

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE EPOPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE KASDI-MERBAH OUARGLA



Faculté des sciences appliquées

Département de Génie des Procèdes

Mémoire

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences et Technologies.

Filière : Industries Pétrochimiques.

Spécialité : Génie du Raffinage

Présenté par : BERDJOUH Yazid
RABEHI Ahmed Rida

Thème :

La production des huiles lubrifiantes respectueuses
de l'environnement par l'extraction des
hydrocarbures aromatiques polycycliques.

Soutenu publiquement le :

Devant le jury composé de :

Mr SEGHNI Laadjel
M^{elle} MOKHBI Yasmine
Mr BENABIDI Bilal

Pr (UKM Ouargla)
MCB (UKM Ouargla)
MCB(UKM Ouargla)

Président
Examineur
Encadreur

Année universitaire : 2022/2023

Dédicace :

On dédies ce travail,,

Dieu est le créateur de la vie et

Le bonheur,,,,,,,,

Ma mère et mon père trouvant

Ma force ,,,,

A mes frères et a mes sœur pour leur

Patience et leur affection ,,,,,,

A toute ma famille et a tous mes amis,,

REMERCIEMENTS :

Nous remercions le bon Dieu qui nous a donné le courage et la patience de faire cet humble acte. Nos sincères remerciements vont également à notre encadrant, M. BENABIDI Bilal, qui s'est consacré à nous prodiguer les conseils et l'orientation qui nous ont permis de mener à bien ce travail et cette famille. Nous remercions également tous les membres du jury qui ont accepté de filtrer et de juger notre travail. De plus nous tenons à remercier l' équipe de l' informateur crapc, en particulier l' enseignant MESAI , qui a directement contribué à la réalisation de ce travail.

RÉSUMÉ :

Les huiles lubrifiantes sont utilisées dans l'industrie du caoutchouc, ainsi que la production des pneus d'automobile. Le volume de leurs consommations est de 10-15 % du volume total de la production de caoutchoucs. Cependant ces huiles lubrifiantes peuvent contenir jusqu'à 20 % de la masse des hydrocarbures aromatiques polycycliques. Ces derniers peuvent être cancérigènes.

Selon les recherches établies à Moscow, le frottement des caoutchoucs de pneus d'automobile rejettent jusqu'a 60 % des substances polluantes et nocives à la santé.

En accordance aux directives de l'association européenne de l'industrie des caoutchoucs, toutes les huiles lubrifiantes ne doivent pas contenir au-delà de 2.9 % de la masse des hydrocarbures aromatiques polycycliques.

Jusqu'à présent en Algérie, on utilise le furfural pour l'extraction des aromatiques, Cependant le furfural se caractérise par une faible sélectivité et efficacité vers les aromatiques, aussi il a une faible stabilité thermique, ce qui complique leur régénération.

Nos recherches concluent que le solvant le plus efficace et le plus sélectif pour nettoyer les huiles lubrifiantes des hydrocarbures aromatiques polycycliques est le N-METHYL PYRROLIDONE et leur mélange avec l'ETHYLENE GLYCOLE.

SUMMARY :

Lubricating oils are widely used in the rubber industry, including the production of automobile tires. The volume of their consumption is at about 10-15% of the total volume of the production of rubbers. However, this oil-softener may contain up to 20% by weight polycyclic hydrocarbons, some of which might be carcinogenic. Based on research results, held in Moscow, up to 60% of polluting and hazardous substances for health are emitted into the air by worn rubber tires. In accordance with the directive of the EU Parliament, all softening oils, used in the EU countries, should contain no more than 2.9 % by weight polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs).

Up to the moment, in Algeria the main solvent that are used are furfural. However, the furfural is characterized by a low selectivity and efficiency towards aromatics; also, it has a low thermal stability, which complicates their regeneration.

The purpose of this work concludes that the most effective and selective solvent for cleaning polycyclic aromatic hydrocarbons from lubricating oils is N-METHYL PYRROLIDONE and their mixture with ETHYLENE GLYCOL.

المخلص :

تستخدم زيوت التشحيم في صناعة المطاط، وكذلك في إنتاج إطارات السيارات. يبلغ حجم استهلاكهم 10-15% من الحجم الإجمالي لإنتاج المطاط. ومع ذلك، قد تحتوي هذه الزيوت على ما يصل إلى 20% من الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات والتي يمكن أن تكون مسببة للسرطان. وفقاً للأبحاث التي تم إجراؤها في موسكو (روسيا)، فقد تبين أن احتكاك إطارات السيارات المطاطية يطلق ما يصل إلى 60% من المواد والجزيئات الملوثة والضارة بالصحة. وفقاً لإرشادات رابطة صناعة المطاط الأوروبية، يجب ألا تحتوي جميع زيوت التشحيم على أكثر من 2.9% من الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات. في الجزائر، يستخدم الفورفورال كمذيب لاستخراج العطريات من زيوت التشحيم، ولكن الفورفورال يتميز بفعالية وانتقائية ضعيفة، كما يتميز باستقرار حراري منخفض، مما يعقد عملية تجديده. في الأخير يخلص بحثنا إلى أن المذيب الأكثر فعالية وانتقائية لتنظيف الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات من زيوت التشحيم هو خليط ن ميثيل بيراليدون مع إيثيلين جليكول.

Liste de tableau :

Tableau II .1 : Composition des HAP.....	17
Tableau II.1 : Réaction propriétés structure des hydrocarbures se trouvant dans les coupes huiles.....	20
Tableau IV.1 : Propriété de l’huile lubrifiante 350 NS	33
Tableau IV.2 : Teneur en polycycloarenes (HAP) cancérogènes dans ce échantillon	34
Tableau IV.3 : Propriétés physico-chimiques des solvants utilises dans l’industrie pour l’extraction des aromatiques	35
Tableau IV.4 : Teneur en polycycloarenes (HAP) cancérogènes dans des raffinats obtenus par extraction au furfural (mg/kg)	39
Tableau IV.5 : Teneur en polycycloarenes (HAP) cancérogènes dans des raffinats obtenu par extraction avec (NMP- EG)	39
Tableau V.1 : Pourcentage d’extraction les HAP par solvants.....	41

Liste des figures :

Figure 1 : Station raffinerie des ARZEW	5
Figure 2 : Capacité de production au complexe.....	7
Figure 3 : Composition de l'huile lubrifiante.....	15
Figure 4 : Chaîne de fabrication des huiles de base paraffinée.....	16
Figure 5 : Source anthropogéniques et naturelle d'émissions des HAP.....	18
Figure 6 : Principe de l'extraction liquide – liquide.....	26
Figure 7 : Schéma de principe d'une extraction simple.....	27
Figure 8 : Schéma de principe d'une à étage multiple.....	29
Figure 9 : Schéma de principe d'une extraction à étage multiple à contre – courant.....	30
Figure 10 : Décomposition du résidu sous vide en famille de produit caractéristique.....	33
Figure 11 : Extraction au furfural.....	39
Figure 12 : Raffinat obtenu par extraction au furfural.....	40
Figure 13 : Appareil évaporateur rotatif pour la récupération de solvant.....	41
Figure 14 : Appareil de GCMS.....	41

Les listes des abréviations :

RA1Z : La raffinerie d'Arzew .

BRI : brut réduit importé

BRA : résidu atmosphérique

RSV : Le résidu Sous Vide

DAH : Asphalt de huile

HAP : Hydrocarbures aromatique polycyclique

ELL : Extraction liquide – liquide

N.MP : N – methylprolidone

EG : Ethylene glycole

NL : naphta Lourd

NG : naphta Léger

VO : Huiles Visqueuses

MVH : Huiles mi - visqueuses .

SPH : Huiles Spindle

VGO : Gasoils

VLEP : Valeur Limite d'exposition professionnelle

K : coefficient de partition

ΔP : Différence de masse volumique

VI : Indice de viscosité

d : densité

ΔH_v : Enthalpie de vaporisation

V : Volume du Solvant

m : La masse.

Sommaire :

Dédicace	I
Remerciements.....	II
Résumé	III
Liste des abréviations	VI
Liste des figures.....	VII
Liste des tableaux.....	VIII

Partie 1 : Synthèse bibliographique

INTRODUCTION GENERALE :.....	1
Chapitre I.....	3
Généralités sur la raffinerie d'Arzew	3
I.1 Liste des raffineries d'Algérie :	4
I.2 présentation de la raffinerie d'Arzew :	4
I.2.1. Historique de la raffinerie d'Arzew :	4
I.2.2. Situation géographique :	5
I.2.3. Capacités de production :	6
I.2.4 L'objectif du complexe :	7
I.2.6. l'unité de l'extraction au furfural :	10
Chapitre II.....	13
Les huiles lubrifiantes.....	13
II .1 Introduction :.....	14
II.2 Le rôle d'huiles lubrifiantes :	14
II.3 Production des huiles lubrifiantes :	14
II.3.1 Au plan national :.....	14
II.2.2 Composition huiles lubrifiantes :.....	15
II.2.3. Propriété des huiles Lubrifiantes :.....	21
II.3 Recyclage d'huiles usagées et lubrifiantes :.....	23
Conclusion :	24
Chapitre III	25
LEXTRACTION LIQUIDE LIQUIDE	25

III.1 Introduction :	26
OBJECTIF DE L'EXTRACTION :	26
III.2. Principe de base de l'extraction (ELL) :	26
III.3. Différents types d'extraction liquide liquide :	27
III.3.1. Extraction simple :	27
III.3.2. Extraction multiple :	28
3.2.1. Extraction a courant croises :	29
III.4. Evaluation du pouvoir d'extraction liquide liquide :	30
III.4.1. Coefficient de partition :	30
III.4.2. Coefficient de distribution :	31
III.4.3. Rendemet :	31
III.5. Choix du solvant :	31
III.5.1. Sélectivité du solvant :	31
III.5.2. Pouvoir solvant :	31
III.5.3. Différence de masse volumique ($\Delta\rho$) entre les solutions en contact :	32
III.5.4. Viscosité :	32
III.5.5. Tension interfaciale :	32
III.5.6. Facteurs économiques :	32
Partie 2	34
Expérimentale	34
Matériels et méthodes	35
<i>Le but de travail :</i>	36
IV.1 EXTRACTION AU FURFURAL :	38
IV.1.1. Matériels utilisés :	38
IV.1.2 Mode opératoire :	39
Résultat et discussion	43
Conclusion générale	46
Références bibliographiques :	49

INTRODUCTION GENERALE :

Dans la littérature scientifique, des travaux sont consacrés à la recherche sur la production d'huiles lubrifiantes respectueuses de l'environnement qui ont trouvé une application dans industries, qui incluent le processus d'extraction - séparation du mélange substances liquides utilisant des solvants hautement sélectifs. Pour purification des huiles lubrifiantes par l'extraction des hydrocarbures polycycliques cancérigènes.

Les huiles lubrifiantes sont utilisées dans l'industrie du caoutchouc, ainsi que la production des pneus d'automobile. Le volume de leur consommation est d'environ 10-15% du volume total de la production de caoutchoucs.

Cependant ces huiles lubrifiantes peuvent contenir jusqu'à 20% par masse d'hydrocarbures aromatiques polycyclique. Ces derniers peuvent être cancérigènes.

Selon des recherches établies à Moscow, le frottement des pneus en caoutchouc rejette jusqu'à 60 % des substances polluantes et nocives à la santé dans l'atmosphère.

En accordance aux directives de l'association européenne de l'industrie des caoutchoucs, toutes les huiles adoucissantes ne doivent pas contenir au-delà des 2.9 % par masse des hydrocarbures aromatiques polycycliques.

Jusqu'à présent en Algérie, on utilise le furfural pour l'extraction des aromatiques, Cependant le furfural se caractérise par une faible sélectivité et efficacité vers les aromatiques, aussi il a une faible stabilité thermique, ce qui complique leur régénération.

Le but de notre recherche est de déterminer le solvant le plus efficace et plus sélectif pour le nettoyage d'huiles lubrifiantes des hydrocarbures aromatiques polycycliques.

Partie I

Synthèse bibliographique

Chapitre I

Généralités sur la raffinerie d'Arzew

I.1 Liste des raffineries d'Algérie :

Raffinerie d'Adrar

Raffinerie d'Alger

Raffinerie d'Arzew (oran)

Raffinerie de Hassi Messaoud

Raffinerie de Skikda

I.2 présentation de la raffinerie d'Arzew :***I.2.1. Historique de la raffinerie d'Arzew :***

La raffinerie de pétrole Arzew Oran en Algérie a une histoire qui remonte aux années 1950. Elle a été construite dans le cadre d'un accord de coopération entre l'Algérie et la France, qui visait à développer l'industrie pétrolière dans le pays.

La construction de la raffinerie a commencé en 1956, et elle a été mise en service en 1959. À l'époque, elle avait une capacité de traitement de 1,2 million de tonnes de pétrole brut par an.

Au fil des ans, la raffinerie a été agrandie et modernisée. En 1973, sa capacité de traitement avait été portée à 3,5 millions de tonnes par an. En 1982, elle a été nationalisée par le gouvernement algérien.

Depuis lors, la raffinerie d'Arzew a connu plusieurs phases d'expansion et de modernisation. En 2009, une nouvelle unité de traitement des gaz de pétrole liquéfié (GPL) a été inaugurée, portant la capacité de traitement totale de la raffinerie à 5,5 millions de tonnes par an.

Aujourd'hui, la raffinerie d'Arzew est l'une des plus grandes d'Afrique. Elle produit une gamme de produits pétroliers, notamment de l'essence, du diesel, du fioul lourd, du GPL et des lubrifiants. [1]

1.2.2.Situation géographique :

La raffinerie d'Arzew est située dans la zone industrielle sur le plateau d'El Mahgoune à deux kilomètres de la ville d'Arzew et environs 40 kilomètres de la ville d'Oran. Elle occupe 170 hectares et se situe au voisinage du port d'Arzew, lui permettant les enlèvements par bateau. [2]



Figure 1 : station raffinerie des Arzew[3]

I.2.3. Capacités de production :

La raffinerie d'Arzew traite 2.5 millions de tonnes par an de pétrole brut saharien et 280.000 tonnes de pétrole importé pour une capacité annuelle de production des différentes unités de :

15.000 tonnes de propane.

70.000 tonnes de butane.

70.000 tonnes d'essence super.

490.000 tonnes d'essence normale.

160.000 tonnes de naphta.

120.000 tonnes de kérosène.

980.000 tonnes de gazole.

550.000 tonnes de fioul BTS.

70.000 tonnes de fioul HTS.

160.000 tonnes de lubrifiant.

70.000 tonnes de graisse.

4.000 tonnes de paraffines.

120.000 tonnes de bitumes routiers.

20.000 tonnes de bitumes oxydés. [4]

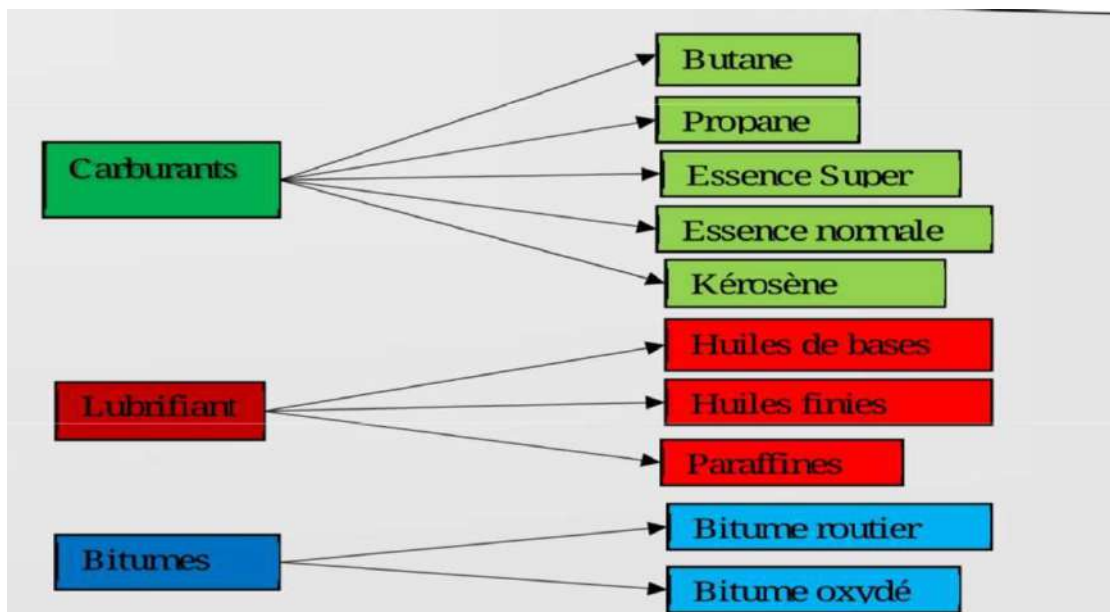


Figure 2 : Capacité de production au complexe [5]

I.2.4 L'objectif du complexe :

L'objectif du complexe de raffinerie d'Arzew en Algérie est de traiter le pétrole brut pour produire une gamme de produits pétroliers destinés à la consommation domestique et à l'exportation.

Plus précisément, les objectifs de la raffinerie sont les suivants :

Produire des carburants tels que l'essence et le diesel, qui sont utilisés pour alimenter les véhicules et les équipements de transport en Algérie et à l'étranger.

Produire du fioul lourd, qui est utilisé comme combustible dans les centrales électriques et les industries.

Produire du gaz de pétrole liquéfié (GPL), qui est utilisé comme combustible domestique et industriel.

Produire des lubrifiants et des produits chimiques destinés à l'industrie.

La raffinerie d'Arzew est également un important générateur de revenus pour l'Algérie, car elle exporte une grande partie de sa production vers les marchés internationaux. [6]

I.2.5. Présentation de la principale installation de RAIZ :

La raffinerie d'Arzew comprend quatre départements de production le P1, P2, P3 et P4. Chaque département est constitué de plusieurs zones ayant des activités spécifiques. Chaque département est composé des différentes unités de production, comme suite :

I.2.5.1. Département de production P1

Ce département concerne la production des carburants, des lubrifiants et les bitumes en traitant le pétrole brut de Hassi-Messaoud comme charge et le brut réduit importé (BRI) pour la production des bitumes. Elle est constituée des zones suivantes :

Zone 03 (Les utilités)

Cette zone est construit pour l'Alimentation des autres zone en : air, vapeur, eau, électricité, et Gaz qui sont très importants pour les unités de traitement. Elle se divise en plusieurs unités :

- **Unité 31:** Production de vapeur d'eau à haute pression qui sert au stripage, et Comme énergie motrice des turbos générateurs.
- **Unité 32:** Production de l'eau distillée qui est utilisé comme eau d'alimentation pour les chaudière.

- **Unité 33:** Distributions d'eau de refroidissement, utilisée pour les opérations de Refroidissement des produits.
- **Unité 34:** Production d'électricité qui sert à alimenter les unités de traitement.
- **Unité 35:** Gaz de combustion au niveau des chaudières et des fours .
- **Unité 36:** Productions d'air service et d'air instrument.
- **Unité 67:** Réseaux d'incendie.

Zone 04 (Les carburants)

C'est le point de départ du procès de raffinage du pétrole brut.

Elle comprend 5 unités :

- **Unité 11:** C'est l'unité de distillation atmosphérique (Topping). Elle a comme rôle 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 gaz de pétrole liquéfié (LPG)
- Du naphta léger NG
- Du naphta lourd NL
- Du kérosène
- Du gasoil léger et lourd
- Le résidu atmosphérique (BRA).

- **Unité 12:** (Reforming catalytique) : elle traite le naphta lourd (NL) provenant de la distillation atmosphérique dans le but de produire une base d'essence à indice d'octane élevé (reformat).

- **Unité 13 :** (traitement du gaz): elle traite le gaz obtenue de l'unité 11, 12 et 17 en le Séparant en produits purs, tel que le propane et le butane (C_3H_8 , C_4H_{10}).

- **Unité 17:** (l'isomérisation): elle traite le naphta léger (LG) provenant de la distillation atmosphérique, afin d'améliorer leur l'indice d'octane.

- **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.

Zone 07 (Les lubrifiants I)

Cette zone a pour but la fabrication des huiles de base à partir de brut réduit atmosphérique (BRA) venant du topping (unité 11), sa capacité de production est de 50 000 T/an.

Elle comprend les unités suivantes :

- **Unité 20:** stockage des huiles.

• **Unité 21:** c'est l'unité de distillation sous vide. Elle traite le résidu provenant de l'unité 11 de la zone 4 (BRA) qui est soutiré sous vide, afin d'obtenir des huiles de base semi-finis :

- Gasoils VGO
- Huiles SPO (Spindle)
- Huiles mi-visqueuses (MVH)
- Huiles visqueuses (VO)
- Le résidu sous vide (RSV).

• **Unité 22:** c'est l'unité de désasphaltage au propane. Elle traite le résidu sous vide RSV venant de l'unité 21 dans une colonne par l'extraction en utilisant le propane comme solvant, afin d'obtenir une huile désasphaltée (DAH).

- **Unité 23 :** unité de l'extraction au furfural. [7] .

1.2.6. l'unité de l'extraction au furfural :

Ce chapitre décrit l'unité 300 de raffinage au furfural de distillats lourds et de résidus désasphaltés en vue de l'élaboration de bases entrant dans la fabrication des huiles lubrifiantes. Cette unité appartient à l'usine Lubrifiants Arzew 2 %

La localisation géographique de l'unité est donnée par le plan de masse et la position respective des différents équipements figure dans les plot - plane situés au para graphe E ci - après.

Les distillats traités, aux nombres de trois (SFINDLE, SAE 10, SAE 30), sont issus directement de l'unité 100 de distillation sous vide.

Le résidu désasphalté (bright stock) provient de l'unité 200 de désasphaltage au propane ..
L'unité 100 peut traiter deux résidus atmosphériques différents : l'un des résidus provient d'un brut " Arzew Mix " , l'autre d'un brut " Hassi Messaoud " .

Les bilans matières figurant sur les schémas de principe ont été établis pour une production globale de bases d'huiles

de 126.000 tonnes / an pour le cas " Arzew Mix " ,

ou bien de 102.000 tonnes / an pour le cas " Hassi Messacud " .

Ces hypothèses conduisent aux débits de charges suivants :

Sur Arzew Mix : 246.169 tonnes par an

Sur Hassi Messaoud " : 254.160 tonnes par an

Les équipements sont dimensionnés sur la base de ces deux capacités..

Les charges issues de l'unité 100 sont prises dans des réservoirs tampons, situés entre l'unité 100 et l'unité 300.

Les produits appelés " raffinats " sont expédiés dans des réservoirs tampons situés entre l'unité 300 et l'unité 400 de déparaffinage au MEK.

Les sous - produits, appelés " extraits ", sont dirigés vers un réservoir unique où ils sont mélangés.

Le principe de l'unité est l'extraction sélective des produits indésirables (fractions aromatiques) dans les bases d'huiles par un solvant adapté : le FURFURAL.

Cette extraction a lieu dans une colonne à disques tour nants..

Le solvant mélangé à contre-courant aux charges est en tièrement débarrassé de l'huile dans diverses colonnes, puis séché dans une colonne de fractionnement avant d'être recyclé.

Les propriétés des charges et des raffinats, et les bases de calcul de l'unité- taux de solvant, températures , ren dement en raffinats sont données par Texaco D.C. [46].

1.2.6.1 LA SEPARATION :

La séparation du solvant et du raffinat est effectuée, après réchauffage dans un échangeur à huile chaude, par détente puis stripping du solvant avec de la vapeur d'eau.

La solution d'extrait et de furfural est soutirée par le fond du contacteur sous contrôle de pression, vers un système de récupération du solvant à trois étages (atmosphérique, sous pression et sous vide). La chaleur nécessaire pour la détente atmosphérique est obtenue en récupérant de la chaleur à partir du solvant. La chaleur nécessaire pour la détente sous pression est obtenue par réchauffage dans un échangeur à huile chaude.

L'ensemble de l'unité est complété par un système de tours à distillation azéotropique permettant l'enlèvement l'eau introduite dans l'unité par la charge et la vapeur de stripping.

Le furfural étant un produit facilement oxydable, une tour de désaéragage sous vide de la charge est prévue, pour éviter son contact avec l'air[47].

1.2.6.2 description de l'unité :

L'unité de raffinage au furfural est décrite ci - dessous en accord avec les schémas de principe inclus au chapitre I.

L'unité comporte quatre sections principales.

1.2.6.3 Traitement de la charge :

- Récupération du raffinat Récupération de l'extrait
- Récupération du solvant Systèmes de mise sous vide Systèmes annexes

1. Traitement de la charge

Cette section comprend les équipements principaux suivants :

- le des aérateurs C - 301,
- la colonne d'extraction au solvant C - 302,
- les échangeurs E - 301 A / B, E - 302, et l'aéroréfrigérant E - 304 Ar.

1.2.6.4 Rôle de l'unité :

Les distillats provenant de la section 100 de distillation sous vide sont des mélanges d'hydrocarbures paraffiniques, naphthéniques, aromatiques en proportions variables selon le brut d'origine.

Le rôle de l'unité 300 d'extraction au furfural est d'éliminer les hydrocarbures aromatiques et naphthéniques qui ont un mauvais indice de viscosité et sont facilement oxydables, en ne laissant pratiquement que les hydrocarbures saturés à chaînes droites ramifiées ou non.

1.2.6.5 Principe de fonctionnement :

L'extraction liquide / liquide est un procédé dans lequel la séparation des constituants d'un mélange complexe se fait par un solvant sélectif. Certains des constituants doivent être au moins partiellement immiscibles dans le solvant choisi, tandis que d'autres doivent y être au moins partiellement miscibles, de façon que deux phases se forment dans les conditions opératoires.

Le furfural est le solvant sélectif employé. A cause de sa haute température de miscibilité le furfural convient bien à l'extraction aux conditions opératoires ordinaires.

En traitant l'huile avec le furfural dans le contacteur, deux phases se séparent près du sommet de la tour suivant une surface bien définie appelée l'interface. La phase extraite qui est entraînée par le solvant élimine de la charge la plupart des hydrocarbures aromatiques.

La phase extraite qui est plus lourde à cause de la grande quantité de furfural descend jusqu'au fond de la tour. C'est l'extrait. L'autre phase, pauvre en furfural qui contient l'huile à haut indice de viscosité, monte de l'interface, à cause de sa densité inférieure et est récupérée au sommet du contacteur. C'est le raffinat. [48].

Chapitre II

Les huiles lubrifiantes

II .1 Introduction :

Les huiles lubrifiantes sont des produits utilisés pour réduire les frottements et l'usure entre les pièces en mouvement dans les machines et les équipements industriels. Elles ont pour fonction de protéger ces pièces en créant une barrière entre elles afin de minimiser les effets de l'usure, de la corrosion et de l'oxydation.

Il existe plusieurs types d'huiles lubrifiantes en fonction de leur composition et de leurs propriétés, tels que les huiles minérales, les huiles synthétiques, les huiles semi-synthétiques, etc. Les huiles lubrifiantes peuvent également être classées en fonction de leur viscosité, qui détermine leur capacité à résister aux changements de température et de pression.

Les huiles lubrifiantes sont largement utilisées dans l'industrie automobile, l'industrie de la construction, l'industrie aéronautique et d'autres secteurs où des équipements mécaniques sont utilisés.

II.2 Le rôle d'huiles lubrifiantes :

- lubrifier (élimination du frottement)
- refroidir (évacuation de la chaleur)
- protéger contre la corrosion
- maintenir la propreté (élimination des contaminants)
- assurer l'étanchéité (surpression des fuites)
- diminution du bruit
- transmettre des forces (hydraulique)
- isoler électriquement [6]

II.3 Production les huiles lubrifiantes :

II.3.1 Au plan national :

Le marché algérien des lubrifiants est de l'ordre de 180,000 T/an, se répartissant comme suit :

- Huiles moteurs 75 %
- Huiles industrielles 19 %
- Graisses 3 %
- Huiles aviation et marine 3 %

La quantité moyenne des huiles usagées récupérées par NAFTAL est 90,000 T/an , ce qui représente 50% du volume global des lubrifiants . [7]

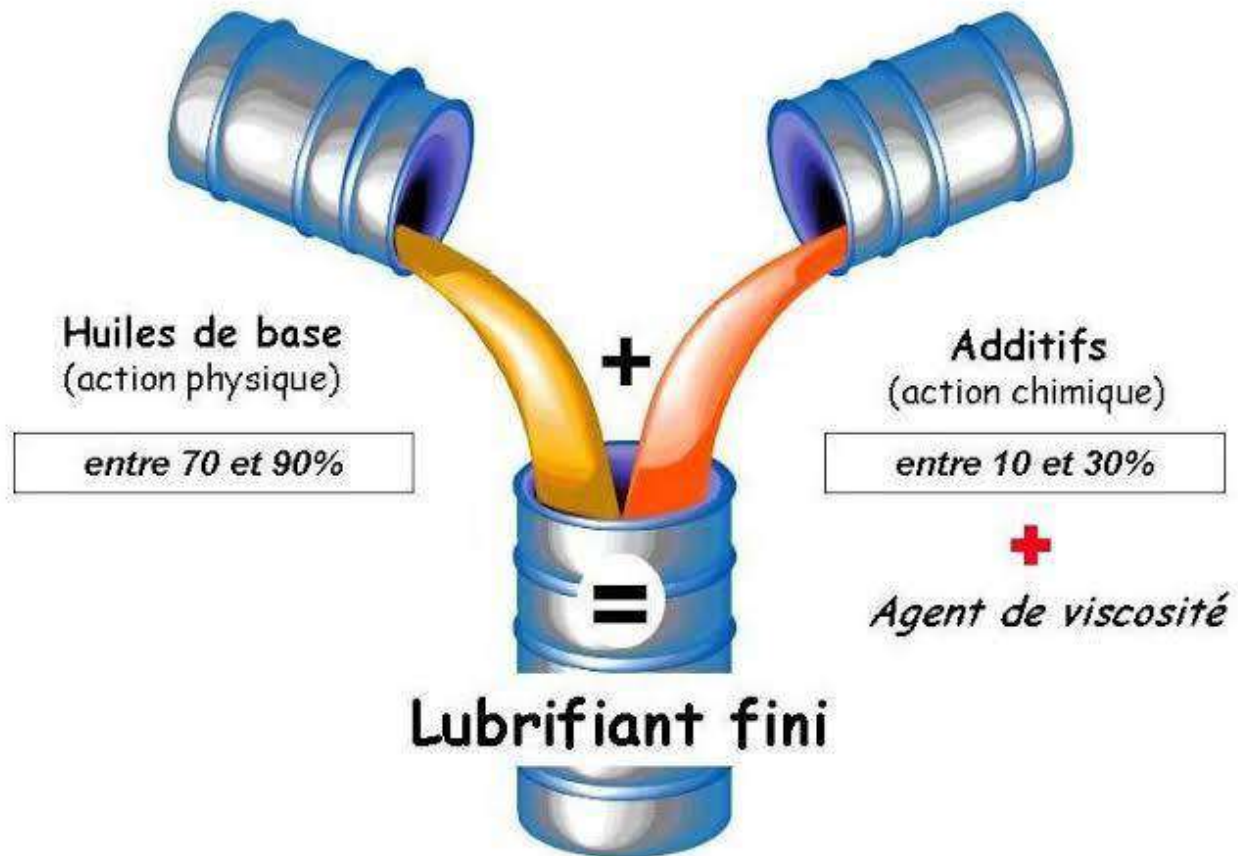


Figure 3 : Composition de l'huile lubrifiante [8]

II.2.1.2 Au plan local :

La capacité production les huiles lubrifiantes annuelle dans raffinerie d'ARZEW est :

50,000 Tan / ans

Il Ya six unités de production huiles lubrifiantes, chaque unités de production :

1600 bidons /heure

* par heure : $6 \times 1600 = 9600$ bidons/heure

* par annuelle : 50,000 tonnes/an [9]

II.2.2 Composition huiles lubrifiantes :

_ Ce produit complexe est élaboré par un mélange d'une huile de base minérale ou synthétique et des additifs de performance.

_ Chaque ajout a une caractéristique spécifique telle que (l'anti, corrosion, l'oxydation [10]).

II.2.2.1 Les huiles de base :

La chaîne de fabrication des huiles de base. Met en œuvre 3 Séparations réalisées dans 3 unités consécutives.

Séparation 1 : Des asphaltages du résidu Sous Vide pour éliminer les résines et asphaltines qui il contient

Séparation 2 : Extraction des naphthéniques et des aromatiques pour augmenter l'indice de viscosité

Séparation 3 : Déparaffinage pour obtenir le point d'écoulement [11].

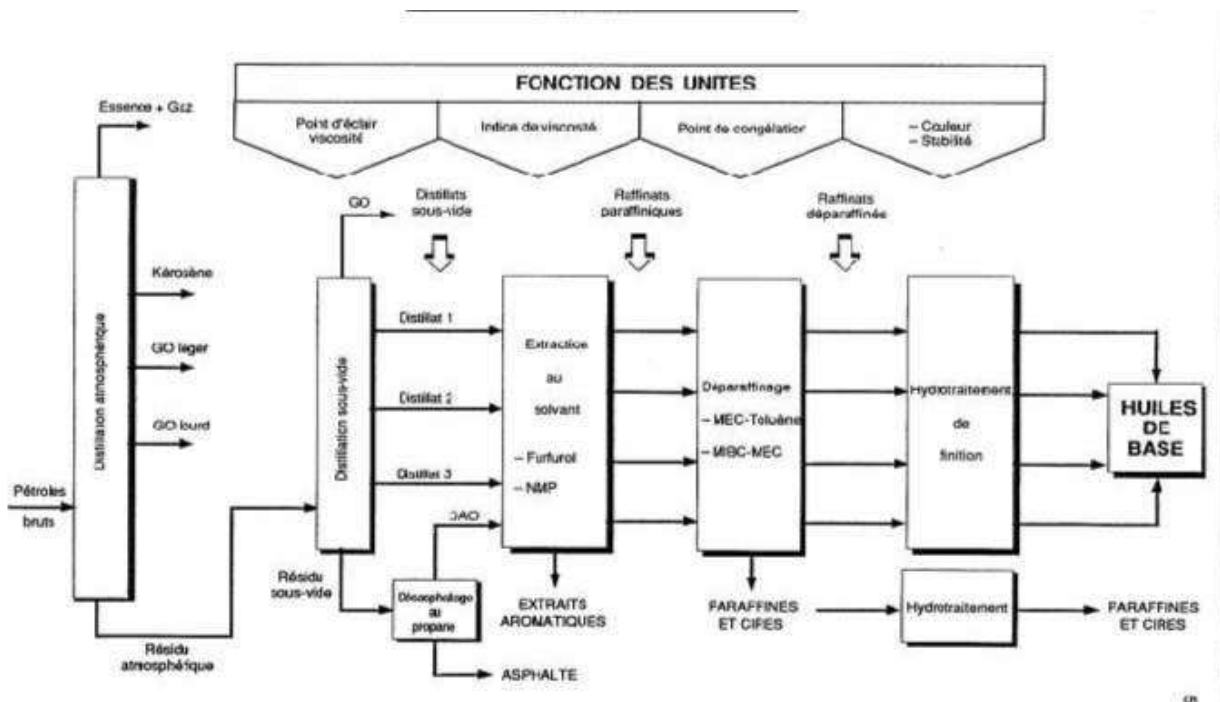


Figure 4 : Chaîne de fabrication des huiles de base paraffinée. [12]

II.2.2.1.1 Les huiles minérales :

-L'huile minérale constitue le liquide, isolant le plus communément employé dans les transformateurs de puissance d'une part pour ses propriétés physico-chimiques et d'autre part pour son faible coût et sa disponibilité. Cependant les performances de cette huile commencent à être limitées par rapport aux nouveaux critères. Pour palier à ce problème, deux solutions sont envisageables :

* trouver des liquides de substitution.

* Améliorer les propriétés de l'huile minérale.

- Les huiles de base sont divisées en trois Catégories (paraffinée , Naphténique ,Aromatique)

[13].

II.2.2.1.1 Paraffinée (à chaîne droite) :

* Stables vis à vis de l'oxydation

* faible la densité (0,88_ 0,89)

* indice de viscosité

II.2.2.1.2 iso paraffine (a chaîne ramifiées) :

* faible indice de viscosité

*m'excitent bien à l'oxydation

*faible la densité

II.2.2.1.3 Naphténiques (cyclique de chaîne Saturées) :

* stables vis à vis de L'oxydation

* indice de Viscosité faible

* densité relativement élevée

II.2.2.1.4 Aromatiques (Chaines cyclique non Saturées) :

* très Oxydables

* très faible (mauvais) indice de Viscosité

* La densité élevée [14].

II.2.2.2. les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) :

Les HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques) sont des composés organiques qui sont constitués d'au moins deux noyaux benzéniques.

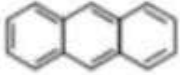

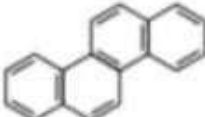


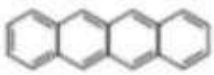

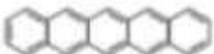




Ce volume passe en revue la cancérogénicité potentielle de 60 hydrocarbures aromatiques polycycliques et plusieurs expositions professionnelles impliquant des hydrocarbures aromatiques polycycliques dérivés du charbon. Ceux-ci se forment lors de la combustion incomplète de matière organique. Les sources environnementales d'hydrocarbures aromatiques polycycliques comprennent la pollution atmosphérique industrielle, la pollution atmosphérique urbaine, la fumée de tabac et l'alimentation (qui est

généralement la principale source d'exposition chez les non-fumeurs qui ne sont pas exposés à ces hydrocarbures dans le cadre de leur profession). Une forte exposition professionnelle peut survenir lors de la conversion du charbon en coke et en goudron de houille, ainsi qu'au cours de la transformation et de l'utilisation de produits dérivés du goudron de houille. Dans ce volume, le benzo[a]pyrène, d'autres HAP et les expositions professionnelles associées ont été évalués par un groupe de travail sur les monographies du CIRC, en examinant les preuves épidémiologiques, les essais biologiques sur les animaux et les données mécanistes et autres données pertinentes pour tirer des conclusions quant à leur risque cancérigène pour l'homme. [15].



Figure 5 : Source anthropogéniques et naturelle d'émissions des HAP [16]

Tableau II - 2 : Composition des HAP [17].

Composé chimique		Composé chimique	
Anthracène		Benzo[a]pyrène	
Chrysène		Coronène	
Corannulène		Tétracène	
Naphtalène		Pentacène	
Phénanthrène		Pyrène	
Triphényliène		Ovalène	

II. 2.2.3 Les huiles de synthèse (syntactique) :

_ Les huiles synthétiques ont pris naissance en Allemagne fabrication s'est développée au cours de la deuxième guerre mondiale.

_ ces bases sont des produits obtenus par réaction chimique de plusieurs composants.

_ Les lubrifiants sont produits à partir d'esters Synthétiques et d'hydrocarbures, par exemple : des huiles sont obtenues polyalphaolefines (PAO) fabriquées à partir d'éthylène

_ C'est un méthode Compliquée cependant :

* bonne performance indice de viscosité (élève)

* meilleur résistance à l'oxydation.

- * Haute stabilité thermique
- * propriétés physique (Excellent) . [18]

II.2.2.4_ Les additif :

_ Ils représentent environ 25% de la masse totale de l'huile utilisée chacun ayant une fonction bien définie. [19]

II. 2.2.4.1_ Les antioxydants :

_ Désactivation des ions métalliques et par formation d'un film protecteur sur les surfaces afin d'éliminer l'action catalytique des métaux , ces additifs sont des phénates . [20]

II.2.2.4.2 Les détergents :

□ Nettoyant vis-à-vis d'une surface solide mouillée
Caractérisent par un pH basique ou neutre pour prévenir la formation de dépôts à chaud sur les Surfaces chaudes. [21]

II.2.2.4.3 Les dispersants :

_ qui ont les propriétaires de maintenir en Suspension des particules solides dans L'huiles, ils évitent ainsi le risque de dépôt. [22]

II. 2. 2.4.4 Les anti-mousses :

Le rôle de l'additif anti mousse :

- Réduire la tension de Surface.
- Réduire l'explosion des bulles d'huile. [23]

II.2.2.4.5 Améliorants de l'indice de viscosité :

Le rôle d'améliorants de l'indice de viscosité:

- diminution de la viscosité de l'huile La lors de l'élévation de température dans le moteur [24]

II.2.2.4.6 Les abaisseurs du Point d'écoulement :

Le rôle d'abaisseurs.

- Donner du débit d'huile à basse température.

II.2.2.4.7 Les antirouilles et anti - corrosions :

Le rôle de des additifs :

- protègent les parties métalliques de La corrosion humide.

II. 2.2.4.8 Les extrêmes et protecteurs Contre l'usure :

Le rôle des additifs :

- Eviter la contact avec Les métaux.

II.2.3. Propriété des huiles Lubrifiantes :**II. 2. 3.1 Propriétés physico-chimiques :****II. 2.3.1.1 Densité :**

La densité d'une substance est le pourcentage de sa masse volumique par rapport à la masse volumique d'un corps de référence dans des conditions spécifiées pour les deux corps. En règle générale, l'eau est utilisée comme corps de référence pour les liquides et l'air pour les gaz . Elle est évaluée à 15 ° C par rapport à l'eau à 4 ° C en utilisant un densimètre placé dans un tube à essais. Les valeurs de densité typiques des huiles de pétrole varient de 0,85 à 0,95 et varient en fonction de l'origine des produits. Selon des lois complexes, la densité diminue avec la température, mais en première approximation, on peut estimer qu'elle diminue de 0,00062 par kelvin. Les densités de certains lubrifiants synthétiques peuvent atteindre 1,5. [25].


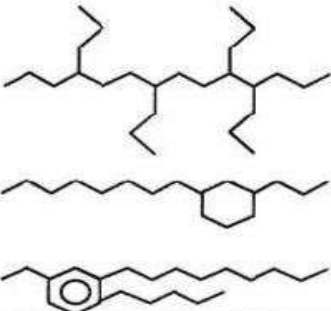
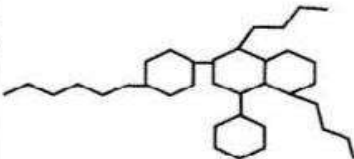
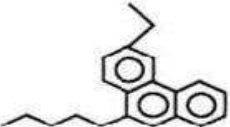
II.2.3.1.2 Point d'éclair :

Il est défini par la température minimale à laquelle il faut porter l'huile pour que les vapeurs émises s'enflamment spontanément (s'éclaire) en présence d'une flamme dans des conditions normalisées . Le test de point d'éclair donne une indication de la présence de composés volatils dans l'huile et de la température à laquelle l'huile doit être chauffée dans des conditions spécifiques pour donner suffisamment de vapeur pour former un mélange inflammable avec l'air . Il existe différentes méthodes pour déterminer le point d'éclair des huiles telles qu'elles sont mentionnées dans la norme ASTM . Pour des raisons de sécurité, cette caractéristique est toujours prise en compte dans les spécifications des lubrifiants. Il est exprimé en degré Celsius , elle traduit la stabilité mique de l'huile et sa résistance à l'inflammation [26].

II. 2.3.1.3 Point l'écoulement :

Point d'écoulement est la température la plus basse à laquelle l'huile coule encore lorsqu'elle est refroidie, sans agitation et dans des conditions normalisées. Il est exprimé en degrés Celsius. Sa connaissance peut être très importante pour caractériser les propriétés à froid des huiles de base. Cette propriété est essentielle dans l'industrie automobile ou aéronautique. Il est très important pour l'usage des lubrifiants à basse température. [27].

Tableau II.3 : Réaction propriétés structure des hydrocarbures se trouvant dans les coupes huiles [28].

FAMILLES D'HYDROCARBURES	STRUCTURE TYPE	PROPRIETES PRINCIPALES	
		RECHERCHEES	NUISIBLES
PARAFFINES EN CHAINE DROITE		<ul style="list-style-type: none"> • INDICE DE VISCOSITE ELEVÉ • BONNE RESISTANCE A L'OXYDATION 	<ul style="list-style-type: none"> • POINT D'ÉCOULEMENT ELEVÉ
PARAFFINES RAMIFIEES ET PARAFFINES AVEC PEU DE CYCLES		<ul style="list-style-type: none"> • INDICE DE VISCOSITE BON A ELEVÉ • RESISTANCE A L'OXYDATION ASSEZ BONNE A BONNE • POINT D'ÉCOULEMENT BAS LE PLUS SOUVENT 	
NAPHTENIQUES		<ul style="list-style-type: none"> • BONNE RESISTANCE A L'OXYDATION • POINT D'ÉCOULEMENT BAS 	<ul style="list-style-type: none"> • INDICE DE VISCOSITE FAIBLE
AROMATIQUES		<ul style="list-style-type: none"> • POINT D'ÉCOULEMENT GÉNÉRALEMENT BAS 	<ul style="list-style-type: none"> • INDICE DE VISCOSITE BAS • TRÈS MAUVAISE RESISTANCE A L'OXYDATION

II.3 Recyclage d'huiles usagées et lubrifiantes :

Le recyclage d'huiles usagées va du recyclage d'huiles de vidanges ou d'huiles moteur au recyclage d'huiles de friture et plus généralement aussi du traitement d'huiles alimentaires.

Le recyclage des huiles usagées et des lubrifiants est un processus permettant de récupérer et de valoriser les déchets issus des lubrifiants industriels ou alimentaires, en fait, des huiles nocives pour l'environnement.

Pour être recyclés, ces lubrifiants, huiles végétales, minérales ou de synthèse, doivent d'abord être stockés dans des fûts spéciaux pour ne pas entrer en contact avec le sol ; ils sont ensuite collectés par des organismes spéciaux. Deux solutions existent pour le traitement de ces huiles : ou la valorisation énergétique par incinération, ou la régénération pour obtenir un nouveau lubrifiant. Aujourd'hui, on estime qu'en France, 90% des huiles moteurs usagées émises chaque année sont récupérées et recyclées.

Ce type de déchets provient de l'utilisation de lubrifiants pour moteurs automobiles ou bien de lubrifiants industriels comme ceux utilisés dans le BTP, l'agriculture ou les transports. Ils rejettent des huiles dites noires ou claires, qui sont des produits dangereux pour l'environnement et contenant une grande quantité de polluants.

Le recyclage des lubrifiants usagés est obligatoire : ceux-ci sont recyclés de différentes manières en fonction de leur nature. Les lubrifiants produisant des huiles claires, peu usagées, peuvent être traités afin de produire de nouvelles huiles. Les lubrifiants donnant des huiles noires (comme les lubrifiants automobiles) sont plus difficiles à régénérer et sont généralement incinérés pour récupérer de l'énergie.

Avant la collecte des huiles, celles-ci doivent être placées dans des fûts spéciaux afin de ne pas entrer en contact avec le sol. Le recyclage des lubrifiants usagés se fait par un recycleur ou centre de recyclage agréé.

Les lubrifiants usagés sont très peu biodégradables et ne doivent surtout pas être jetés dans la nature. Aujourd'hui, on estime qu'en France, 90% des lubrifiants usagés émis chaque année sont récupérés et recyclés.[29].

Conclusion :

- La régénération des huiles lubrifiantes peut être considérée comme une option privilégiée à la conservation des ressources énergétiques et à la réduction des dommages sur l'environnement.

Chapitre III
LEXTRACTION LIQUIDE
LIQUIDE

III.1 Introduction :

L'extraction liquide - liquide est un procédé physico - chimique de séparation qui a connu un grand développement en particulier dans les industries nucléaires, pharmaceutiques, pétrolières et pétrochimiques.

Basé sur le fait de séparer un mélange liquide constitué de plusieurs composants en le traitant avec un autre liquide appelé solvant, qui est une séparation à base de la différence de solubilité dans le solvant des différents composants. Former les deux liquides émulsion en général, c'est-à-dire liquides non miscibles.

OBJECTIF DE L'EXTRACTION :

Une des qualités importantes requises des huiles de base utilisées dans la constitution des huiles lubrifiantes est d'avoir un indice de viscosité élevé. Ce qui signifie que la variation de leur viscosité en fonction de la température doit être faible. Les coupes pétrolières qui servent à l'élaboration des bases d'huiles contiennent naturellement des composés à tendance aromatique qui confèrent à ces coupes un Indice de Viscosité (VI) très bas (cf. planche suivante) . Il est donc nécessaire d'enlever ces composés aromatiques afin d'améliorer le VI des coupes ainsi traitées. Cette séparation se fait par extraction liquide - liquide en présence de furfurool ou de NMP qui sont les solvants les plus couramment utilisés Le solvant est en fait soigneusement choisi pour qu'il dissolve sélectivement les composés aromatiques et laisse dans le raffinat la majorité des autres hydrocarbures .[44].

III.2. Principe de base de l'extraction (ELL) :

Principe physico-chimique :

L'extraction liquide-liquide repose sur la différence d'affinité d'un soluté entre deux phases liquides non-miscibles. Considérons un soluté A (diode) en solution dans l'eau à extraire par un solvant organique (cyclohexane) non-miscible à l'eau.[30].

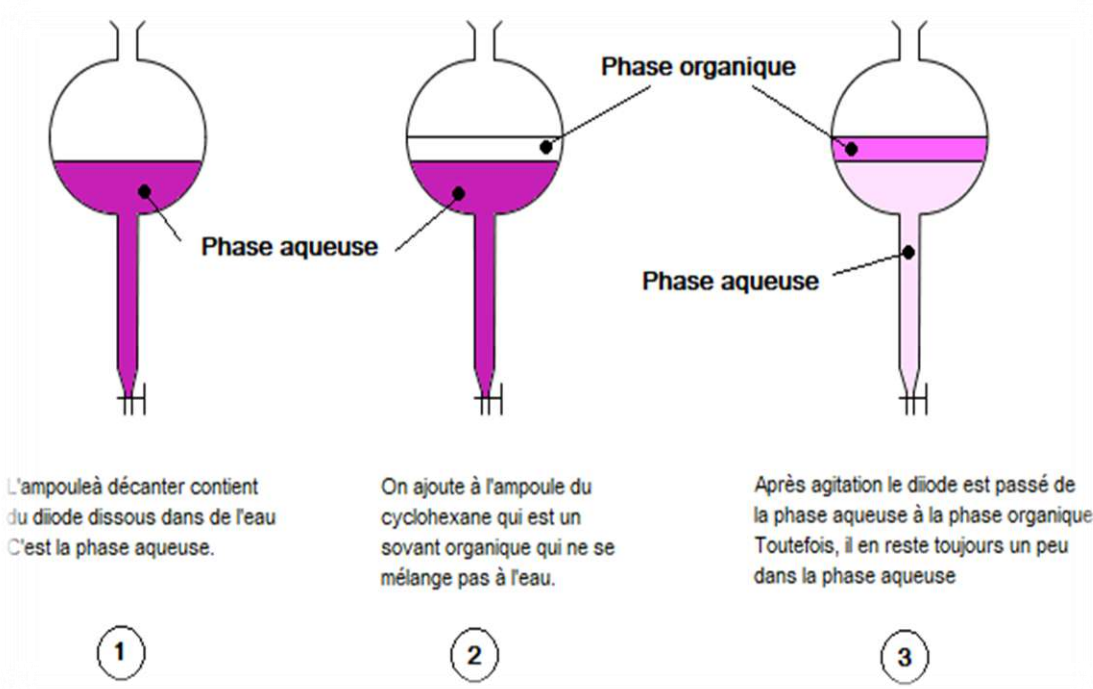


Figure 6 : Principe de l'extraction liquide – liquide [31]

III.3. Différents types d'extraction liquide liquide :

III.3.1. Extraction simple :

L'extraction simple consiste à extraire en une seule étape le maximum de soluté initialement présent dans la solution A par le solvant B. Le solvant B sera choisi en fonction de son pouvoir dissolvant vis - à - vis de S, c'est - à - dire un coefficient de partage favorable à B. La séparation des deux phases s'effectue par une décantation ; le processus est accéléré par la centrifugation du mélange . L'extrait est récupéré puis concentré par évaporation partielle ou complète, avant d'être repris puis analyse . [32].

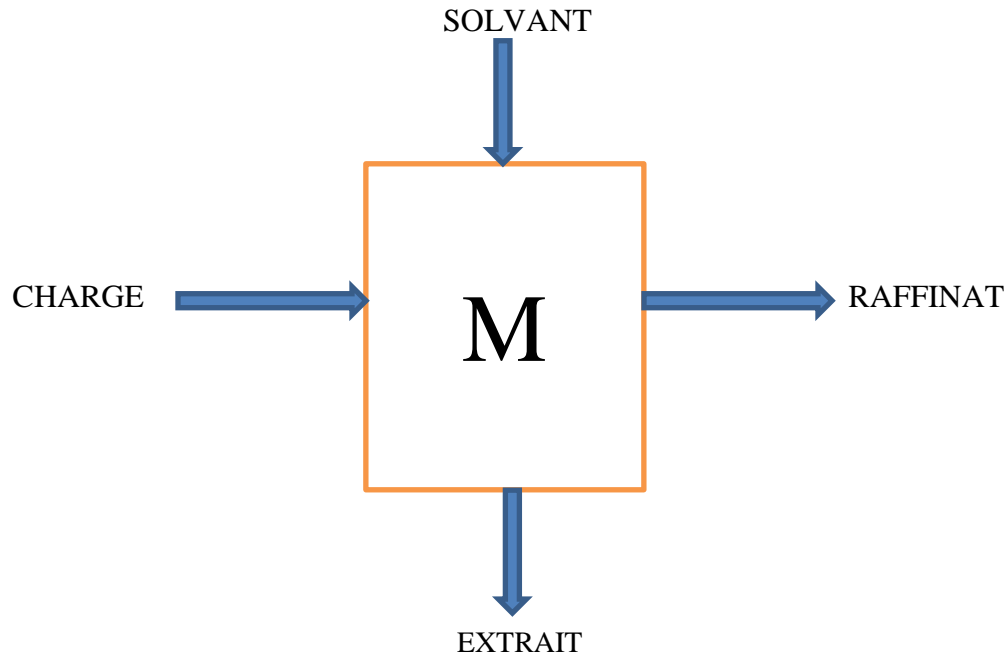


Figure 7 : Schéma de principe d'une extraction simple

III.3.2. Extraction multiple :

Les extractions multiples sont employées dans deux cas :

- Le rendement d'extraction simple n'est pas satisfaisant, ce qui signifie que le coefficient de partage n'est pas suffisamment grand pour pouvoir extraire en une seule fois la quasi - totalité du soluté . Dans cette situation, il peut être nécessaire de répéter l'opération d'extraction afin d'obtenir un rendement d'extraction satisfaisant. On parle alors d'extraction par épuisement. Les différents extraits obtenus sont par la suite mélangés puis concentrés pour isoler le soluté. L'inconvénient majeur de la méthode d'extraction par épuisement est l'utilisation de gros volume de solvant.

- L'extrait n'est pas suffisamment purifié, la réextraction de ce premier est nécessaire afin d'en éliminer les substances interférentes . Le soluté est en général resolubilisé dans une phase

aqueuse . Cette procédure est appelée communément back - extraction (figure 07). [33].

3.2.1. Extraction a courant croises :

Dans une extraction à courant croisés, ici à 3 étages, le solvant est (équitablement) réparti pour réaliser 3 extractions successives, la première sur la charge, la seconde sur le premier raffinat, la troisième sur le second raffinat.

On obtient en fin d'opération un raffinat (ici R3) et 3 extraits à 3 compositions différentes, le premier étant le plus concentré en soluté, le dernier le moins concentré. Les extraits sont mélangés entre eux dans la majorité des cas.

On démontre que cette méthode donne un meilleur rendement qu'une extraction à simple étage pour une même quantité de solvant S, ici égale à $S_1+S_2+S_3$.

On démontre également que l'optimum est obtenu pour $S_1=S_2=S_3$, c'est à dire une répartition équitable du solvant entre chaque extraction.

Ce procédé peut fonctionner en continu ou en discontinu.[34].

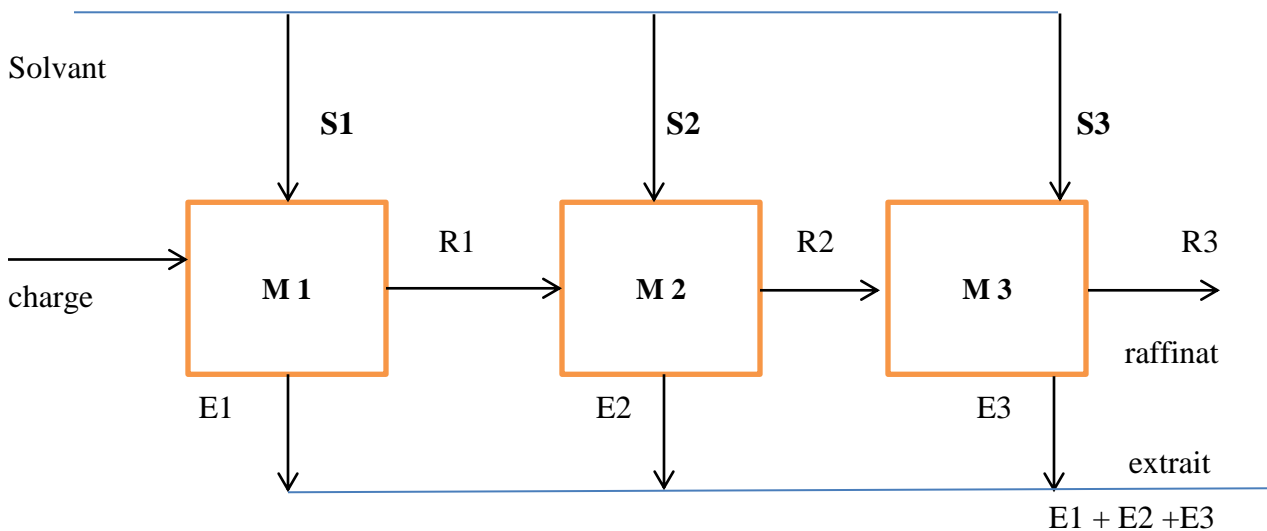


Figure 8 : Schéma de principe d'une a étage multiple

III.3.2.2.Extraction à contre-courant :

Dans une extraction à contre-courant (Figure 9), ici à 3 étages, on réalise 3 extractions successives en utilisant comme solvant l'extrait de l'étage suivant. On obtient en fin d'opération un raffinat (ici R3 sortant de l'étage n°3)) et un extrait (ici E1 sortant de l'étage n°1). On démontrera par des travaux dirigés que cette méthode donne un meilleur rendement qu'une extraction à simple étage ou à courant croisé avec le même nombre d'étages et la même quantité de solvant.[35

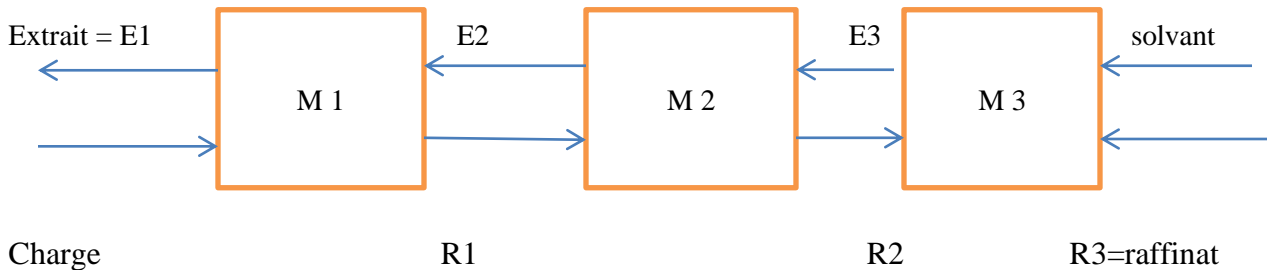


Figure 9 : Schéma de principe d'une extraction a étage multiple à contre-courant

III.4. Evaluation du pouvoir d'extraction liquide liquide :**III.4.1. Coefficient de partition :**

Le coefficient de partition (K) est une mesure quantitative du pouvoir d'extraction liquide-liquide d'un solvant. Il représente le rapport de la concentration de la substance cible dans la phase organique à sa concentration dans la phase aqueuse lors d'une extraction liquide-liquide.

$$K = [\text{Substance cible}]_{\text{org}} / [\text{Substance cible}]_{\text{aq}}$$

Les coefficients de partage ont été approximés à l'aide des données de solubilité trouvées dans : A. Seidell, Solubilities of Inorganic and Organique Substances [36].

III.4.2. Coefficient de distribution :

Le coefficient de distribution est une mesure de la sélectivité de l'extraction liquide-liquide pour un composé particulier.

Cet équilibre est caractérisé par une constante thermodynamique K_p appelée le coefficient de partage : $K_p = [A_{org}]/[A_{aq}]$. L'extraction sera d'autant plus efficace que le coefficient de partage est grand; on choisit, lorsque cela est possible, un solvant d'extraction dans lequel le soluté est très soluble. [37].

III.4.3. Rendement :

Le rendement de l'extraction liquide-liquide dépend de plusieurs facteurs, tels que les propriétés des solvants utilisés, la nature des phases liquides, les conditions opératoires (temps, agitation, température, etc.) et la nature du composé à extraire. En général, un rendement élevé est souhaitable pour une extraction efficace.

Le rendement est défini par le rapport entre la quantité de soluté extraite et la quantité percolée. Ce rendement est en théorie de 100 %, si le volume percolé est inférieur au volume de fin de fixation V_f . De ce fait, le rendement d'un soluté dépend du volume percolé et du volume de fin de fixation de ce soluté, ces deux paramètres étant liés aux propriétés physico-chimiques du soluté (coefficient de partage n-octanol/eau ($\lg P$), pK_a , solubilité...) et à la nature de l'adsorbant choisi. [38].

III.5. Choix du solvant :

III.5.1. Sélectivité du solvant :

Elle traduit la facilité que possède ce dernier à dissoudre un constituant de la charge préférentiellement à un autre. Le coefficient de sélectivité β analogue au coefficient de volatilité relative i utilisé en distillation exprime cette sélectivité. Avec les notations :

- La séparation est d'autant plus aisée que β est plus grand, β égale 1 au point critique et pour l'azéotrope. [39].

III.5.2. Pouvoir solvant

Il exprime la quantité de produits que peut dissoudre le solvant, tout en gardant un β

acceptable. Si le pouvoir solvant est faible, il faut utiliser une grande quantité de solvant pour effectuer une séparation donnée. [40].

III.5.3. Différence de masse volumique ($\Delta\rho$) entre les solutions en contact :

Une grande différence de masse volumique favorise la décantation des solutions et par suite augmente la capacité des décanteurs. Il est évident que les phases en contact (sensiblement en équilibre dans un décanteur, jamais en équilibre dans une colonne à remplissage) ne doivent à aucun moment atteindre la même densité. [41].

III.5.4. Viscosité :

Un solvant de faible viscosité doit être choisi, si possible, afin d'éviter les entrainements de gouttelettes et d'obtenir de hauts débits de fonctionnement, c'est-à-dire une capacité élevée de l'extracteur.

III.5.5. Tension interfaciale :

Une faible tension interfaciale favorise la réalisation d'une grande surface de contact entre les phases, mais gêne la décantation de l'émulsion. [42].

III.5.6. Facteurs économiques :

Le solvant ne doit pas être :

- coûteux
- toxique
- corrosif
- instable

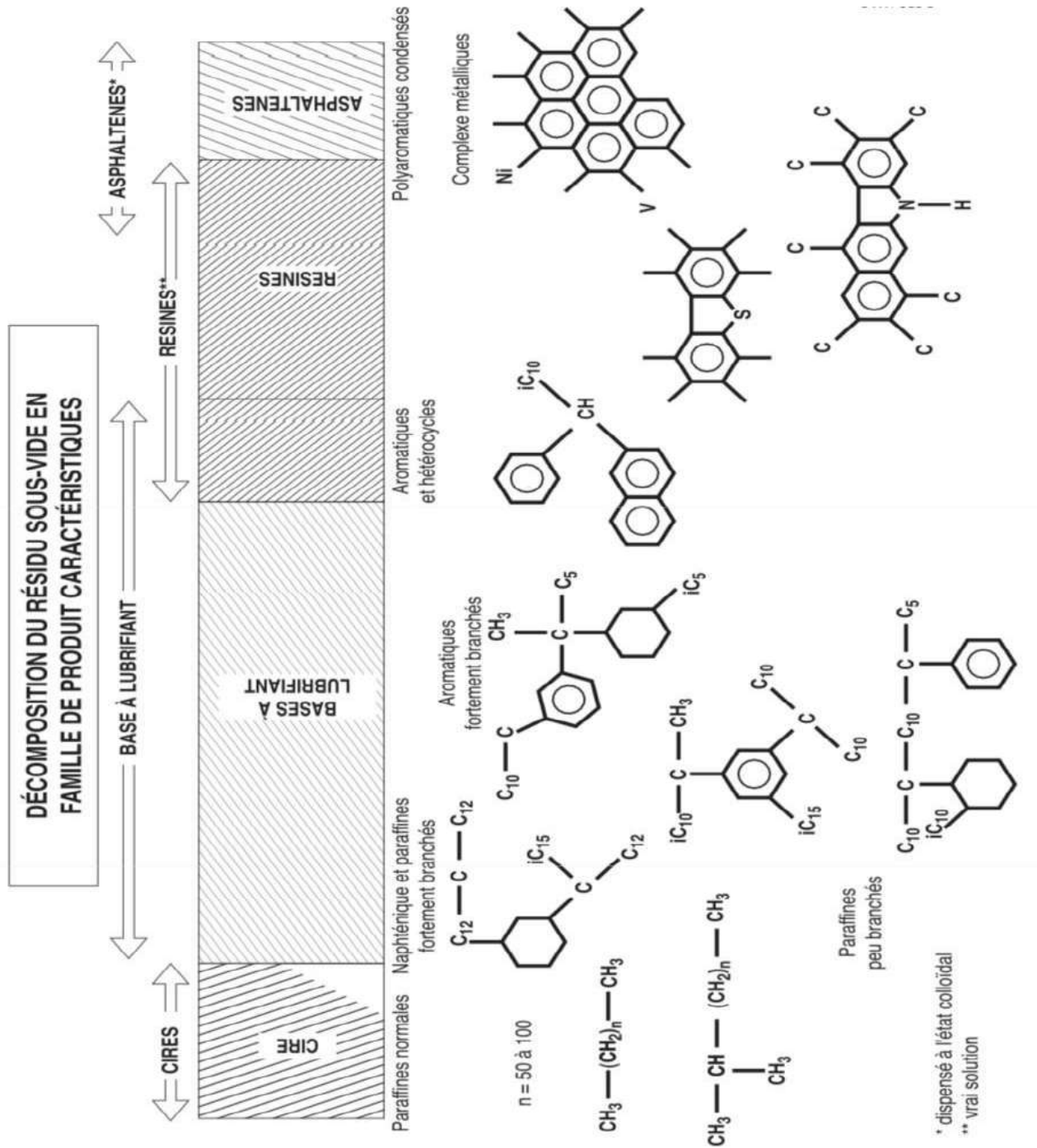


Figure 10 : Décomposition du résidu sous vide en famille de produit caractéristique. [45]

Partie 2

Expérimentale

Matériels et méthodes

Le but de travail :

Le but de ce travail est le choix d'un solvant efficace et stable thermiquement pour la production d'huiles lubrifiantes pour pneus en caoutchouc à faible teneur des hydrocarbures aromatiques polycycliques respectant les nouvelles exigences environnementales. Toutes les huiles lubrifiantes ne doivent pas contenir au-delà de 2.9 % de la masse des hydrocarbures aromatiques polycycliques.

Comme matière première, nous avons utilisé l'huile minérale 350 NS, qui présente les propriétés suivantes (**Tableau IV.1**) :

Tableau IV.1 : Propriété de l'huile lubrifiante 350 NS :

Caractéristique	Distillat sous vide
	350 NS
Densité	0,8861
Viscosité à 40 °C (cSt)	80,5
Viscosité à 100 °C (cSt)	8,8
Indice de réfraction	1,4769
Point d'écoulement °C	35
Soufre	0,70
Teneur en asphaltée	--
Indice de viscosité VI	79

La teneur en polycycloarènes, considérés comme cancérogènes dans les matières premières, (l'huile lubrifiante 350 NS), ce contenu de polycloarènes a été déterminé par chromatographie en phase gazeuse - spectrométrie de masse (GCMS), à l'aide de l'instrument agiles 6890-5973N, en utilisant comme étalons internes 16 polycycloarènes cancérogènes marqués au ¹³C marqués par un isotope (**Tableau IV.2**)

Tableau IV.2 Teneur en polycycloarènes (HAP) cancérigènes dans Huile 350 NS en mg/kg :

HAP	Huile 350 NS
Benz (a)anthracène	2,8
Chryséné	7,4
Benz (c) fluoranthene	4,9
Benz (k) fluoranthene	12
Benz (a) pyrène	14
Dibenz (a,h) anthracène	1,0
Indeno (1,2,3-c,d) pyrène	1,2
Benz (g,h,i) perylene	4,6
Totale	44,1 (= 5,7%)

Comme solvants sélectifs ont été sélectionnés : des mélanges de FURFURAL, N-MP et N-MP avec de l'éthylène glycol (EG), (Tableau **IV.3**).

Tableau I.V 3 propriétés physico-chimiques des solvants utilisés dans l'industrie pour l'extraction des aromatiques :

Caractéristique	N-MP	L'ETHYLENE GLYCOL (EG)	FURFURAL
Formule	C_5H_9NO	$C_2H_6O_2$	C_4H_3OCH
Densité (d_4^{15})	1,5	1,1135	1,126
Point d'ébullition (°C)	202	197	162
Enthalpie de vaporisation à 60 mmHg (kj /kg)	493	800	451
Indice de réfraction	1,487	1,4318	1,526
Viscosité (mm ³ /s) à 25 °C	1,89	16,9	1,28
VLEP (mg/m ³)	100	5	40
Début de la décomposition (°C)	315	170	230

Des expériences d'extraction à une étape des hydrocarbures aromatiques à partir d'huile lubrifiante 350 NS, ont été effectuées à une température de 40 °C et à un rapport massique de l'agent d'extraction à la matière première de **1 : 1**, selon le schéma d'un processus à contre-courant.

IV.1 EXTRACTION AU FURFURAL :

IV.1.1. Matériels utilisés :

- Ampoule à décanter
- Bouchon
- Support à ampoule
- Cylindre gradué
- Entonnoir
- Erlenmeyers
- Papier filtre

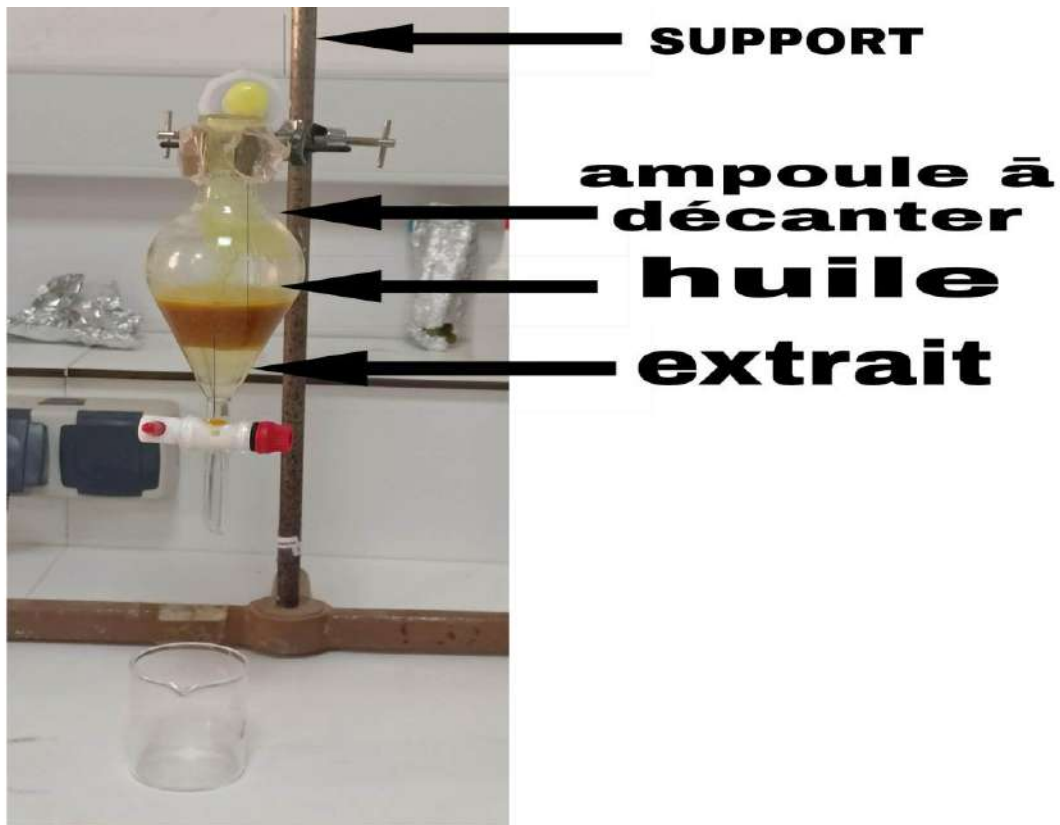


Figure 11 : Extraction au furfural

IV.1.2 Mode opératoire :

- L'ampoule à décanter contenant des hydrocarbures aromatique polycyclique (HAP) dans l'huile **350 NS**, le volume de d'huile 50 ml.
- On goutte à l'ampoule du Furfural qui est un solvant organique qui ne se mélange pas à huiles (non miscible), le volume de furfural 50 ml.
- Agitation manuelle et penser à laisser sortir La pression par le robinet.
- Récupération phase raffinat et phase extrait.

Tableau IV.4 : Teneur en polycycloarènes (HAP) cancérigènes dans des raffinats obtenus par extraction au Furfural (mg / kg).

HAP	Raffinat, obtenu par extraction au Furfural
Benz (a)anthracène	1,3
Chrysene	4,0
Benz (c) fluoranthene	2,9
Benz (k) fluoranthene	6,6
Benz (a) pyrène	6,5
Dibenz (a,h) anthracène	0,8
Indeno (1,2,3-c,d) pyrène	0,2
Benz (g,h,i) perylene	2,4
Totale	24,7 (> 2,9 %)



Figure 12 : Raffinat obtenu par extraction au Furfural.



Figure 13 : Appareil évaporateur rotatif pour la récupération de solvant.

IV.2 EXTRACTION PAR MELANGE DE SOLVANT NMP- EG (80/20% par masse) :

Tableau IV.5 : Teneur en polycycloarènes (HAP) cancérigènes dans des raffinats obtenus par extraction avec N-MP/EG (80/20% par masse) (mg / kg).

HAP	Raffinat , obtenu par extraction avec NMP- EG (80/20% par masse)
Benz (a)anthracène	1,3
Chrysène	2,8
Benz (c) fluoranthène	2,1
Benz (k) fluoranthène	6,2
Benz (a) pyrène	5,4
Dibenz (a,h) anthracène	0,8
Indeno (1,2,3-c,d) pyrène	0,2
Benz (g,h,i) perylene	2,8
Totale	21,6 (< 2,9 %)

L'Analyse de la composition des matières premières, les phases de raffinat ont été réalisées avec les méthodes IP364 / 96, chromatographie capillaire gaz-liquide, chromatographie liquide haute performance. Toutes les analyses de la composition et des propriétés physicochimiques des produits ont été effectuées selon les méthodes standard, on a utilisé des équipements modernes dans laboratoire de Centre de Recherche Scientifique et Technique en Analyses Physico-Chimiques (CRAPC) OUARGLA.



Figure 14 : Appariel GCMS

Résultat et discussion

Les résultats de la comparaison entre l'utilisation de FURFURAL et un mélange de N-MP-éthylène glycol dans un rapport de 80/20% en poids sont présentés dans le tableau V.1.

Tableau V.1 : Teneur en polycycloarènes (HAP) cancérigènes dans des échantillons en mg / kg :

HAP	Huile 350 NS	Raffinat, obtenu par extraction	
		FURFURAL	N-MP-EG (80/20% par masse)
Benz (a) anthracène	2,3	1,3	1,3
Chrysene	7,1	4,0	2,8
Benz (c) fluoranthène	4,9	2,9	2,1
Benz (k) fluoranthène	11	6,6	6,2
Benz (a) pyrène	12	6,5	5,4
Dibenz (a, h) anthracène	1,0	0,8	0,8
Indéno (1,2,3-c, d) pyrène	1,2	0,2	0,2
Benz (g, h, I) pérylène	4,6	2,4	2,8
Totale	44,1 (= 5,7%)	24,7 (> 2,9 %)	21,6 (< 2,9 %)

Comme le montre le tableau V.1, lorsqu'on utilise du FURFURAL, On obtient une teneur en polycycloarènes (HAP) cancérigènes dans le raffinat plus que (N-MP-éthylène glycol). il a été constaté par la suite que la teneur en cancérigènes (HAP) dans le raffinat devrait être bien inférieure au niveau requis – pas plus de 22 mg/kg (< 2,9 %).

On peut conclure que l'efficacité du N-MP et de ses mélanges avec EG par rapport aux hydrocarbures aromatiques polycycliques est nettement supérieure à l'efficacité respective du Furfural, ce qui est particulièrement important pour l'élimination sélective des aromatiques cancérigènes.

Dans le même temps, en raison de la plus grande stabilité thermique des composants des solvants mixtes proposés, les problèmes de régénération posés par l'utilisation de Furfural ont été éliminés.

Pour éliminer sélectivement les hydrocarbures aromatiques polycycliques et augmenter le rendement de raffinats, il est particulièrement important d'acquérir une haute sélectivité de solvant par rapport aux aromatiques. Dans ce travail, nous avons comparé l'efficacité des mélanges de N-MP avec l'éthylène glycol et le furfural.

Conclusion générale

Conclusion générale

Conclusion générale :

Les résultats de notre recherche ont démontré que les solvants les plus efficaces afin d'obtenir une huile lubrifiante 350 NS prête à la production pneumatique, tout en respectant les normes écologiques moderne, c'est-à-dire ne pas dépasser la teneur des 2,9 % par masse des hydrocarbures aromatiques polycycliques.

1. La possibilité de produire des huiles lubrifiantes pure et écologique pour l'industrie pneumatiques avec utilisation des solvants mixte hautement sélectifs - N-MP avec de l'éthylène glycol.
2. Il a été établi que le N-MP et ses mélanges contenant jusqu'à 20% par masse d'éthylène glycole sont plus efficaces que le furfural. En termes de la stabilité thermique, le N-MP et son mélange avec de l'éthylène glycole peut être utilisé pour la purification des huiles aromatiques lubrifiantes de type 350 NS du aromatiques cancérigènes au lieu de furfural.

Références bibliographiques

Références bibliographiques :

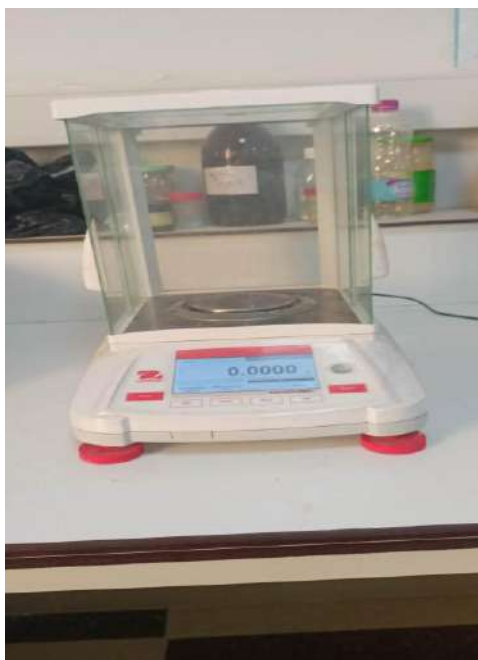
- [1] site web : de la société de raffinage d'Algérie (SARA) consulte le 23 avril 2021
- [2] site web : fr-academic.com
- [3] Algérie presse service . Internet
- [4] document intérieure , bilan de capacité annuelle de production année 2018 , département technique
- [5] fiche technique de complexe complexe
- [6] site : aps . dz
- [7] didouh hadjer , djaber nebja , étude du rondement de déparaffinage au niveau du complexe , département de production , master 2 , université des science et de la technologie
- [8] site web : DocPlayer.fr
- [9] algerie presse service . internet date mardi 21 aout 2021
- [10] denis 1997 : physico – chimie des lubrifiants : analyse et essais – paris ; edition technip
- [11] formation industrie ENSPM huile de base 1998
- [12] formation industrie ,enspm , huile de base 1998
- [13] christophe centrale de lyon , 2005
- [14] formation industrie ENSPM , huile de base 1998
- [15] site : international Agency for Research on cancer
- [16] site web : expressions – verticales . com
- [17] zaitit mohammed yahia , hani sidali , nettoyage d'huile lubrifiante par l'extraction des hydrocarbures aromatiques polycyclique , master 2 , université Ouargla kasdi merbah , 2022
- [18] fahima M .B , synthèse d'un additif antoxydant a base d alkylphenol amine pour les huiles lubrifiantes algérienne , université mohamed bougara de boumerdes 2011
- [19] mahoney C,L,B,E polyphenol ethers . in synthetic lubricants 1962
- [20] pirro .D. A . W Lubrication fundamentals 2001
- [21] born . M , et al , lubrification et fluides pour l'automobile , paris : technip , 1998
- [22] castrol , ABC de graissage – structure , utilisation et proparite des lubrifiants 2006
- [23] benssada , f : maintenance industrielle , office de publication universitaires 2002
- [24] born M, et al : lubrifiants et fluide pour paris techni 1998
- [25] hassanshahina .M , et al , crude oil biodégradation in the marine environnements 2003
- [26] shigeaki , H : petroleum biodégradation in marine environnement 1999

- [27] colombano . S , , journée technique d'information et de retour d'expérience de la gestion des sols polluee . in gouvernement de France 2008
- [28] izza hidaya , contribution a l'étude de l'extraction par solvants des aromatiques an vue de l'obtention des huiles lubrifiants , doctorat , université kasdi merbah , Ouargla , 2017
- [29] site web : France enivernnement.com
- [30] site web : culturesciense.chimie.ens.fr
- [31] site web : ilephysique.net
- [32] e.abe, s.g delyle, j,c , alvarez extraction liquide-liquide : théorie , application , 2010
- [33] e.abe, s.g delyle, j,c , alvarez extraction liquide-liquide : théorie , application , 2010
- [34] site web : <http://www.azprocede.fr>
- [35] site web : <http://www.foad.vadb.eda.sn>
- [36] D. van compagnie nostrand , 1907
- [37] site web : <https://flux.de.connaissances.com>
- [38] site web : <https://www.techniques-ingenieur.fr>
- [39] www.foad.uadb.sn
- [40] www.foad.uadb.sn
- [41] www.foad.uadb.sn
- [42] www.foad.uadb.sn
- [43] site : monde.ccdwd.qc.ca
- [44] document industriel << **FOSTER WHEELER FRANÇAISE** >>
- [45] document industriel << **FOSTER WHEELER FRANÇAISE** >>
- [46] document industriel << **FOSTER WHEELER FRANÇAISE** >>
- [47] document industriel << **FOSTER WHEELER FRANÇAISE** >>
- [48] document industriel << **FOSTER WHEELER FRANÇAISE** >>

Annexes :



Appareil de GCMS



Balance sensible



Appareil de rota de vapeur