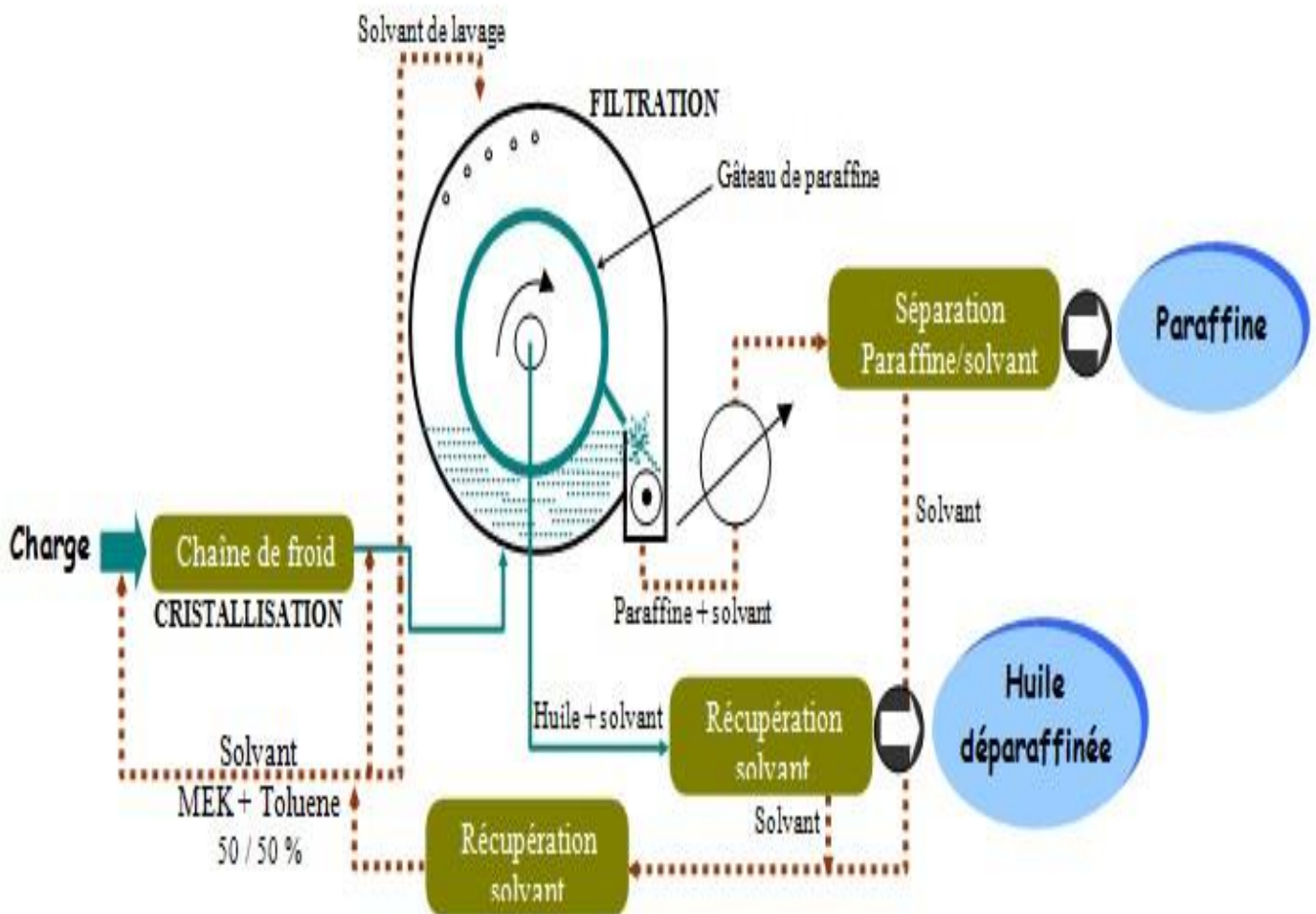


Figure I.7 Schéma simplifié du déparaffinage au MEC/Toluène

I.3.5. Unité de traitement des l'huiles de base "Hydrofinishing"

La section d'Hydrofinishing est une unité de faible sévérité. Elle a pour rôle d'éliminer les insaturés, le soufre et l'azote dans le but d'améliorer les propriétés suivantes:

- Stabilité de la couleur;
- Stabilité à l'oxydation;
- Minimiser la teneur en impuretés.

Le traitement consiste essentiellement à faire passer de l'huile et de l'hydrogène à travers un lit catalytique sous des conditions modérées de température et de pression.

Le procédé utilise un catalyseur dans lequel est associée une base métallique où la réaction de décoloration et d'amélioration de la résistance à l'oxydation prend place. Le schéma présenté par la **figure I.8** ci-après, explique et montre les principaux équipements constituant l'opération d'Hydrofinishing .

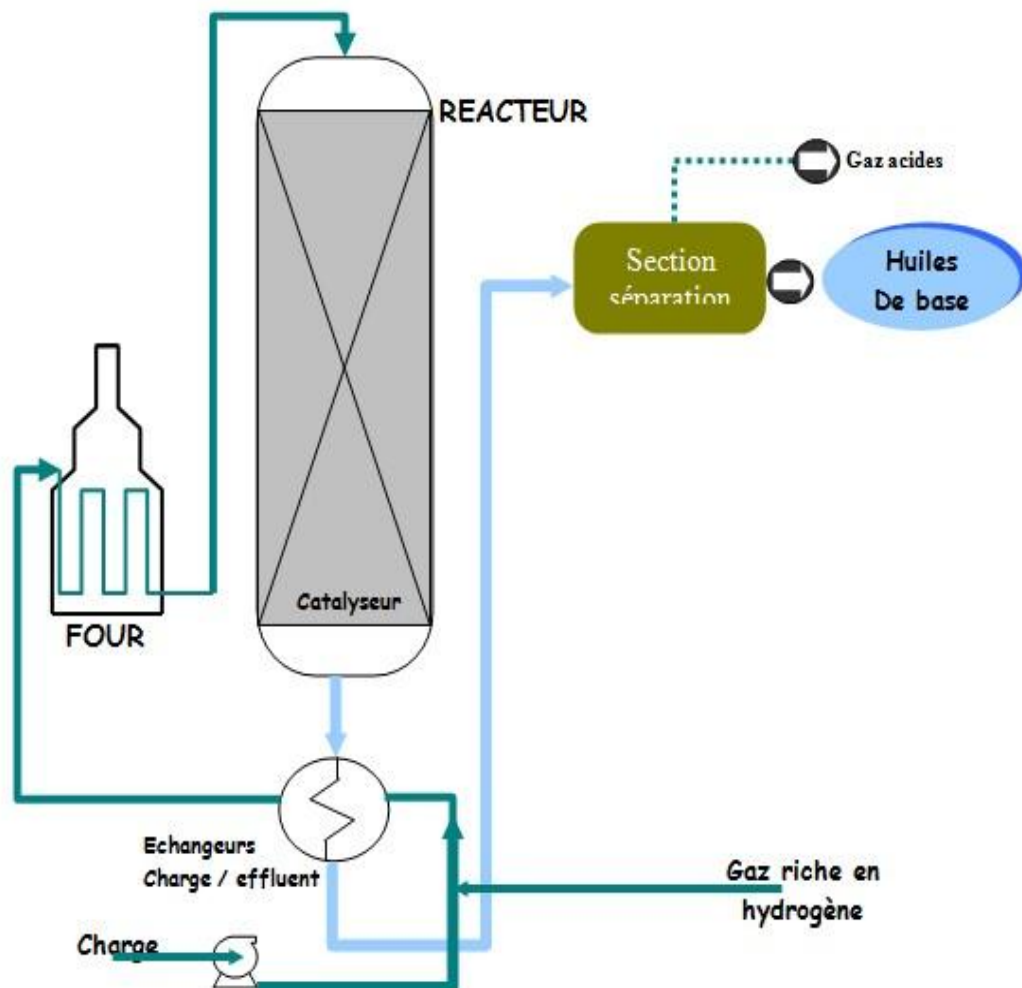


Figure I.8 Schéma simplifié de l'Hydrofinishing

I.4. Description de l'unité de déparaffinage au MEC/Toluène U400 [13]

Introduction

L'unité 400 effectue le déparaffinage de l'huile et la fabrication de la paraffine dure, les distillats traités sont (spindle, SAE10, SAE30, BS) issus de l'unité 300. Le but de l'unité est de fabriquer de l'huile de base à bas point de coulement et une gamme de paraffine à point de fusion élevé et de faible teneur en huile.

I.4.1 Principe du procédé de déparaffinage

Le procédé utilise la différence de solubilité de l'huile et de paraffine dans un solvant composite toluène et de méthyle éthyle cétone (MEC, Toluène) tel que le MEC cristallise la paraffine et le toluène dissout l'huile.

La charge mélangée au solvant est refroidie jusqu'à la température de filtration -24 °C qui laisse la paraffine en forme de cristaux insolubles ceux-ci sont séparés en continu par des filtres rotatifs.

I.4.2 Description de l'unité

I.4.2.1 Fabrication d'huile et de paraffine :

La pompe de charge P401 aspire à partir des bacs le grade de charge à traiter, qui est mélangé avec du solvant humide de la 1^{ère} dilution le mélange est chauffé dans l'échangeur E401 jusqu'à 70 °C pour homogénéiser la solution résultante afin de permettre par la suite une cristallisation uniforme des cristaux de paraffine, puis refroidis dans l'aéroréfrigérant E402AR jusqu'à 49 °C avant d'être introduit dans les échangeur et réfrigérant, le mélange est séparé en deux courants, l'un contrôlé par mesure de débit et l'autre sous contrôle de pression, chacun de ces courants entre dans deux échangeurs montés en série E403A/B/C/D. Ces échangeurs sont constitués essentiellement par deux tubes coaxiaux, la charge introduite dans le tube interne est refroidie par l'huile déparaffinée froide s'écoulant dans l'espace annulaire, après cela le courant résultant pénètre dans deux réfrigérants au propane montés en série E404A/B/C/D où ils sont refroidis.

Une dilution secondaire de solvant sec et contrôlé en débit, est introduite soit avant soit après, soit au milieu du dernier réfrigérant, le mélange d'huile et de paraffine venant des réfrigérants avec une température de -24 °C est introduit dans le ballon D401 puis dans les

filtres, l'huile déparaffiné passe sous l'action du vide à travers les filtres constitué par un tissu et s'écoule vers le ballon D405, un couteau fixe détourne le gâteau de paraffine vers un convoyeur à vis qui le pousse dans un accumulateur de paraffine, ce gâteau dénommé gatsh, est réchauffé et fondu, il est repris par une pompe P407, chauffé dans l'échangeur E413 où la paraffine en suspension est fondue et mise en solution et envoyée dans le bac TK402, l'huile déparaffiné est pompée à travers les filtres F407A/B, l'huile déparaffinée pénètre ensuite dans un système de récupération d'huile.

I.4.2.2 Fractionnement de la paraffine - opération primaire :

Le mélange du gatsh du réservoir tampon TK402 est repris par la pompe P410, une quantité prédéterminée de solvant lui est ajoutée, le mélange est chauffé dans l'échangeur E439 afin de faire disparaître tout germe solide puis refroidis dans deux échangeur E403E/F, le mélange est ensuite introduit dans le réfrigérant E404E à sa sortie le mélange est introduit dans le ballon D402 d'où il s'écoule par gravité est sous contrôle de niveau dans la cuve du filtre F405, le filtrat est recueilli dans le ballon de recette D406, il est repris par la pompe P405, passe dans E403E ensuite E403F, puis parvient dans la section de récupération des paraffine molles.

Le gâteau de paraffine est lavé avec du solvant sec froid, détaché et recueilli dans le convoyeur à vis du filtre, ce gâteau est dénommé paraffine primaire.

I.4.2.3 Fractionnement des paraffine-opération de repulp

Par cette opération on récupère la paraffine molle entraînée dans la paraffine primaire on obtient ainsi une paraffine dure à très basse teneur en huile, la paraffine primaire sortante de l'accumulateur de paraffine du filtre de fractionnement est mélangée avec une quantité de solvant ensuite introduite dans l'échangeur E404F, le mélange de paraffine primaire refroidi est introduit dans le ballon D403 il s'écoule ensuite par gravité sous contrôle de niveau dans le filtre de repulp. Le filtrat de repulp est recueilli dans le ballon D407, le mélange de paraffine dur est chauffé pour obtenir une boue pompable, la pompe P409 expédie le mélange vers l'échangeur E415 où la paraffine est fondue, la solution obtenue est envoyée vers le bac TK401.

I.4.2.4 Refroidissement du solvant

L'unité dispose de trois qualités de solvant le solvant sec, le solvant humide, est le filtrat de repulp.

- le solvant sec : sera utilisé pour le lavage des gâteaux (l'eau si elle était présente formerait une couche de glace), pour les dilutions secondaires (alors que les cristaux de paraffine sont en formation) , comme reflue des différents tours de récupération de solvant, pour les lavages chauds des filtres.
- le solvant humide : sera utilisé pour les dilutions primaires, là ou une solution homogène existe ou aux endroits où des cristaux de paraffine ne sont pas en formation.
- le filtrat de repulp : sera utilisé comme solvant de dilution pour la partie de l'unité située immédiatement en amont du repulp .

I.4.2.5 Récupération de l'huile déparaffiné

Le système de récupération d'huile déparaffinée qui sépare l'huile du solvant utilise le filtrat de déparaffinage après avoir récupéré les calories du solvant sec dans l'échangeur E405A/B, est préchauffé dans l'échangeur E416 et dans l'échangeur E417, il est ensuite partiellement vaporisé (50% environ) dans l'échangeur E420A/B , le filtrat est introduit dans la colonne C402A d'évaporation atmosphérique, les vapeurs produites sont envoyées vers E416 où elles se condensent et refroidies avant de s'écouler par gravité dans le coté sec du ballon D408, le liquide restant du filtrat de déparaffinage est repris par la pompe P412 et envoyé dans l'échangeur E440 sous contrôle de débit.

Il se détend dans la colonne d'évaporation C402B, les vapeurs de solvant passent en tête se condensent dans l'échangeur E420A/B, elles sont complètement condensées dans E421 avant de parvenir au coté sec de D408. Le mélange d'huile déparaffinée venant de C402B est ensuite détendu dans la colonne d'évaporation atmosphérique C403A, les vapeurs de solvant restants rejoignent les vapeurs venant de C402A pour subir le même sort , l'huile déparaffinée s'écoule par gravité dans le stripper C403B pour y être épuisée par de la vapeur surchauffée, les vapeur s'échappent en tête, sont condensées dans E422AR avant de rejoindre le bac TK403. L'huile déparaffinée reprise par la pompe P417 cède ses calorie au filtrat de

déparaffinage dans E417 puis est refroidie dans E418AR avant de parvenir au limite de l'unité.

I.4.2.6 Récupération de la paraffine dure

Le mélange de la paraffine dure dans TK401 est repris par la pompe P411, est chauffé par les vapeur du solvant à pression atmosphérique venant des colonnes C406A et C407A dans l'échangeur E429 , il parvient ensuite dans l'échangeur E432 chauffé par les vapeur de solvant sous pression en provenance de C406B le mélange de paraffine dure est introduit dans la colonne C406A d'évaporation atmosphérique , les vapeurs produites sont envoyées dans E429 où il y'a condensation partielle puis dans E431AR où il y'a condensation totale avant de s'écouler par gravité du coté humide de D408. Le mélange de paraffine sortant de C406A, repris par la pompe P414, sous contrôle de débit, est envoyé dans l'échangeur E433 chauffé à la vapeur HP, la phase mixte sortante de E433 se détend dans la colonne C406B, les vapeurs passent en tête , sont condensées dans E432 puis refroidies dans E435AR et parviennent au coté sec de D408, le mélange de paraffine restant est détendu dans la colonne C407A après un dernier chauffage dans l'échangeur E434, la paraffine dure contenant encore les trace de solvant est épuisée à la vapeur par la colonne stripper C407B, les vapeurs de tête sont condensées dans l'échangeur E422AR avant de parvenir au réservoir TK403,

La paraffine dure sortante du fond de C407B est reprise par la pompe P415 est refroidie dans l'échangeur E430 avant d'être expédiée à la limite de l'unité ver l'unité 600.

I.4.2.7 Récupération de la paraffine molle (ou de gatsh)

Le mélange de paraffine molle après s'être échauffé au contact des vapeurs atmosphériques dans E423 est vaporisé partiellement dans E426, le mélange est détendu dans la colonne d'évaporation atmosphérique C404A, les vapeur vont se condenser partiellement dans E423 , la condensation totale et le refroidissement s'effectuent dans E425AR, le solvant obtenu est dirigé du coté sec du ballon D408. Le mélange de paraffine molle repris par la pompe P416 est chauffé et vaporisé dans E441 par de l'huile chaude avant d'être détendu dans la colonne d'évaporation sous pression C404B, les vapeurs vont se condenser dans E426 puis dans E427AR avant de rejoindre le coté sec du ballon D408, sous contrôle de pression.

Le mélange de paraffine molle contenant encore des trace de solvant est ensuite détendu à pression atmosphérique dans la colonne C405A où les vapeur de solvant restant

rejoignent les vapeurs de la colonne C404A, le mélange de paraffine molle contenant encore des traces de solvant est ensuite épuisé à la vapeur dans la colonne C405B, les vapeurs de tête sont envoyées vers l'échangeur E422AR avant de rejoindre TK403, la paraffine molle est envoyée par la pompe P417 aux limites de l'unité sous contrôle de niveau après avoir été refroidie à l'eau dans l'échangeur E424.

I.4.2.8 Récupération de cétone

Les couches aqueuses des différents réservoirs expédiés par la pompe P421 ; le solvant strippé dans les différentes colonnes d'épuisement ; etc... sont recueillis dans le réservoir de solvant pollué TK403. Dans ce réservoir une séparation en deux couches s'effectue, la couche supérieure constituée principalement en solvant contenant un peu d'huile alors que la couche inférieure est un mélange d'eau et de cétone dans un rapport pondéral d'environ 83 à 17. La couche aqueuse est reprise par la pompe P418 et envoyée au strippage de cétone C401, de la vapeur BP surchauffée est envoyée au bas de la colonne comme source de chaleur, de la vapeur passe en tête contenant environ 88% en poids de cétone et est condensée dans E428AR avant de parvenir par gravité au TK403 où la couche riche en solvant est soutirée par la pompe P419 et est utilisée comme dilution initiale du déparaffinage, l'eau séparée au fond de C401 est envoyée à l'égout d'eau chimiques en étant reprise par P424 sous contrôle de niveau, on peut dire que l'ensemble du système de récupération de cétone fonctionne comme un sécheur.

I.4.2.9 Réfrigérant au propane

Le système de réfrigérant comporte un compresseur centrifuge à deux entrées entraîné par une turbine, les ballons d'aspiration correspondant D414 et D415, un ballon accumulateur D418, un économiseur E437. Le propane en vapeur provient des utilisateurs E404A/F et E407A à travers le ballon D414 pour refroidir à $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$ pour la première aspiration, et de E406, E412 et E437 à travers le ballon D415 pour refroidir à $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$, les vapeurs comprimées sont condensées dans l'échangeur E438A/B et parviennent au ballon D418, le liquide provenant de ce ballon passe dans l'économiseur E437 dans une partie passe dans la calandre refroidissent celle passent dans le faisceau une partie de ce liquide est envoyé aux utilisateurs.

I.4.2.10 Système gaz inerte

Du gaz inerte est utilisé comme gaz de couverture dans tous les récipients contenant du solvant afin d'éviter la formation de mélanges explosifs et aussi pour fournir un gaz de décollement du gâteau dans les filtres. Un système de gaz inerte comprenant générateur de gaz inerte, compresseur, échangeur, sécheur, permettant de fabriquer deux qualités de gaz inerte : un gaz inerte humide BP, un gaz inerte sec HP.

Le gaz inerte humide BP couvre les besoins continus de l'unité 400, la pression nécessaire pour le balayage des compartiments et le décollement du gâteau et le vide dans les compartiments des filtre sont obtenus au moyen du compresseur à gaz inerte K402, le gaz inerte sec HP permet de souffler les échangeurs et réfrigérants avec du gaz inerte.

Un éjecteur à vapeur J401 permet, au démarrage, la mise sous vide du système de réfrigération ainsi que celle de l'aspiration de k402.

I.5. Description du procédé de déparaffinage ^[14]

I.5.1. But de l'unité

A la sortie de l'unité d'extraction au 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. Le raffinat est constitué essentiellement de molécules:

- paraffiniques plus ou moins longues et plus ou moins ramifiées.
- naphténiqne.

Les molécules paraffiniques à chaîne droite ou peu ramifiée ont tendance à se 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, 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 point de cristallisation élevé.

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

I.5.2 Charge et produits

La charge de l'unité de déparaffinage est le raffinat qui provient de l'unité d'extraction des aromatiques. Les produits résultants de l'opération de déparaffinage sont:

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

I.5.3 Choix du solvant

Le procédé de séparation huile/paraffine le plus utilisé est basé sur une méthode de cristallisation en présence d'un solvant qui, par sa seule présence dans le liquide, modifie les conditions de l'équilibre thermodynamique.

Le solvant idéal devrait dissoudre l'huile et précipiter toute la paraffine. D'autre part, cette dernière, en se précipitant, devrait se constituer en un réseau de cristaux pas trop serré pour permettre la filtration de l'huile à travers ce réseau.

La qualité d'un bon solvant de déparaffinage sont:

- solubilité et sélectivité: bonne solubilité pour l'huile et bonne sélectivité de cristallisation pour la paraffine.
- bas point d'ébullition: le solvant devant être éliminé de l'huile et de la paraffine par distillation, il convient de limiter la dépense énergétique lors de cette opération.
- faible chaleur de vaporisation et chaleur spécifique pour les mêmes raisons que ci-dessus.
- bas point de congélation : le solvant doit rester liquide aux températures de filtration non toxique et non corrosif;
- bas prix et bonne disponibilité.

plusieurs solvants ou mélanges de solvants répondent à ces qualités mais la plupart sont abandonnés pour des raisons de toxicité.

Ils ont constaté que le mélange idéal et le plus utilisé est celui de toluène et de méthyléthylcétone qui est fréquemment abrégé dans l'industrie en MEC-toluène.

Les caractéristiques de la méthyléthylcétone et du toluène sont données dans le tableau 1 :

Tableau I.1 Propriétés physiques de la méthyléthylcétone et du toluène

Propriétés	MEK	Toluène
Formule chimique développée	$C_2H_5-CO-CH_3$	$C_6H_5-CH_3$
Masse moléculaire (g/mol)	72	92
d_4^{20}	0.805	0.867
Température d'ébullition à pression atmosphérique (C°)	79.6	110.6
Point d'éclair (C°)	-6.1	4.4
Température d'auto inflammation (C°)	516	552
Azéotrope	Oui	Non

I.5.4 Notion sur la cristallisation

I.5.4.1. Généralités

La cristallisation est un processus selon lequel on modifie les conditions thermodynamiques d'un système solvant-soluté de manière à précipiter au moins une partie du soluté sous forme de solide. Le phénomène le plus important de la cristallisation lors du déparaffinage est la cinétique de cristallisation. Les équilibres thermodynamiques mettent parfois du temps à s'établir, un état qualifié de « métastable » intermédiaire a lieu au cours de ce temps. En créant un déséquilibre par une modification des conditions thermodynamiques, l'écart entre la position du départ et celle de l'arrivée engendre la force motrice de transfert qui visera à réduire aussi rapidement que possible le déséquilibre constaté vers une nouvelle position d'équilibre. Cette force motrice est la sur saturation.

I.5.4.2. Processus de cristallisation

Le processus de cristallisation s'effectue en deux étapes : la nucléation et la croissance des cristaux.

I.5.4.2.1. Nucléation

C'est la formation initiale de germes cristallins dans une solution (appelée parfois germination), on distingue :

a. Nucléation primaire

La nucléation primaire contiendra :

A-Nucléation homogène : qui est la formation spontanée de germes dans un liquide clair.

B-Nucléation Hétérogène : qui est la formation spontanée de germes dans un liquide contenant des impuretés susceptibles d'initier la formation de germes.

b. Nucléation secondaire

La nucléation secondaire est la présence de cristaux de même nature que celles des futures noyaux (ou de nature isomorphe). Cette nucléation se produit, provoquée soit par contact entre cristaux existants, soit par contact entre cristaux et parois internes, ou système d'agitation.

c. Nucléation tertiaire

On pourrait parler de nucléation tertiaire, en faisant référence à la possibilité d'ensemencer la liqueur mère avec des microcristaux de même nature (ou isomorphes) que les cristaux futurs.

I.5.4.2.2. Croissance des cristaux

Une fois qu'un noyau stable a été créé dans une solution sursaturée, il est capable de croître. Ce processus de croissance se réalise en deux étapes: -Transfert des molécules de la solution vers les cristaux. -Dépôt ordonné en surface des cristaux.

I.5.5. Filtration

I.5.5.1. Généralités

La filtration consiste à forcer la suspension à travers une membrane poreuse, seul le liquide peut traverser cette dernière. La dimension des particules retenues par le filtre est supérieure à celles des pores de la membrane, une toile tendue sur un support (presse ou tambour) permet de retenir donc au passage les matières en suspension d'un diamètre supérieur au diamètre de ses mailles. Le produit passant à travers cette toile est appelé filtrat, le produit retenu sur la toile est appelé GATEAU.

La filtration permet d'obtenir des gâteaux beaucoup plus concentrés en solides. Il existe toutes sortes de filtres qui travaillent sous vide ou sous pression, ce qui augmente la vitesse de filtration.

La séparation de deux phases solide-liquide nécessite la dépense d'une énergie pour passer d'un état moins ordonné à un état plus ordonné. Cette dépense d'énergie s'effectue par l'intermédiaire d'un champ de forces qui s'exerce soit sur les particules solides soit sur le liquide environnant. Le liquide passe à travers la toile sous l'influence d'un gradient de pression.

L'un des inconvénients les plus sérieux de la filtration est le colmatage progressif des membranes. Le colmatage apparaît plus au moins vite suivant la nature des suspensions à filtrer. On utilise des filtres rotatifs dans les unités de déparaffinage ; ils présentent l'avantage majeur de fonctionner en continu.

I.5.5.2. Description d'un filtre rotatif

Le filtre rotatif sous vide est constitué d'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, ils 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.

A l'intérieur du tambour des conduites recueillent le liquide aspiré à travers les secteurs filtrants débouchant 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-delà 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.

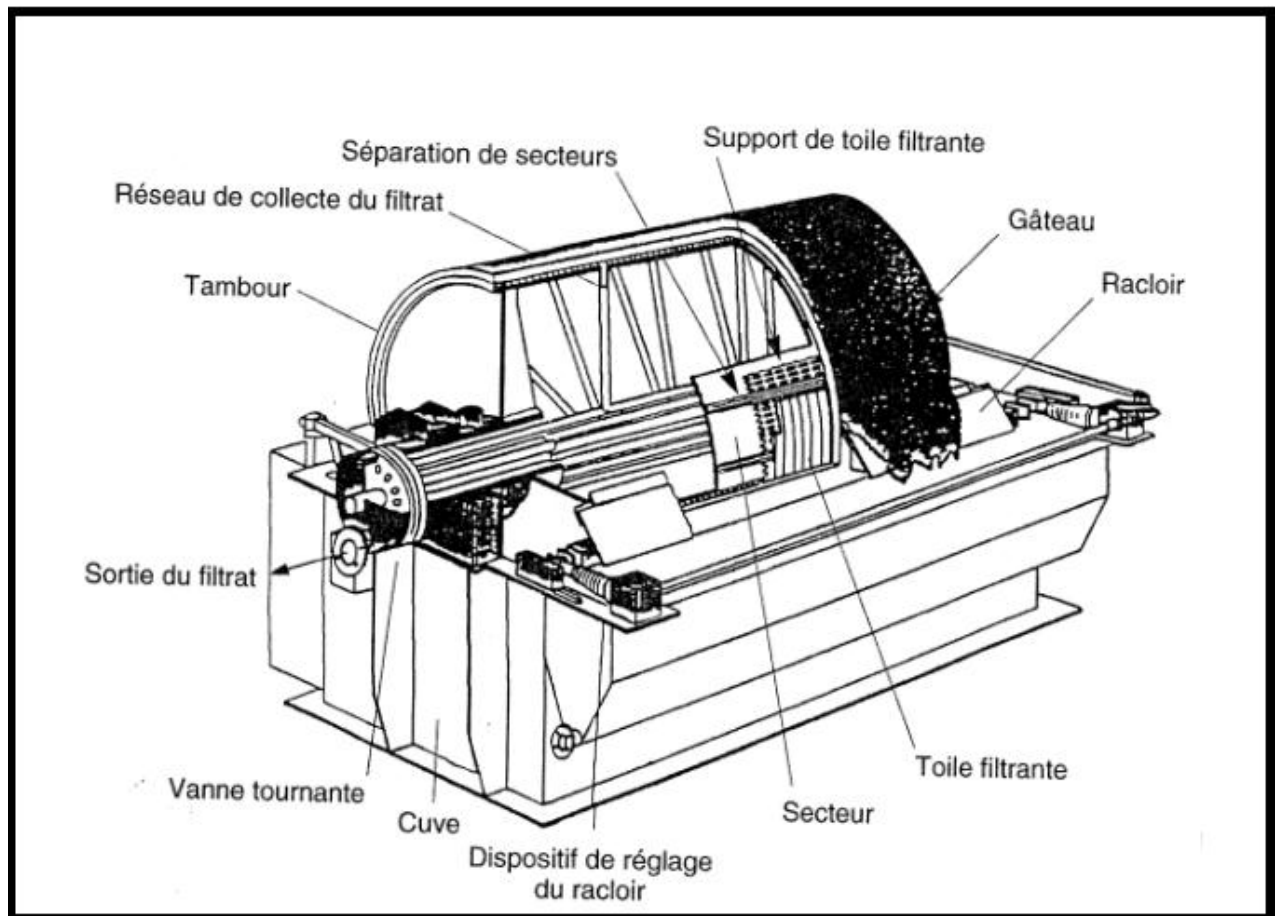


Figure I.9 Vue éclaté d'un filtre rotatif

I.5.5.3. Principe de la filtration

Le mélange à filtrer est admis dans la partie inférieure de l'enceinte jusqu'à un certain niveau réglable (de 40 à 50 % de la hauteur du tambour). Comme on l'avait cité, le tambour est constitué d'une trentaine de secteurs, chacun étant relié par un certain nombre de ligne de collecte à deux des ouvertures de la partie vanne tournante, situé à une extrémité du tambour. Par l'intermédiaire de ces ouvertures de la vanne tournante, les secteurs sont reliés aux lignes de collecte du filtrat, puis à la ligne de gaz de soufflage. Si on considère un secteur en particulier, on peut voir qu'il passe par les phases suivantes au cours d'une rotation de 360 degré.

- a. Phases de filtration;
- b. Phase de lavage;
- c. Phase de soufflage

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 (pour l'unité 24 les ballons D2(filtration)).Le vide étant maintenu de l'ordre de 0,250 bars absolus environ. 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. Dans ce but un circuit de solvant froid arrive sur la partie supérieure du filtre (dilution de lavage) et il est distribué en pluie sur la surface du gâteau sous vide à une pression de 0,400 bar. 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.

L'intérêt supplémentaire de cette technique et de pouvoir utiliser le filtrat récupéré dans la zone d'assèchement car il contient environ 95 % de solvant. C'est la raison pour laquelle le ballon de filtrat est constitué de deux compartiments (filtrat riche et filtrat pauvre).

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 cour 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.

Chapitre II :

Partie pratique

V.1. Problématique

Depuis le début de marche de l'unité de déparaffinage en MEC/Toluène, cette dernière connaît des anomalies qui le rendaient moins performant à l'échelle de qualité et quantité.

Le suivi au niveau de service Technique de la raffinerie d'Arzew a constaté que le traitement de grade Bright Stock est perturbé et les résultats de déparaffinage ne sont plus comme design.

Notre découverte du problème a été principalement à travers la comparaison entre le point d'écoulement PP réel et design de grade Bright Stock à la sortie de cette unité.

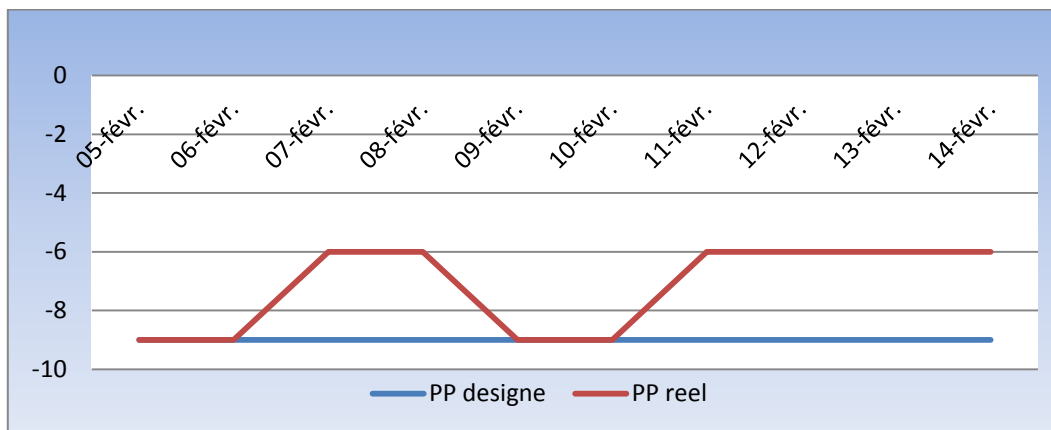


Figure II.1 Point d'écoulement réel et design de la Bright Stock

D'après la figure ci-dessus, on a remarqué que le point d'écoulement de Bright Stock réel est supérieur à celui du design (Hors Spécification), et rarement atteint sa valeur désirée (Min PP=-9).

Pour remédier à ce problème, on va détailler les principaux paramètres qui peuvent influencer sur le point d'écoulement et on va étudier la variation de chaque paramètre et son degré d'influence.

Sachant préalablement que le rendement en huile déparaffinée dépend de plusieurs facteurs influençant le point d'écoulement, que nous aborderons en détail dans ce chapitre :

- ✓ Nature de la charge.
- ✓ Le régime de refroidissement.
- ✓ Rapport MEC/Toluène.
- ✓ Etat de filtre rotatif.

Pour réaliser ce travail, nous avons suivi les résultats de déparaffinage de grade Bright Stock dans la période de notre stage.

II.2. Les paramètres e la charge Bright Stock

La date		05-02	06-02	07-02	08-02	09-02	10-02	11-02	12-02	13-02	14-02		
Débit de charge BS réel (m ³ /h)		14.98	14.85	11.22	9.99	9.98	10.14	10.71	11.75	10.55	10.63		
Débit de solvant (m3/h)		65.75	67.71	68.10	66.25	66.19	66.86	73.58	77.20	71.78	72.03		
Composition Du Solvant(%)	Mec	Humide	49.75	51.70	51.70	51.70	51.70	51.70	49.49	49.49	50.31	50.31	
		Sec	52.64	52.47	52.47	52.47	52.47	52.47	52.47	49.71	49.71	50.55	50.55
	Tol	Humide	49.35	47.16	47.16	47.16	47.16	47.16	47.16	49.91	49.91	49.09	49.09
		sec	47.06	47.13	47.13	47.13	47.13	47.13	47.13	49.99	49.99	49.15	49.15
T sortie E 402 (°C)		51.63	41.97	40.13	44.04	42.44	44.54	41.38	44.01	42.48	44.40		
T sortie E 403 A (°C)		11.08	12.45	14.01	14.51	14.32	14.59	14.02	15.65	14.07	14.06		
T sortie E 403 B (°C)		13.22	14.11	12.16	12.27	12.08	13.06	13.77	12.09	10.49	11.30		
T sortie E 404A (°C)		13.68	14.16	11.41	11.54	10.91	11.95	3.81	3.46	3.55	3.62		
T Sortie E404 B (°C)		-20.53	-20.39	-20.68	-20.71	-20.23	-18.06	-18.25	-18.12	-19.96	-18.90		
T sortie E 403 C (°C)		18.91	14.59	18.02	16.79	16.37	20.94	17.09	18.21	18.34	20.72		
T sortie E 403 D (°C)		7.09	5.05	5.70	4.96	4.72	8.09	4.74	6.31	5.60	6.57		
T sortie E 404 C (°C)		1.44	0.30	1.18	1.13	1.79	6.73	6.36	2.02	0.68	1.27		
T sortie E 404 D (°C)		-19.17	-19.71	-18.96	-18.91	-18.6	-17.7	-16.97	-16.92	-19.38	-18.26		
T de filtration (°C)													
Point d'écoulement (PP)		-9	-9	-6	-6	-9	-9	-6	-6	-6	-6		
Le rendement(η)		89,00	88,90	89,10	88,50	85,50	87,70	86,70					

II.3. Les facteurs qui influents sur le point d'écoulement

II.3. 1.Le régime de refroidissement

Le régime de refroidissement a un impact sur le point d'écoulement, terminer par la température de filtration. Ce régime caractérise la manière de croissance des cristaux de la paraffine lors de l'opération de refroidissement dans les schillers, il est identifié par la vitesse de refroidissement (W).

Cette vitesse de refroidissement est calculée comme suit:

$$W = \frac{T1-T2}{\tau}$$

T1 : la température d'entrée des schillers (°C).

T2 : la température de sortie des schillers (°C).

τ : le temps de séjours des schillers par minute, il est calculé comme suit : $\tau = \frac{Vt}{M}$

Vt : le volume totale d'un Schiller (m³) qui est calculé comme suit $V = \Pi * R^2 * l$

M : le débit volumique m³/h.

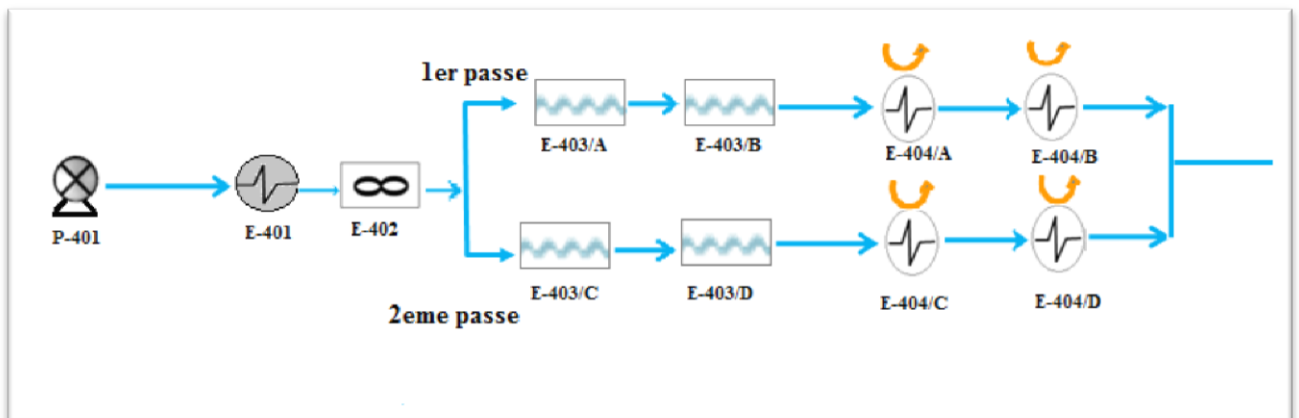


Figure II.2 Chemin de la charge par les deux passes

On détaille les calculs du 1er schiller du 1er passe **E403/A**

Tableau II.1 Données de schiller E403

Diamètre intérieur (m) Di	0.203
Longueur (m) l	13.41
Nombre des tubes (N)	14
M (m3/h)	27.49

Calcul du volume du schiller V:

V= volume d'un tube * le nombre des tubes

$$V = \left(\frac{Di}{2}\right)^2 * l * \Pi * 14$$

$$V = \left(\frac{0.203}{2}\right)^2 * 13.41 * 3.14 * 14$$

$$V = 0.1338 * 14$$

$$V = 6.07 \text{ m}^3$$

Calcul du temps de séjour :

$$\tau = \frac{6.07}{27.49} * 60$$

$$\tau = 13.37 \text{ min.}$$

Calcul de la vitesse de refroidissement :

$$W = \frac{T1 - T2}{\tau}$$

$$W = \frac{51.6 - 11.08}{13.37}$$

$$W = 3.03^\circ\text{C/min.}$$

De la même manière, on a calculé le reste des schillers (les schillers sont identiques), les données de calcul de chaque schiller sont notées dans les tableaux ci-dessous :

Tableau II.2 Données de calcul pour le 1er passe

		Le 1 er passe				
		E403 A/B		E404 A/B		
Paramètres	Débit (m ³ /h)	Te	Ts (Te à E3/B)	Te (Ts à E3/B)	Ts (Te à E4/B)	Ts de E4/B
Design	54.12	49.00	15	-5	14	-24
05-02	27,49	51,63	11,08	13,22	13,68	-20,53
06-02	28,005	41,97	12,45	14,11	14,16	-20,39
07-02	30,845	40,13	14,01	12,16	11,41	-20,68
08-02	30,245	44,04	14,51	12,27	11,54	-20,71
09-02	30,22	42,44	14,32	12,08	10,91	-20,23
10-02	30,67	44,54	14,59	13,06	11,95	-18,06
11-02	32,3	41,38	14,02	13,77	3,81	-18,25
12-02	34,81	44,01	15,65	12,09	3,46	-18,12
13-02	31,34	42,48	14,07	10,49	3,55	-19,96
14-02	31,555	44,40	14,06	11,3	3,62	-18,9

Tableau II.3 Données de calcul pour le 2ème passe

Paramètres	Débit (m3/h)	Le 2ème passe				
		E403 C/D		E404 C/D		
		Te	Ts (Te à E3/D)	Te (Ts à E3/D)	Ts (Te à E4/D)	Ts de E4/D
design	54,12	49	15	-5	-14	-24
05-02	27,49	51,63	18,91	7,09	1,44	-19,17
06-02	28,005	41,97	14,59	5,05	0,3	-19,71
07-02	30,845	40,13	18,02	5,7	1,18	-18,96
08-02	30,245	44,04	16,97	4,96	1,13	-18,91
09-02	30,22	42,44	16,37	4,72	1,79	-18,6
10-02	30,67	44,54	20,94	8,09	6,73	-17,7
11-02	32,3	41,38	17,09	4,74	6,36	-16,97
12-02	34,81	44,01	18,21	6,31	2,02	-16,92
13-02	31,34	42,48	18,34	5,6	0,68	-19,38
14-02	31,555	44,4	20,72	6,57	1,27	-18,26

On résume les résultats dans les tableaux ci-après :

Tableau II.4 Les résultats de calcul du 1er passe

Date	Débit (m3/h)	Temps de séjour (mnt)	W (1 ^{er} schiller)	W (2 ^{ème} schiller)	W (3 ^{ème} schiller)	W (4 ^{ème} schiller)	La moyenne des vitesses
05-févr	27,49	13,2550018	3,05922251	0,16144849	0,03470388	2,58091251	2,82006751
06-févr	27,755	13,1284453	2,24855261	0,126443	0,00380852	2,63169013	2,44012137
07-févr	30,595	11,9097892	2,19315385	-0,1553344	-0,06297341	2,69442217	2,44378801
08-févr	29,995	12,1480247	2,43084788	-0,18439212	-0,06009207	2,65475259	2,54280024
09-févr	29,97	12,1581582	2,31285032	-0,18423843	-0,09623168	2,56124321	2,43704676
10-févr	30,42	11,9783037	2,50035403	-0,12773094	-0,09266754	2,50536308	2,50285855
11-févr	32,05	11,3691108	2,40652067	-0,02198941	-0,87605796	1,94034524	2,17343295
12-févr	34,56	10,5434028	2,68983369	-0,3376519	-0,81852132	2,04677754	2,36830562
13-févr	31,09	11,7201673	2,42402684	-0,30545639	-0,59214172	2,00594407	2,21498545
14-févr	31,305	11,6396742	2,60660217	-0,23712004	-0,65981228	1,93476206	2,27068212

D'après le **tableau 4**, on remarque que le 2^{ème} et le 3^{ème} schillers indiquent des valeurs de vitesse de refroidissement négatives qui ne sont pas logiques, c'est pour cela on constate que ces deux schillers sont dysfonctionnels, alors on les élimine dans les calculs de la vitesse moyenne de passe.

Donc la vitesse moyenne est calculée comme suit:

$$W_{\text{moy}} = \frac{W \text{ (1er schiller)} + W \text{ (4eme schiller)}}{2}$$

Tableau II.5 Les résultats de calcul du 2eme passe

Date	Débit (m3/h)	Temps de séjour (mnt)	W (5emeschiller)	W (6emeschiller)	W (7emeschiller)	W (8emeschiller)	La moyenne des vitesses
05-févr	27,49	13,2550018	2,46850211	0,8917388	0,42625	1,5548847	1,638375231
06-févr	27,755	13,1284453	2,08554778	0,7266664	0,36181	1,5241713	1,445461835
07-févr	30,595	11,9097892	1,85645603	1,0344432	0,37952	1,6910459	1,527315028
08-févr	29,995	12,1480247	2,22834582	0,9886381	0,31528	1,6496509	1,622211611
09-févr	29,97	12,1581582	2,14423926	0,9582043	0,24099	1,6770632	1,593168945
10-févr	30,42	11,9783037	1,97022888	1,0727729	0,11354	2,0395208	1,694174214
11-févr	32,05	11,3691108	2,13649075	1,0862767	-0,14249	2,0520514	1,758272957
12-févr	34,56	10,5434028	2,44702783	1,1286679	0,40689	1,796384	1,790693232
13-févr	31,09	11,7201673	2,05969757	1,0870152	0,41979	1,7115797	1,619430814
14-févr	31,305	11,6396742	2,03442121	1,2156698	0,45534	1,677882	1,642657665

Comme précédemment, on remarque dans le **tableau 5** que le 7^{ème} Schiller est aussi dysfonctionnel puisqu'il présente une valeur de vitesse de refroidissement négative, c'est pour cela on l'élimine dans les calculs de la vitesse moyenne de ce passe.

Donc la vitesse moyenne est calculée comme suit:

$$W_{\text{moy}} = \frac{W(6\text{er schiller}) + W(8\text{eme schiller}) + W(9\text{eme schiller})}{3}$$

La vitesse totale de refroidissement est égale à la somme de la vitesse minimal du 1er passe et celle du 2eme passe divisé par 2, donc :

$$W_{\text{ref}} = \frac{2.17343295 + 1.445461835}{2}$$

$$W_{\text{ref}} = 1.80945 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{min.}$$

Pour bien clarifier les résultats obtenus, on fait une comparaison entre la vitesse de refroidissement design et réel en utilisant une illustration graphique.

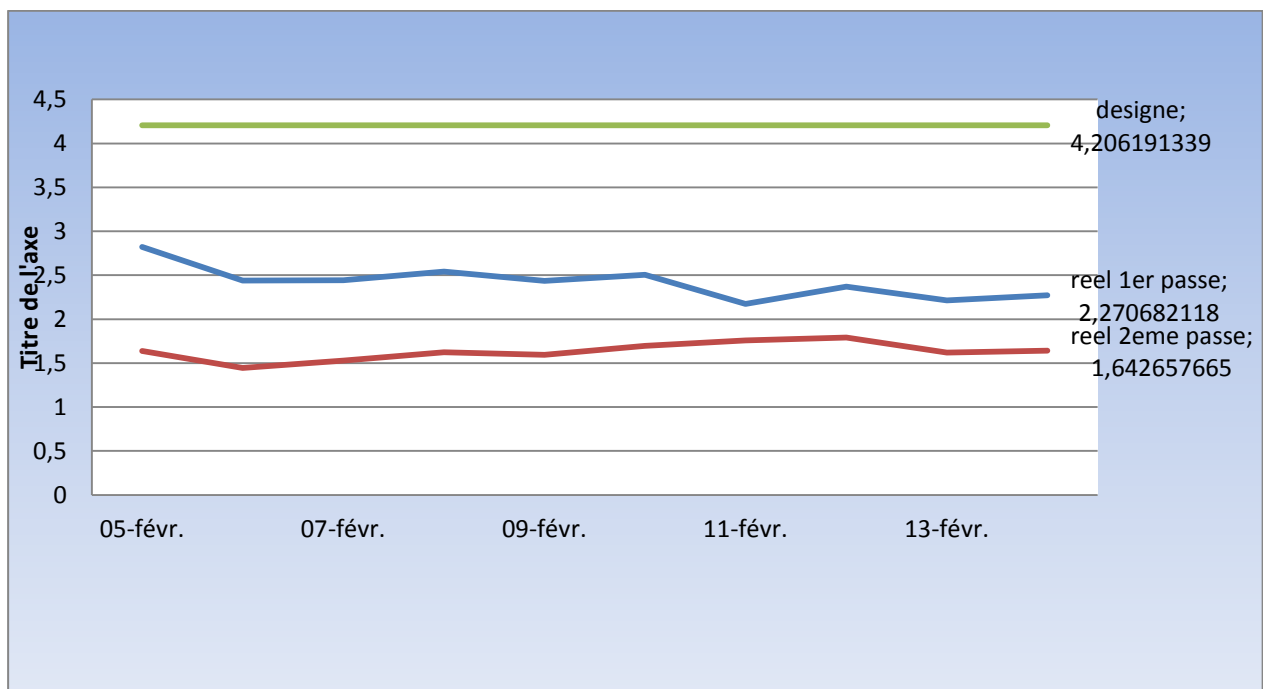


Figure II.3 Régime de refroidissement réel et design de grade BS

D'après la **figure 3**, on a remarqué que la vitesse de refroidissement actuelle est inférieure à celle du désigne et la vitesse moyenne atteint une valeur de 1.80945 °C/min ce qui implique que la vitesse de croissance des cristaux de la paraffine est lente ce qui favorisera la formation des cristaux avec une morphologie de forme macro-cristaux. Ceci causera par la suite le phénomène de rétention d'huile, présentant des occlusions d'huile susceptibles de colmater

rapidement les toiles filtrantes et par conséquent, de réduire la vitesse de filtration, et il faut savoir que plus la température de filtration sera basse, plus le point d'écoulement de l'huile déparaffinée obtenue sera bas.

A l'aide d'une étude de vérification de performance des schillers on a trouvé que le rendement global de batterie d'échange est mauvais par rapport à la performance design par conséquent un mauvais d'échange thermique. On a observé aussi que les racleurs ne sont pas en service en totalité surtout concernant les 1ers schillers (possibilité de bouchage mécanique des racleurs) à cause du phénomène de bouchage ce dernier augmente la pression de passe.

V.3. 2.Nature de la charge

La nature de la charge a une importance prépondérante sur les résultats du déparaffinage, puisque la nature est caractérisée par l'indice de viscosité IV et ce dernier est inversement proportionnel à l'indice de réfraction IR ce qui influe sur le point d'écoulement de l'huile.

D'après notre suivi, on a obtenu les valeurs de l'indice de réfraction qui sont illustrées dans le graphe ci-dessous

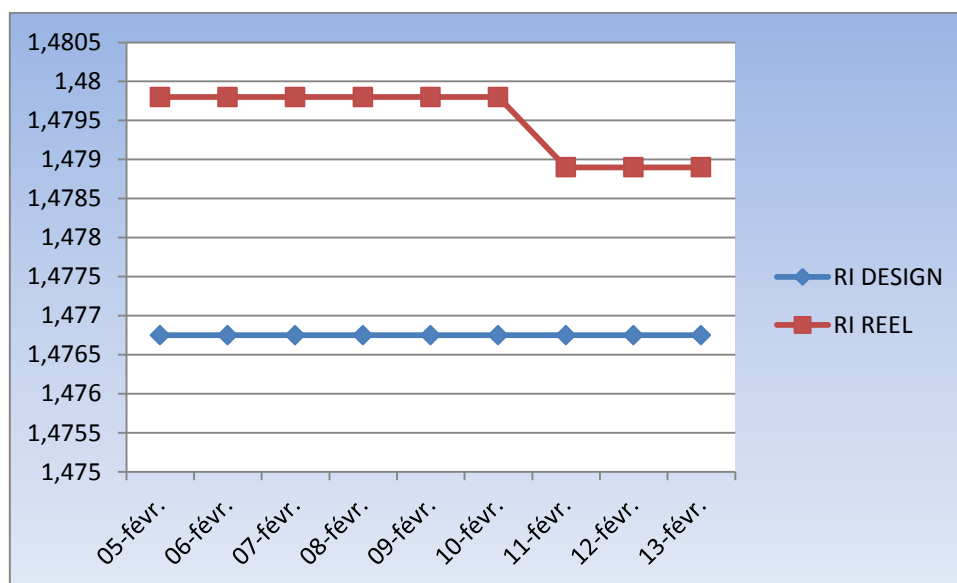


Figure II.4 l'indice de réfraction réel et design

On remarque d'après la **figure 4.** que l'indice de réfraction RI réel est supérieur du RI design, ce qui implique que l'indice de viscosité de la charge est bas cela veut dire que la charge contient davantage d'aromatiques qui dissolvent mieux la paraffines et retardent la cristallisation ce qui génère des cristaux de type microcristallin (très petit taille), rendant la

filtration plus difficile cela provient du raffinat qui a un IV non ajusté dû au mal fonctionnement de l'unité d'extraction des aromatiques U300.

.V.3. 3. Rapport MEK/TOL

Le solvant de déparaffinage joue un rôle indispensable dans l'unité, tel que la variation de sa composition son teneur en MEC et son taux qui peuvent créer un déséquilibre dans la spécification de l'huile.

a. Taux de solvant et mode de répartition des dilutions

Le taux de solvant est généralement exprimé par le rapport du débit volumétrique de solvant sur le débit volumétrique de charge, il est défini par la relation suivante:

$$\text{Taux de solvant} = \frac{\text{débit de 1er dilution} + \text{débit de 2ème dilution}}{\text{débit de charge}}$$

On prend comme exemple de calcul le taux du 1er jour :

$$\text{Taux de solvant} = \frac{37.5+28.3}{15} = 3,872202591$$

On résume les résultats de la période de suivi dans le tableau suivant :

Tableau II.6 Débit de MEC, toluène et charge avec les résultats de taux de solvant

Paramètres	Débit charge m3/h	débit 1 ^{ère} Dilution m3/h	débit 2 ^{ème} Dilution m3/h	Taux de solvant
Design	26,4	108,2	0,0	4,1
5-févr.-19	15,0	37,5	28,3	4,4
6-févr.-19	14,9	38,7	29,1	4,6
7-févr.-19	11,2	48,0	20,1	6,1
8-févr.-19	10,0	48,0	18,3	6,6
9-févr.-19	10,0	48,0	18,2	6,6
10-févr.-19	10,1	48,7	18,2	6,6
11-févr.-19	10,7	51,4	22,2	6,9
12-févr.-19	11,8	55,4	21,8	6,5
13-févr.-19	10,6	49,6	22,2	6,8
14-févr.-19	10,6	50,0	22,1	6,8

Ces résultats nous permettent de faire une comparaison entre le taux de solvant réel et design en utilisant le graphe ci-dessous :

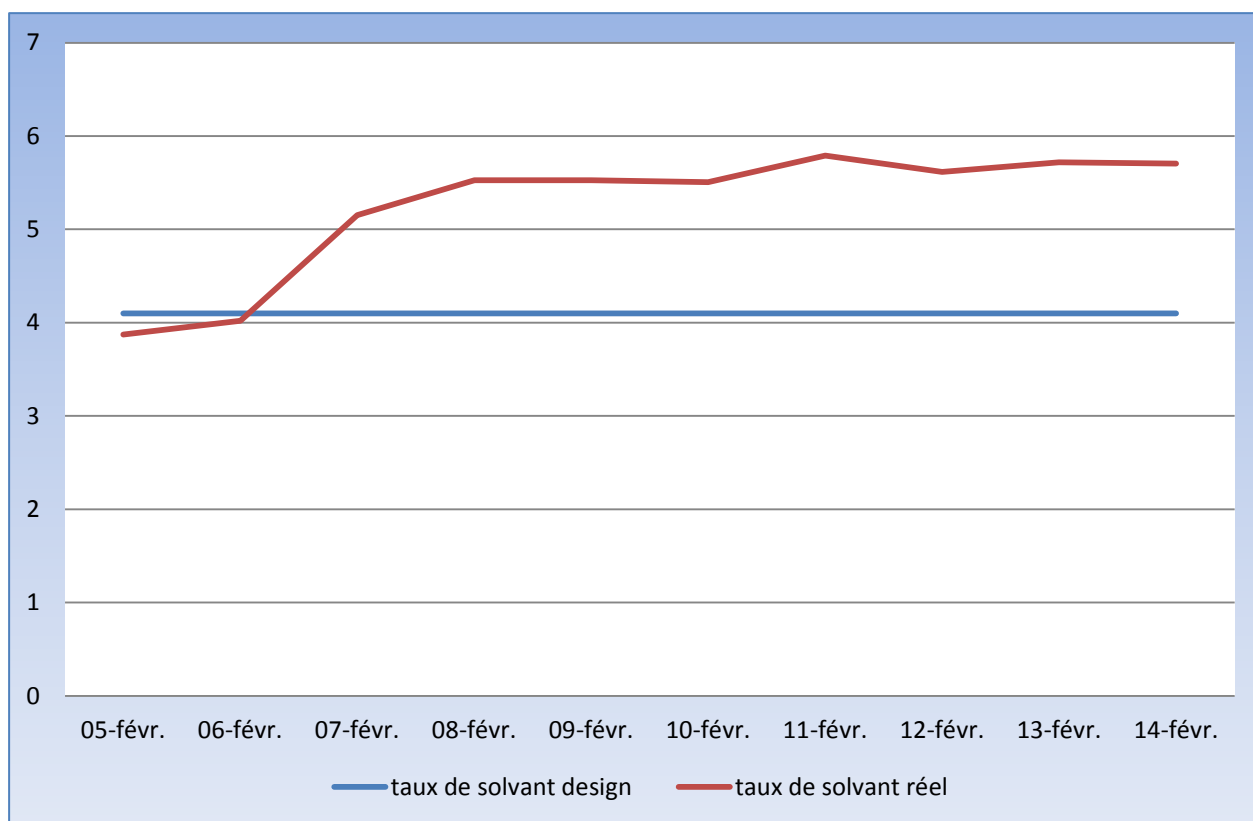


Figure II.5 Evolution de TDS réel par rapport au design

D'après la **figure 5**, on a remarqué que le taux de solvant généralement comprise entre **4.4** et **6.9**, ces valeurs sont supérieures au taux de solvant optimum qui est égale **4.1**, l'augmentation de volume de solvant diminue la proportion d'huile contenue dans le solvant, cela peut être dû à la qualité de la charge, principalement à sa viscosité qui est un peu supérieur à celle du design. Ce fait est dû à l'inefficacité du procédé en amont «extraction U300». Cette opération permet de diminuer la viscosité de la charge afin de favoriser la filtrabilité d'huile à travers la toile filtrante de filtre rotatif.

De plus, on a enregistré que le taux de solvant actuel possède une 2^{ème} dilution, qui n'existe plus dans le cas design dans le traitement de grade Bright Stock, cette dernière conduit à une formation des cristaux de paraffine de nature microcristalline qui favorisent le colmatage des toiles filtrantes.

On comprend donc aisément que le mode de fractionnement des dilutions devra faire l'objet d'une optimisation permanente en fonction de la nature de la charge traitée et des objectifs recherchés.

b. La composition de solvant (teneur en MEC)

Le Toluène étant un solvant qui dissout les huiles tandis que le MEC est un non solvant qui cristallise les paraffines, les proportions des solvants MEC/Toluène sont de l'ordre de 50/50.

D'après notre suivi, on est arrivé au graphe ci-dessous qui illustre l'évolution de débit de filtration avec la variation de taux de solvant.

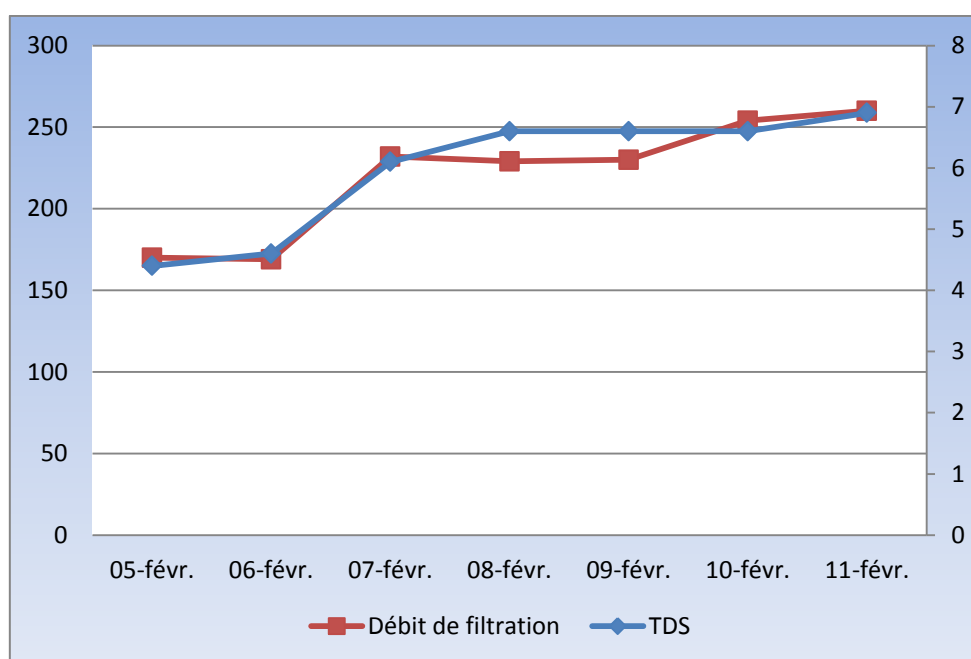


Figure II.6 L'évolution de débit de filtration avec taux de solvant

Les résultats de **figure.6** assurent qu'une augmentation de la teneur en MEC améliore le débit de filtration.

En vue de clarifier l'influence de MEC sur le point d'écoulement, on a fait une évolution de rapport MEC et le PP et on a enregistré les valeurs de ce tableau :

Tableau II.7 Evolution de rapport MEK et le PP

Date	Rapport MEK	PP
05/02/2019	49.75	-9
06/02/2019	51,70	-9
07/02/2019	51,70	-9
08/02/2019	51,70	-9
09/02/2019	51,70	-9
10/02/2019	51.70	-9
11/02/2019	49,49	-6
12/02/2019	49.49	-6
13/03/2019	50.31	-6

Ce tableau nous permet de donner le graphe suivant :

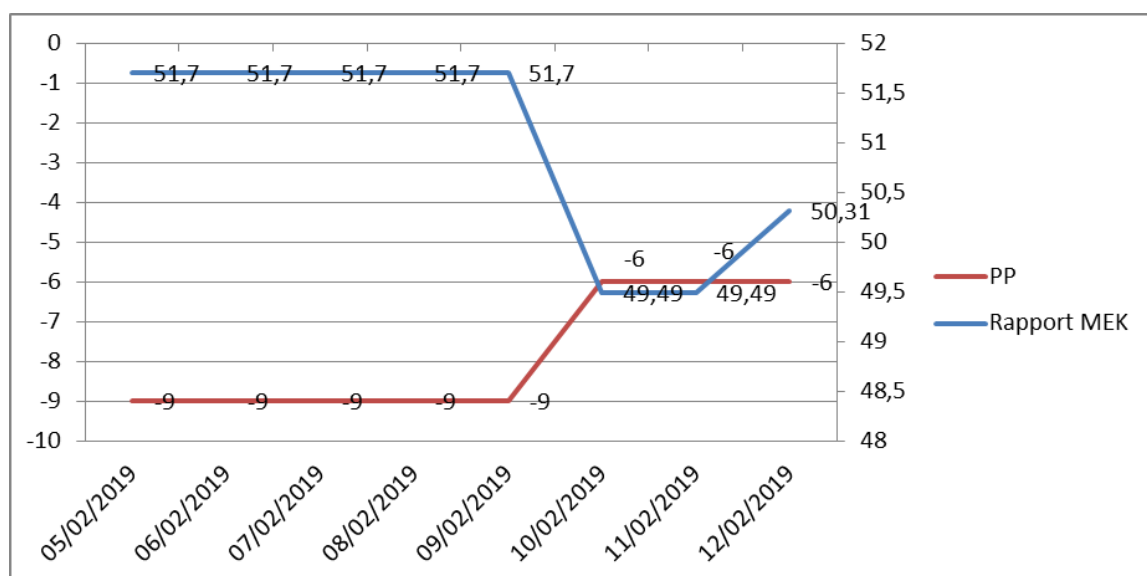


Figure II.7 Evolution de rapport MEC et le PP

D'après l'analyse de **figure 7** on a remarqué qu'une valeur de point d'écoulement égale à **-9** °C correspond à un rapport de **51.7 %** en MEC mais une valeur minimale de 49.49% en MEC donne un PP de **-6** °C, donc une diminution de teneur en MEC conduit à l'augmentation des valeurs de PP et, ceci conclut qu'il y a une relation inverse entre eux.

Comme mentionné précédemment, l'augmentation de rapport MEC dans le solvant augmentera le débit de filtration car le anti-solvant MEC favorise la croissance des cristaux et

compense le froid perdu par les cristallisoirs qui n'arrivent plus à assurer un meilleur transfert thermique, et diminue la viscosité du mélange (huile + solvant). Le résultat confirme clairement ces faits. Cependant, il y a une marge de teneur en MEC qu'il ne faut pas dépasser.

V.3. 4. Etat de filtre

La filtration est considérée comme la dernière étape importante qui sert à séparer entre le mélange liquide solide appelé le 'slurry', à l'aide d'une toile qui retient le 'gâteau' (paraffine + solvant) et fait passer le 'filtrat' (l'huile + solvant).

En totalité l'unité contient six filtres, mais seulement trois des quatre filtres sont en service et le cinquième en maintenance.

Le tableau et la figure qui l'illustre ci-dessous, explique le service des filtres et son influence sur le point d'écoulement :

Tableau II.8 La variation du PP en fonction des filtres

La date	PP	Nombre de filtre en marche
05-févr	-9	3
06-févr	-9	3
07-févr	-6	3
08-févr	-9	4
09-févr	-9	4
10-févr	-9	4
11-févr	-6	4
12-févr	-6	3
13-févr	-6	3

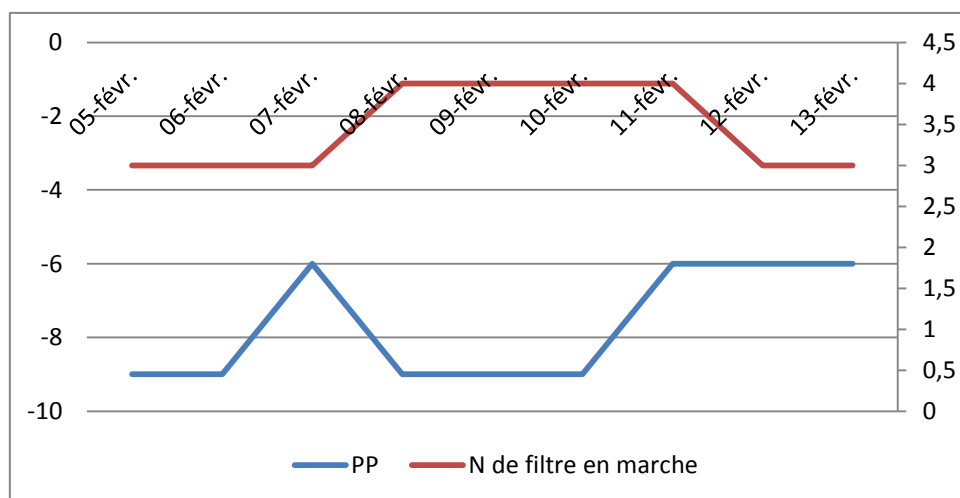


Figure II.8 la courbe de variation du PP et N de filtre

La **figure 8.** clarifie la relation entre le nombre des filtres utilisés au cours de déparaffinage et le point d'écoulement de l'huile. On remarque que l'utilisation des quatre filtres correspond à un PP de -9°C , par contre la diminution de nombre des filtres conduit à l'augmentation du PP à -6°C , cela explique que la diminution de nombre de filtres correspond à la réduction de la surface de la rétention de la paraffine par les filtres. Ces faits conduits à un mauvais point d'écoulement.

A l'aide des annexes qui contient le suivi de panne des filtres, on a tiré les anomalies possibles qui peuvent endommager les différentes pièces constituent le filtre, et ce tableau les regroupe :

Tableau II.9 Les anomalies des six filtres de procédés

	F401	F402	F403	F404	F405	F406
Les anomalies	Fuite de solvant au niveau de la vanne de soufflage	Fuite de produit sur collier	Déclenchement fréquent	Toile troué	La toile trouée	Fuite solvant
	Fuite sur bride	fuite de solvant sur ligne de traçage	Problème au niveau de l'afficheur de vitesse	désaccouplement moteur/Tambour	ventilons de moteur de vis sans fin est déplacée	tambour désaccouplé
	Vis sans fin ne tourne pas	Toile troué	vis sans fin désaccouplé	fuite de solvant sur rompe N° 6	tambour désaccouplé	toile trouée
	toile troué	Toile troué	les vannes des rompes R1 et R4(BS) + vanne de rinçage hublot sont défectueux	Bruit anormal cote réducteur	vis sans fin désaccouplé	toile troué+ fuite de solvant au niveau de l'accordant de la vanne de distribution
	Pose joint pleine sur la ligne d'azote	Toile troué	la tulipe de la bote vers D409 troué	2 Vanne de rinçage hublot droite et gauche sont défectueux	fuite de solvant sur rompes du filtre	les vannes des rompes R4 + R1(BS) + vanne de rinçage hublot droite sont défectueux

On a remarqué d'après ces anomalies contenu dans **le tableau.9** que les problèmes 'toile trouée' et 'fuite du solvant' se répètent pour chaque filtre ce qui traduit dans quel état les toiles filtrantes peuvent être de mauvaise qualité (de type synthétique).

En addition, il y a les d'autres problèmes telle que « le bruit anormal »...ect qui nécessite un contrôle et une maintenance fréquente.

Assurer une bonne lubrification du moteur, repose sur la réalisation d'un mécanisme de lubrification bien adéquat, et sur la formulation d'une huile disposant de plusieurs propriétés physico-chimiques. En considérant que l'huile de lubrification est formée d'une huile de base, cette dernière doit être à la norme de spécification.

Cette étude a été portée sur la recherche et la détection des paramètres influençant le point d'écoulement de grade Bright stock de l'unité de déparaffinage U400 pour éviter tout problème pouvant endommager l'huile pendant son utilisation.

L'analyse des quatre différents points qui ont une influence remarquable sur le déséquilibre du PP, nous a permis de découvrir que :

1. Le régime de refroidissement est lent par rapport au design ce qui traduit une formation des cristaux de grande taille.
2. L'indice de réfraction est supérieur au design, ce qui explique la nature visqueuse de l'huile dû à l'existence des aromatiques, qui génèrent des cristaux de type microcristallin.
3. le rapport MEC/TOL n'est plus comme design cela favorise la filtrabilité d'huile par la diminution de sa viscosité, et influe sur la valeur de PP.
4. le dysfonctionnement du filtre et la mauvaise qualité de la toile traduit un mauvais point d'écoulement de garde traité.

D'après ces problèmes détaillés dans le 2^{ème} chapitre on a pu conclure et soulever des solutions possibles ou des recommandations qui ont le rôle de réduire (minimiser) ou éliminer ces anomalies afin d'améliorer le point d'écoulement

Recommandations

Le déparaffinage est un procédé important dans le traitement des huiles qui sert à réduire le point d'écoulement, pour cela il faut garder en maintenance l'unité responsable de ce dernier, à fin de l'améliorer et le maintenir à sa valeur optimale.

Le but de notre travail réalisé est de détecter les problèmes de cette unité et par la suite trouver des solutions raisonnables, Pour cela on doit prendre certaines précautions à savoir :

- Augmenter la teneur en MEC jusqu'à 60% pour compenser le froid, on prenant en considération la teneur en eau, (le MEC est hydrophile).
- Contrôler la qualité des produits issus des différentes unités, spécifiquement l'unité d'extraction des aromatiques (U300) afin d'améliorer la qualité (l'indice de viscosité) du raffinat qui sont la charge de l'unité de déparaffinage.
- Faire une révision sur les schillers chaque six mois pour chaque schiller pour augmenter la vitesse de refroidissement, le gradient optimum se situe vers 3 à 5 °C par minute selon la nature de la charge traitée.
- Achat d'une toile filtrante avec une résistance thermique supérieure de 70°C.
- Prendre en considération les coupes lourdes issues de la distillation sous vide seront plus difficiles à traiter, par conséquent les débits de charge de l'unité de déparaffinage seront sensiblement plus faibles avec des distillats visqueux.
- La répartition des dilutions doit faire l'objet d'une optimisation constante, elle doit être en fonction du point d'injection au cours de l'opération. En effet, selon la nature de la charge traitée.
- Le lavage périodique de la toile filtrante (de 6h à plusieurs jours), dépend du grade traité et de la texture des cristaux arrivant aux filtres. Le lavage se fait avec du solvant chaud afin de dissoudre les cristaux retenus par la toile.

- Il est également important de ne pas créer de chocs thermiques pendant l'opération de cristallisation. Nous avons vu que les dilutions étaient injectées en différents points dans l'étape de cristallisation. La température des dilutions doit être la plus proche possible de la température au point d'injection. une dilution injectée à une température différente de celle du point d'injection provoque un choc thermique et perturbe la formation des cristaux et par conséquent l'opération de filtration. Un écart de 10 °C peut réduire la vitesse de filtration de 30%.

- Un point, qu'il est bon de signaler, est que le mélange d'alimentation doit être parfaitement homogène avant son refroidissement pour assurer en particulier que tous les cristaux de paraffine sont bien fondus dans le mélange et éviter le risque d'orienter la cristallisation vers une forme défavorable.

- Installer des indicateurs de pression, température et de débit afin de suivre en temps réel toutes les variations qui peuvent apparaître d'une façon brusque et inattendue et prévoir par la suite une marche à suivre pour régler les problèmes.

- Varier les proportions du MEC et du Toluène selon la qualité de la charge à traiter.

Annexe

annexe 1 : Les anomalies des filtres

RECEPTION.G			16/01/19	14:36:19					
Z:5	Repere :F401								
No Dt	DPT	U	Descript Anomalie	P	P2	G	Etablis	Approbat	
0000055787	P2	40	Fuite de solvant au niveau de la vanne de soufflage	4	4	1	02-janv-19	02-janv-19	
0000055557	P2	40	FUITE SUR BRIDE	1	1	1	20-déc-18	20-déc-18	
0000054802	P2	40	VIS SANS FIN NE TOURNE PAS	1	1	1	21-nov-18	21-nov-18	
0000053888	P2	40	toile trouée	2	3B	1	02-oct-18	02-oct-18	
0000052036	P2	40	POSE JOINT PLEINE SUR LA LIGNE D'AZOTE	1			13-août-18	13-août-18	
0000049807	P2	40	L'engrenage de la vanne d'alimentation est défaillant + le bras de la vanne de pré-soufflage est cassé	2	3B	1	09-mai-18	09-mai-18	
0000048891	P2	40	Les vannes des rompes R2+R3+R4+R5 et R4(BS) +2vannes de rinçage des hublous sont défectueux	2	3B	1	04-avr-18	04-avr-18	
0000048635	P2	40	toile déplacée + présence de trous	2	3B	1	25-mars-18	25-mars-18	
0000046129	P2	40	fuite de solvant	1	1	1	31-déc-17	31-déc-17	
0000044536	P2	40	toile décollée	2	2	1	26-oct-17	26-oct-17	
0000043069	P2	40	vérification vanne d'alimentation du filtre	2			23-août-17	23-août-17	
0000042917	P2	40	AFFICHEUR DEFECTUEUX	1	1	1	15-août-17	15-août-17	
0000041859	P2	40	toile trouée	2	3B	1	04-juil-17	04-juil-17	
0000040755	P2	40	CHANGEMENT 3 MANOMETRES DE SOUTIRAGE	2	3B	1	18-mai-17	18-mai-17	
0000038549	P2	40	la toile trouée	2	3B	1	19-févr-17	19-févr-17	
0000036686	P2	40	vis sans fin désaccouplé	1			11-déc-16	11-déc-16	
0000035650	P2	40	fuite de solvant sur ligne de soufflage	1			03-nov-16	03-nov-16	
0000033705	G	40	DT preventive generee automatiquement !	3B	3B	2	07-sept-16	07-sept-16	
0000033031	P2	40	toile trouée	2	3B	1	14-août-16	14-août-16	
0000031053	P2	40	vérification variateur	1	3B	1	22-mai-16	22-mai-16	
0000030536	G	40	DT preventive generee automatiquement !	3B	3B	2	04-mai-16	04-mai-16	

0000028153	P2	40	vérification vanne	1	1	1	28-janv-16	28-janv-16
0000026577	P2	40	MCC défectueux	2	3B	1	18-nov-15	18-nov-15
0000023980	G	40	DT preventive generee automatiquement !	3B	3B	2	28-juil-15	28-juil-15
0000020907	G	40	DT preventive generee automatiquement !	3B	3B	2	23-févr-15	23-févr-15
0000019224	P2	40	fuite de solvant sur raccord	1			09-déc-14	09-déc-14
0000016930	P2	40	vérification vanne	1			27-août-14	27-août-14
0000016521	G	40	DT préventive générée automatiquement !	3B	3B	2	07-août-14	07-août-14
0000015639	P2	40	tulipe trouée	2	2	1	18-juin-14	18-juin-14
0000014487	P2	40	vérification accouplement de la vis sans fin.	2	3B	1	27-avr-14	27-avr-14
0000012147	P2	40	manomètre 4Pi41 défectueux	2	2	1	08-janv-14	08-janv-14
0000011680	P2	40	4PI42 défectueux	2	2	1	17-déc-13	06-janv-14
0000005125	P2	40	changement ligne de solvant vers collecteur	4	4	2	20-févr-13	20-févr-13
0000005003	P2	40	CHANGEMENT LIGNE COLLECTEUR DE SOLVANT	4	4	2	20-févr-13	20-févr-13
0000005001	P2	40	CHANGEMENT SUPPORT DU TAMBOUR	4	4	2	20-févr-13	20-févr-13
0000003944	P2	40	fuite solvant sur ligne de traçage (ligne d'équilibre)	1	1	1	30-déc-12	30-déc-12
0000002874	P2	40	FUITE DE SOLVANT	1	1	1	19-nov-12	19-nov-12
0000001748	P2	40	Fuite de solvant sur ligne	1	1	1	17-sept-12	17-sept-12
TOTAL: 38							Décompte: 32	

RECEPTION.G			16/01/19	14:37:09					
Z:5	Repere :F402								
No Dt	DPT	U	Descript Anomalie	P 1	P2	G	Etablis	Approbat	
0000055490	P2	40	Fuite de produit sur coullier	2	3B	1	17-déc-18	17-déc-18	
0000055070	P2	40	fuite de solvant sur ligne de traçage	1	1	1	02-déc-18	02-déc-18	
0000053963	P2	40	Toile trouée	2	3B	1	03-oct-18	03-oct-18	
0000052166	P2	40	Toile trouée	2	3B	1	19-août-18	19-août-18	
0000050325	P2	40	Toile trouée	2	3B	1	03-juin-18	03-juin-18	
0000049569	G	40	TOILE TROUEE	3B	3B	1	30-avr-18	30-avr-18	
0000048893	P2	40	les vannes des rompes R5+R3 et R3(BS) sont défectueux	2	3B	1	04-avr-18	04-avr-18	
0000048433	P2	40	toile trouée	2	3B	1	15-mars-18	15-mars-18	
0000046215	P2	40	toile trouée	2	3B	1	02-janv-18	02-janv-18	
0000045360	P2	40	les volants des vannes de soutirage sont détachés	2	3B	1	29-nov-17	29-nov-17	
0000044513	P2	40	la tulipe de la bote vers D409 troué	2	3B	1	23-oct-17	23-oct-17	
0000043547	P2	40	vanne de solvant chaud défectueuse	2	3B	1	12-sept-17	12-sept-17	
0000043507	P2	40	vitre d'hublotfissuré	2	3B	1	10-sept-17	10-sept-17	
0000042848	P2	40	deshabillage ligne de rinçage	2			09-août-17	09-août-17	
0000042830	P2	40	tambour désaccouplé	2			09-août-17	09-août-17	
0000042373	P2	40	La vanne d'alimentation feuillard	4	3B	1	25-juil-17	25-juil-17	
0000042146	P2	40	fuite de produit sur ligne d'alimentation	1			16-juil-17	16-juil-17	
0000042145	P2	40	toile trouée	2	3B	1	16-juil-17	16-juil-17	
0000042091	P2	40	FUITE SOLVANT AU NIVEAU DE LA LIGNE D'ALIMENTATION DE FILTRE	2	3B	1	13-juil-17	13-juil-17	
0000040756	P2	40	CHANGEMENT 3 MANOMETRES DE SOUTIRAGE	2	3B	1	18-mai-17	18-mai-17	
0000036601	P2	40	la toile trouée	2	3B	1	06-déc-16	06-déc-16	
0000035193	P2	40	tambour ne démarre pas	2	3B	1	20-oct-16	20-oct-16	
0000035106	P2	40	vérification toile	2	3B	1	17-oct-16	17-oct-16	

0000034782	P2	40	fuite de solvant	1	1	1	19-sept-16	19-sept-16
0000033706	G	40	DT preventive generee automatiquement !	3B	3B	2	07-sept-16	07-sept-16
0000033685	G	40	DT preventive generee automatiquement !	3B	3B	2	06-sept-16	06-sept-16
0000032948	P2	40	declenchement frequent de tambour	1			10-août-16	10-août-16
0000031871	P2	40	fuite de solvant de traçage	2	2	1	19-juin-16	19-juin-16
0000031253	G	40	DT preventive generee automatiquement !	3B	3B	2	30-mai-16	30-mai-16
0000028393	P2	40	vérification toile	2	3B	1	08-févr-16	08-févr-16
0000023996	G	40	DT preventive generee automatiquement !	3B	3B	2	29-juil-15	29-juil-15
0000023915	P2	40	vérification vanne	1	1	1	26-juil-15	26-juil-15
0000020908	G	40	DT preventive generee automatiquement !	3B	3B	2	23-févr-15	23-févr-15
0000019208	P2	40	DECLENCHEMENT TAMBOUR	1	1	1	08-déc-14	08-déc-14
0000017867	P2	40	vérification variateur	1	1	1	08-oct-14	08-oct-14
0000017796	P2	40	tambour ne démarre pas	2	2	1	06-oct-14	06-oct-14
0000017731	P2	40	vis sans fin de démarre pas	1	2	1	01-oct-14	01-oct-14
0000016549	G	40	DT préventive générée automatiquement !	3B	3B	2	10-août-14	10-août-14
0000014851	P2	40	fuite sur ligne de solvant	1			13-mai-14	13-mai-14
0000012848	P2	40	FUITE DE SOLVANT	1	1	1	03-févr-14	03-févr-14
0000012638	P2	40	FUITE SOLVANT TRACAGE COLLECTEUR BOTTE	1	1	1	26-janv-14	26-janv-14
0000012148	P2	40	manomètre 4Pi47 défectueux	2	2	1	08-janv-14	08-janv-14
0000011703	P2	40	vanne de solvant de rinçage défectueuse	3B	2	1	18-déc-13	18-déc-13
0000011683	P2	40	les manomètres des aspirations défectueux (fond coté sommet)	2			06-janv-14	06-janv-14
0000009167	P2	40	ouverture et inspection	1	1	1	07-août-13	07-août-13
0000008851	G	40	DT préventive générée automatiquement !	3B	3B	2	28-juil-13	28-juil-13
0000005175	P2	40	changement ligne de solvant collecteur solvant chaud	4	4	2	20-févr-13	20-févr-13
0000005126	P2	40	changement ligne de solvant vers collecteur	4	4	2	20-févr-13	20-févr-13
0000005000	P2	40	CHANGEMENT LIGNE DE DRAINAGE DE LA CUVE	4	4	2	20-févr-13	20-févr-13
0000000871	G	40	DT préventive générée automatiquement !	3B	3B	2	26-juil-12	26-juil-12
0000000807	P2	40	Fuite de solvant sur ligne de traçage	1	1	1	24-juil-12	24-juil-12
TOTAL: 51							Décompte: 45	

RECEPTION.G			16/01/19	14:38:01				
Z:5	Repere :F403							
No Dt	DPT	U	Descript Anomalie	P 1	P2	G	Etablis	Approbat
0000051491	P2	40	Déclenchement fréquent	1	1	1	24-juil-18	24-juil-18
0000051489	P2	40	Problème au niveau de l'afficheur de vitesse	2			24-juil-18	24-juil-18
0000049187	P2	40	vis sans fin désaccouplée	2	3B	1	12-avr-18	12-avr-18
0000048894	P2	40	les vannes des rompes R1 et R4(BS) + vanne de rinçage hublou sont défectueux	2	3B	1	04-avr-18	04-avr-18
0000044514	P2	40	la tulipe de la bote vers D409 troué	2	3B	1	23-oct-17	23-oct-17
0000044441	P2	40	l'afficheur de vitesse ne indique pas	2	3B	1	19-oct-17	19-oct-17
0000044242	P2	40	Fuite de produit au niveau de la tress de la vanne de drainage de la bot vers D409	2	3B	1	12-oct-17	12-oct-17
0000043614	P2	40	FUITE VAPEUR AU NIVEAU DE LA LIGNE DE TRAÇAGE	2	3B	1	14-sept-17	14-sept-17
0000043372	P2	40	tulipe trouée	2	3B	1	04-sept-17	04-sept-17
0000042846	P2	40	déshabillage la ligne d'alimentation et la ligne de rinçage	2			09-août-17	09-août-17
0000042087	P2	40	FUITE SOLVANT AU NIVEAU DE LA LIGNE TRAÇAGE	1	1	1	13-juil-17	13-juil-17
0000041746	P2	40	Fuite de solvant au niveau de la ligne de rinçage	2	2	1	02-juil-17	02-juil-17
0000040757	P2	40	CHANGEMENT 3 MANOMETRES DE SOUTIRAGE	2	3B	1	18-mai-17	18-mai-17
0000032605	P2	40	rotor bloqué	1	1	1	28-juil-16	28-juil-16
0000031605	P2	40	tambour bloqué	1	1	1	08-juin-16	08-juin-16
0000031206	G	40	DT preventive generee automatiquement !	3B	3B	2	26-mai-16	26-mai-16
0000029322	P2	40	fuite de solvant sur ligne de rinçage	2	3B	1	17-mars- 16	17-mars- 16
0000029199	P2	40	déclenchement fréquent	1	1	1	14-mars- 16	14-mars- 16
0000027349	G	40	DT preventive generee automatiquement !	3B	3B	2	27-déc-15	27-déc-15
0000022421	G	40	DT preventive generee automatiquement !	3B	3B	2	06-mai-15	06-mai-15
0000021644	P2	40	vérification filtre	1	1	1	25-mars- 15	25-mars- 15

0000016588	G	40	DT préventive générée automatiquement !	3B	3B	2	11-août-14	11-août-14
0000016121	P2	40	fuite de solvant sur ligne de rinçage.	1	1	1	15-juil-14	15-juil-14
0000014486	P2	40	vérification accouplement de la vis sans fin.	2	3B	1	27-avr-14	27-avr-14
0000012141	P2	40	changement manomètre 4Pi54	2	2	1	08-janv-14	08-janv-14
0000011932	P2	40	fuite de solvant sur hublot	2	2	1	26-déc-13	29-déc-13
0000011684	P2	40	les manomètres des aspirations défectueux (fond coté sommet)	2			06-janv-14	06-janv-14
0000011681	P2	40	4PI53 défectueux	2	2	1	17-déc-13	06-janv-14
0000009554	P2	40	changement toile	2	2	1	20-août-13	20-août-13
0000009101	P2	40	toile trouée	2	2	1	05-août-13	05-août-13
0000008856	G	40	DT préventive générée automatiquement !	3B	3B	2	28-juil-13	28-juil-13
0000007956	P2	40	ouverture et inspection	2	2	1	26-juin-13	26-juin-13
0000005202	P2	40	OUVERTURE+INSPECTION	2	2	1	19-févr-13	19-févr-13
0000005128	P2	40	changement ligne de solvant vers collecteur	4	4	2	20-févr-13	20-févr-13
0000003536	P2	40	Vérification vanne de soufflage	1	2	1	10-déc-12	10-déc-12
0000002423	P2	40	TOILE TROUEE	2	3A	1	28-oct-12	28-oct-12
0000001610	P2	40	TOILE TROUEE ET VERIFICATION VANNE DE DISTRIBUTION	2	2	1	10-sept-12	10-sept-12
0000000055	P2	40	Toile trouée	3B	3B	1	18-juin-12	18-juin-12
0000000014	P2	40	Réparation vanne d'alimentation	1	3A	1	05-juin-12	18-juin-12
TOTAL: 39							Décompte: 36	

RECEPTION.G			16/01/19	14:38:48					
Z:5	Repere :F404								
No Dt	DPT	U	Descript Anomalie	P 1	P2	G	Etablis	Approbat	
0000055536	P2	40	Toile troué	2	3B	1	19-déc-18	19-déc-18	
0000054216	P2	40	Toile troué	2			21-oct-18	21-oct-18	
0000052569	P2	40	Toile troué	2	3B	1	06-sept-18	06-sept-18	
0000051771	DA	40	désaccouplement moteur/Tambour	2			04-août-18	04-août-18	
0000051262	P2	40	fuite de solvant sur rompe N° 6	2	3B	1	12-juil-18	12-juil-18	
0000049894	P2	40	BRUIT ANORMAL COTE REDUCTEUR	1	1	1	14-mai-18	14-mai-18	
0000048895	P2	40	2 Vanne de rinçage hublot droite et gauche sont défectueuses	2	3B	1	04-avr-18	04-avr-18	
0000048634	P2	40	toile trouée	2	3B	1	25-mars-18	25-mars-18	
0000048356	P2	40	fuite de solvant sur rompes du filtre	2	3B	1	13-mars-18	13-mars-18	
0000045031	P2	40	La vanne de solvant chaud fouillard	2	3B	1	14-nov-17	14-nov-17	
0000044892	P2	40	toile trouée	2	3B	1	08-nov-17	08-nov-17	
0000043615	P2	40	FUITE VAPEUR AU NIVEAU DE LA LIGNE DE TRAÇAGE	2	3B	1	14-sept-17	14-sept-17	
0000042850	P2	40	déshabillage la ligne de rinçage	2			09-août-17	09-août-17	
0000041647	P2	40	tulipe trouée	2	3B	1	28-juin-17	28-juin-17	
0000041266	P2	40	fuite de solvant	1	1	1	12-juin-17	12-juin-17	
0000040758	P2	40	CHANGEMENT 3 MANOMETRES DE SOUTIRAGE	2	3B	1	18-mai-17	18-mai-17	
0000039926	P2	40	la toile trouée	2	3B	1	16-avr-17	16-avr-17	
0000036820	P2	40	toile touée	2	3B	1	18-déc-16	18-déc-16	
0000033347	P2	40	fuite de solvant sur collecteur de la pompe de la botte	1	1	1	24-août-16	24-août-16	
0000032608	P2	40	Vérification toile	2	3B	1	28-juil-16	28-juil-16	
0000028183	P2	40	vérification filtre	1	1	1	31-janv-16	31-janv-16	
0000027951	P2	40	vérification toile	2	3B	1	19-janv-16	19-janv-16	
0000027614	P2	40	V2RIFICATION ACCOUPLEMENT	1	2	1	05-janv-16	05-janv-16	
0000018787	P2	40	DEFAUT SUR MCC MOTEUR VIS SANS FIN	2	3B	1	17-nov-14	17-nov-14	
0000018669	P2	40	Fuite de solvant de traçage	1	1	1	12-nov-14	12-nov-14	

0000017959	P2	40	fuite de solvant sur micro-filtre	1	1	1	13-oct-14	13-oct-14
0000016614	G	40	DT préventive générée automatiquement !	3B	3B	2	12-août-14	12-août-14
0000015760	P2	40	vérification vis sans fin	2	3B	1	26-juin-14	26-juin-14
0000014177	P2	40	consommation d'huile au niveau du réducteur de la vis .	2	2	1	13-avr-14	13-avr-14
0000013344	P2	40	vérification vis fin	1	1	1	04-mars-14	04-mars-14
0000012828	P2	40	vérification vis sans fin.	1	1	1	02-févr-14	03-févr-14
0000012146	P2	40	manomètre 4Pi64 défectueux	2	2	1	08-janv-14	08-janv-14
0000012142	P2	40	changement manomètre 4Pi59	2	2	1	08-janv-14	08-janv-14
0000010715	P2	40	fuite de solvant	1	1	1	30-oct-13	30-oct-13
0000009553	P2	40	changement toile	2	2	1	20-août-13	20-août-13
0000008857	G	40	DT préventive générée automatiquement !	3B	3B	2	28-juil-13	28-juil-13
0000008565	P2	40	ouverture et inspection	2	2	1	15-juil-13	15-juil-13
0000007480	P2	40	Vérification de la vis sans fin	2	2	1	11-juin-13	11-juin-13
0000005143	P2	40	changement ligne de traçage solvant vers E413	4	4	2	20-févr-13	20-févr-13
0000005130	P2	40	changement ligne de solvant vers collecteur	4	4	2	20-févr-13	20-févr-13
0000004329	P2	40	vérification de la vis	1	1	1	20-janv-13	21-janv-13
0000003308	P2	40	vis sans fin désaccouplée	1	1	1	03-déc-12	03-déc-12
0000002444	P2	40	VERIFICATION 4LIC31	2	2	1	29-oct-12	29-oct-12
0000002422	P2	40	TOILE TROUEE	2	2	1	28-oct-12	28-oct-12
0000001681	P2	40	TOILE TROUEE	2	2	1	13-sept-12	13-sept-12
0000000876	G	40	DT préventive générée automatiquement !	3B	3B	2	26-juil-12	26-juil-12
0000000079	P2	40	Toile trouée	2	3B	1	20-juin-12	20-juin-12
TOTAL: 47							Décompte: 44	

RECEPTION.G			16/01/19	14:39:38				
Z:5	Repere :F405							
No Dt	DPT	U	Descript Anomalie	P 1	P2	G	Etablis	Approbat
0000056023	P2	40	révision général	2	3B	1	09-janv-19	09-janv-19
0000055584	P2	40	LA TOILE TROUE	2	3B	1	23-déc-18	23-déc-18
0000054624	P2	40	Toile troué	2	3B	1	14-nov-18	14-nov-18
0000052652	P2	40	toile troué	2	3B	1	09-sept-18	09-sept-18
0000052572	P2	40	ventillon de moteur de vis sans fin est déplacee	2			06-sept-18	06-sept-18
0000052350	P2	40	tambour desaccouplé	2	3B	1	29-août-18	29-août-18
0000051776	P2	40	tambour désaccouplé	2	3B	1	05-août-18	05-août-18
0000050263	P2	40	vis sans fin désaccouplée	1			30-mai-18	
0000050257	P2	40	vis sans fin désaccouplé	2	3B	1	30-mai-18	30-mai-18
0000049997	P2	40	vis sans fin desaccouplé	2	2	1	16-mai-18	16-mai-18
0000049189	P2	40	toile trouée	2	3B	1	12-avr-18	12-avr-18
0000048355	P2	40	fuite de solvant sur rompes du filtre	2	3B	1	13-mars-18	13-mars-18
0000046477	P2	40	toile trouée	2	3B	1	09-janv-18	09-janv-18
0000044557	P2	40	toile trouée	2			30-oct-17	30-oct-17
0000043926	P2	40	vanne de solvant chaud fuyard	2	3B	1	28-sept-17	28-sept-17
0000043894	P2	40	La toile troué	2	3B	1	28-sept-17	28-sept-17
0000043616	P2	40	FUITE VAPEUR AU NIVEAU DE LA LIGNE DE TRAÇAGE	2	3B	1	14-sept-17	14-sept-17
0000043011	P2	40	toile trouée	2	3B	1	21-août-17	21-août-17
0000042849	P2	40	déshabilage la ligne de rinçage	2			09-août-17	09-août-17
0000042196	P2	40	fuite de solvant	2	3B	1	17-juil-17	17-juil-17
0000041744	P2	40	Fuite de solvant au niveau de la ligne de rinçage	1	1	1	02-juil-17	02-juil-17
0000040759	P2	40	CHANGEMENT 3 MANOMETRES DE SOUTIRAGE	2	3B	1	18-mai-17	18-mai-17

0000039245	P2	40	vérification toile	2	3B	1	20-mars-17	20-mars-17
0000037194	P2	40	vérification séquences	1	1	1	29-déc-16	29-déc-16
0000036759	P2	40	transfert du réducteur de la vis vers F401	1	1	1	14-déc-16	14-déc-16
0000036727	P2	40	défaut sur MCC	2	3B	1	14-déc-16	14-déc-16
0000036725	P2	40	la toile trouée	2	3B	1	14-déc-16	14-déc-16
0000030645	G	40	DT preventive generee automatiquement !	3B	3B	2	08-mai-16	08-mai-16
0000027626	P2	40	vérification toile	2	2	1	05-janv-16	05-janv-16
0000026686	P2	40	MCC défectueux	2	2	1	23-nov-15	23-nov-15
0000023007	P2	40	vérification toile	2	3B	1	07-juin-15	07-juin-15
0000021321	P2	40	FIXATION GRILLES CAILLIS BOUTIS PASSERELLE	2	3B	1	11-mars-15	11-mars-15
0000019744	G	40	DT preventive generee automatiquement !	3B	3B	2	07-janv-15	07-janv-15
0000018924	P2	40	vérification toile	2	3B	1	24-nov-14	24-nov-14
0000016652	P2	40	toile trouée	2	3B	1	13-août-14	13-août-14
0000016641	G	40	DT préventive générée automatiquement !	3B	3B	2	13-août-14	13-août-14
0000015646	P2	40	vérification bouton poussoir	2	2	1	19-juin-14	19-juin-14
0000014789	P2	40	toile trouée.	2	2	1	11-mai-14	11-mai-14
0000014001	P2	40	DEFAUT SUR TAMBOUR (NE DEMARRE PAS).	1	1	1	06-avr-14	06-avr-14
0000013871	P2	40	vérification toile du filtre.	2	3A	1	30-mars-14	30-mars-14
0000012260	P2	40	vérification afficheur local du filtre	2	2	1	12-janv-14	12-janv-14
0000012150	P2	40	manomètre 4Pi65 défectueux	2	2	1	08-janv-14	08-janv-14
0000012143	P2	40	changement manomètre 4Pi66	2	2	1	08-janv-14	08-janv-14
0000012103	P2	40	toile trouée	2	2	1	07-janv-14	07-janv-14
0000011686	P2	40	les manomètres des aspirations défectueux (fond coté sommet)	2			06-janv-14	06-janv-14
0000011419	P2	40	toile trouée	2	3A	1	08-déc-13	08-déc-13
0000009552	P2	40	changement toile	2	2	1	20-août-13	20-août-13
0000009233	P2	40	TAMBOUR NE TOURNE PAS	1	1	1	12-août-13	12-août-13
0000009108	P2	40	CHANGEMENT PALIER	2	2	1	05-août-13	05-août-13
0000009049	P2	40	toile touée	2	1	1	04-août-13	04-août-13
0000008860	G	40	DT préventive générée automatiquement !	3B	3B	2	28-juil-13	28-juil-13
0000008463	P2	40	vis sans désaccouplé	1	1	1	14-juil-13	14-juil-13
0000005145	P2	40	changement ligne de traçage solvant vers E413	4	4	2	20-févr-13	20-févr-13
0000005139	P2	40	changement ligne de rinçage de l'aspiration	4	4	2	20-févr-13	20-févr-13

000005131	P2	40	changement ligne de solvant vers collecteur	4	4	2		20-févr-13	20-févr-13
000004999	P2	40	changement ligne de drainage de la cuve	4	4	2		20-févr-13	20-févr-13
000003449	P2	40	TOILE TROUEE	2	3B	1		05-déc-12	05-déc-12
000001688	P2	40	Toile trouée	2	3A	1		16-sept-12	16-sept-12
000001221	G	40	DT préventive générée automatiquement !	3B	3B	2		22-août-12	22-août-12
000001044	P2	40	Remise en place du bouton poussoir	2	2	1		05-août-12	05-août-12
000000162	P2	40	TOILE TROUEE	2	2	1		26-juin-12	26-juin-12
TOTAL: 61							Décompte: 56		

RECEPTION.G			16/01/19	14:40:23					
Z:5	Repere :F406								
No Dt	DPT	U	Descript Anomalie	P	P2	G	Etablis	Approbat	
0000055475	P2	40	Fuite solvant	1	1	1	17-déc-18	17-déc-18	
0000051784	P2	40	tambour désaccouplé	2	3B	1	05-août-18	05-août-18	
0000049404	P2	40	toile trouée	2			23-avr-18	23-avr-18	
0000049403	P2	40	toile troué+ fuite de solvant au niveau de l'accordiant de la vanne de distribution	2	3B	1	23-avr-18	23-avr-18	
0000048896	P2	40	les vannes des rompes R4 + R1(BS) + vanne de rinçage hublot droite sont défectueux	2	3B	1	04-avr-18	04-avr-18	
0000045357	P2	40	les volants des vannes de soutirage sont détachés	2	3B	1	29-nov-17	29-nov-17	
0000044850	P2	40	déclenchement fréquent	1	1	1	07-nov-17	07-nov-17	
0000044244	P2	40	variateur ne fonctionne pas	2			12-oct-17	15-oct-17	
0000043836	P2	40	Déclenchement fréquent du filtre	1	1	1	26-sept-17	26-sept-17	
0000043396	P2	40	tulipe trouée	2	3B	1	05-sept-17	05-sept-17	
0000042647	P2	40	FUITE VAPEUR	1	3B	1	02-août-17	02-août-17	
0000040760	P2	40	CHANGEMENT 3 MANOMETRES DE SOUTIRAGE	2	3B	1	18-mai-17	18-mai-17	
0000040688	P2	40	Fuite de solvant au niveau de soufflet de soutirage	2			16-mai-17	16-mai-17	
0000040102	P2	40	vis désaccouplée	2	2	1	23-avr-17	23-avr-17	

0000037541	P2	40	fuite de solvant sur rompe	1	1	1	11-janv-17	11-janv-17
0000036830	P2	40	La vanne de soutirage détachée	1	1	1	18-déc-16	18-déc-16
0000033488	G	40	DT preventive generee automatiquement !	3B	3B	2	30-août-16	30-août-16
0000031232	P2	40	fuite de solvant sur la vanne de distribution	2	3B	1	29-mai-16	29-mai-16
0000030787	G	40	DT preventive generee automatiquement !	3B	3B	2	12-mai-16	12-mai-16
0000030069	P2	40	vérification toile	2	3B	1	17-avr-16	17-avr-16
0000028781	P2	40	Vanne tourne à vide	1	2	1	23-févr-16	23-févr-16
0000027296	P2	40	vérification vis sans fin	1	1	1	23-déc-15	23-déc-15
0000025179	G	40	DT preventive generee automatiquement !	3B	3B	2	23-sept-15	23-sept-15
0000023379	P2	40	vérification MCC	2	3B	1	23-juin-15	23-juin-15
0000022422	G	40	DT preventive generee automatiquement !	3B	3B	2	06-mai-15	06-mai-15
0000018229	P2	40	vérification vanne	1			26-oct-14	26-oct-14
0000017732	P2	40	vérification vannes de: fond, coté et sommet	2	3B	1	01-oct-14	01-oct-14
0000016677	G	40	DT préventive générée automatiquement !	3B	3B	2	14-août-14	14-août-14
0000012579	P2	40	fuite sur la vanne de distribution	2	2	1	22-janv-14	22-janv-14
0000012161	P2	40	vanne tourne à vide	1	1	1	09-janv-14	09-janv-14
0000012151	P2	40	manomètre 4Pi71 défectueux	2	2	1	08-janv-14	08-janv-14
0000012145	P2	40	changement manomètre 4Pi72	2	2	1	08-janv-14	08-janv-14
0000012045	P2	40	vérification vis sans fin	1	1	1	05-janv-14	05-janv-14
0000011687	P2	40	les manomètres des aspirations défectueux (fond coté sommet)	2			06-janv-14	06-janv-14
0000011129	P2	40	fuite de solvant sur bride (rompe n°6)	2	2	1	27-nov-13	27-nov-13
0000008962	P2	40	TOILE TROUEE	2	2	1	29-juil-13	29-juil-13
0000008863	G	40	DT préventive générée automatiquement !	3B	3B	2	28-juil-13	28-juil-13
0000008484	P2	40	fuite de solvant sur ligne d'équilibre	1	1	1	15-juil-13	15-juil-13
0000005132	P2	40	changement ligne de solvant vers collecteur	4	4	2	20-févr-13	20-févr-13
0000001783	P2	40	TOILE TROUEE	2	3A	1	19-sept-12	19-sept-12
0000001058	P2	40	Vanne de solvant chaud défectueuse	1	1	1	06-août-12	06-août-12
0000000879	G	40	DT préventive générée automatiquement !	3B	3B	2	26-juil-12	26-juil-12
TOTAL: 42							Décompte: 37	

Annexe 2 : Une fiche technique des spécifications de la toile

Annexe 3 : Diagramme d'équilibre eau-MEK (Source : Gmehling et al)

