



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Ahmed Draïa Adrar
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de
sciences de la
matière

MEMOIRE

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Science de la matière

Filière : Chimie

Spécialité : Chimie de l'environnement

Intitulé

**Etude de la possibilité de régénération des
huiles moteur usagées par processus de
traitement à l'acide**

Présenté par

M^{ème}. RABHI Zeyneb

M^{elle}. MAMOUNI Khadidja

Soutenu publiquement le 03/07/2019

Devant le jury :

| | | |
|-----------------------|---------|-------------|
| Président : SLIMANIS | M.A.A | Univ. Adrar |
| Promoteur : BOULALA | M. A. A | Univ. Adrar |
| Examineur : ARROUSSIA | M. A. A | Univ. Adrar |

Année Universitaire : 2018/2019

Dédicaces

Je dédie ce noble travail ...

*À mon cher père et à ma chère
mère qui m'ont soutenu et
encouragé dans les moments les
plus difficiles.*

*À mon cher mari qui m'a
soutenu tout au long de ma carrière
universitaire.*

*A mes chères enfants (Abdelmouneïm
et Abderrahîm) À mes frères et à mes
sœurs pour leur patience et leur
affection...*

*À ma belle famille surtout
mon cher père de mon marie et à
ma belle-mère ...*

*À toute ma famille et à tous mes amis
surtout Salima*

*...
À ma binôme Khadidja*

Zeyneb

Dédicaces

Je dédie ce travail ...

Dieu est le créateur de la vie et Le

bonheur ...

Ma mère et mon père trouvent

ma force...

*À mes frères et à mes sœurs pour leur
patience et leur affection...*

À toute ma famille et à tous mes amis...

Khadija

Remerciement

En tout premier lieu, nous remercions le bon DIEU, tout puissant, de nous avoir nous donné la force pour survivre, ainsi que l'audace pour dépasser toutes les difficultés.

Ce travail expérimental est réalisé au laboratoire de recherche de génie des procédés de l'Université Ahmed Draya, Adrar et laboratoire de l'équipe Bioconversion de l'Unité de Recherche en Energies Renouvelables d'Adrar, Il a été encadré par le Docteur **BOULAL Ahmed**, Maitre assistant "B" à l'Université d'Adrar.

Tout d'abord nous tenons à remercier chaleureusement Monsieur Dr. **BOULAL Ahmed** d'avoir accepté de nous encadrer tout au long de notre travail, nous sommes très reconnaissantes pour son aide, son soutien, sa disponibilité et sa modestie.

Nous tenons tout particulièrement à exprimer nos sincères remerciements à Monsieur **Arroussi. A.** Maitre assistant "A" à l'Université d'Adrar, d'avoir nous honorés en acceptant d'examiner ce modeste travail.

Nous tenons à remercier Monsieur **Slimani. S.** Maitre assistant "A" d'avoir bien voulu accepter de présider le jury de ce mémoire.

Nous voudrions aussi remercier Monsieur **NASRI B, KALOUM S**, Melle **SALEM F**, pour leurs aides précieuses qui nous ont permis de mener à bien ce travail.

Nous exprimons une profonde reconnaissance envers Monsieur **BOUKHATECH Ishak, KHALAFI Mostafa**, pour leur aide tout au long de notre travail aux laboratoires, surtout pour ses conseils techniques et scientifiques et ses questions constructives.

En définitive, merci à toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce travail, de près ou de loin.

Table des matières

| | |
|-------------------------------------|-------------|
| Dédicace | |
| Remerciements | |
| Résumé | i |
| Liste des abréviations | vi |
| Liste des figures | vii |
| Liste des tableaux | viii |

Partie 1. Synthèse bibliographique

| | |
|--|----|
| Introduction générale | 2 |
| Chapitre I. Généralités sur le lubrifiant | 6 |
| I.1 Introduction..... | 6 |
| I.2 Le lubrifiant moteur | 6 |
| I.3 Le rôle de la lubrification..... | 6 |
| I.4 Composition des huiles de lubrification | 7 |
| I.4.1 Les huiles de base..... | 8 |
| I.4.2 Les additifs | 9 |
| Chapitre II. Contamination des huiles usagées..... | 14 |
| II.1 Introduction:..... | 14 |
| II.2 Définition sur les huiles usagées..... | 14 |
| II.3 Les huiles usagées en Algérie | 15 |
| II.4 Les types des huiles usagées | 15 |
| II.4.1 Les huiles usagées claires | 15 |
| II.4.2 Les huiles usagées noires..... | 16 |
| II.5 Propriétés des huiles lubrifiantes | 17 |
| II.5.1 Propriétés physico-chimiques..... | 17 |
| II.6 La dégradation des huiles moteur | 19 |

| | | |
|--------|--|----|
| II.6.1 | Phénomène d'oxydation | 19 |
| II.6.2 | Phénomène de rouille et de corrosion..... | 19 |
| II.7 | Principaux contaminants et leurs origines | 19 |
| II.7.1 | BPC..... | 20 |
| II.7.2 | Les halogènes | 20 |
| II.7.3 | L'eau :..... | 20 |
| II.8 | Impacts des huiles moteurs usagées sur la santé et l'environnement | 21 |
| II.8.1 | Sur l'environnement | 21 |
| II.8.2 | Sur la santé | 21 |
| II.9 | Possibilité de récupération des huiles usagées..... | 22 |

Partie 2. Expérimentale

| | |
|---|----|
| Chapitre III. Matériels et Méthodes..... | 26 |
| III.1 Introduction..... | 26 |
| III.2 Présentation de la région d'étude(Adrar)..... | 26 |
| III.3 Le choix de substrat d'études | 26 |
| III.4 Matériels et Méthodes..... | 27 |
| III.4.1 Echantillonnage | 27 |
| III.4.2 Matériels | 27 |
| III.4.3 Appareillage..... | 28 |
| III.4.4 Réactifs chimiques nécessaires..... | 28 |
| III.4.5 Traitement des huiles usagées | 28 |
| III.5 Régénération par acide..... | 29 |
| III.5.1 La filtration | 29 |
| III.5.2 Centrifugation..... | 30 |
| III.5.3 Distillation | 31 |
| III.5.4 Traitement par l'acide sulfurique | 32 |

| | | |
|---------|--|----|
| III.5.5 | Neutralisation par l'hydroxyde de sodium : | 32 |
| III.5.6 | Lavage avec l'eau distillée chaude | 33 |
| III.5.7 | Décoloration /désodoration par argile | 34 |
| III.6 | Les analyses physico-chimiques | 37 |
| III.6.1 | La densité (ASTM D941-55)..... | 37 |
| III.6.2 | La viscosité ASTM D445 | 38 |
| III.6.3 | La viscosité cinématique | 39 |
| III.6.4 | Point d'écoulement (ASTM D97)..... | 39 |
| III.6.5 | Point d'éclair (ASTM D92)..... | 40 |
| III.6.6 | La teneur en eau..... | 41 |

Partie 3 Résultats et Discussions

| | |
|---|----|
| Chapitre IV. Résultats et Discussions | 43 |
| IV.1 Introduction..... | 43 |
| IV.2 Viscosité..... | 43 |
| IV.3 Point d'écoulement | 44 |
| IV.4 Point d'éclair..... | 45 |
| IV.5 Densité | 46 |
| IV.6 La teneur en eau | 47 |
| Conclusion générale | 50 |
| Références Bibliographiques..... | 53 |
| Annexes | 57 |

Liste des abréviations

ASTM: American Society for Testing and Material

BPC : Biphénylpolychlorés

Cd: Cadmium

Cl: Chlore

Cu: Cuivre

EGR : Exhaust Gas Recirculation

HBr: Bromohydrique

HCl : Acide chlorhydrique

H₂S : L'hydrogène Sulfuré

IR : Infrarouge

ISO : International Standard Organization

IUPAC: International Union of pure and Applied Chemistry

K : Constant de Balle

Min: Minute

NaOH: Hydroxyde de sodium

NO₂ : Dioxyde d'azote

O₂ : Oxygène

P: Pression

pH: Potentiel Hydrogène

URERMS : Unité de Recherche Energies

Renouvelables en Milieu Saharien

V : Volume de solution

ρ: Masse volumique

v: Viscosité cinématique du fluide

η : Viscosité dynamique de fluide

Liste des figures

| | |
|--|----|
| Figure I-1 Principe de composition d'une huile | 7 |
| Figure II-1 L'impact des huiles usagées sur l'environnement..... | 21 |
| Figure III-1 Echantillonnage (Service de vidange) | 27 |
| Figure III-2 Régénération des huiles usagées..... | 29 |
| Figure III-3 Filtration des huiles usagées | 30 |
| Figure III-4. Centrifugation des huiles usagées..... | 31 |
| Figure III-5. Distillation des huiles usagées | 31 |
| Figure III-6. Décantation des huiles usagées après 72h | 32 |
| Figure III -7 Décantation des huiles usagées après 24h | 33 |
| Figure III-8 Lavage par l'eau chaude..... | 33 |
| Figure III-9 Traitement par argile..... | 34 |
| Figure III-10 L'argile | 36 |
| Figure III-11 Lavage d'argile..... | 36 |
| Figure III-12 Activation de l'argile par acide H_2SO_4 | 37 |
| Figure III-13. Viscosimètre chute de bille..... | 39 |
| Figure III-14. Détermination de point d'écoulement..... | 40 |
| Figure III-15 Détermination de point d'éclair..... | 40 |
| Figure III-16 Détermination de teneur en eau | 41 |
| Figure IV-1 Effet du traitement sur la viscosité cinématique..... | 44 |
| Figure IV-2 Effet du traitement sur le point d'écoulement | 45 |
| Figure IV-3 Effet du traitement sur le point d'éclair..... | 46 |
| Figure IV-4 Effet de traitement sur la densité | 47 |
| Figure IV-5 Effet de traitement sur la teneur en eau | 48 |
| Figure V-1 Le spectre IR de l'argile activé par l'acide sulfurique | 57 |

Liste des tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau I-1 Classification d'une huile minérale sur la base des structures moléculaire | 9 |
| Tableau II-1 Huiles générant des huiles usagées clair | 16 |
| Tableau II-2 Huiles générant des huiles usagées noire | 17 |
| Tableau II-3 Composés polluants des huiles usagées | 22 |
| Tableau III-1 Parc automobile de la wilaya d'Adrar | 26 |
| Tableau III-2 Les produits chimiques utilisés. | 28 |
| Tableau IV-1 Résultats des tests..... | 43 |
| Tableau V-1 Les testes effectuées des annalyse de l'argile..... | 57 |
| Tableau V-2 Effet du traitement sur Viscosité cinématique..... | 58 |
| Tableau V-3 Effet du traitement sur point d'écoulement..... | 58 |
| Tableau V-4 Effet du traitement sur point d'éclair..... | 58 |
| Tableau V-5 Effet du traitement sur la densité..... | 59 |
| Tableau V-6 Effet du traitement sur teneur en eau..... | 59 |

Résumé

Les huiles lubrifiantes sont indispensables pour assurer le bon fonctionnement d'un moteur. Elles sont composées des huiles de base d'origines pétrolières ou synthétiques et d'additifs. Ces derniers confèrent aux huiles lubrifiantes de bonnes propriétés. Mais ces caractéristique peuvent être perdues après utilisation, ces huiles usagées sont déchargées dans les stations de vidange.

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.

Dans ce travail, nous visons à traiter ces huiles avec de l'acide sulfurique et à étudier les caractéristiques de l'huile. Les résultats de cette étude montrent que le rendement obtenue est 68% et propriétés de l'huile traitée sont assez proches de celles de la nouvelle huile non utilisée, traitée telle que la viscosité (huile traitée 70.96 mm²/s et huile nouvelle 103.5 mm²/s), le point d'éclair (178°C et 180°C), le point d'écoulement (-10°C et -9.6°C) et la densité (0.8726 et 0.875). Ce qui nous permet de tirer profit de l'huile traitée.

Mot clé : Huile lubrifiante, Huiles usagées, Régénération, Énergétique, Environnement.

Abstract

Lubricating oils are essential to ensure the proper functioning of the engine. They are composed of base oils of petroleum or synthetic origins and additives. These give the lubricating oils good properties. But these characteristics can be lost after use, this used oil is unloaded in the emptying stations.

Regeneration of lubricating oils can be considered as a preferred option for the conservation of energy resources and the reduction of damage to the environment.

In this work, we aim to treat these oils with sulfuric acid and to study the characteristics of the oil. The results of this study show that the show that the yield obtained is 68% and properties of the treated oil are quite similar to those of the new, unused, processed oil such as viscosity (70.96 mm²/s treated oil and 103.5 mm²/s new oil), the flash point (178°C and 180°C). the pour point (-10°C and -9.6°C) and the density (0.8726 and 0.875), which allows us to take advantage of the processed oil.

Key-words: Lubricating oil, Used oils, Regeneration, Power engineering, Environment.

ملخص

زيوت التشحيم ضرورية لضمان حسن سير المحرك. وهي تتألف من الزيوت الأساسية من النفط أو الأصول الاصطناعية والمواد المضافة، كما ان هذه الاخيرة تعطي للزيوت التشحيم خصائص جيدة. ولكن هذه الخصائص يمكن أن تضيع بعد الاستخدام، مع العلم انه ، يتم تفريغ هذا الزيت المستخدم في محطات التفريغ.

يمكن اعتبار تجديد زيوت التشحيم كخيار مفضل للحفاظ على موارد الطاقة وتقليل الأضرار التي تلحق بالبيئة.

في هذا العمل ، نهدف إلى معالجة هذه الزيوت بحمض الكبريتيك ودراسة خصائص الزيت. تظهر نتائج هذه الدراسة أن المرودية المحصل عليها كانت بنسبة 68% و خصائص الزيت المعالج تشبه إلى حد بعيد خصائص الزيت الجديد غير المستخدم والمعالج مثل اللزوجة ($70.96 \text{ mm}^2/\text{s}$) زيت معالج و ($103.5 \text{ mm}^2/\text{s}$ زيت جديد) ، نقطة الوميض (178 و 180). ، ونقطة صب (10°C و -10°C) والكثافة (0.875 و 0.8726). مما يسمح لنا بالاستفادة من الزيت المعالج.

الكلمات المفتاحية: زيت التشحيم ، زيوت مستعملة ، تجديد، الطاقة ، البيئة

Introduction Générale

Introduction générale

La lubrification des pièces mécaniques des moteurs automobiles est fondamentale, sans la lubrification, les pièces qui se frottent entre elles s'échauffent, entraînant des températures si importantes, risquant de provoquer le grippage des surfaces en contact, ce qui conduirait directement à leur destruction (Laib, 2010).

Les huiles lubrifiantes sont indispensables pour assurer le bon fonctionnement du moteur, elles sont constituées d'huile de base auxquels sont ajoutés des additifs convenablement choisis pour qualifier le lubrifiant à assurer sa fonction. Au plan national, le marché algérien des lubrifiants est de l'ordre de 180.000 tonnes par an, se répartissant comme suit: 75% des huiles moteurs, 19% des huiles industrielles, 3% des graisses et 3% des huiles aviation et marine. La quantité moyenne des huiles usagées récupérées par NAFTAL est de 90 000 tonnes par an, ce qui représente 50% du volume global des lubrifiants (Bououdina, 2010).

Les huiles lubrifiantes disposent de plusieurs propriétés physico-chimiques qui doivent être préservées, autant que possible, au cours de son utilisation (Audibert ., 2003). Dans un moteur, l'huile, dont la fonction essentielle est d'assurer la lubrification, se voit soumise à de nombreuses contraintes de plus en plus sévères et ce, en rapport avec le développement actuel des moteurs aux performances améliorées, ces contraintes agissent de manière néfaste sur la structure de l'huile, une fois ses propriétés altérées, elle ne peut continuer à remplir sa tâche convenablement, et elle finit par perdre sa qualité lubrifiante (Izza, 2017). Les huiles usagées sont classées dans la catégorie des déchets spéciaux dangereux, elles peuvent engendrer une détérioration importante du milieu naturel, qui peut être traduit par une pollution d'eau, du sol et de l'atmosphère (Audibert ., 2003).

La présente étude a pour objectif de représenter et d'étudier la meilleure technique parmi les différentes techniques disponibles pouvant convertir les huiles usagées en combustible propre qui répond aux exigences énergétiques et environnementales ainsi que l'étude des caractéristiques de ce combustible.

La recherche a été divisée en quatre chapitres: le premier chapitre contient une description générale des propriétés des lubrifiantes et leurs avantages, le deuxième chapitre a

été affectée à la connaissance des huiles usées (lubrifiants utilisés), des causes de pollution et des effets de cette pollution sur l'environnement et la santé.

Dans le troisième chapitre, nous présentons une expérience sur l'une des méthodes de traitement de l'huile usée. Qui dépend du traitement de l'acide sulfurique avec l'utilisation d'argile active comme décolorant. Enfin le quatrième chapitre regroupe les résultats obtenus après étude des propriétés de l'huile traitée

Partie I

Synthèse Bibliographique

Chapitre I

Généralité sur le lubrifiant

Chapitre I. Généralités sur le lubrifiant

I.1 Introduction

Le frottement est une caractéristique permettant d'évaluer la sévérité du chargement dans un contact (Sari, 2008). La lubrification est l'action d'assurer un film d'huile entre deux pièces en mouvement l'une par rapport à l'autre afin de réduire la résistance au glissement provoquant l'échauffement et l'usure des surfaces. Elle est donc régie par l'aptitude à vaincre toutes les contraintes qui l'opposent durant le fonctionnement requis du système lubrifié (charge, vitesse, température, irrégularité des surfaces, abrasion...). Pour ce faire, le lubrifiant doit disposer de plusieurs propriétés le qualifiant à garantir un fonctionnement optimal du système lubrifié (Nejjar, 2011). Dans ce chapitre, on présentera quelques généralités sur les lubrifiants.

I.2 Le lubrifiant moteur

Un produit complexe et multifonctions ; Nous pouvons distinguer différents types de lubrifiants : fluide, solide, pâteux (graisse) ou gazeux. Au niveau de notre étude, nous utilisons les lubrifiants de type fluide, les huiles pour moteur (Denis, 1997). Peut-être définie comme une substance liquide, introduite entre deux surfaces métalliques en mouvement afin de réduire le frottement entre elles, ce qui facilite les mouvements des pièces métalliques et ralentit leur usure (Benoit, 2016).

Les huiles de lubrification sont utilisées dans les domaines suivants : l'automobile (il s'agit de huile moteur), l'aviation (turbines et pistons), la marine et l'industrie (hydraulique, compresseurs, engrenages, turbines, systèmes de circulation et de réfrigération) (Benoit, 2016).

I.3 Le rôle de la lubrification

- La diminution du frottement, cause principale de l'usure (Rami, 2011);
- Participer au refroidissement du moteur (Denis, 1997), évacuation de la chaleur produite par le frottement ou par une source extérieure;
- Protection contre la rouille et d'autres types de corrosion;
- Transmission de l'énergie: dans les circuits hydrauliques et les transmissions automatiques de véhicules (Chauveau, 2010);
- Diminuer l'usure des surfaces en contact ;

- Solubiliser les gaz (Denis, 1997);
- Protéger et assurer la durée de vie des mécanismes en mouvement (Denis, 1997).

Pour assurer ces fonctions, le lubrifiant doit avoir plusieurs propriétés telles que :

- Une aptitude à éliminer les contaminants ;
- La protection contre la corrosion et l'usure ;
- Une action dispersante et détergente ;
- La protection contre l'oxydation et le moussage ;
- Une aptitude de mise en route froid et chaud ;
- La réduction des frottements (Denis, 1997).

I.4 Composition des huiles de lubrification

Ce produit complexe est élaboré par un mélange d'une huile de base minérale ou synthétique, (Vfsely, 1963). et des additifs de performance (Denis, 1997), ajoutant chacun une propriété particulière afin d'améliorer le rôle de ces huiles (Vfsely, 1963). Les lubrifiants sont souvent constitués d'huile de base et des additifs (Denis, 1997).

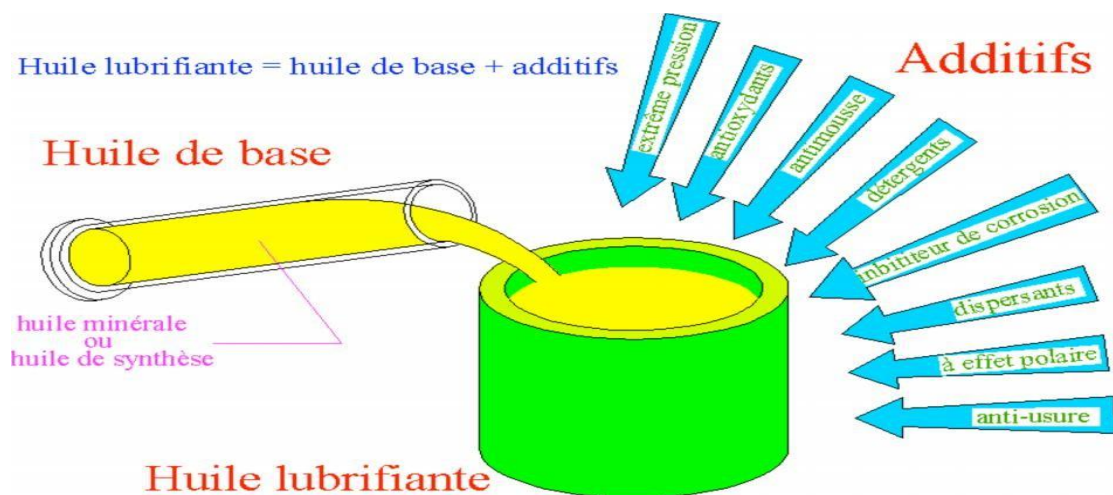


Figure I-1 Principe de composition d'une huile (Rounds, 1978).

I.4.1 Les huiles de base

I.4.1.1 Les huiles minérales

Sont des hydrocarbures de diverses familles et d'une petite quantité d'impuretés résiduelles oxygénées, azotées et soufrées, issus presque exclusivement de la distillation du pétrole. On les nomme "les distillats ". Elles vont subir des opérations de raffinage dont la complexité dépend à la fois de l'origine du brut utilisé et de la qualité recherchée des produits.

Les huiles peuvent appartenir aux diverses familles d'hydrocarbures et possèdent des propriétés fort différentes (Vfsely, 1963).

I.4.1.1.1 Paraffiniques (Molécules à chaîne droite)

Elles sont stables vis-à-vis de l'oxydation, peu agressives pour les élastomères, dotées d'un bon indice de viscosité. Mais certains constituants cristallisent dès la température ordinaire (Courvoisier, 1978).

I.4.1.1.2 Isoparaffiniques (Molécules à chaînes ramifiées)

Elles résistent bien à l'oxydation, sont peu agressives pour les élastomères, se comportent mieux à froid que les précédentes, mais leur indice de viscosité est plus faible (Courvoisier, 1978).

I.4.1.1.3 Naphténiques (Chaînes cycliques saturées)

Elles sont moins stables vis-à-vis de l'oxydation, plus agressives pour les élastomères, mais possèdent de très bonnes caractéristiques d'écoulement aux basses températures malgré un indice de viscosité plus faible (Courvoisier, 1978).

I.4.1.1.4 Aromatiques (chaînes cycliques non saturées)

Sont très oxydables, dotés d'un très mauvais indice de viscosité. Leur comportement est catastrophique en lubrification et ils sont éliminés dès le raffinage (Courvoisier, 1978).

Classification d'une huile minérale sur la base des structures moléculaire (Castrol, 2006).

Tableau I-1 Classification d'une huile minérale sur la base des structures moléculaire (Castrol, 2006).

| Structure | Fraction principale | Caractéristiques |
|---|------------------------|--|
| A base de paraffine Chaines rectilignes ou ramifiées | + de 75% de paraffines | Densité < 900 kg/m ³ Indice de viscosité 93-105 |
| A base de naphène | + de 70% de naphènes | Densité 900-940 kg/m ³ Indice de viscosité 30-80 |
| Aromatique | + de 50% d'aromatiques | Densité > 940 kg/m ³ Indice de viscosité 0-40 |

I.4.1.2 Les huiles de synthés (syntactique)

Les huiles synthétiques ont pris naissance en Allemagne et leur fabrication s'est développée au cours de la deuxième guerre mondiale. (Fahima, 2011)

Ces bases sont des produits obtenus par réaction chimique de plusieurs composants (Thio Mang, 2007). Deux grandes familles de produits sont utilisées pour la formulation des lubrifiants: les esters et les hydrocarbures de synthèse, plus particulièrement les polyalphaoléfines (PAO) fabriquées à partir d'éthylène. Ces huiles, obtenues par des procédés chimiques complexes sont plus chères mais elles offrent des performances supérieures, notamment en ce qui concerne l'indice de viscosité qui est plus élevé, une meilleure tenue thermique et une meilleure résistance à l'oxydation Ces produits présentent d'excellentes propriétés physiques et une stabilité thermique exceptionnelle (Fahima, 2011).

Plusieurs huiles synthétiques sont donc proposées sur le marché. Parmi les plus répandues (Amir, 2003): hydrocarbures synthétiques, Esters aliphatiques,.....etc

I.4.2 Les additifs

Sont très nombreux ; ils présentent environ 25% de la masse totale de l'huile utilisée, chacun ayant une fonction bien définie. Les additifs peuvent stimuler les propriétés existantes des huiles lubrifiantes (Mahoney C.L., 1962), afin de prolonger la

durée de vie soit du moteur soit de l'huile et pour interdire la dégradation rapide des huiles usagées (Denis, 1997). Les additifs généralement utilisés sont :

I.4.2.1 Les antioxydants

Ces produits ont pour rôle de ralentir et si possible de supprimer les phénomènes d'oxydation du lubrifiant, ils agissent de très différentes façons :

- Par blocage du processus des destructions en captant les radicaux libres des chaînes moléculaires, ces produits sont généralement des phényles et des amines.
- Par désactivation des peroxydes qui se forment lors du phénomène de détérioration, ces composés sont des dithiophosphates et des dithiocardamates.
- Par 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 (Pirro.D., 2001)

I.4.2.2 Les détergents

Les détergents sont des additifs qui possèdent des propriétés nettoyant vis-à-vis d'une surface solide mouillée, et de maintenir le circuit de distribution. Elles se caractérisent par un pH basique ou neutre pour prévenir de la formation des dépôts à chaud sur les surfaces chaudes. Grâce à leur alcalinité, ils peuvent neutraliser également des produits acides, qui se forment du fait de la combustion de l'huile. (Born .M, 1998)

I.4.2.3 Les dispersants

Les dispersants sont des adjuvants, qui ont les propriétés de maintenir en suspension des particules solides dans l'huile, Ils évitent ainsi le risque de dépôt dans les parties froides du moteur (Born .M, 1998). Ils maintiennent en suspension dans l'huile des impuretés liquides et insolubles dans l'huile, qui se forment principalement pendant la phase d'échauffement dans le moteur. Les additifs empêchent l'agglutinement (agglomération) des particules de poussière et donc la formation de boue (Castrol, 2006).

I.4.2.4 Les extrêmes pressions et protecteurs contre l'usure

Lorsque le lubrifiant fonctionne en régime hydrodynamique, le film d'huile est stable et il n'y a pas réellement de problème d'usure. Dans des conditions plus sévères, si les pièces se rapprochent et si le film se rompt, le frottement peut provoquer l'arrachement de métal. Les conditions extrêmes du réchauffement peuvent conduire à la soudure des pièces (Canselier, 2005). Le rôle des protecteurs contre l'usure est de réduire le frottement et l'usure entre les organes métalliques du moteur. Ils agissent en séparant les parties métalliques par une couche fine d'additifs. Ainsi que pour les additifs extrêmes pressions qui se composent de molécules organo-soufrés et organochlorés. Ceux-ci créent une réaction superficielle qui empêche le contact métal-métal (Castrol, 2006).

I.4.2.5 Les antirouilles et anti-corrosions

Les antirouilles et anti-corrosions sont des additifs qui protègent les parties métalliques, ils retardent l'apparition de la rouille qui provient de la corrosion humide. Ils évitent l'altération d'un matériau provenant des gaz de combustion contre la corrosion (Born .M, 1998). Protègent les parties métalliques nues, qui sont en contact avec des lubrifiants, de la corrosion et de la rouille. Des additifs polaires constituent des films protecteurs de type peau sur les surfaces de métal, et en supplément ils neutralisent les acides qui ont un effet corrosif (Castrol, 2006).

I.4.2.6 Améliorants de l'indice de viscosité

Ce sont des polymères qui, introduisent à faible concentration dans une base lubrifiante entraînent une augmentation relative de la viscosité plus importante à haute qu'à basse température et qui, par conséquent augmentent l'indice de viscosité du lubrifiant sans modifier défavorablement les autres propriétés essentielles (Georges, 2000). Les améliorants de l'indice de viscosité qui ont pour rôle d'améliorer la diminution de la viscosité de l'huile lors de l'élévation de température dans le moteur (Born .M, 1998). N'ont guère d'effet à des basses températures, par contre, une la baisse de viscosité est plus faible en raison de leur effet épaississant à des haute températures (Castrol, 2006).

I.4.2.7 Les abaisseurs du point d'écoulement

Ils permettent l'écoulement de l'huile même à basses températures par retardement de la formation de cristaux de paraffine. Les petits cristaux de paraffine qui se forment lors

du refroidissement de l'huile sont enveloppés par l'additif et ne peuvent pas se fusionner, ce qui fait que l'huile reste fluide plus longtemps (Castrol, 2006). Ils agissent sans doute par absorption en diminuant la taille des cristaux de paraffine, ou en modifiant la forme cristalline qui évolue vers une structure en aiguilles et en réduisant l'adhésion entre les cristaux. Les produits utilisés appartiennent aux quatre familles suivantes: Alkyl aromatiques, les Posters, les Polyamides et les Polyoléfines (Pirro.D., 2001)

I.4.2.8 Les antis mousses

Dans la plupart des applications, les lubrifiants sont agités, ce qui provoque la formation de bulles d'air et de mousse, un moussage excessif de l'huile entraîne des défauts de lubrification et une oxydation précoce (Sillon, 2003). Le rôle des additifs anti-mousses, est la réduction la tension de surface et les bulles de lubrifiant éclatent lorsqu'elles atteignent la surface du bain d'huile (Benssaada, 2002) .

Chapitre II
Contamination des huiles
usagées

Chapitre II. Contamination des huiles usagées

II.1 Introduction

Après l'utilisation de lubrifiants deviennent toxiques pour le sol, l'eau et les écosystèmes. En 2005, environ 37,9 millions de tonnes d'huile de lubrification ont été utilisées dans le monde et l'augmentation de sa consommation était estimée à 1,2% par an (Benoit, 2016). Les huiles usagées ne sont pas biodégradables, elles sont classées dans la catégorie des déchets spéciaux dangereux. Leur rejet dans la nature est strictement interdit. Elles peuvent engendrer une détérioration importante du milieu naturel, qui peut être traduit par une pollution de l'eau, du sol et de l'atmosphère : Un (01) litre d'huile usagée peut contaminer 1 million de litres d'eau ; Particulièrement, les huiles de vidange contiennent de nombreux éléments toxiques tels que les métaux lourds (plomb, cadmium...) (MATE, 2010).

II.2 Définition des huiles usées

D'une manière générale, toutes huiles ayant servi dans un processus de transformation et destinée à l'abandon du fait de la perte de ses propriétés physico-chimiques de base sont désignées par le terme « huiles usées » (Mehrez. B, 2017). Qui, après utilisation, devient contaminée, elle ne peut continuer à remplir sa tâche convenablement (Boukherrouba, 2011).

On distingue deux catégories :

Les huiles usées domestiques qui sont des huiles alimentaires d'origine végétale ayant servi dans la friction.

Et des huiles usées industrielles (Mehrez. B, 2017); provenant des:

- ❖ Huiles lubrifiantes pour moteur, turbines ou engrenage;
- ❖ Huiles hydrauliques comprenant des fluides de transmission;
- ❖ Huiles pour le travail des métaux (huiles de coupes et d'usinage);

Liquides isolants pour les transformateurs (Redfem, 1984).

Les huiles de seconde catégorie sont l'objet de notre étude. Elles sont désignées par « huiles usagées » selon la législation béninoise en la matière, le Décret « N° 2003- 330 du 27 août 2003 » portant gestion des huiles usagées en Algérie et définies comme :

« Toutes huiles, issues du raffinage du pétrole brut ou synthétique, destinées à la lubrification ou à autres fins, et qui sont devenues impropres à leur usage original en raison de la présence d'impuretés ou de la perte de leurs propriétés initiales (Mehrez. B, 2017).

Les huiles usagées conduisent à trois formes de résidus :

- ❖ L'huile usagée elle-même;
- ❖ Le filtre à l'huile, contenant un résidu d'huile usagée et des dépôts agglutinés;

Le contenant dans lequel l'huile a été mise en marché et le restant d'huile vierge demeuré au fond du contenant (Mehrez. B, 2017).

II.3 Les huiles usagées en Algérie

Au plan national, le marché est de l'ordre de 150.000 tonnes par an, se répartissant comme suit:

- Huiles moteurs 75%,
- Huiles industrielles (ateliers, entreprises industrielles) 19%
- Graisses et paraffines 3%
- Huiles aviation et marine 3%

Plusieurs activités sont susceptibles de produire des huiles usagées.

On peut citer notamment:

- Les garages, concessionnaires, stations de vidange, stations de service;
- Les transports (routiers, fluviaux, aériens, ferroviaires);
- Les usines, ateliers, entreprises industrielles;
- Les entreprises traitant des déchets contenant des huiles usagées (cas de la démolition automobile, du traitement de filtres à huiles, d'emballages souillés par des huiles,...) (MATE, 2010).

II.4 Les types des huiles usagées

II.4.1 Les huiles usagées claires

D'origine industrielle et légèrement détériorées à l'usage (Boukherrouba, 2011), les huiles claires provenant des transformateurs, des circuits hydrauliques et des turbines

(MATE, 2010), Elles sont peu contaminées et chargées en général d'eau et de particules (Mehrez. B, 2017).

les catégories de lubrifiants générant des huiles usagées claires retenues jusqu'à présent par l'ADEME sont:

Tableau II-1 Huiles générant des huiles usagées claires (Boukherrouba, 2011)

| Origine | Spécificité |
|-------------------------|---|
| Industrielle | <ul style="list-style-type: none"> • Huiles pour mouvements • Huiles pour turbines • Huiles pour transmissions hydrauliques • Huiles isolantes pour transformateurs • Huiles non solubles pour le travail des métaux |
| Industrielle/automobile | Huiles pour amortisseurs |

II.4.2 Les huiles usagées noires

Sont les huiles qui proviennent généralement de la lubrification automobile, elles représentent un pourcentage important dans la totalité des huiles usagées, elles sont obtenues par un mélange des résidus lourds (Audibert, 2003). Qui comprennent les huiles moteurs (essence et gasoil) (MATE, 2010), et certaines huiles industrielles (huiles de trempe, de laminage, de tréfilage et autres huiles entières d'usinage des métaux) : ces huiles sont fortement dégradées et contaminées (Mehrez. B, 2017).

Les catégories de lubrifiants générant des huiles usagées noires retenues jusqu'à présent par l'ADEME sont :

Tableau II-2 Huiles générant des huiles usagées noires (Boukherrouba, 2011).

| Origine | Spécificité |
|------------|--|
| Automobile | <ul style="list-style-type: none"> • Toutes huiles finies pour moteurs essences y compris les huiles dites mixtes • Huiles pour moteurs Diesel dites « Tourisme » • Huiles pour moteurs Diesel pour véhicules utilitaires y compris SNCF et Marine • Huiles multi fonctionnelles • Huiles pour transmissions automatiques • Huiles pour engrenages automobiles |
| Industrie | <ul style="list-style-type: none"> • Tous fluides caloporteurs • Huiles pour le traitement thermique • Huiles pour compresseurs frigorifiques • Huiles pour compresseurs d'aires, à gaz ... • Huiles pour engrenages industriels • Huiles pour moteurs non comprises dans les autres huiles « D » |
| Aviation | <ul style="list-style-type: none"> • Huiles pour moteurs d'avions |

II.5 Propriétés des huiles lubrifiantes

II.5.1 Propriétés physico-chimiques

II.5.1.1 Densité

La densité d'une substance est le rapport de sa masse volumique à la masse volumique d'un corps de référence dans des conditions qui doivent être spécifiées pour les deux corps.

En général, les corps de référence sont l'eau pour les liquides et l'air pour les gaz (Hassanshahina .M, 2003).

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 de densité courantes pour les huiles de pétrole varient de 0,85 à 0,95 et dépendent de l'origine des produits. La densité diminue avec la température selon des lois complexes, mais en première approximation on peut la diminuer de 0,00062 par kelvin. Certains lubrifiants synthétiques ont des densités bien plus élevées, jusqu'à 1,5. La comparaison de la densité d'une huile usagée avec celle de l'huile neuve permet de détecter d'éventuelles pollutions.

$$d_t = d_{15} - 0,00062(t - 15)$$

II.5.1.2 Point d'écoulement

Le 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 (Shigeaki .H, 1999). 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 (Colombano .S, 2008). Il est très important pour l'usage des lubrifiants à basse température (Balba .M.T, 1998).

II.5.1.3 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 (Aldarouich, 2005).

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 thermique de l'huile et sa résistance à l'inflammation (Shigeaki .H, 1999).

II.6 La dégradation des huiles moteur

II.6.1 Phénomène d'oxydation

L'oxydation est un phénomène au cours duquel une quantité de gaz mis sous pression, lors de la phase de compression, s'échappe par des passages entre les segments et les chemises, pour se trouver dans le carter qui contient de l'huile de lubrification, avec une haute température. Ce gaz contient environ 20% d'O₂, ce qui résulte en une oxydation de l'huile qui évolue avec le temps, et la présence des particules métalliques, qui se comportent comme des catalyseurs qui accélèrent ce phénomène d'oxydation. Non seulement ces deux derniers qui provoquent l'oxydation, mais aussi l'influence des gaz d'échappement (EGR), qui conduisent à la formation d'une quantité importante de suie dans la chambre de combustion, qui se condense et avec le temps se croûte puis se solidifie, et cela provoque une oxydation des parties métalliques. Et tout cela fait appel à une dégradation de l'huile de lubrification moteur, (Born .M, 1998).

On peut observer l'oxydation de l'huile du moteur se caractérise par :

- L'épaississement.
- Le noircissement de l'huile et son odeur âcre.
- L'élévation de l'acidité.
- La formation de dépôts et de boues.

II.6.2 Phénomène de rouille et de corrosion

La rouille et la corrosion sont deux phénomènes qui conduisent à une élévation de l'usure, ce phénomène provoque la corrosion des métaux non ferreux, par l'attaque de l'acide organique provenant de l'oxydation des huiles ou du carburant. D'où la rouille des métaux ferreux est par l'humidité qui est le résultat de l'action conjuguée de l'eau et l'oxygène de l'air. La formation de la rouille, ainsi que la destruction de certaines particules métalliques dues à la contamination des huiles lubrifiantes, et elle provoque leur dégradation (Born .M, 1998).

II.7 Principaux contaminants et leurs origines

Après l'utilisation de l'huile, lorsque celle-ci est considérée comme de l'huile usée, ses constituants polluants peuvent être :

II.7.1 Biphényles polychlorés (BPC)

sont des composés synthétiques formés de deux noyaux « benzéniques » joints par un de leurs sommets et dont les dix atomes d'hydrogène peuvent être substitués par autant d'atomes de chlore. Ils sont caractérisés par une grande stabilité thermique, chimique et biologique. Les biphényles polychlorés sont peu solubles dans l'eau, mais hautement solubles dans les graisses, les huiles et les liquides non polaires.

Les BPC étaient utilisés comme plastifiants, dans les fluides hydrauliques, les lubrifiants et les composés de scellement. Selon les règlements sur les matières dangereuses, la concentration maximale en BPC dans une huile usée utilisée à des fins énergétiques, dans des chaudières où fours industriels ne doit pas excéder 50 mg/kg et 3 mg/kg pour tout autre installation (Ademe, 1998).

II.7.2 Les halogènes

Les halogènes et le soufre sont parmi les contaminants ciblés par les règlements sur les matières dangereuses, car en brûlant les produits pétroliers, il y a dégagement d'acides (HCl ou HBr) et d'oxydes de soufre. Ces derniers, lorsque ils sont oxydés, risquent de former de l'acide sulfurique.

Selon les règlements sur les matières dangereuses, la concentration maximale en halogènes totaux dans les huiles usées utilisées à des fins énergétiques dans les équipements de combustion dont la puissance est supérieure à 10 MW ne doit pas excéder 1500 mg/kg et la concentration maximale dans les autres équipements de combustion ne doit pas excéder 1 000 mg/kg.

Également, les règlements interdisent d'utiliser à des fins énergétiques les huiles usées dont la teneur en soufre excède 1,5 % (masse/masse) en poids ou une matière dangereuse résiduelle autre que des huiles usées dont la teneur en soufre excède 2,0 % (masse/masse) en poids (Edujee, 1996).

II.7.3 L'eau

L'eau doit théoriquement être absente de l'huile usagée. L'eau favorise l'oxydation et la corrosion et peut générer des risques d'émulsion. Sa présence peut signifier :

- ✓ L'existence d'un phénomène de condensation qui peut être de à un prélèvement réalisé à froid, ou sur un moteur ayant subi un arrêt prolongé.

- ✓ Il est à relever que dans le cas d'une infiltration de liquide de refroidissement, il y a évaporation de l'eau due à la température de fonctionnement (Zevenhoven, 2001).

II.8 Impacts des huiles moteurs usagées sur l'environnement et la santé

II.8.1 Sur l'environnement

D'une manière générale, les huiles usagées sont peu biodégradables. Elles ont une densité plus faible que l'eau. C'est pourquoi 1 litre d'huile usagée peut couvrir une surface importante d'eau et réduire l'oxygénation de la faune et de la flore du milieu. Les conséquences d'un rejet direct de l'huile usagée dans le milieu naturel sont donc évidentes. Par ailleurs, bien que son pouvoir calorifique puisse être estimé à environ 90 % du fuel lourd et fasse donc de l'huile un combustible intéressant, l'impact lié à sa combustion dans de mauvaises conditions peut également être important, pollution des terres, des fleuves et des océans due à une faible biodégradabilité, en contact avec l'eau, production d'une pellicule empêchant la circulation de l'oxygène, la combustion non-contrôlée peut entraîner l'émission dans l'atmosphère de gaz contenant du chlore, du plomb, et d'autres éléments, aux effets correspondants (Boukherrouba, 2011).



Figure II-1L'impact des huiles usagées sur l'environnement

II.8.2 Sur la santé

L'exposition aux huiles usagées ou leur manipulation peuvent entraîner chez les sujets des allergies, des anémies, des bronchites, des cancers, des dermatoses, des

convulsions, l'asthme, des emphysèmes, des diarrhées, des céphalées, des troubles respiratoires (Bani, 2003), Irritations du tissu respiratoire dues à la présence de gaz renfermant des aldéhydes, des cétones, des composés aromatiques,etc, la présence d'éléments chimiques tel que (Cl), (NO₂), (H₂S), (Sb), (Cr), (Ni), (Cd) et (Cu), affectent les voies respiratoires supérieures et les tissus pulmonaires, Production d'effets asphyxiants empêchant le transport d'oxygène, dû à la présence de monoxyde de carbone, de solvants halogénés, d'hydrogène sulfuré, etc. Effets cancérogènes sur la prostate et les poumons, dû à la présence de métaux comme le plomb, le cadmium, le manganèse, etc (Boukherrouba, 2011).

Tableau II-3 Composés polluants des huiles usagées (Chollet, 1974).

| Polluants | Exemples | Source |
|--|------------------|---------------------------|
| Hydrocarbures aromatiques polynucléaires | / | Pétrole-base lubrifiante |
| Hydrocarbures aromatiques Mononucléaires | Alkyl benzènes | Pétrole-base lubrifiante |
| Hydrocarbures aromatiques di-nucléaires | Naphtalènes | Pétrole-base lubrifiante |
| Hydrocarbures chlorés | Trichloréthylène | Utilisation huile polluée |
| Métaux | Baryum | Dans les additifs |
| | Aluminium | Dans les moteurs |
| | Plomb | Dans le combustible |

II.9 Possibilité de récupération des huiles usagées

Les huiles lubrifiantes usagées sont des produits pétroliers visqueux, au cours de l'utilisation ces huiles se dégradent après un certain temps, par l'influence des différents types de contaminants. Ces huiles nécessitent une gestion appropriée pour en faire un produit à valeur ajoutée, qui est pour objectif :

- Réduire la quantité de l'huile usagée considérée comme un déchet très dangereux soit sur la santé humaine ou sur l'environnement.

- L'économie d'achat des huiles neuves.
- Grâce à la récupération de ces huiles usagées, elles auront une durée de vie plus longue.

Le choix d'un processus de traitement des huiles usagées doit être basé sur :

- ✚ Le cout de l'opération ; avoir un faible taux de dispense sur les machines et les solvants chimiques utilisées.
- ✚ Avoir un bon rendement.
- ✚ Le processus ne doit pas avoir beaucoup d'inconvénients, surtout sur l'environnement (Chollet, 1974)

Partie 2

Expérimentale

Chapitre III

Matériels et Méthodes

Chapitre III. Matériels et Méthodes

III.1 Introduction

Dans ce chapitre nous aborderons les différents matériels et méthodes utilisés au cours de cette étude.

➤ Cadre d'étude

Ce travail a été effectué au sein du laboratoire de Génie des Procédés du département des Sciences des la matière, de la faculté des sciences et de la technologie à l'Université d'Adrar et le laboratoire de l'équipe de Bioconversion de l'Unité de Recherche en Energies Renouvelables (URERMS), Adrar. Ce travail expérimental qui s'occupe de traitement acide des huiles de moteur usagées et de la caractérisation des huiles obtenues

III.2 Présentation de la région d'étude(Adrar)

La wilaya d'Adrar est située dans la partie centrale du Sahara, elle est limitée au nord par la wilaya de Béchar, à l'est par la wilaya de Ghardaïa et Tamanrasset à l'Ouest par la wilaya de Tindouf au sud et par les républiques islamiques de la Mauritanie et de Mali. Elle a une superficie de 427,968 km², et une population totale de près de 450,000 habitants (Abid, 2012)

La wilaya d'Adrar comprend environ 300 Ksars sous forme d'oasis. Elle fût jadis un axe d'échange important avec le Mali et la Mauritanie (CDARS, 1999).

Tableau III-1 Parc automobile de la wilaya d'Adrar (ONS, 2004)

| Véhicule Tourisme | Camion | Camionnette | Autocar Autobus | Tracteur Routier | Tracteur Agricole | Véhicule Spécial | Remorque | Moto | TOTAL |
|----------------------|--------|-------------|--------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------|------|---------------|
| 5 842 | 3 001 | 4 863 | 134 | 424 | 1 003 | 26 | 688 | 20 | 16 001 |

III.3 Le choix du substrat d'études

L'huile usée 15W40 pour fait l'objet de notre études car:

- Sa disponibilité;
- La plus utilisée dans les moteurs à essence dans la région d'étude;

L'huile 15W40: est une huile minérale multigrade pour moteurs à essence formulée à partir de base de très hautes qualités et d'un système d'additifs détergents et dispersifs avec un bonne protection anti-usure.

III.4 Matériels et Méthodes

III.4.1 Echantillonnage

Les échantillons d'huile neuve sont achetés de la station de service ; et au niveau de la même station, nous avons pris l'huile utilisée après le processus de vidange.

Afin de récupérer les huiles, la véhicule est placé sur la baie et le mécanicien ouvre le capot et desserre le bouchon ayant la mention engaine, il met la pompe et aspire l'huile usagée du carter. Une fois le carter vidé, le sceau contenant l'huile usagée est retiré, l'huile est déversée dans une cuve à huile usagée enterrée qui sert de stockage. Les différents échantillons sont transportés au laboratoire dans des flacons propres et secs et sont conservés à froid.



Figure III-1 Echantillonnage (Service de vidange)

III.4.2 Matériels

- | | |
|----------------------|---------------------|
| -Ampoule à décantes. | -Papier filtre. |
| -Buchner. | -Support élévateur. |
| -Bécher. | -Spatule. |
| -Ballon bé colle. | -Tube à essais |

-Eprouvette.

-Tuyau.

-Erlenmeyer avec col.

-Thermomètre

III.4.3 Appareillage

-Agitateur.

- Haute chimique

-Balance

-plaque chauffante.

-Centrifugeuse

-Pompe à vide.

- congélateur.

- viscosimètre chute de bille.

- Etuve

III.4.4 Réactifs chimiques nécessaires

Tableau III-2 Les produits chimiques utilisés.

| N° | Désignation | Formule chimique | Etat physique |
|----|------------------|--------------------------------|---------------|
| 01 | Hydroxyde sodium | NaOH. | Solide |
| 02 | Acide sulfurique | H ₂ SO ₄ | Liquide |
| 03 | Eau distillée | H ₂ O | Liquide |

III.4.5 Traitement des huiles usagées

Les procédés de la régénération des huiles lubrifiantes usagées permettent de détruire les polluants qui dégradent les caractéristiques des huiles usées, nous permettant de récupérer la plupart de propriété d'huile usée; et alors que, l'huile contaminée retourne environ 90% d'huile neuve et devient réutilisable.

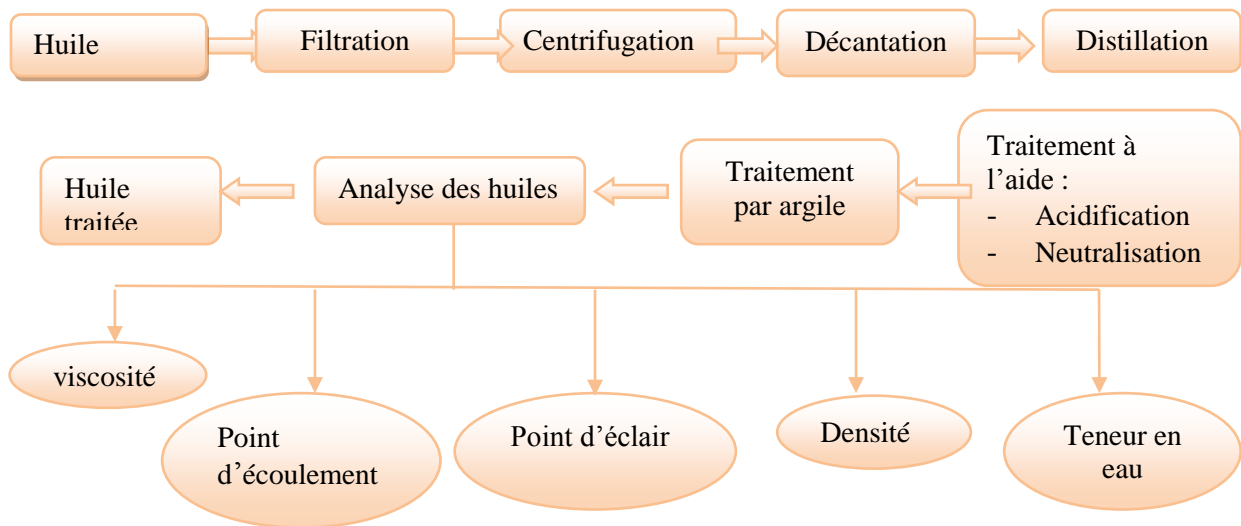


Figure III-2 Régénération des huiles usagées.

III.5 Régénération par acide

III.5.1 La filtration

La filtration est une technique de séparation qui permet de séparer un constituant solide mélangé à un constituant liquide. Elle n'est donc utile que pour les mélanges hétérogènes liquide/solide.

On peut utiliser la filtration pour récupérer un solide et se débarrasser du liquide.

➤ Objectif

Le but de ce procédé est de filtrer les huiles usagées afin d'éliminer la matière solide et les impuretés, tel que les copeaux métalliques, sable, poussière, particules et micro-impuretés. (Ademe, 2000).

➤ La technique

L'huile subit une filtration pour éliminer les impuretés telles que les copeaux métalliques, sable, poussière, particules et micro-impuretés, cela est réalisé à l'aide d'un Buchner contenant d'un papier filtre, ensuite une pompe à vide pour absorber l'air et accélérer le processus de filtration de l'huile usée.



Figure III-3 Filtration des huiles usagées

III.5.2 Centrifugation

La centrifugation est l'opération permettant de séparer deux phases liquide

➤ Objectif

La centrifugation est un procédé de séparation des composés d'un mélange en fonction de leur différence de densité en les soumettant à une force centrifuge. Le mélange à séparer peut être constitué soit de deux phases liquides (émulsion), soit de particules solides en suspension dans un fluide. (Khlidj .B, 2014)

➤ La Technique

Après que le filtrat des huiles est centrifugé on ajoute 84 ml d'essence à 250 ml d'huile filtrée puis on met le mélange dans un agitateur pendant 3 min ensuite on remplit le tube à essais pour centrifuger 1500tr/5min, après la centrifugation on élimine la couche inférieur et enfin on récupérer la mélange.



Figure III-4. Centrifugation des huiles usagées

III.5.3 Distillation

La distillation est une technique permettant de séparer des éléments d'un mélange homogène. Elle est utilisée depuis l'antiquité car son principe et sa réalisation sont très simples. En effet, chaque liquide possède une température d'ébullition qui lui est propre et c'est sur ce principe que s'appuie la distillation.

➤ Objectif

La distillation est de séparer les constituants d'un mélange homogène liquide-liquide.

➤ Technique

Le mélange placé dans le ballon est chauffé jusqu'à ébullition. La circulation d'eau dans le réfrigérant permet le refroidissement des vapeurs d'essence et les rendre à l'état liquide pour la récupérer, alors la séparation entre l'huile et l'essence a été effectuée.

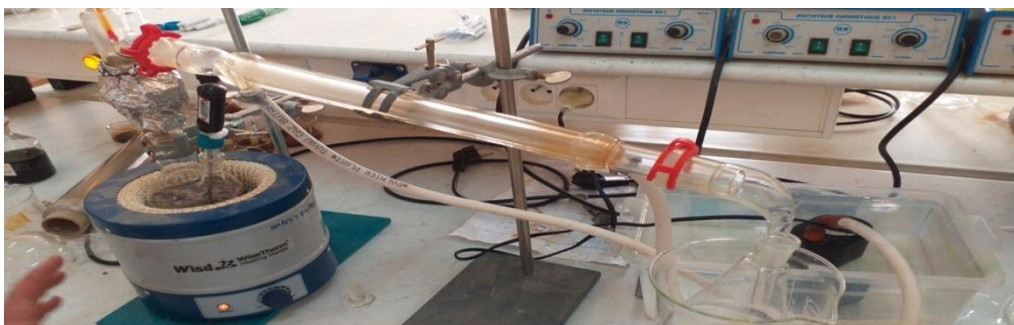


Figure III-5. Distillation des huiles usagées

III.5.4 Traitement par l'acide sulfurique

➤ Objectif

Traitement à l'acide sulfurique est une formation de deux phases, l'huile prétraitée en haut, et la boue en bas. La boue se compose de tous les polluants qui présente dans l'huile usée et a fin sépare ce dernier sur l'huile.

➤ Technique

Mettre les huiles usées après la distillation dans une ampoule à décantée et on ajoute 15ml d'acide sulfurique concentré à 98 % après une bonne agitation on laisse le mélange reposé pendant 72 heures pour former deux phases huile et boues



Figure III-6. Décantation des huiles usagées après 72h

III.5.5 Neutralisation par l'hydroxyde de sodium

➤ Objectif

Après le traitement par l'acide sulfurique on ajoute l'hydroxyde de sodium pour la neutralisation de l'acide restant dans l'huile usée. (Khlijdj .B, 2014)

➤ Technique

Pour neutraliser l'huile usée qui traitée par l'acide, nous avons préparé 15g de NaOH dans l'eau distillé ce mélange est met dans l'ampoule, et laisse décanter pendant

24heures. En fin la phase alcaline qui est formée à la partie inférieure de l'ampoule est enlevée.

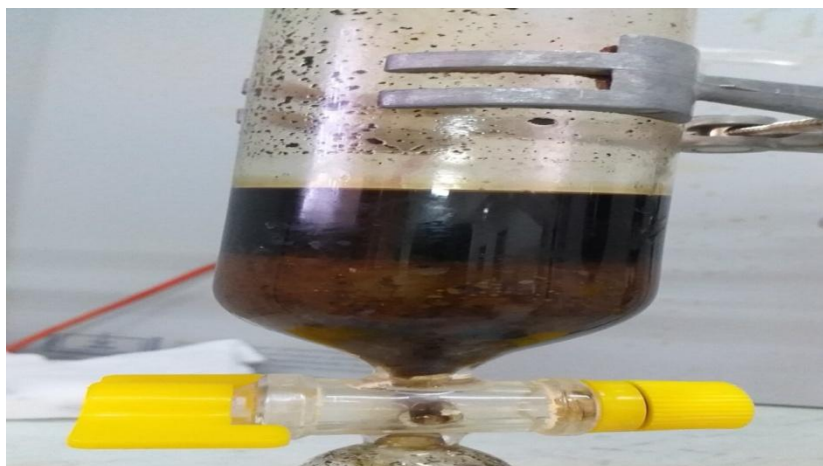


Figure III -7 Décantation des huiles usagées après 24h

III.5.6 Lavage avec l'eau distillée chaude

➤ Objectif

Pour éliminer les résidus de l'acide sulfurique et le NaOH pour confirmer l'absence de réactif, on fait procéder au lavage par l'eau chaude.

➤ Méthode

On lave l'huile avec 15ml d'eau chaude 03 fois, et chaque fois nous laissons le mélange décanté pendant 10 min avant l'enlèvement de la couche inférieure.



Figure III-8 Lavage par l'eau chaude

III.5.7 Décoloration /désodorisation par l'argile

On fait décoloration et désodorisation par l'argile est pour éliminer l'odeur désagréable et amélioré la couleur.

➤ Technique

On pèse 66g d'argile pour 200ml d'huile, et on met du coton dans l'ampoule pour séparer l'huile et l'argile puis on met le mélange dans l'ampoule, ensuite on ouvre le robine pour attendre la descente d'huile pure dans le bécher.

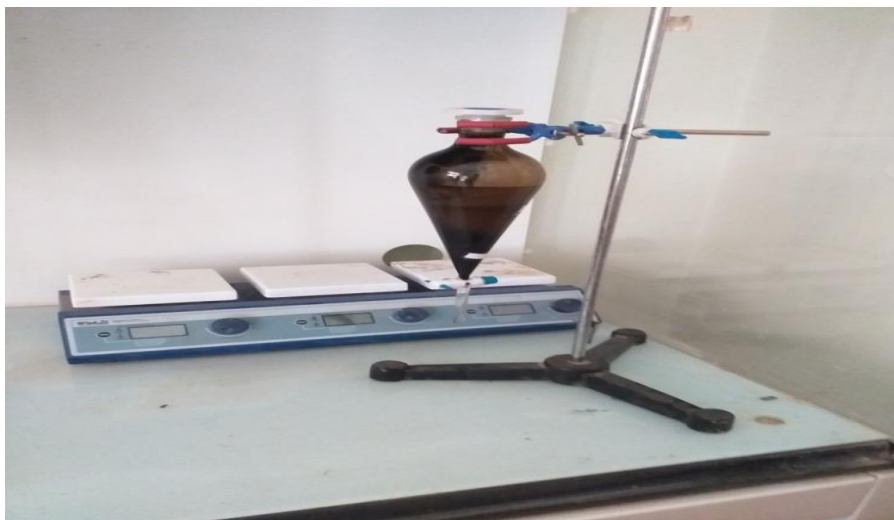


Figure III-9 Traitement par argile

III.5.7.1 Purification et modification chimique d'une argile locale

Dans cette application, nous travaillons sur la purification physico- chimique de l'argile locale à utiliser pour purifier les huiles usées: ce choix de cette technique est de préserver l'environnement ainsi que l'utilisation de matériaux locaux disponibles. L'utilisation de l'argile en tant que matériau adsorbant revêt une grande importance pour son efficacité, son prix abordable et sa disponibilité (Bennani K.A., 2015)

III.5.7.2 But du traitement

L'activation acide comprend le traitement de l'argile avec une solution d'acide (H_2SO_4) dans le but d'augmenter la surface spécifique, la porosité et l'acidité de la surface. Elle fait augmenter la surface spécifique par la désagrégation des particules de l'argile, l'élimination de plusieurs impuretés minérales et l'enlèvement des cations interfoliaires. (DERAFA, 2005)

III.5.7.3 Les analyses effectuées

a- Détermination du Ph

La détermination du pH est nécessaire pour quantifier l'apport de l'acidité lorsque le solide est en contact avec la solution. Une solution à 10% d'argile m/v est préparée avec de l'eau distillée pour permettre aux ions de passer en solution le mélange est laissé reposer pendant 4h à 25°C. La solution d'argile obtenue est homogénéisée par agitation (Amin .N, 2009). La détermination de la valeur du pH est faite par un pH-mètre modèle HANNA.

b- Taux d'humidité

La détermination du taux d'humidité consiste à déterminer la masse d'eau éliminée par le séchage d'un matériau humide jusqu'à l'obtention d'une masse constante à une température de $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ pendant 24 heures. La masse de la matière analysée après l'étuvage est considérée comme la masse des particules solides (m_s). La détermination du taux d'humidité a été calculé à partir du rapport de la masse de l'eau (m_{eau}) sur la masse des particules solide (m_s) (Chossat, 2005):

$$H(\%) = (m_{eau} \setminus m_s) \times 100 = (m_t - m_s) \setminus m_s \times 100$$

Avec:

m_{eau} : masse d' eau (g)

m_s : masse de l'échantillon sec (g)

m_t : masse de l'échantillon humide (g)

c- Spectrophotométrie

La spectrophotométrie dans le domaine de l'infrarouge moyen ($400 - 4000\text{cm}^{-1}$) est la plus utilisée car la plupart des fréquences caractéristiques des groupements fonctionnels y sont situées. Elle présente un intérêt considérable pour l'étude de la structure d'argile et l'identification des minéraux argileux. L'analyse spectroscopie par infrarouges a été faite par un appareil Agilent Technologies Cary 600.

III.5.7.4 Traitement par acide sulfurique (H_2SO_4):

L'argile brute utilisée dans ce travail est une argile prélevée d'un bassin naturel de la région de Bouda, Adrar.

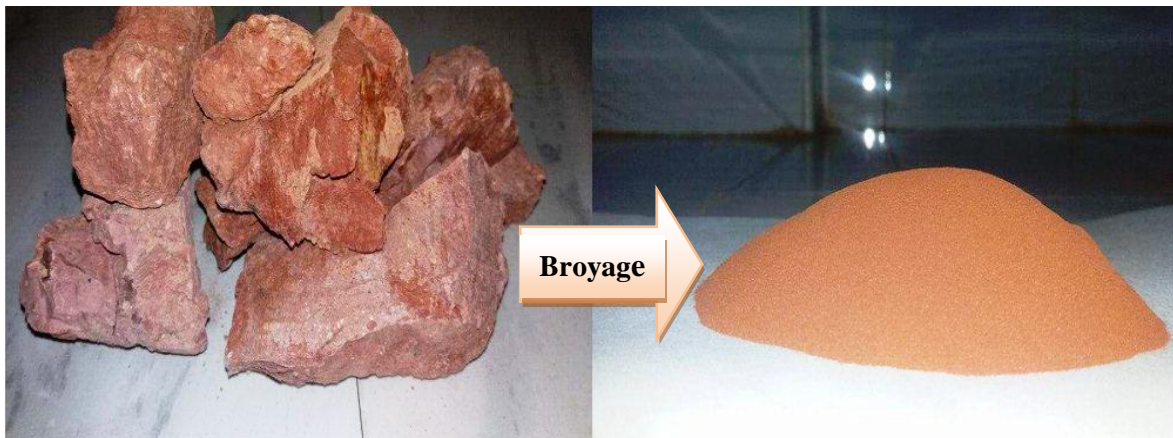


Figure III-10 L'argile .

- **Lavage de l'argile**

Le but de cette opération est d'éliminer les impuretés qui peuvent se dissoudre dans l'eau. Et à cause de la facilité de dispersion des argiles dans l'eau nous avons adopté un mode de lavage repose sur la sédimentation. Au début on immerge la quantité d'argile dans un volume suffisant 1/2 de l'eau distillé (Brika .I, 2017) , on laisse le mélange reposer toute la nuit puis on le filtre.

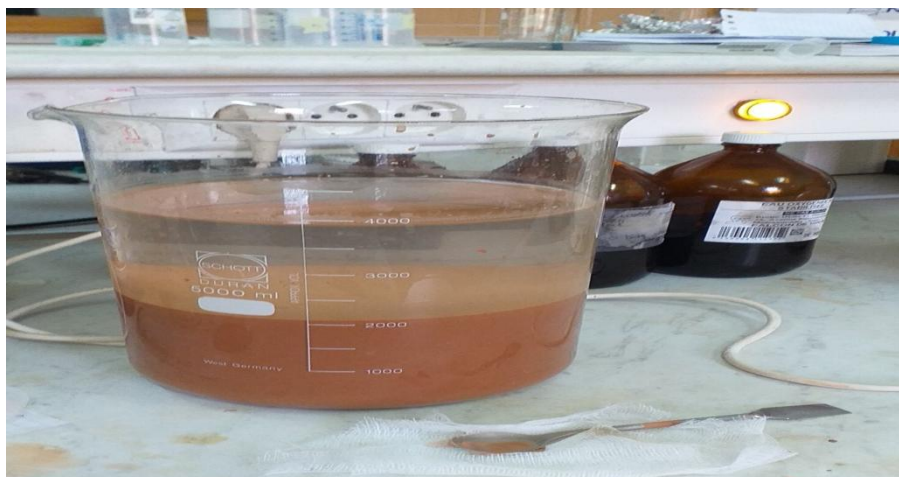


Figure III-11 Lavage d'argile

- **Acidification de l'argile**

Après lavage nous avons mélangé 150g d'argile avec une solution d'acide sulfurique H_2SO_4 ($0,5 \text{ mol L}^{-1}$). Le mélange (Argile/ acide sulfurique) est agité pendant 3 heures.

Le mélange est ensuite lavé plusieurs fois par l'eau distillé et filtrer sous vide dans le but d'éliminer l'excès d'acide sulfurique imprégnant à la surface externe de l'argile .Le filtrat obtenu est séché dans une étuve à $40C^\circ$ pendant 48 heures, puis il est broyé à 80um et conservé à l'abri de l'humidité jusqu' au moment de l'utilisation.



Figure III-12 Activation de l'argile par l'acide H_2SO_4

III.6 Les analyses physico-chimiques

Les analyses effectuées sur les huiles de moteur dans l'état neuf, usagé, et traitée sont les suivantes :

III.6.1 La densité (ASTM D941-55)

La densité de l'huile est définie comme étant le rapport de la masse volumique de l'huile sur celle de l'eau ou bien le rapport de la masse d'huile sur celle de l'eau dans un volume déterminé à une température donnée.

Le principe est basé sur la mesure de la masse, à la température demandée, d'un volume de corps gras contenu dans un pycnomètre préalablement étalonné à la même température par rapport à l'eau. La méthode utilisée est celle décrite dans la norme ISO 6882 de septembre 1987. (Kouidri, 2008).

III.6.2 La viscosité ASTM D445

La viscosité est définie comme étant le coefficient de frottement moléculaire interne. Elle est déterminée par les forces de frottement d'un solide se mouvant dans un liquide selon les recommandations de l'Union internationale de la chimie pure et appliquée (I.U.P.A.C.).

➤ Principe

Le but de cette manipulation est la détermination du temps nécessaire pour qu'un volume de produit s'écoule, dans les conditions normalisées. La mesure de la viscosité est réalisée par un viscosimètre de torsion relié à un bain marie à 40°C. La méthode utilisée est celle décrite par l'I.U.P.A. (Karelskind, 1992)

➤ Technique

Pour déterminer la viscosité dynamique on mesure le temps d'écoulement par gravité d'huile à travers un viscosimètre à contenu dans un bain à une température donnée 40°C.

Le principe est simple on décharge l'huile jusqu'à une certaine hauteur définie de la colonne. Puis on laisse couler tout en déclenchant le chronomètre. Ce dernier est arrêté dès que l'huile atteint une autre hauteur moindre. La formule de la viscosité est donnée par :

$$\eta = K (\mathcal{J}_1 - \mathcal{J}_2) \cdot t$$

Avec :

K : La constante de Balle en (m.Pa.S.cm/g.s)

\mathcal{J}_1 : La densité de balle en (g/cm³)

\mathcal{J}_2 : La densité d'huile en (g/cm³)

t : Le temps d'écoulement (S)



Figure III-13. Viscosimètre à chute de bille

III.6.3 La viscosité cinématique

La viscosité cinématique est le quotient de la viscosité dynamique par la masse volumique du fluide. Elle représente la capacité de rétention des particules du fluide et quantifie sa capacité à s'épancher (se répandre).

La viscosité cinématique (V) est égale au rapport de la viscosité dynamique (μ) par la masse volumique (ρ) de fluide considéré : $V = \mu/\rho$. Elle s'exprime en m^2/s (homogène à une diffusivité). (Daniel, 2010)

➤ Technique

Nous calculons la viscosité cinématique de chaque huile en remplaçant par leur valeur dans la loi suivante : $V = \mu/\rho$, les données calculées (la viscosité dynamique et la masse volumique de ces huiles) en différentes températures.

III.6.4 Point d'écoulement (ASTM D97)

➤ principe

L'objectif de la mesure repose sur la détermination de la plus basse température à la quelle l'huile moteur conserve une fluidité suffisante et s'arrête de s'écouler. (J.DENIS, 1997)

➤ Mode opératoire

25 ml d'échantillon d'huile de lubrification est introduite dans un récipient, l'échantillon est refroidi à un taux spécifique, certaines paraffines hydrocarbures vont commencer à se solidifier et à se séparer dans une forme cristalline. La température à la quelle cela se produit est connu sous le nom de point de trouble, le refroidissement est suivi jusqu'à ce que l'huile s'arrête de s'écouler.



Figure III-14. Détermination de point d'écoulement.

III.6.5 Point d'éclair (ASTM D92)

Pour déterminer la température à laquelle apparaît un éclair, on place sur une plaque chauffante un bécher contenant 25 ml d'huile de lubrification régénérée, ensuite on place le thermomètre. On note la température d'inflammabilité après plusieurs tentatives d'inflammabilité de l'huile.

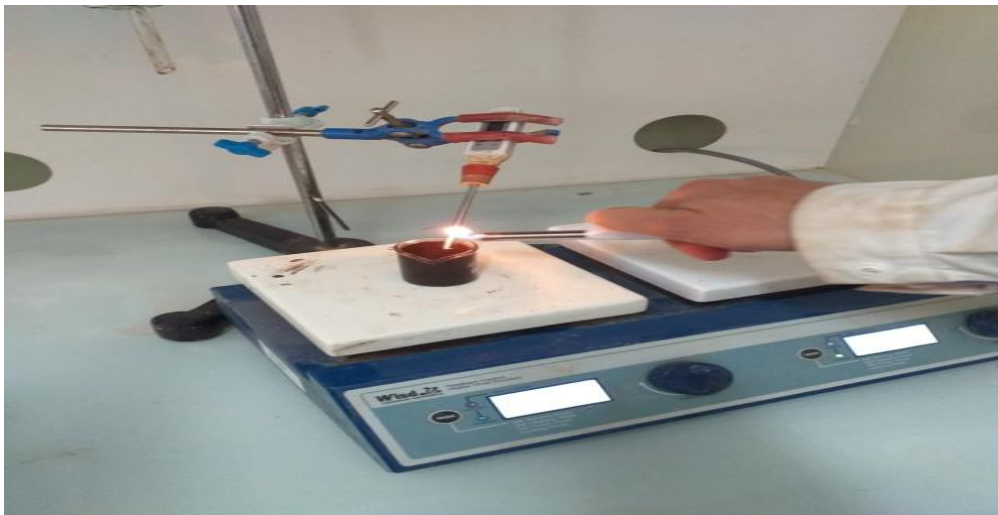


Figure III-15 Détermination de point d'éclair

III.6.6 La teneur en eau

➤ Principe

La teneur en eau est déterminée sur une partie de 1 g d'échantillon de huile dans une capsule en porcelaine puis séché dans une étuve réglée à une température de 103 ± 2 °C, jusqu'à l'obtention d'un poids constant. (Khanin, 2012)

➤ Objectif

Pour déterminer le taux de l'humidité des huiles.

➤ Technique

Sécher des creusets en porcelaine vides à l'étuve pendant 15 mn à 105°C puis tarer les creusets après refroidissement dans un dessiccateur, puis peser dans chaque creusets 1 g d'échantillon et les placer dans l'étuve réglée à 103 ± 2 °C pendant 3 heures. Retirer de l'étuve, et les placer dans le dessiccateur, après refroidissement les creusets sont peser. L'opération est répétée jusqu'à l'obtention d'un poids constant (en réduisant la durée de séchage à 30 mn).



Figure III-16 Détermination de teneur en eau

Chapitre IV

Résultats et Discussions

Chapitre IV. Résultats et Discussions

IV.1 Introduction

Après avoir traité l'huile usée et effectué les différentes analyses, nous avons procédé à l'étude des résultats trouvés. Dans le **Tableau IV-1**.

Tableau IV-1 Résultats des tests

| Caractéristiques | Huile neuve | Huile traitée | Huile usée |
|--|-------------|---------------|------------|
| Viscosité Cinématique (mm ² /s) à 40°C | 103.5 | 70.96 | 47.71 |
| Point d'écoulement (°C) | -9.6 | -10 | -11.6 |
| Point d'éclair (°C) | 180 | 178 | 151 |
| Densité | 0.875 | 0.8726 | 0.883 |
| Teneur en eau% | 0.1 | 0.4 | 0.7 |

IV.2 Viscosité

L'augmentation de la viscosité peut se produire en raison de l'oxydation ou d'une contamination par des éléments insolubles (Scapin, 2007). A partir de la figure IV1, nous pouvons constater une diminution de la viscosité cinématique de l'huile usagée, cela est dû à la contamination sous forme de boues de l'huile usagée. En général, l'huile est considérée comme inapte au service, si la viscosité originale augmente ou diminue considérablement. Les molécules s'éloignent les unes des autres. On peut donc s'attendre à une diminution de la viscosité avec une telle augmentation (Nardello .R, 2003.) Une diminution de la viscosité peut être causée par dilution de l'huile avec du carburant léger.

Le résultat de l'essai de viscosité montre que l'huile usagée a perdu plus de sa viscosité en raison de la contamination. Cependant, le traitement a restauré à l'huile sa viscosité d'origine. (Denis .j, 1997)

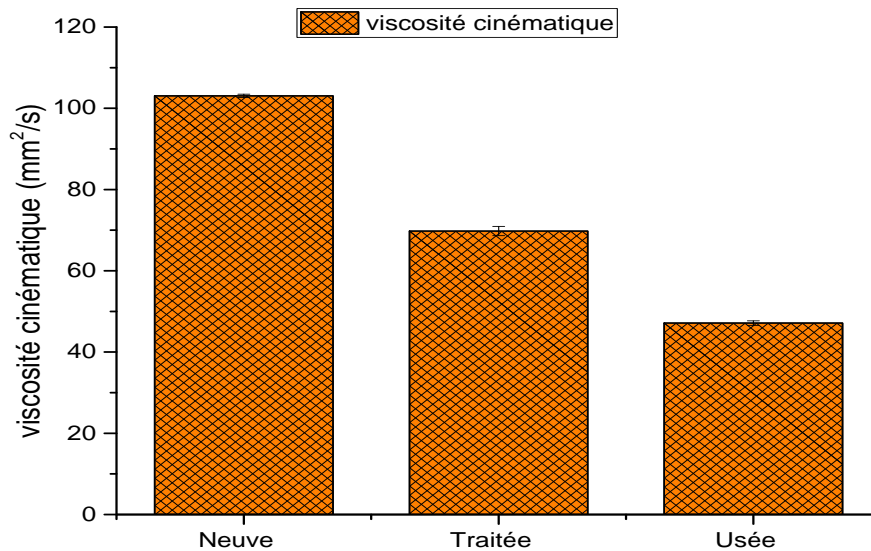


Figure IV-1 Effet du traitement sur la viscosité cinématique

IV.3 Point d'écoulement

Le point d'écoulement et de congélation sont reliés aux quantités de paraffines présentes dans l'huile. A partir des résultats obtenus, on constate que le point d'écoulement d'huile de lubrification usagée est élevé. à cause de la dégradation des additifs dans l'huile de lubrification. Le point d'écoulement est d'un intérêt particulier, lorsque l'huile fonctionne dans des conditions relativement froides. La méthode de traitement à l'acide s'est révélée efficace en comparant le point d'écoulement de l'huile traitée à celle d'une huile neuve (figure 2). (Adjir, 2018).

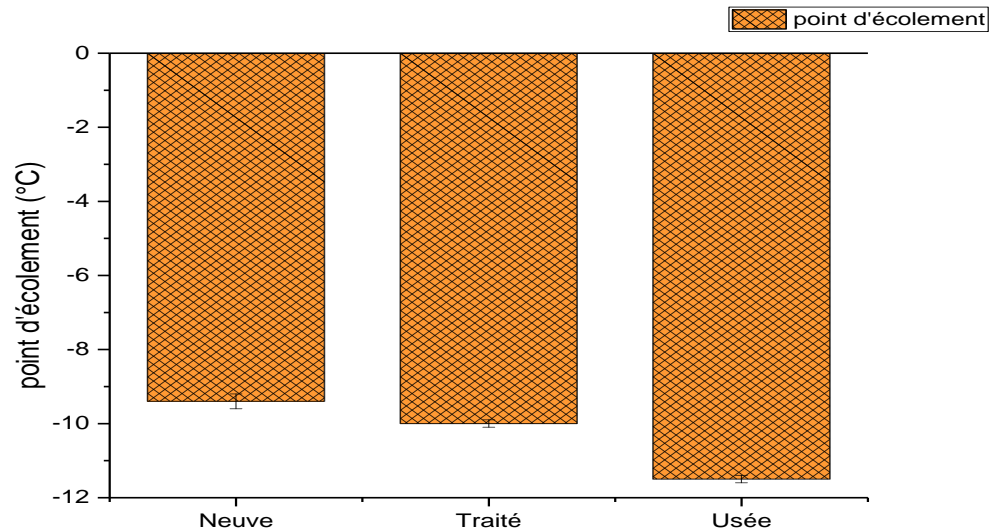


Figure IV-2 Effet du traitement sur le point d'écoulement

IV.4 Point d'éclair

Le point d'éclair est de 180 °C pour l'huile neuve, 151 °C pour l'huile usagée et 178°C pour l'huile traitée. La diminution de la valeur du point d'éclair de l'huile usagée pourrait être le résultat de la présence des fractions légères d'huiles (Rincon, 2005).

Après avoir subi la combustion et l'oxydation à haute température du moteur à combustion, l'huile se décompose en composants, qui comprennent des fractions légères.

D'après la figure IV3, le point d'éclair de l'huile de lubrification neuve est 178 °C, alors que celui obtenu à l'aide d'un traitement à l'acide est 180 °C. La diminution du point d'éclair de l'huile usagée est due à la distillation avec le carburant, danc pour un véhicule automobile avec de mauvais segments de piston, le point d'éclair diminuera en raison de la distillation avec le carburant (Dumitru, 2006). D'après les résultats obtenus nous remarquons que la valeur du point d'éclair d'huile traitée est acceptable en comparaison avec celui d'une huile neuve.

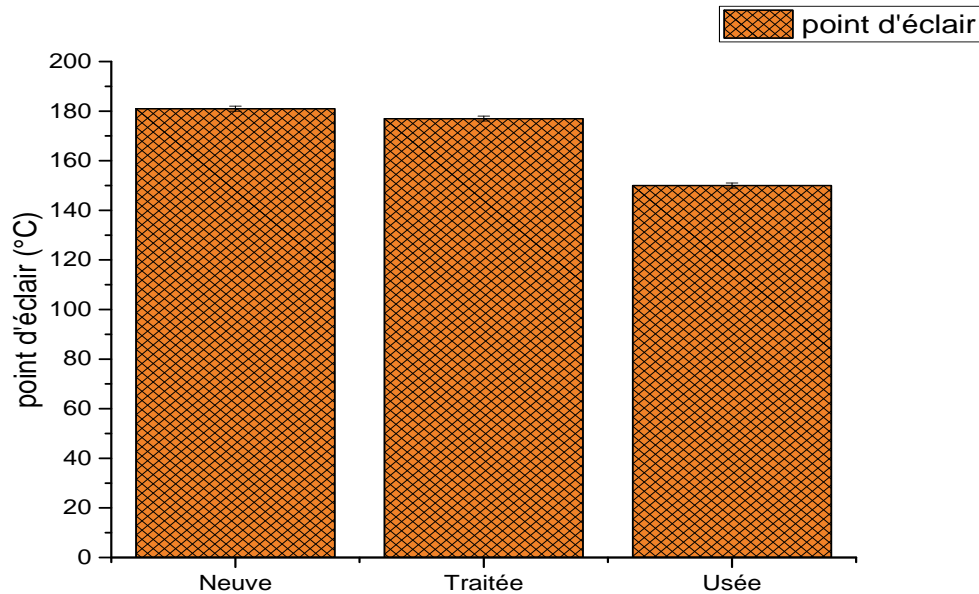


Figure IV-3 Effet du traitement sur le point d'éclair

IV.5 Densité

La densité de l'huile de lubrification usagée est proche à celle d'une huile neuve, et à celle d'une huile traitée. Les résultats pour l'huile lubrifiante neuve et usagée sont 0.875 et 0.895 respectivement, tandis que celle d'une huile régénérée est 0.872 (figure 4).

La densité d'une huile contaminée pourrait être inférieure ou supérieure à celle de son lubrifiant vierge en fonction de la nature de la contamination. Si l'huile de lubrification utilisée était contaminée en raison de la dilution du carburant et / ou de l'eau en provenance à partir de la combustion du carburant dans le moteur et une contamination accidentelle par la pluie, sa densité sera inférieure que celle de son huile de lubrification fraîche ou celle régénérée. La densité est reliée à l'origine du pétrole brut, à la composition chimique de l'huile de base, aux procédés de traitement appliqués sur ces huiles et aux additifs ajoutés.

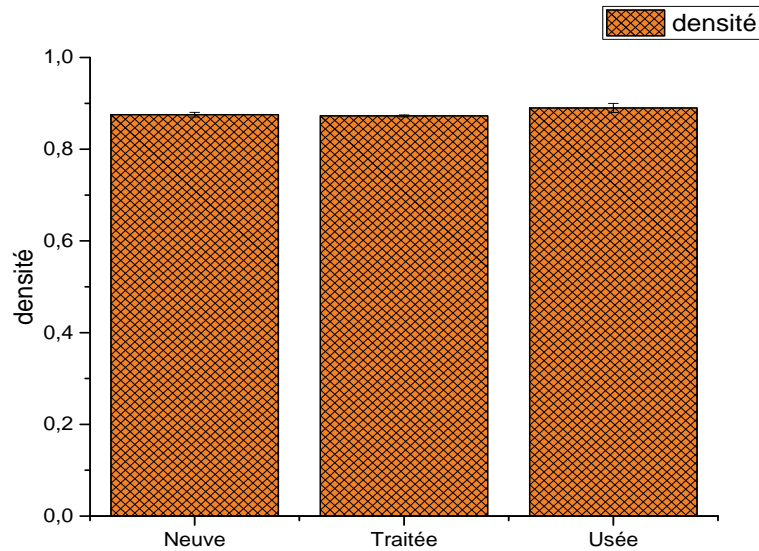


Figure IV-4 Effet de traitement sur la densité

IV.6 La teneur en eau

D'après les résultats du tableau, les valeurs de la teneur en eau et sédiments de l'huile neuve, l'huile traitée et l'huile usée sont des quantités tolérables et elles sont dans la norme ISO 3734 (<0.5 %vol.) ; l'huile usée contient un pourcentage volumique un peu élevé que l'huile neuve et l'huile traité. (figure 5).

Les quantités d'eau et sédiments contenues dans une huile, influent sur sa densité. La présence des sédiments (corps solides) dans les lubrifiants en grandes quantités (>0.5 %vol.) est indésirable et conduisent à la dégradation rapide des composants de moteur.

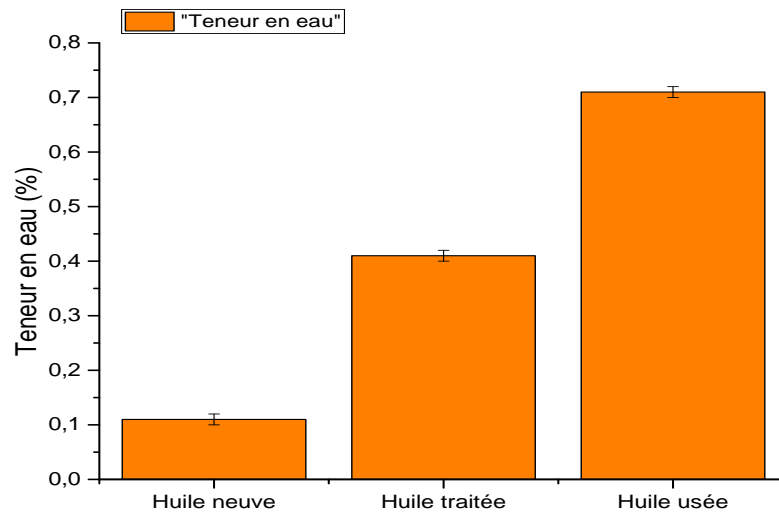


Figure IV-5 Effet de traitement sur la teneur en eau

Conclusion Générale

Conclusion générale

Les huiles lubrifiantes sont des liquides visqueux utilisées pour la lubrification des parties mobiles des moteurs et des machines. Ce sont des produits pétroliers qui se décomposent après une période d'utilisation, par contamination par des éléments polluants, tels que les métaux lourds, les huiles usées peuvent contaminer l'eau et le sol et poser un risque élevé pour la santé humaine. Le traitement des huiles usagées a un intérêt dans l'élimination de la pollution de l'environnement, préservation des réserves de pétrole brut et réduit la consommation d'huiles vierges.

Pour supprimer l'impact et l'influence de ces huiles, on a effectué cette étude pour chercher et trouver des moyens qui rendent ces huiles usagées possibles à être récupérables et utilisables à nouveau pour la lubrification, et cela donne une durée de vie plus longue à ces huiles lubrifiantes.

Ce travail expérimental est réalisé au laboratoire de recherche de génie des procédés de l'université Ahmed Draya Adrar et au laboratoire de l'équipe bioconversion de l'Unité de Recherche en Energies Renouvelables Adrar.

D'après les résultats présentés dans ce travail, il est clair que la méthode de traitement utilisée permet d'enlever efficacement les contaminants de l'huile lubrifiante usagée, et d'obtenir une huile traitée avec des caractéristiques proches de celle d'une huile neuve. Dans l'ensemble, la méthode de traitement à l'acide s'avère très efficace: le taux de rendement de ce produit a été calculé et il est de l'ordre de 68%, et les propriétés obtenues sont les suivantes: la viscosité de l'huile à 70.96°C, le point d'écoulement à -10°C et le point d'éclair 178°C.

Notre contribution ne s'arrête pas dans ces résultats, d'investigations, et des recherches sont en cours pour des objectifs suivants:

- Ces actions doivent débiter par la sensibilisation des acteurs des conséquences néfastes liées à la présence anarchique des huiles usagées dans la nature et aboutir à la mise en place d'une politique de collecte et de traitement.
- Mener des études complémentaires sur le recyclage des huiles usées de différents types et selon la durée d'utilisation dans le moteur.

- Testez les huiles recyclées dans divers magazines pour prouver leur efficacité
- La possibilité d'introduire de nouvelles technologies et moins coûteux lors du recyclage.

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

- Ademe. (2000). Recyclage et valorisation énergétique des huiles usagées.
- Aldarouich. (2005). Stabilité thermique de la fraction aromatique de l'huile brute Safaniya. Paris: l'université paris.
- Amin .N,et al (2009). Mineralogy and physicochemistry of the calys used in the Burulli ulces treatment in Cote d'Ivoire. Cote Divoire.
- Amir, T. R. (2003). Bearing desing in machinery.
- Audibert ., F. (2003). Les huiles usagées:rerafinage et valorisation énergétique. Paris: Technip.
- Audibert, F. (2003). Les huiles usagées:rerafinage et valorisation énergétique.
- Balba . et al (1998). Bioremediation of oil-contaminated soil: microbiological methods for feasibility assesment and field evaluation.
- Bani. (2003). Caractérisation et gestion durable des huiles usagées minirales de la ville d'Abidjan Mémoire de DESS. Université d'Abobo-Adjamé.
- Bennani K. et al (2015). Adsorption of cationic dyes onto Moroccan clay: Application for industrial wastewater treatment. 2483-2500.
- Benoit. (2016). Etude du procédé de CO-Pyrolyse de déchet Plastiques et d'huiles usagées en vue de la production d'un combustible liquide alternatif. Bruxlles: université libre de Bruxlles.
- Benssaada, F. (2002). La Maintenance Industrielle. Office des Publications Universitaires.
- Born .M, et al (1998). Lubrifications et fluides pour l'automobile. Paris: Technip.
- Boukherrouba, s. (2011). étude,caractérisation et mise au point d'un combstible Innovant à base des huiles de vidange. Boumerdes: université M'hamed Bougara de Boumerdes.
- Bououdina, M. (2010). Les huiles usagées en Algérie(produire plus propre) .
- Brika .I, B. (2017). Etude de caractérisation d'une argile et son pouvoir d'adsorption des nitrates. ADRAR.
- Canselier. (2005). Energie et formulation. france: 13, Edition EDP Sciences.
- Castrol. (2006). ABC du graissage-Structure,Utilisation et propriétés des lubrifiants. Switzerland:HC-.
- Chollet. (1974). Le moteur. paris: Spes lausanne-Dundo.
- Chossat, J.-C. (2005). La mesure de la conductivité hydraulique dans les sols.

- Colombano .S, et al (2008). Journée technique d'information et de retour d'expérience de la gestion des sols polluée. In Gouvernemenent de France, ministrère de l'ecologie , du développement durable et de l'énergie .
- Courvoisier, P. (1978). Bases et additifs pour lubrifiants, Frottement usure et lubrification dans l'industrie.
- Daniel, H. (2010). Introduction à la viscosité dynamique et cinématique.
- Denis .j, J. B. (1997). 'Physico-Chimie des Lubrifiants, Analyses et Essais. paris: technip.
- Denis, B. (1997). Physico-Chimie des lubrifiants. Technip: Analyses et essais, Publication de l'institut français du pétrole, ed.Technip.
- DERAFA. (2005). Synthèse et caractérisation de montmorillonique modifiée.
- Dumitru, A. F. (2006). 'Design Aspects of Used Lubricating Oil Rerefining.
- Eduljee, C. (1996). Control of PCDD and PCDF Emissions from Waste Combustors. Chlorinated Organic Micropollutants (eds. Hester R.E and Harrison R.M) RoyalSociety of Chemistry, Cambridge.
- Fahima, M. B. (2011). synthèse d'un additif antoxydant à base d'alkylphénol aminé pour les huiles lubrifiantes algériennes. Boumerdes: université M'hamed bougara de boumerdes.
- Georges. (2000). Frottement, usure et lubrification. Edition Eyrolles, collection Sciences et technique de l'ingénieur.
- Hassanshahina .M, et al (2003). Crude oil biodegradation in the marine Environments.
- Izza, H. (2017). Contribution à l'étude de l'extaction par solvant des aromatiques en vue de l'obtention des huiles lubrifiants. Ouargla: Université de Ouargla.
- J.DENIS, J. B.-C. (1997). physico-chimie des lubrifiants: analyse et essais. paris: édition technip.
- Karelskind, A. (1992). Manuel des corps gras. 1-1565.
- Khanin, G. (2012). Extraction et caractérisation physico-chimique et biologique de. Béjaia: Université Abderrahmane MIRA de Béjaia.
- Khlij .B, et al (2014). Régénération des huiles lubrifiantes usagées par processus de traitement à l'acide. KMIS -MILIANA.
- Kouidri, M. (2008). Extraction et caractérisation physico-chimique de l'huile d'argan provenant d'arbres cultivés dans deux régions de l'algérie. CHLEF: université Hassiba Ben Bouali.
- Laib, I. (2010). Etude de la stabilité à l'oxydation des huiles lubrifiants Algériennes (pour moteur à essence). Boumerdes: Université de Boumerdes.
- Mahoney C.L., B. E. (1962). Polyphenyl Ethers.In SyntheticLubricants.

- MATE. (2010). Vaste Programme de Dépollution Industrielle dans le secteur des ciments. Centre National des Technologies de Production plus propre.
- Mehrez. B, D. A. (2017). Management de la collect des déchets dangereux. Cas des huiles usées des véicules. Tlemcen : Universite Aboubekr Belkaid de Tlemcen.
- Nardello .R, H. T.-M. (2003.). L'actualité chimique, Société Française de chimie.
- Nejjar, K. (2011). Etude de la Réactivité Thermique d'une Huile de Lubrification des Moteurs Diesel. Rabat-Maroc: Faculté des Sciences, 4 Avenue Ibn Batouta.B.P.1014 RP.
- Pirro.D., A. W. (2001). Lubrification fundamentals. Virginia.
- Redfem, P. e. (1984). Data on Hazardous Wastes , Rubber Wastes and Oil Wastes in canada-1983: Final and Appendices reports, préparé pour la Division daGestion des Déchets. canada: Environnement canada.
- Rincon, J. (2005). 'Regeneration of Used Lubricant Oil by Polar Solvent Extraction.
- Rounds, F. (1978). Base oil effects on fatigue lif for additive blends as measure don 4-ball fatigue machine.
- Sari.M.R. (2008). Effets des polluants solides des lubrifiants sur les surfaces des roues dentées. Annaba: Université Badji Mokhtar.
- Scapin, M. (2007). 'Recycling of Used Lubricating Oils by Ionizing.
- Shigeaki .H, et al (1999). Petroleum biodegradation in marine enveronement.
- Sillon. (2003). Les lubrification pour automobiles. Société Français des chimistes l'actualitéchimique.
- Thio Mang, W. D. (2007). lubricants and lubrication. WILEY-VCH.
- Vfsely, V. (1963). Chemistry and Technology of Petroleum I. Bratislava,.
- Zevenhoven, K. (2001). Control of pollution in flue gases and fuel gases.

Annexes

Annexes

Annexe I

Tableau I-1 Les testes effectuées des analyse de l'argile

| Les paramètres | La valeur |
|----------------|-----------|
| pH | 3,6 |
| Humidité | 2,14% |

Caractérisation par FTRIR de l'argile activé par l'acide sulfurique

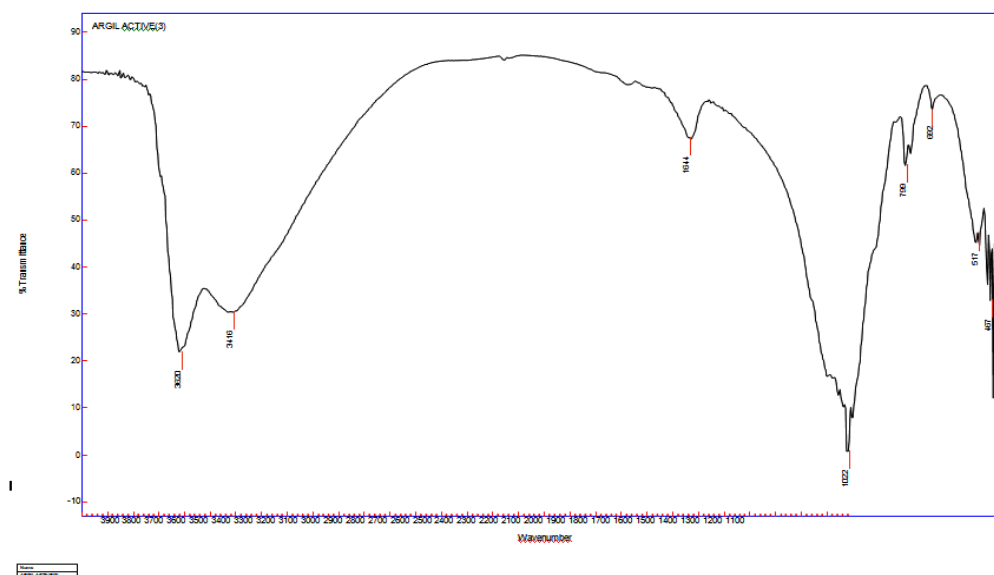


Figure I-1 Le spectre IR de l'argile activé par l'acide sulfurique

- Les bandes des spectres IR de l'argile traitée par l'acide sulfurique sont :
 - Des bandes moins larges situées aux alentours de $3416-3620\text{cm}^{-1}$ qui sont attribuées aux d'élongation des liaisons hydroxyles (VOH).
 - La bande de la plus intense et la plus large située entre $900-1200\text{cm}^{-1}$ et centrée vers 1022cm^{-1} correspond aux vibrations de valence de liaisons Si-O .
 - La bande 799cm^{-1} attribué à la vibration d'élongation de liaisons Al-O-Si.
 - Les bandes centrées à $692-517\text{cm}^{-1}$ sont attribuées respectivement avec vibrations de déformation des liaisons Al-OH-Al et Si-O-Al.

Annexe II

Tableau II-2 Effet du traitement sur Viscosité cinématique

| Viscosité cinématique (mm ² /s) | B(Y) | C(Y) | D(Y) | Meany(Y) | Standard ± |
|--|--------|--------|-------|-----------|------------|
| Huiles neuve | 102,71 | 102.99 | 103.5 | 103.06667 | 0.40054 |
| Huile traitée | 68.69 | 69.71 | 70.96 | 69.78667 | 1.13694 |
| Huile usée | 46.58 | 47.1 | 47.71 | 47.13 | 0.5656 |

Tableau II-3 Effet du traitement sur point d'écoulement

| Point d'écoulement (°C) | B(Y) | C(Y) | D(Y) | Meany(Y) | Standard ± |
|-------------------------|-------|-------|-------|----------|------------|
| Huile neuve | -9.2 | -9.4 | -9.6 | -9.4 | 0.2 |
| Huile traitée | -9.9 | -10 | -10.1 | -10 | 0.1 |
| Huile usée | -11.4 | -11.5 | -11.6 | -11.5 | 0.1 |

Tableau II-4 Effet du traitement sur point d'éclair

| point d'éclair(°C) | B(Y) | C(Y) | D(Y) | Meany(Y) | Standard ± |
|--------------------|------|------|------|----------|------------|
| Huile neuve | 180 | 181 | 182 | 181 | 1 |
| Huile traitée | 178 | 177 | 176 | 177 | 1 |
| Huile usée | 151 | 150 | 149 | 150 | 1 |

Tableau II-5 Effet du traitement sur la densité

| densité(°C) | B(Y) | C(Y) | D(Y) | Meany(Y) | Standard ± |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|-------------------|
| Huile neuve | 0.87 | 0.876 | 0.88 | 0.87533 | 0.00503 |
| Huile traitee | 0.871 | 0.872 | 0.875 | 0.87267 | 0.00208 |
| Huile usée | 0.88 | 0.89 | 0.9 | 0.88333 | 0.00306 |

Tableau II-6 Effet du traitement sur teneur en eau

| Teneur en eau (%) | B(Y) | C(Y) | D(Y) | Meany(Y) | Standard ± |
|------------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|-------------------|
| Huile neuve | 0.10 | 0.11 | 0.12 | 0.11 | 0.01 |
| Huile traitee | 0.40 | 0.41 | 0.42 | 0.41 | 0.01 |
| Huile usée | 0.7 | 0.71 | 0.72 | 0.71 | 0.01 |

