

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique



UNIVERSITE AHMED DRAIA  
ADRAR

جامعة أحمد درايا. أدرار

Année/2022

Faculté des Sciences et de la Technologie  
Département des Sciences de la Matière

Mémoire de fin d'étude, en vue de l'obtention du diplôme de Master en

Chimie

Option : Chimie de l'Environnement

Thème

## Etude prospective pour le recyclage et la valorisation des huiles moteurs usagées

Présenté Par :

*Mlle. Bajine zayda*

*et*

*Mlle. Belilah khawla*

Devant le jury composé de:

**Mr.Nadhir DAMBA**

Président

MCB

Université Ahmed Draia-Adrar

**Mr. Hamza LAKSACI**

Examineur

MCA

Université Ahmed Draia-Adrar

**Mr. Khelifa MEKKI**

Promoteur

MAA

Université Ahmed Draia-Adrar

Année Universitaire 2021/2022

## ملخص

الغرض من هذا العمل هو معرفة مصير زيوت المحركات المستعملة وما إذا كانت لديها آفاق مستقبلية لإعادة التدوير، وما إذا كان علينا إنشاء محطة خاصة لإعادة تدويرها في ولاية أدرار بفضل المعلومات المتحصل عليها من محطة نפטال ، بالإضافة إلى الاستبيان التي أجريناها لبعض محطات غسل وتزيت السيارات.

**الكلمات المفتاحية :** زيوت , المحركات التدوير , نפטال

## Résumé

Le but de ce travail est de connaître la sort des huiles usagées de moteur et si elles ont des perspectives futur à recycler, et si nous possédons d'établir une station spéciale pour les recycler à la Wilaya d'Adrar grâce aux informations que nous avons obtenues auprès de la station de Naftal, en plus des enquête que nous avons mené pour certaines stations de lavage et de lubrification des voitures.

**Mots clés :** Huiles moteur, Recyclage, Naftal

## Abstract

The aim of this work is to know the fate of motor used oils and if it has a future prospects to recycle, and if we can establish a special station to recycle them in the Wilaya of Adrar by the information that we obtained from the Naftal station, in addition to the surveys that we conducted for certain car wash and lubrication stations.

**Keywords:** Motor oils, Recycling, Naftal

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

People's Democratic Republic of Algeria

Ministry of Higher Education and  
Scientific Research  
University Ahmed Draia of Adrar  
The central library



وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
جامعة أحمد دراية- أدرار  
المكتبة المركزية  
مصلحة البحث البليوغرافي

## شهادة الترخيص بالإيداع

انا الأستاذ(ة):مكي خليفة

المشرف مذكرة الماستر الموسومة بـ :

**Etude prospective pour le recyclage et la valorisation des huiles moteurs usagées**

من إنجاز الطالب(ة): باجين زائدة

و الطالب(ة): بليلة خولة

كلية: العلوم و التكنولوجيا

القسم: علوم المادة

التخصص: كيمياء المحيط

تاريخ تقييم / مناقشة: 08 جوان 2022

أشهد ان الطلبة قد قاموا بالتعديلات والتصحيحات المطلوبة من طرف لجنة التقييم / المناقشة، وان المطابقة بين  
النسخة الورقية والإلكترونية استوفت جميع شروطها.  
وإمكانهم إيداع النسخ الورقية (02) والإلكترونية (PDF).

ادرار في : 13 جوان 2022

مساعد رئيس القسم :

امضاء المشرف :

## الإهداء

أهدي هذا العمل المتواضع إلى من أفضلها على نفسي ولم لا وهي  
من ضح لأجلي ولم تدخر جهدا في سبيل إسعادي "أمي الحبيبة"  
إلى من سيطر على ذهني في كل مسلك سلكته في هذه الحياة, صاحب الوجه  
الطيب والأفعال الحسنة الذي لم يبخل عليا طيلة حياته "والدي العزيز"  
إلى أخواتي إلى أصدقائي إلى أساتذتي إلى جميع من وقفوا بجواري  
وساعدوني بكل ما يمكنون.  
أتمنى أن يحوز على إرضائكم.

بليلة حولة



## إهداء

أهدي هذا العمل المتواضع إلى أولئك الذين ضحوا من أجلي و أعضاء وادري .

لمن علموني أن الصبر مفتاح الفرج سيكون شعاري نتيجة سنوات

من التضحيات والحرمان ومن ساعدوني على المضي قدما .

إلى أمي العزيزة قوتي والتربية والأخلاق إلى سر سعادتي وابتسامتي .

والتي سمرت على راحتي ، التي دعمتني بدعائها لتحقيق أهدافي .

إلى أبي الغالي مصدر قوتي وإرادتي الذي دعمني بذمائه وإرشاداته التي

دعمتني لمواصلة دراستي .

إلى أنسي وبهجة حياتي أختي الكرام كل باسمه أخص بالذكر أختي الكبرى

" زينب " التي لم تتركني لوحدي بل ساندتني بكل ما تملك جزاه الله عني

كل خير ، إلى أختي الصغرى أيمن إلى أبناء إخوتي

إلى أعمامي وأخوالي ، عماتي وخالاتي وأولادهم ، وكل أقربائي .

إلى من شاركيني وشاركتما العمل خولة .

إلى كل من شاركني الدعاء من قريب أو بعيد .

إلى كل من أحبهم .



## التشكر

أول من يشكر ويحمد آناء الليل وأطرافه النهار هو الله العلي القهار الأول الآخر  
الظاهر والباطن الذي أغرقنا بنعمه التي لا تحصى وأمدق علينا برزقه الذي لا يفنى  
وأناز دروبنا، فله الحمد والثناء العظيم، هو الذي أنعم علينا إذ أرسل فينا  
عبده محمد صلى الله عليه وسلم بقراءته المبين، فعلمنا ما لم نعلم وحثنا  
على طلب العلم أينما وجد.

لله الحمد والشكر كله أن وفقنا وألهمنا الصبر على المشاق التي واجهتنا  
لإنجاز هذا العمل المتواضع.

الشكر موصول إلى كل معلم أفادنا بعلمه، من أول مرحلة دراسية حتى اللحظة،  
كما نرفع كلمة شكر لأستاذنا المشرفه "مكي خليفة" الذي ساعدنا على إنجاز بحثنا،  
كما نشكر كل من السيد "ب. عمر" و "ه. مهدي" عمال شركة نفطال بأدوار الذين  
لم يبخلوا علينا بمعلوماتهم وإرشاداتهم، وكذا نشكر عمال محطات تبديل الزيوت  
على إجابتهم على أسئلتنا.

كما نشكر كل من مد لنا يد العون من قريب أو بعيد، ونشكر كل أساتذة وعمال  
قسم علوم المادة.

وفي الأخير لا يسعنا إلا أن ندعو الله عز وجل أن يرزقنا السداد والرشاد والعفاف  
والغنى وأن يجعلنا هداة مهتدين.

بجين زايدة

بليلة خولة

## Liste des abréviations

PCDD : Polychlorinated Dibenzodioxins

PCDF : Polychlorinated Dibenzofurans

PCB : Polychlorés Biphényles

CNIDEP : Centre National d'Innovation pour le Développement Durable et l'Environnement dans les Petites

HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

ASTM : American Society for Testing and Materials

TDA : Thermal Deasphalting

BERC: Bartlesville Energy Research Center,

NIPER: National Institute of Pétroleur and Energy Research.

VCFE: Vacuum Cyclon Flash Evaporator

DGD: Direction Générale de la Douane

PACVU : Projet d'Amélioration des Conditions de Vie Urbaine

MECV : Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie

MECV : Modernized Expanded Capacity Vehicle

INSD : Institut National de la Statistique et de la Démographie

## Liste des tableaux

Tableau I.1: Huiles générant des huiles usagées noires .....	8
Tableau I.2 : Huiles générant des huiles usagées claires .....	9
Tableau I.3 : Teneurs en pourcentage en masse en contaminants solides et liquides d'huiles usagées de moteurs à essence et diesel .....	13
Tableau I.4 : teneur en hydrocarbure aromatiques .....	14
Tableau I.5:Eléments venants des additifs .....	16
Tableau I.6 : Métaux d'usure et pollution externe .....	17
Tableau II-1 Composés polluants des huiles usagées. ....	21
Tableau IV.1 : Consommation nationale des huiles moteurs.....	51
Tableau IV.2 : quantités d'huiles moteurs usagées rejetés par les stations des graissages dans la wilaya d'Adrar .....	53

## Liste des figures

Figure I.1 : Evolution de l'oxydation d'une huile en service .....	11
Figure II-1 L'impact des huiles usagées sur l'environnement .....	20
Figure III.1 : Schéma de opération de fabrication des huiles vierges et de traitement des huiles usagées pour la séparer les différents contaminants .....	29
Figure III.2 : Etapes de processus du traitement.....	30
Figure III.3 : Diagramme de processus de traitement des huiles usagées en acide/terre.....	35
Figure III.4 : Diagramme de la technologie BERC ou NIPER .....	38
Figure III.5 : Diagramme de la technologie Viscolube.....	39
Figure IV.1 : l'huile usée en Algérie .....	49
Figure IV.2 Vues d'installations-types de raffinage de produits pétroliers dans le Sud du pays avec annexe de stockage.....	50

## Sommaire

Résumé .....	I
إهداء .....	II
التشكر .....	IV
Liste des abréviations .....	V
Liste des tableaux .....	VI
Liste des figures .....	VI
Introduction générale .....	1

### Chapitre I : Les différents types des huiles usagées

<b>I.1.</b> Généralités sur les lubrifiants .....	4
<b>I.2.</b> Les huiles usagées .....	6
<b>II.2.</b> Définitions .....	7
<b>I.2.1.1.</b> Les huiles noires .....	8
<b>I.2.1.2.</b> Les huiles claires : .....	9
<b>I.2.2.</b> Contaminations des huiles usagées .....	9
<b>I.2.2.1.</b> Contamination liquide .....	10
<b>I.2.2.2.</b> Contamination solide .....	10
<b>I.2.2.3.</b> Le phénomène de dégradation .....	10
<b>I.2.2.4.</b> Le phénomène de contamination .....	11
<b>I.1.</b> Les principaux contaminants .....	14

### Chapitre II : Impact des huiles usagées sur l'environnement

<b>II.1</b> Conséquences de non-récupération des huiles usagées .....	19
<b>II.1.1.</b> Sur le plan environnemental .....	19
<b>II.1.2.</b> Sur le plan santé : .....	21
<b>II.1.5.</b> Sur le plan économique : .....	23
<b>II.1.4.</b> Effets sur l'eau douce ainsi que sur les écosystèmes marins et terrestres.....	23
<b>III.1.5.</b> Effets sur la pollution de l'air .....	24
<b>II.2.</b> Pratiques dangereuses pour la santé et l'environnement .....	24

### Chapitre III : Procédés de recyclages des huiles usagées de moteur

<b>III.1.</b> Analyse de l'huile usagée : .....	27
<b>III.1.1.</b> Test préliminaires au Na OH .....	27
<b>III.1.2.</b> Test de chlore .....	28
<b>III.1.3.</b> Test de la goutte (drop test) .....	28

<b>III.2.</b>	Traitement des huiles usagées .....	28
<b>III.3.</b>	Différents procédés de valorisation des huiles usagées .....	30
<b>III.3.1.</b>	Procédés de conversion des huiles de vidange en combustible .....	30
<b>III.3.2.</b>	Procédé de traitement des huiles usagées en acide/terre. ....	34
<b>III.3.3.</b>	Processus de distillation sous vide et hydrogénation des huiles usagées ....	40
<b>III.3.4.</b>	Procédé de récupération des huiles usées .....	41
Chapitre IV : Les huiles usagées et leurs répartitions en Algérie et en Adrar		
<b>IV.1.</b>	Législation sur les huiles usagées en Algérie.....	44
<b>IV.2.</b>	Les huiles usagées dans le monde .....	46
<b>IV.2.1.</b>	Consommation mondiale .....	47
<b>IV.3.</b>	Les huiles usagées en Algérie .....	48
<b>IV.3.1.</b>	Projet de régénération d'huile .....	49
<b>IV.3.2.</b>	Consommation nationale .....	50
<b>IV.4.</b>	Les huiles usagées à Adrar .....	51
	Conclusion générale .....	55
	Références .....	57
	Annexe .....	60

# **Introduction générale**

## Introduction générale

---

L'huile lubrifiante est un mélange d'hydrocarbures (longues chaînes d'atomes de carbone). Dans ces chaînes d'hydrocarbures, la plupart des molécules d'huile lubrifiante auront, en général, entre vingt-cinq et quarante atomes de carbone. L'huile usagée est habituellement un mélange de différents types d'huiles lubrifiantes qui ont été contaminées ou modifiées chimiquement. Les contaminants les plus communs sont les salissures, les particules de métal, l'huile oxydée, les carburants et l'eau. Des changements chimiques peuvent également se produire quand un ou plusieurs atomes d'hydrogène de la chaîne d'hydrocarbures sont remplacés par de l'oxygène, du soufre, ou d'autres éléments ou molécules. [16]

L'utilisation de lubrifiants, indispensable à tout travail mécanique, génère le plus souvent des huiles usagées. Cependant, dans le cas des lubrifiants dits "à usage perdu", comme par exemple les huiles de chaîne de tronçonneuses, les huiles de moteur, les graisses, les lubrifiants sont entièrement consommés pendant leur utilisation.

Les "huiles usagées" sont des déchets dangereux. Elles ne doivent pas être confondues avec les huiles solubles usagées et autres fluides aqueux d'usinage, les huiles de végétale, les mélanges eaux-hydrocarbures pour lesquels les circuits de collecte et d'élimination sont complètement différents.

Les huiles usagées peuvent contaminer l'eau et le sol et par la suite elles posent un risque élevé pour la santé humaine. Cette huile usée nécessite une gestion appropriée pour en faire un produit à valeur ajoutée en réduisant la quantité de l'huile rejetée, et en réduisant le fardeau environnemental de l'huile usée [17].

Par conséquent, le traitement des huiles usagées a un grand intérêt dans l'élimination de la pollution et la préservation des réserves de pétrole brut. Le recyclage des lubrifiants usagés a été pratiqué à des degrés divers depuis les années 1930 et en particulier au cours de la seconde guerre mondiale, lorsque la rareté des approvisionnements adéquats en pétrole brut pendant le conflit a encouragé la réutilisation de tous les types de matériaux, compris les lubrifiants [1].

De nombreux pays se penchent actuellement sur le problème de la pollution de l'environnement posé par les huiles lubrifiantes usagées.

Aux Etats-Unis, par exemple, environ 2 milliards de gallons d'huiles sont produits

## Introduction générale

---

chaque année [5].

Les huiles usagées sont récupérables et valorisables, peuvent être re-raffinées en huiles de base ou réutilisées comme combustible (source d'énergie).

Le pétrole reste toujours très indispensable non seulement en tant que source de l'énergie mais aussi comme matière première de la chimie (pétrochimie). Plus de cinq cent produits sont obtenus après le raffinage de pétrole brut comme : l'essence, le gasoil, les lubrifiants, le bitume, le kérosène, le gaz, la vaseline, le paraffine, l'encre, des différents solvants etc. ... Certes, le carburant est le sang du moteur car la majorité des machines ou des moteurs est alimentée en ce carburant. Mais ces moteurs ne peuvent pas fonctionner sans l'aide d'un lubrifiant, de plus le rendement du moteur dépend de ce produit. Nous nous sommes intéressés à ce dernier. En service, les huiles sont polluées et après usage elles deviennent inutilisables. La quantité des déchets pétroliers tend de plus en plus à être non négligeable à Madagascar. Après utilisation ces déchets sont, soit rejetés dans la nature soit déversés dans les égouts pour polluer enfin de compte les fleuves ou rivières. Protéger l'environnement, et pour lutter contre le gaspillage de l'énergie et pour exploiter des ressources inutilisées dans ces déchets.

Il nous paraît à cet effet très intéressant de faire, dans un premier temps, une étude prospective de la situation de l'huile usagée provenant des vidanges de moteurs de voitures dans la wilaya d'Adrar. C'est la raison principale du thème de notre mémoire «Etude prospective pour le recyclage et la valorisation des huiles moteurs usagées ».notre mémoire est composé de quatre chapitres:

- La première partie est : Les différents types d'huile usagée
- La deuxième partie est : Impact des huiles usagées sur l'environnement
- La troisième partie : Procédés de recyclages des huiles moteurs usagées.
- la quatrième partie : Les huiles usagées et leurs répartitions en Algérie et à Adrar

# **Chapitre I**

## **Les différents types des huiles usagées**

### I.1. Généralités sur les lubrifiants

Les lubrifiants sont des substances servant à adoucir le frottement de deux pièces mobiles en contact. Les lubrifiants nature les peuvent être :

- liquides ou fluides, comme les huiles organiques et minérales
- consistants, comme les graisses
- solides, comme le graphite

Un bon lubrifiant doit avoir de la consistance ou de la compacité, de la résistance aux acides corrosifs, de la fluidité et offrir un minimum de frottements ou de résistance de tension, des points de combustion et d'inflammation élevés, ainsi qu'une absence d'oxydation et d'encrassement. [7]

Depuis la découverte du pétrole, l'utilisation rationnelle des différentes fractions qui le composent a fortement influencé sur l'environnement, ces utilisations importantes liées à l'accroissement continu de la consommation d'hydrocarbure qui contribué a la détérioration d u milieu naturel par Les rejets gazeux ; telle que CO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> dans l'atmosphère et par la les huiles usée et les condensats dans les mers.

Le lubrifiant du latin « lubucos » signifiant glissement, est un hydrocarbure liquide de couleur claire. Afin de préserver le bon fonctionnement des machines par l'interposée entre les surfaces, il réduit le frottement et contribuer à la protection de l'usure des organes en mouvement. Les lubrifiantes prennent la forme des matières onctueuses, ils sont composés des huiles de base et les additifs dont la nature différant selon l'huiles utilisée et les conditions d'utilisation.

La lubrification est destinée à réduire les frottements entre deux surfaces des pièces en mouvement, en vue des fonctions principale et multiple parmi elles ont peut citer:

- Protections des surfaces métalliques.
- Protections anticorrosion.
- Protections de l'usure et du frottement.

- Transmettre de la chaleur à l'énergie.
- Élimination des résidus et les impuretés.
- Diminution des bruits.
- Améliorer l'étanchéité vis-à-vis des gaz et des liquides.
- Assurer l'isolation électrique [1].

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. Les huiles lubrifiantes sont indispensables pour assurer le bon fonctionnement du moteur, elles sont constituées de 70 à 85% d'huile de base auxquels sont ajoutés de 15 à 25% d'additifs convenablement choisis pour qualifier le lubrifiant à assurer sa fonction. Elles disposent de plusieurs propriétés physico-chimiques qui doivent être préservées, autant que possible, au cours de son utilisation.

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.

Les huiles usées sont classées dans la catégorie des déchets spéciaux dangereux, elles peuvent engendrer une détérioration importante du milieu naturel, qui peut être traduite par une pollution d'eau, du sol et de l'atmosphère.

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 usées récupérées par NAFTAL est de 90 000 tonnes par an, ce qui représente 50% du volume global des lubrifiants [2].

Les huiles lubrifiantes disposent de plusieurs propriétés physico-chimiques qui doivent être préservées, autant que possible, au cours de son utilisation.

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, 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.

Les huiles usagées sont classées dans la catégorie des déchets spéciaux dangereux, et les peuvent engendrer une détérioration importante du milieu naturel, qui peut être traduit par une pollution d'eau, du sol et de l'atmosphère. 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 [3].

## **I.2. Les huiles usagées**

D'une manière générale, toutes huiles ayant servi dans un processus de transformation et destinée à l'abandon du fait de la perte de ces propriétés physico-chimiques de base est désignées par le terme « huiles usées ». On distingue :

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

Et des huiles usées industrielles provenant des moteurs, des industries, des transformateurs, des circuits hydrauliques et des turbines. Les huiles objets de notre étude sont celles de la seconde catégorie.

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 ; elles incluent les huiles lubrifiantes, les huiles hydrauliques, les huiles pour le travail des métaux et les liquides isolants ou caloporteurs. » Tout comme l'Algérie, la réglementation française utilise la terminologie « huiles usagées » tandis que celle canadienne utilise « huiles usées » C'est la terminologie issue de la réglementation béninoise qui sera employée dans le document [4].

### I.2.1. Définitions

Une huile usagée est une huile d'origine industrielle ou non, destinée à la lubrification et à d'autres applications, qui, après utilisation, devient contaminée. Ses propriétés altérées, elle ne peut continuer à remplir sa tâche convenablement.

C'est le cas des lubrifiants de moteur, des liquides hydrauliques, des liquides servant à travailler le métal, des fluides isolants et des liquides de refroidissement.

La composition d'une huile usagée, celle des moteurs par exemple, est donc très variable et difficile à définir. Elle dépend entre autres, du temps d'utilisation de l'huile, des additifs qu'elle contenait et du type de moteur employé.

De plus, lors de la récupération, les différentes sortes d'huiles usagées sont souvent mélangées, ce qui en rend davantage complexe la composition, et nécessite l'attention des recycleurs [1].

Les huiles de vidanges sont des huiles usagées de moteur générées lors des opérations de vidanges et d'entretien des véhicules. Les huiles usagées sont générées par l'utilisation de lubrifiants « moteurs », hydrauliques ou la préparation de métaux. Les lubrifiants dits « industriels », utilisés dans des secteurs d'activités très divers (industrie, agriculture, transports, et services techniques des collectivités) ont cinq applications principales :

- le circuit hydraulique,
- la turbine,
- l'isolation,
- la trempe des métaux,
- les fluides caloporteurs.

Deux catégories principales d'huiles usagées peuvent être distinguées [6]

### I.2.1.1. Les huiles noires

Qui comprennent les huiles de moteurs 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).

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.

Le traitement de ces huiles noires est plus difficile et complexe, à cause de leur forte dégradation et la présence de contaminants. Les huiles noires sont récupérables par des prestataires spécialisés dans des lieux dédiés, pour produire de l'huile de base destinée à la lubrification des moteurs, ou pour incinérées en cimenterie et autres matières [5].

**Tableau I.1: Huiles générant des huiles usagées noires**

Origine	Spécificité
Automobile	Toutes huiles finies pour moteurs essences y compris les huiles dites mixtes. Huiles pour moteurs Diesel dites tourisme. Huiles pour moteurs Diesel, pour les véhicules utilitaires y compris pour marine. Huiles multifonctionnelles. Huiles pour transmissions automatiques .Huiles pour engrenages automobiles.
Industrielle	Tous fluides caloporteurs. Huiles pour le traitement thermique. Huiles pour compresseurs frigorifique. Huiles pour compresseurs d'air à gaz. Huiles pour engrenages industriels.
Aviation	Huiles pour moteurs d'avions

### I.2.1.2. Les huiles claires

- qui proviennent des transformateurs, des circuits hydrauliques et des turbines. Elles sont peu contaminées et chargées en général d'eau et de particules
- Sont les huiles industrielle, elles sont peu détériorées, donc facile à valoriser sous forme de matière ou récupéré sous forme d'une huile de base [5].

**Tableau I.2 : Huiles générant des huiles usagées claires**

Origine	Spécificité
Industrielle	Huiles pour mouvements Huiles pour turbines. Huiles pour transmissions hydrauliques. Huiles pour isolante pour transformateurs Huiles non solubles pour le travail des métaux
Industrielle / Automobile	Huile pour amortisseurs

### I.2.2 Contaminations des huiles usagées

Les huiles usées sont toutes les huiles à base de pétrole ou des huiles synthétiques qui ont déjà servi. Pendant son utilisation, l'huile peut devenir contaminée par de l'eau, des produits chimiques, des particules métalliques et des souillures, ce qui mène à une dégradation de ses propriétés et à la nécessité de la remplacer par une huile neuve.

Les huiles neuves sont des mélanges d'une huile de base (minérale ou synthétique) et des additifs (15 –25%). La nature de l'huile de base et des additifs détermine la possibilité de régénération et la possibilité de former des PCDD/PCDF dans les raffineries d'huiles usées.

### **I.2.2.1. Contamination liquide**

La plus souvent constaté est l'eau, d'où elle est la plus destructrice pouvons-nous trouver dans l'huile, elle est attaquée par une augmentation de température. L'eau peut provoquer l'oxydation, et diminuer la viscosité, et la corrosion des surfaces métalliques. et comme elle peut même prévenir une condensation à l'intérieur du moteur à basse température. La dilution sévère qui baisse la concentration des additifs et leurs efficacités, et de leurs tours provoquent la diminution de la viscosité en fonction de la distance parcourus. [5]

### **I.2.2.2. Contamination solide**

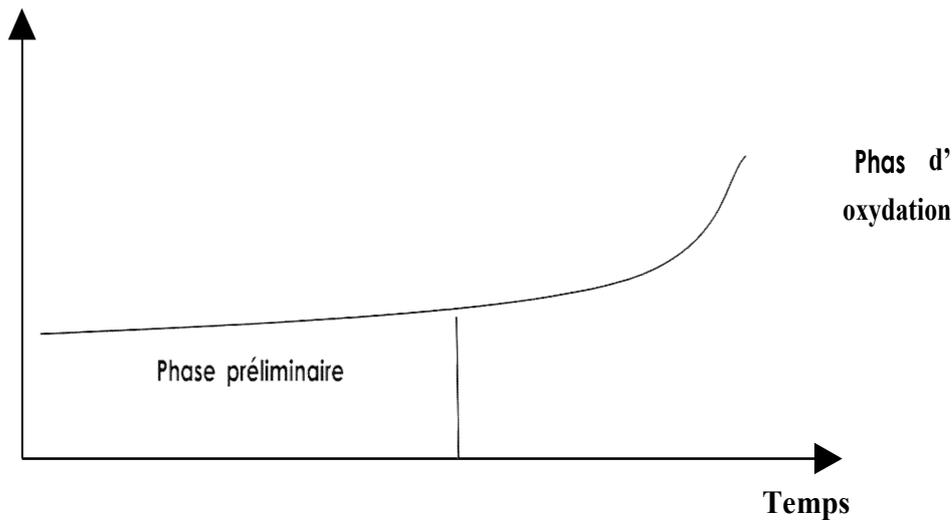
Les contaminants provenant des frottements des éléments mobiles en formants des particules d'usures.

- L'étanchéité insuffisante.
- Poussières atmosphériques lors de l'ouverture du réservoir pendant la vidange ou contrôler le niveau de l'huile.
- Les résidus de combustion qui provoquent l'usure, et l'influence des suies [5].

### **I.2.2.3. Le phénomène de dégradation**

**Causes** : La dégradation est le résultat d'une oxydation d'un lubrifiant sous l'effet de la température et de l'oxygène de l'air. Les particules métalliques provenant de l'usure de moteur ou des installations électriques vont se comporter au cours de la lubrification comme des catalyseurs de cette réaction d'oxydation [7].

On peut suivre l'évolution de la cinétique de cette réaction d'oxydation par la variation de l'indice d'acide de l'huile lubrifiante en fonction de temps. Cette oxydation se fait en deux phases :

**Indice d'acide**

**Figure I.1 : Evolution de l'oxydation d'une huile en service**

- une phase préliminaire qui est une phase d'oxydation avancée
- Au cours de la deuxième phase, la dégradation de l'huile n'est pas évidente L'effet de cette oxydation est multiple : Altération des caractéristiques physiques des lubrifiants ;
- Formation des boues, de vernis et de dépôts susceptibles de bloquer le passage l'huile dans les canalisations de distribution de l'huile ;
- Risques de corrosion.

#### **I.2.2.4. Le phénomène de contamination**

L'utilisation des huiles lubrifiantes peut entraîner des phénomènes de contamination d'autres éléments en contact avec l'usure de la machine.

L'eau de refroidissement va avoir des éléments chimiques indésirables donc elle sera impure. [7]

Les effets de contamination sont matérialisés par les faits suivants :

- Les particules solides non miscibles aux lubrifiants risquent de provoquer de l'usure (par abrasion)
- Les contaminants solubles (solvants organiques et hydrocarbures) et non solubles telle l'eau, altèrent les propriétés physiques l'huile.

Parmi les contaminants des huiles lubrifiantes ; on peut citer :

#### **Des impuretés et des poussières de l'atmosphère**

Elles s'introduisent dans la moteur en fonction par l'admission (cas de filtre à air inefficace ou inexistant), les reniflards, la jauge d'huile, les joints de collecteur d'admission

non étanches, l'huile et le carburant (en cas de souillure avant usage par manque de précaution en cours de manipulation ou de stockage)

**a) De l'eau :** elle provient de condensation à l'intérieur des moteurs (par suite de fonctionnement de température insuffisante), de la respiration des carters, surtout dans les cas d'atmosphère chargée d'humidité (du fait de variation de pression en marche et des appels d'air à l'arrêt), de fuite aux joints de culasse, aux joints de chemises humides, de blocs cylindriques (ces fuites sont parfois très faibles et difficiles à détecter).

Les fuites de mélange eau et antigel sont encore plus nocives que l'eau seule.

Des abrasifs divers comprenant :

- Le sable de fonderie qui a pu rester dans les pièces depuis la coulée
- Les produits de rodage des soupapes, utilisés sous forme de pâtes ou de suspensions solides ;
- Les poussières et copeaux métalliques provenant d'opérations d'usinage ;
- Les produits utilisés pour le sablage des bougies ;
- Les particules employées pour les grenailages, après démoulage des pièces de fonderie.

**b) Du carbone :** il résulte du passage des produits de combustion du carburant dans l'huile de carter. Cette pollution peut atteindre des valeurs très importantes, surtout dans les cas de moteurs Diesel fonctionnant, en surcharge, avec filtres à air encrassés (réduction de la qualité d'air nécessaire à la combustion), avec des injecteurs et des propres d'injection déréglés ou usés, etc.

Le carbone ou suie est à l'origine des dépôts trouvés dans les moteurs.

**c) Des sels de plomb :** ils proviennent de la combustion des essences éthyles.

**d) Des carburants et combustibles :** ils s'introduisent dans l'huile par l'effet de la dilution (défaut de circuit d'alimentation, mauvaise combustion, fonctionnement du moteur à froid ; etc....) ;

**e) Des produits divers :** peinture ou revêtements internes des moteurs, débris des chiffons de nettoyage, pâte à joint, produits chimiques de nettoyage, etc....

Un autre groupe de contaminants est représenté par les produits d'usure des moteurs, qui peuvent être :

- Du fer, en provenance des pièces en fonte et en acier ;

- Du cuivre, de l'étain et du plomb, résultant plus communément de l'usure des coussinets et des paliers ;
- Du chrome, dans le cas d'utilisation de segments et de portées chromés, ou d'eau de refroidissement additionnée de bichromate de soude ;
- De l'aluminium, dû à l'usure des pistons ;
- Et d'autres métaux divers.

D'après de nombreuses analyses effectuées au cours de la surveillance du graissage de moteur en service, les teneurs en carburants solides et liquides d'huiles détergentes usagées, de moteurs à essence et diesel du type automobile, évoluent dans les limites indiquées dans le tableau suivant :

**Tableau I.3 : Teneurs en pourcentage en masse en contaminants solides et liquides d'huiles usagées de moteurs à essence et diesel**

Teneur en contaminants	Moteurs diesel % de l'huile	Moteurs à essence % de l'huile
Carbone	1 à 5	0.5 à 0.2
Abrasifs	0.05 à 0.20	0.05 à 0.20
Composés de plomb	Néant	0.05 à 0.20
Eau	0.2 à 0.5	0.2 à 0.5
Produis d'altération	Traces à 0.5	Traces à 0.5
Carburant ou combustible	De 1 à 5	De 1 à plus de 10

A l'exclusion du carburant et de l'eau, éléments malheureusement peu « filtrables », les autres à éliminer d'une huile usagée représentent 2 à 10% du poids de l'huile. En absence d'une filtration d'huile, une valeur assez moyenne de pollution pour des huiles usagées de moteurs à essence est de 8 à 10g/l des produits divers dont la calcination donne 2 à 2.5g/l de cendres constituées par des produits métalliques.

Les dimensions des contaminants solides dans les huiles sont évidemment très variables ; la majorité a une grosseur de l'ordre de 5 $\mu$ . Pour les carbones ou suie, les dimensions évoluent dans des limites étroites, tant que ces produits restent dispersés dans l'huile, soit de 0,1 à 2  $\mu$ .

### I.3 Principaux contaminants

Après l'utilisation de l'huile, lorsque celle-ci est considérée comme de l'huile usée, ses constituants polluants peuvent être ; [6]

- **PCB**

Les biphényles polychlorés, ou 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 biphényles polychlorés étaient utilisés comme plastifiants, dans les fluides hydrauliques, les lubrifiants et les composés de scellement, et aussi comme isolants dans les transformateurs et condensateurs électriques. Un de leur principal usage fut comme fluide diélectrique dans les transformateurs et les condensateurs. Parmi les articles communs qui contiennent des BPC, il y a les

Plastiques, les papiers d'emballage, les papiers carbonés, les encres d'imprimerie, les peintures et les pneumatiques.

Selon les Règlements sur les matières dangereuses, la concentration maximale en biphényles polychlorés dans une huile usée utilisée à des fins

Énergétiques, dans des chaudières ou fours industriels ne doit pas excéder 50 mg/kg et 3 mg/kg pour toute autre installation.

**Tableau I.4 : teneur en hydrocarbure aromatiques**

Polluants	Exemples	Sources
Hydrocarbures aromatiques	polynucléaires	Pétrole – base lubrifiante
Hydrocarbures aromatiques mononucléaires	Alkylbenzènes	Pétrole – base lubrifiante
Hydrocarbures aromatiques di-nucléaires	Naphtalènes	Pétrole – base lubrifiante

- **Les halogènes**

Les halogènes font partie d'une famille d'éléments comprenant le fluor, le chlore, le brome, l'iode et l'astate, le chlore, le brome et le fluor étant largement utilisés dans la synthèse

de produits organiques. Les composés organiques halogénés sont employés dans presque tous les secteurs de l'industrie et le soufre se retrouve dans les produits dérivés du pétrole.

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 qui, lorsque 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 1000 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.

- **Les métaux**

Les principales émissions dans l'environnement de métaux proviennent de l'industrie minière et métallurgique. L'ingestion des métaux par l'homme peut être à l'origine d'empoisonnements aigus ou chroniques.

La voie gastro-intestinale, le système nerveux, le système cardio-vasculaire, l'appareil respiratoire et la peau sont les principaux systèmes affectés par l'exposition chronique de certains métaux.

La présence de métaux sur les particules contenues dans l'air peut être liée à l'industrialisation. Les principales sources de métaux dans l'environnement sont les émissions de l'industrie sidérurgique et des industries connexes, des émissions d'automobiles et des usines produisant de l'énergie à partir de la combustion du charbon. L'ingestion d'une grande quantité des métaux tels le cadmium, chrome, cobalt, cuivre, fer, magnésium, manganèse, nickel, plomb, vanadium et zinc peut provoquer des troubles du système nerveux, du système respiratoire et du système sanguin et peut même être mortelle pour certains animaux.

**Tableau I.5: Eléments venants des additifs**

Eléments	Concentrations habituelles totales ppm	Composés d'origines	Additifs d'origine
Al	5 à 30	Stéarates ou hydroxystéarates	Graisse
Ca	2000 à 3000	sulfonâtes, phénates, salicylates, savons de calcium,	Additifs détergents et antioxydants inhibiteurs de corrosion, graisse
Cl	300 à 600	Paraffines chlorées, PCB	Agents anti usure, fluides hydrauliques isolants, caloporteurs, huiles extrêmes Pression
B	75 à 100	Borax ou esters, borates, acide borique	Additifs anti usure, extrême pression antioxydant dispersant, réducteur de frottement
Cu	25 à 40	Dithiophosphates, naphthénates	Additifs antioxydants, anti usure
Mg	100 à 300	Sulfonâtes, phénates, salicylates	Additifs détergents, inhibiteurs
N	700 à 900	Succin imides, amines, polyurie	Additifs dispersants, antioxydants, graisse
Na	50 à 100	Sulfonâtes, stéarates	Additifs antirouille, savon de graisse
P	800 à 1200	Phosphates, phosphonates, phosphites, Dithiophosphates	Additifs anti usure, antioxydants, anticorrosion
Pb		Dithiophosphates, naphthénates	Additifs extrême pression, savon de graisse
S%	0.7 à 0.9	Phénates sulfure, sulfonâtes, Dithiophosphates thiophosphonates, dithiocarbamates,	Additifs détergents, anti usure, additifs, extrême pression, antioxydants

**Tableau I.6 : Métaux d'usure et pollution externe**

Eléments	Ppm	Provenance
Al		Usure piston et coussinets Al-Sb
Ca		Poussières atmosphériques, eau dure du circuit de Refroidissement
Fe	10 à 100	Usure et corrosion des aciers et des fontes
B		Inhibiteurs de corrosion provenant de l'eau de Refroidissement
Cu		Usure et corrosion des coussinets et des métaux cuivreux
Mg		Usures et corrosion des alliages légers au Mg
Ni	3 à 5	Usure et corrosion de certaines fontes et aciers alliés
Na		Présence sous forme Na Cl
P		Usure et corrosion des fontes à chemises et à segments
Pb		Dilution par le carburant, usure et corrosion de revêtements de coussinets
Si		Poussières atmosphériques, usure et corrosion de saciers sillicités, anticorrosifs de l'eau de refroidissement.

- **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 dû 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.

# **Chapitre II**

## **Impact des huiles usagées sur l'environnement**

## II.1 Conséquences de non-récupération des huiles usagées

Les huiles usagées présentent un réel danger pour l'environnement et pour l'être humain. Elles sont considérées comme des éléments polluants du fait de la vaste utilisation des lubrifiants à travers le monde. [1]

Les huiles usagées sont classées en tant que déchets dangereux. Une gestion inappropriée des huiles usagées peut avoir des effets significatifs à la fois sur la santé et sur l'environnement. Ces effets peuvent être les suivants. [10]

### II.1.1. Sur le plan environnemental

Un impact sur l'environnement peut se définir comme « l'effet pendant un temps donné et dans un espace défini, d'une activité humaine sur une composante de l'environnement pris dans son sens large en comparaison de la situation probable advenant de la non-réalisation du projet. ». Cette définition nécessite d'être détaillée sur certains points. Tout d'abord, à propos de la terminologie.

Les termes « impact » et « effet » sont parfois utilisés comme synonymes. Nous définissons l'effet comme un événement qui est la conséquence objective de l'action envisagée (par ex, l'émission de x kg de CO<sub>2</sub>). L'impact est la transposition subjective de cet événement sur une échelle de valeurs : il est le résultat d'une comparaison entre deux états : un état envisagé et un état de référence.

On dira donc qu'un impact est un effet jugé négativement

Les effluents graisseux peuvent avoir un impact différent selon le lieu où ils se trouvent, c'est à dire :

- Soit dans l'enceinte de l'établissement privé (émission) ;
- Soit dans les égouts privés et publics (transport) ;
- Soit dans le milieu naturel ou la station d'épuration collective (réception) (CNIDEP).

Certaines personnes se débarrassent de leurs huiles dans les canalisations en les jetant dans les éviers, les WC ou les égouts.

Ce geste comporte trois conséquences négatives :

- Un, la personne qui jette son huile risque de boucher ses propres canalisations puisque les graisses se figent ;
- Deux, les dépôts graisseux créent des zones anaérobies conduisant à des effets néfastes ;
- Trois, si elles arrivent jusqu'aux égouts, les huiles finiront dans une station d'épuration des eaux usées et compliqueront très fort son fonctionnement ou pollueront des cours d'eau [8].

- 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. [3]



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

Les huiles usées ne sont pas biodégradables :

- Les huiles usagées peuvent contaminer les biotopes aquatiques et les détruire
- L'huile usagée rejetée à l'égout peut endommager les équipements des stations de traitement de l'eau
- Répandues sur les sols, elles polluent les nappes phréatiques et rendent les sols infertiles
- Leur élimination par brûlage non contrôlé pollue l'atmosphère avec ré-largage de métaux lourds. [9]

### II.1.2. Sur le plan 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, 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), (NO<sub>2</sub>), (H<sub>2</sub>S), (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 cancérigènes sur la prostate et les poumons, dû à la présence de métaux comme le plomb, le cadmium le manganèse, etc. [3]

**Tableau II-1 Composés polluants des huiles usagées.**

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

Une intoxication par inhalation ou ingestion massive d'huile, la consommation de certains animaux marins (poisson, crustacés, coquillages), qui ont été en contact avec les huiles usagées peut être dangereuse pour l'homme par effet de consommation :

- L'huile usagée est cancérigène, elle contient des métaux lourds et des dérivés chlorés
- Les huiles usagées sont classées dans la catégorie des déchets dangereux. [9]

L'huile à moteur usagée éliminée de façon inadéquate risque de nuire à l'environnement par :

- La combustion non contrôlée.
- La mise en décharge.
- L'élimination au sol.
- Les égouts.

L'épandage d'huile usagée sur les routes pour contrer la poussière Impact environnemental des huiles usées sont des pratiques à éviter. [4]

Outre la teneur en hydrocarbures et en additifs (métaux, détergents, etc.) dans l'huile de lubrification, l'huile de carter moteur usagée contient des polluants qui s'accumulent durant le fonctionnement du moteur. Les sources de pollution comprennent des produits de décomposition d'additifs tels que baryum, zinc et particules de métaux lourds venant de l'usure des moteurs telles que plomb, arsenic, nickel, cadmium, cuivre, fer, magnésium, silicium et étain.

Il convient d'accorder une attention particulière aux métaux lourds présents dans les huiles usagées en raison de leurs fortes concentrations et de leur toxicité pour les humains, la faune et la flore.

En cas d'ingestion ou d'exposition cutanée prolongée, il est assez évident qu'il s'ensuit des effets importants pour la santé. En effet, tous ces composés, notamment les métaux lourds, sont extrêmement toxiques pour les organismes.

De plus, la concentration en hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) augmente fortement en raison de la combustion de l'huile de lubrification et du carburant dans les cylindres des moteurs. La concentration en HAP augmente dans le carter des moteurs au fil du temps. Toute manipulation incorrecte d'huiles usagées risque donc d'exposer des personnes à l'inhalation de hauts niveaux de HAP. De plus, le traitement et le recyclage des huiles usagées avec des niveaux de HAP élevés peut occasionner, de la même façon, de fortes expositions aux HAP des ouvriers et manipulateurs.

Une exposition supplémentaire aux HAP présents dans les huiles de moteur usagées peut également se produire par contact cutané pendant une vidange ou pendant une manipulation d'huile usagée dans tout autre but. Les HAP tels que le benzopyrène sont bien connus pour être fortement cancérigènes et mutagènes.

De plus, il peut également s'accumuler dans l'huile d'autres polluants tels que carburant, antigel, particules métalliques d'usure, oxydes métalliques et produits de

combustions susceptibles d'être nocifs pour la santé. [10]

### II.1.3 Le plan économique

A partir d'une quantité des huiles usées on peut récupérer deux tiers par la régénération par ce que l'huile contaminée constitue une ressource à exploiter dans ce cadre on peut diminuer les dépenses pour l'huile vierge. [1]

### II.1.4. Effets sur l'eau douce ainsi que sur les écosystèmes marins et terrestres

La pollution chronique due aux huiles usagées provenant du trafic automobile et de l'activité industrielle atteint des millions de tonnes chaque année. La pollution des huiles lubrifiantes peut porter atteinte aux sols, aux environnements aquatiques et à l'approvisionnement en eau. En cas de fuite ou de déversement d'huiles, de mauvaise gestion ou de mauvais recyclage, celles-ci peuvent, entraînées par les eaux de ruissellement ou déversées directement dans l'eau ou sur le sol, atteindre les cours d'eau et avoir des effets néfastes sur la santé environnementale de ses écosystèmes. Lorsque de l'huile est versée dans l'eau, elle forme une couche superficielle qui empêche l'oxygénation de l'eau et provoque la suffocation puis la mort des organismes vivants présents dans l'eau. Quatre litres d'huile usagée peuvent générer une surface de pollution de 4000 m<sup>2</sup> sur l'eau. De même, on trouve habituellement des hydrocarbures dans les sédiments aquatiques, qu'il est possible d'associer à l'huile des carters de moteurs. De l'huile usagée répandue peut également provoquer de fortes concentrations de HAP dans les zones humides, rivières, baies, océans, eaux souterraines et sédiments. Le fait de déverser de l'huile usagée dans les cours d'eau peut avoir un effet négatif sur les poissons et les micro-invertébrés benthiques, voire provoquer la mort de nombreux poissons et d'autres catégories de faune.

En cas de déversement d'huile dans l'eau, les êtres humains et les animaux peuvent être exposés par contact direct, ingestion, inhalation ou absorption. Au fur et à mesure que les éléments dissolvent l'huile, sa composition subit des modifications physiques et chimiques, différents processus pouvant intervenir simultanément. L'huile usagée peut se répandre à la surface de l'eau par advection : sous l'influence des vents et des courants, elle ne se répand pas uniformément, augmentant ainsi la surface contaminée et le risque d'exposition des êtres humains et des écosystèmes.

En outre, certains composants légers ou moyennement lourds peuvent s'évaporer dans l'air, ce qui modifie la composition de l'huile. Une dissolution est également possible, dans la mesure où certains des composants les plus légers se dissolvent dans la colonne d'eau. Une dispersion naturelle, une émulsification, une photo - oxydation, une sédimentation, un

échouement sur les côtes et une biodégradation sont aussi envisageables, modifiant encore davantage les propriétés chimiques et physiques des huiles. Lorsque de l'huile est déversée sur le sol, elle détériore et pollue le sous-sol, pour finir dans les eaux souterraines et les aquifères situés plus en profondeur. Le déversement d'huiles usagées sur le sol peut largement compromettre l'exploitation future des sols, notamment à des fins d'urbanisation, de production agricole ou d'activités de loisir. Les sols pollués peuvent s'avérer impropres à ses activités si des mesures de dépollution coûteuses ne sont pas mises en œuvre.

Les huiles usagées se diffusent doucement jusqu'à atteindre les eaux souterraines et les aquifères, et donc remonter dans les puits et les forages. Si l'eau polluée est utilisée pour l'alimentation en eau ou l'irrigation, ceci peut alors entraîner un risque élevé pour les êtres humains, les écosystèmes et les systèmes agricoles, introduisant des polluants dans la chaîne alimentaire et l'eau courante. [10]

#### **II.1.5. Effets sur la pollution de l'air**

La pollution par les huiles usagées peut aussi nuire à l'atmosphère lorsque des déchets d'huile sont brûlés sans prendre des mesures de filtrage de haut niveau technologique. On a calculé que 5 litres d'huiles usagées brûlés polluent l'air qu'une personne respire pendant trois ans. Lorsqu'on brûle de l'huile usagée sans prendre des mesures de filtrage de haut niveau technologique, des gaz toxiques et des particules de poussières métalliques dangereuses sont produits en raison de la présence de métaux lourds et d'autres composés organiques tels que soufre, chlore et hydrocarbures aromatiques.

La forte concentration de métaux (y compris les métaux lourds) contenue dans les huiles usagées, tels que plomb, arsenic, nickel, cadmium, zinc, chrome, cuivre et magnésium peut être très toxique pour les systèmes écologiques et pour la santé. Ces éléments sont émis par les cheminées d'incinérateurs, de fours ou de chaudières non contrôlés. De plus, si d'autres polluants comme des PCB sont présents dans les huiles usagées, la pollution de l'air peut être encore plus dangereuse, générant des dioxines et autres sous-produits cancérigènes. [10]

#### **II.2. Pratiques dangereuses pour la santé et l'environnement**

Il est recommandé que les huiles usagées, en tant que déchets dangereux, ne soient gérées que par des gestionnaires des déchets autorisés. Il est recommandé que des campagnes de contrôle de l'application des prescriptions soient mises en place afin de détecter les pratiques interdites. [10]

### **Comment traiter les huiles usagées**

Ces huiles usagées ne peuvent être déversées dans les canalisations ni être jetées avec les ordures ménagères, leur traitement préconise une démarche particulière;

- D'abord, les trier et les stocker: il est recommandé aux détenteurs des huiles usagées de les récupérer et les stocker, dans des futs étanches fermés isolés (double parois) et identifiés et ne pas mélanger les huiles usagées avec d'autres produits tout en séparant les huiles noires des huiles claires,
- Ensuite, les collecter et les transporter : la collecte de ces huiles usagées doit être assurée par une personne physique ou morale spécialisée et ayant obtenu un agrément valable afin de les transporter vers des unités de traitement et recyclage qui sont des entreprises spécialisées et agréées par le ministère chargé de l'environnement. [11]

# **Chapitre III**

## **Procédés de recyclages des huiles usagées de moteur**

Dans ce chapitre, nous aborderons les techniques de traitement des huiles moteur usagées après analyse de l'huile et connaissance des types d'impuretés qu'elle contient.

### III.1. Analyse de l'huile usagée

Les huiles usagées sont collectées de plusieurs sources. Il est donc nécessaire que le contenu de chaque camion livrant l'huile usagée, soit contrôlé et analysé. [1]

Pour un contrôle initial des huiles usagées, les tests de qualité suivants sont obligatoirement effectués :

1. Test de gout (drop test)
2. Test des acides grass (fat test)
3. Chlore test
4. Détermination de la teneur en eau

#### III.1.1. Test préliminaires au Na OH

##### Mode opératoire

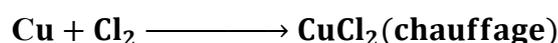
- Introduire dans un tube à essai : (trois pastilles de soude + trois millilitres d'échantillon)
- Chauffer au moyen d'un bec bunsen jusqu'à évaporation complète de l'eau
- Refroidir le tube à essai jusqu'à la température ambiante

##### Interprétation :

- Si le contenu du tube devient solide, le résultat est un « manque ». L'huile est non régénérable.
- Si le contenu du tube reste fluide ou devient un gel le résultat est un « passe ». L'huile est régénérable.

#### III.1.2. Test de chlore

Ce test permet d'indiquer d'une manière qualitative si des polluants chimiques indésirables (dérivés chlorés P.C.B etc.....) sont présents dans l'huile usagée. Le principe du test consiste à chauffer à la flamme un fil de cuivre recouvert d'huile usagée. La présence du chlore est détectée par la couleur verte de la flamme due à la formation de chlorure de cuivre qui est volatil.



##### Mode opératoire :

- Chauffer un fil de cuivre à la flamme d'un bec bunsen
- Introduire le fil de cuivre réchauffé dans l'échantillon

- Mettre le fil de cuivre de nouveau dans la flamme

### **Interprétation**

- Absence de flamme verte indique que le test est négatif : huile est régénérable. Dans ce cas du chlore est probablement présent comme un solvant à basse température d'ébullition (ex : le dichloroéthylène ; chloroéthylène...). Cependant il est nécessaire de déterminer et doser la présence éventuelle du P.C.B avant toute décision.
- Une flamme verte indique la présence de chlore. Le test est positif. Dans ce cas une analyse plus approfondie est indispensable, pour la détection et le dosage éventuel P.C.B. Il faut aussi effectuer une distillation sous vide (ASTM d1100) de l'huile usagée, et le teste de chlore sur le distillat de la d.1100 est également positif si chlore est présent comme hydrocarbure chloré. L'huile est non régénérable.

### **III.1.3. Test de la goutte (drop test)**

Ce test est basé sur le principe de chromatographie sur papier. Suivant le type contaminant, le taux d'absorption sur le papier filtre est différent. Le fuel oil présentera des propriétés d'absorption/désorption différentes de cette huile de graissage.

### **Mode opératoire**

- ✓ Bien homogénéiser l'échantillon à analyser
- ✓ Introduire une tige en verre et bien agiter
- ✓ Laisser s'égoutter et faire tomber la troisième goutte sur un papier filtre
- ✓ Laisser la tache se développer 24 heures

### **Interprétation**

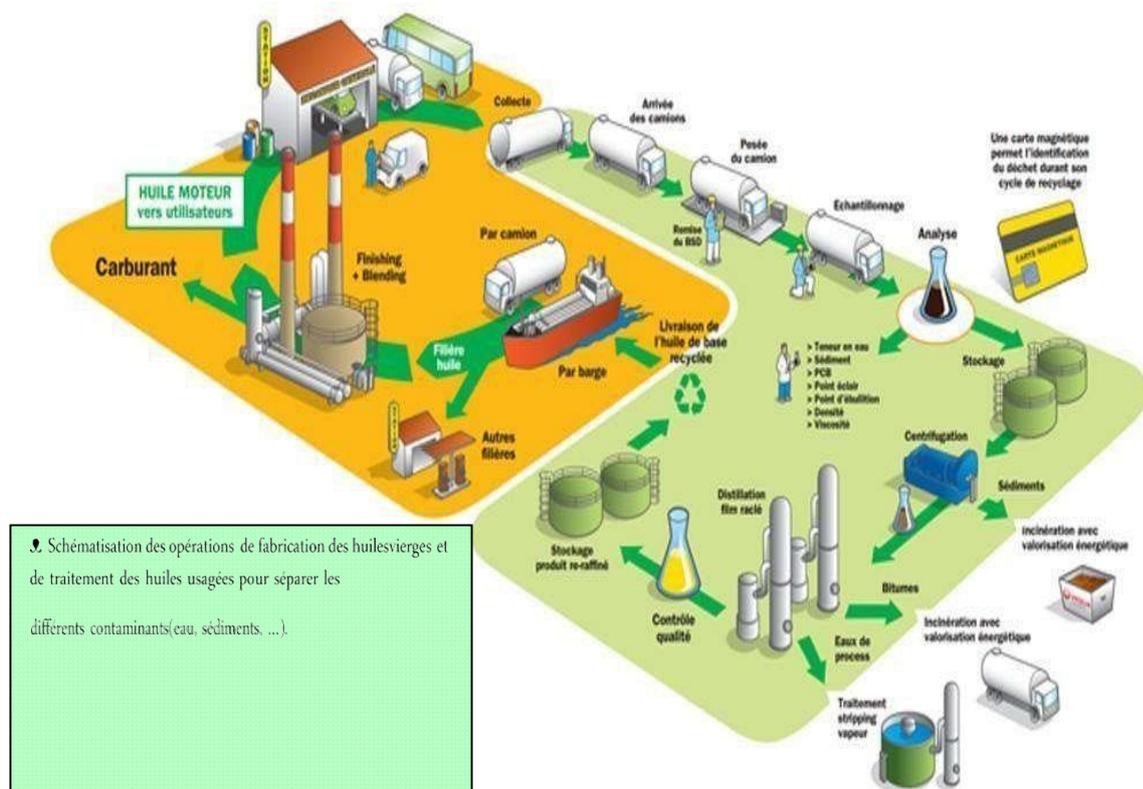
Une tache centrale noire indique la présence de résidus de fuel oil. Une telle huile ne convient pas pour le re-raffinage REFUSEE, l'huile est rejetée

## **III.2. Traitement des huiles usagées**

Le traitement est réalisé sur des quantités d'une huile usée recueillies à partir des stations de vidange. La figure 1 montre les principales étapes du processus de ce traitement. Avant de soumettre l'huile usée à un traitement à l'acide, 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 entonnoir muni d'un papier filtre placé sur ce dernier, ensuite une pompe à vide est reliée à un ballon de filtration dans lequel l'entonnoir est fixé à

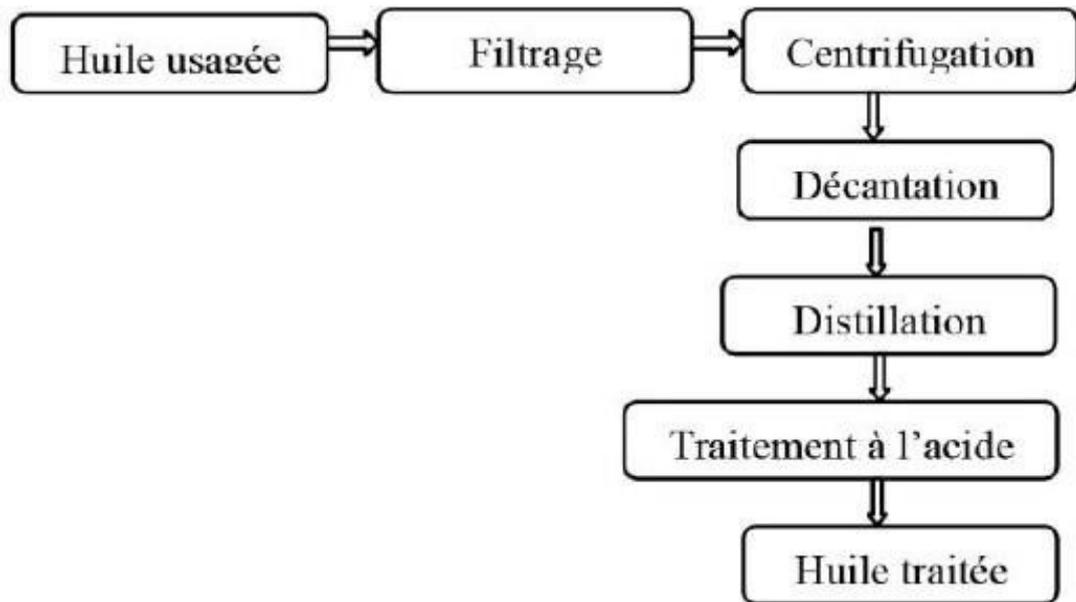
l'aide d'un bouc hon en caoutchouc. Deux litres d'huile usagée ont été filtrées pour deux échantillons recueillis respectivement. Pour le procédé de traitement à l'acide, l'huile lubrifiante usée est agitée à fond pour favoriser l'homogénéité, à partir de ce stock 450 ml est dosée et transférée dans un bécher e t 150 ml d'essence est également mesurée est ajoutée à l'huile.

Le mélange d'huile est transféré dans une centrifugeuse et est centrifugé à 1500 tr/min pendant quelques minutes. Ensuite, on laisse l'huile au repos pendant 10 minutes avant la décantation dans un bécher. Le mélange du liquide décanté est distillé pour éliminer l'eau, l'essence et autres liquides. Le contenu dans le ballon est refroidi et traité avec 10 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrée à 98 % dans l'ampoule à décantation avec une forte agitation du mélange. On laisse reposer pendant 48 heures, on constate ainsi la formation de deux couches/phases. La boue est retirée du bas de l'ampoule à décanter. Après, on ajoute 100 ml de solution de NaOH à 10 % pour neutraliser l'acide. On laisse ensuite décanter pendant 30 minutes sans agitation. La phase alcaline, qui est formée à la partie inférieure, est enlevée et l'huile de lubrification est lavée avec de l'eau chaude deux fois (15 ml). L'huile est chauffée par un bruleur tout en étant connecté à une pompe à vide. [10]



❏ Schématisation des opérations de fabrication des huiles vierges et de traitement des huiles usagées pour séparer les différents contaminants (eau, sédiments, ...).

Figure III.1 : Schéma de l'opération de fabrication des huiles vierges et de traitement des huiles usagées pour séparer les différents contaminants



**Figure .III.2: Etapes de processus de traitement**

### **III.3. Différents procédés de valorisation des huiles usagées**

Cette section décrit différents procédés de valorisation des huiles usagées, qui en raison de leur utilisation après les différents traitements effectués. [6]

#### **III.3.1. Procédés de conversion des huiles de vidange en combustible**

Cette section décrit les traitements des huiles usées qui, en raison de leur pouvoir calorifique, sont traitées en vue de produire une matière principalement utilisée comme combustible.

Les huiles usées utilisées comme combustible ont une valeur économique. Il existe un certain nombre d'applications de brûlage des huiles usées, différenciables par la température à laquelle elles brûlent et la technologie de contrôle utilisée pour réduire les impacts sur l'environnement. Avant d'être utilisées comme combustible, ces huiles doivent faire l'objet de plusieurs traitements de nettoyage ou de transformation.

Ces traitements et procédés sont principalement appliqués en vue d'obtenir, à partir des déchets, une matière qui sera utilisée comme combustible, ou afin de modifier ses propriétés physico-chimiques pour une meilleure récupération de son pouvoir calorifique.

Les techniques à employer pour convertir les huiles usagées en combustible se

présentent comme suit:

### **1) Les traitements primaires**

La première étape, fortement recommandée, consiste à éliminer les composés volatils (Eau, essence, solvants).

On entend par traitement primaires :

- la décantation qui a pour but de séparer une partie de l'eau et des sédiments,
- la filtration
- l'étêtage.

### **2) Les procédés d'élimination des polluants**

La deuxième étape consiste à extraire les métaux et les métalloïdes qui se traduisent par les additifs, l'essence, ou l'usure du moteur et qui restent en suspension dans l'huile.

### **3) L'ultrafiltration**

Le développement de la technique de séparation par membranes a encouragé les chercheurs à élargir le champ d'applications à la séparation en milieu organique, comme la purification des huiles usagées. Il est utile de rappeler que la filtration, ou même la microfiltration, ne permettent pas la séparation des macromolécules présentes dans l'huile, et de masse moléculaire comprise entre 103 kg / mol et 106kg / mol.

Cette technique exige un fiable diamètre de pores du milieu filtrant, de quelques dizaines à quelques centaines d'angströms.

Les exigences croissantes de pureté dans l'utilisation des produits en aval nécessitent une attention particulière dans l'optimisation de cette technique. L'objectif est d'obtenir un carburant propre, car, à l'étape finale, le niveau de pureté exigée est élevé.

Le degré de pureté doit être de l'ordre de 95% en poids pour la production d'un carburant propre.

### **4) Centrifugation**

La centrifugation consiste à substituer au champ de pesanteur vertical un champ centrifuge radial pouvant être plusieurs milliers de fois supérieur au premier. Les produits à

séparer sont placés dans un récipient appelé bol, qui est soumis à une grande vitesse de rotation.

L'application de la relation fondamentale de la dynamique ( $F=m\Gamma$ ) permet d'exprimer la force d'exprimer sur toutes particule de masse  $m$  (et/ou sur tout volume élémentaire liquide) et qui accélère la séparation de la phase clarifiée. Dans le cas présent,  $\Gamma$  est l'accélération centrale (ou radiale) d'un mouvement circulaire uniforme et de module  $V^2/R$ , expression dans laquelle  $V$  est la vitesse tangentielle de la particule et  $R$  sa distance par rapport à l'axe de rotation. Par ailleurs la vitesse tangentielle étant égale au produit de la vitesse angulaire  $\omega$  par le rayon  $R$ ,  $\Gamma$  devient égal à  $\omega^2 R$  (et la force égale à  $m \omega^2 R$ ).

### 5) Dés asphaltage (extraction liquide / liquide)

Le principe de base du processus de dés asphaltage consiste à ajouter 3-10 volumes de solvant (propane, butane, pentane) au produit pour qu'il soit extrait.

Il est obtenu avec une phase huileuse contenant la majeure partie du solvant et une phase concentrée d'asphalte contenant une petite fraction du solvant. Plus le solvant est léger, plus la pureté de l'huile extraite est grande.

Le processus de dés asphaltage comporte trois opérations :

- (A) Flocculation et précipitation de l'asphalte;
- (B) le réglage de l'asphalte;
- (C) Lavage de l'asphalte.

L'addition d'une paraffine légère (C3 ou C4) rompt l'équilibre entre les différentes familles des hydrocarbures (huile, résine, asphalte) et provoque le phénomène A, accéléré par une température proche du point critique du solvant.

Le phénomène B implique que la vitesse du liquide ascendant dans l'extracteur est inférieure à la vitesse de chute des matières précipitées. Le phénomène C est obtenu en réalisant les conditions hydrodynamiques qui permettront au solvant de déplacer l'environnement huile/solvant autour des particules précipitées.

### 6) Flocculation

Dans le procédé de flocculation on met l'huile en contact avec :

- Une phase contenant un agent chimique qui, dans des conditions relativement douces de

température, déstabilise les particules dispersées et réagit sur les éléments métalliques pour former des sels qui précipitent :

- Une phase organique constituée par un mélange approprié de solvants polaires d'extraction de l'huile, ce qui a pour conséquence de précipiter les composés polaires, les particules en suspension, les matières oxydées etc...

### **7) Le craquage thermique**

C'est une opération effectuée à haute température au cours de laquelle les molécules d'hydrocarbures à longue chaîne sont brisées au niveau d'une ou plusieurs liaisons C- C pour produire des molécules plus courtes et permet ainsi de générer des combustibles liquides plus légers.

De cette manière, les molécules plus grosses des hydrocarbures plus visqueux et moins précieux sont converties en combustibles liquides moins visqueux et plus précieux.

### **8) Hydrotraitement**

Depuis des années, l'hydrorafinage ou l'hydrogénation catalytique est considérée comme un traitement moderne et efficace du point de vue du rendement et la qualité des produits finis.

Le procédé consiste à faire contacter une fraction d'huile avec un catalyseur solide en présence de l'hydrogène sous pression. La flexibilité de la méthode permet de l'appliquer à une très large gamme de produits, des composés les plus légers au plus lourds, en choisissant les catalyseurs et les conditions d'exploitation. Ces conditions peuvent varier largement en fonction des réactions nécessaires et de la nature de l'huile à hydro traiter.

### **9) Dé métallisation par sels fondus**

Les sels fondus sont utilisés comme agents caloporteurs dans de nombreux domaines de la chimie et de l'industrie pour chauffer les réacteurs et les autoclaves. Ils jouent un rôle important dans les synthèses chimiques à haute température.

Le domaine d'application des sels fondus se situe dans une plage de température comprise de 200 à 550 °C. Les sels fondus constituent des fluides caloporteurs idéals à parti d'une température de 400 °C.

**III.3.2. Procédé de traitement des huiles usagées en acide/terre**

Dans de nombreux pays en voie de développement, le procédé de régénération de l'huile usagée à l'acide sulfurique est appliqué. Les technologies acide/terres sont basées sur le traitement du substrat avec de l'acide sulfurique, ce qui élimine les éléments polluants, et sur un traitement postérieur avec des terres, ce qui neutralise le produit obtenu. Ainsi, le traitement des terres permet d'obtenir la couleur et l'odeur désirée.

Les étapes élémentaires de ce procédé se présentent comme suit :

- Distillation : c'est une phase d'élimination d'eau et d'hydrocarbures légers.
- Traitement acide : ce qui permet d'éliminer certaines impuretés telles qu'additifs de viscosité et agent tensio-actif.
- Traitement en terre : ce qui améliore la couleur et les odeurs des huiles obtenues.
- Filtration : c'est une séparation de terre et d'huile.
- Distillation sous vide : ce qui permet d'obtenir différentes fractions réutilisables en tant qu'huile régénérée.

Le diagramme ci-dessous les présente

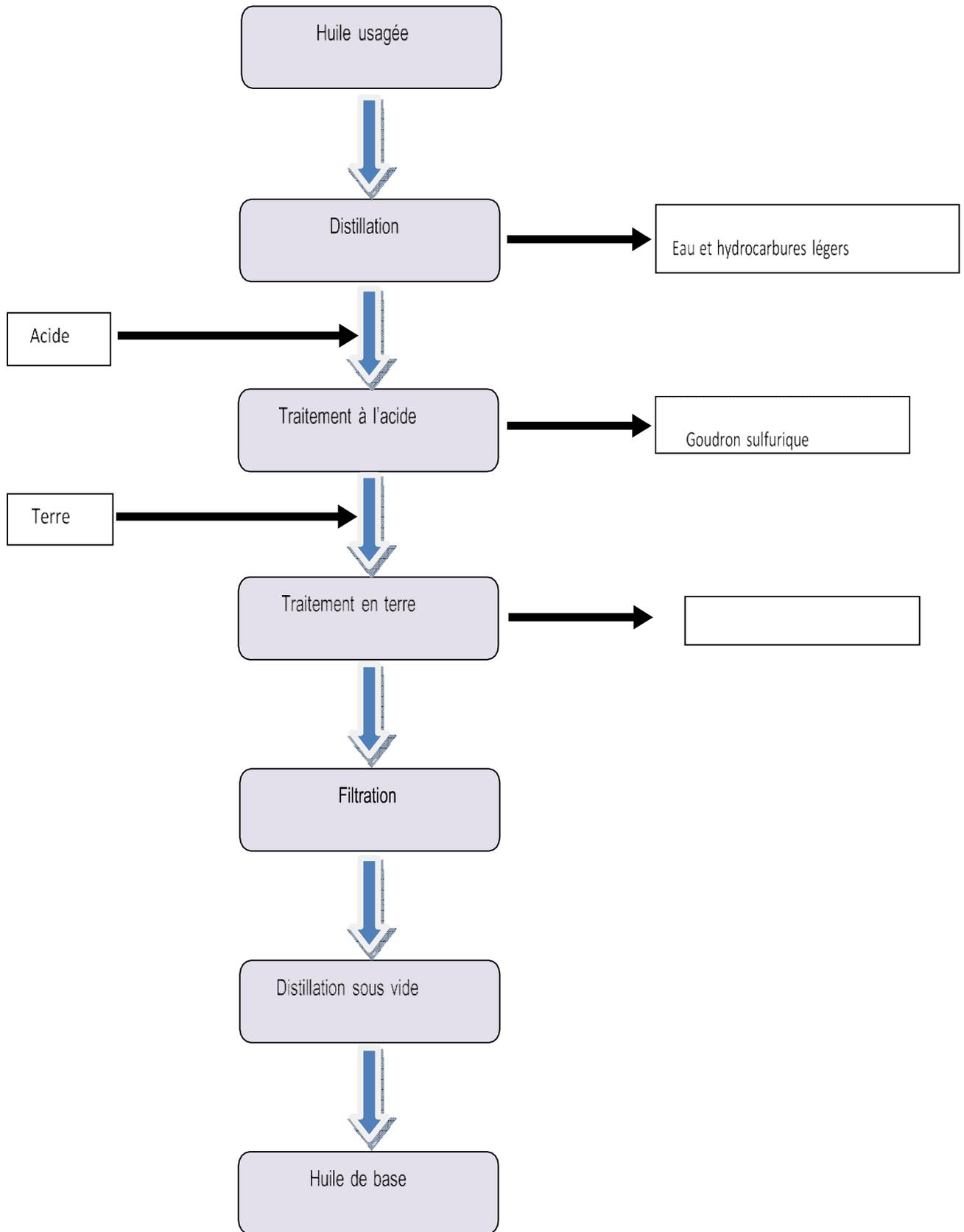


Figure III.3 : Diagramme de processus de traitement des huiles usagées en acide/terre

### 1) Procédé de distillation sous vide

La distillation est tellement utilisée dans la séparation des produits que les principes de base méritent d'être rappelés. Celle-ci est basée sur le transfert de matière entre un liquide et sa vapeur sans la mise en jeu, en général, de réactions chimiques. Ces transferts se font avec un déplacement des produits les plus lourds vers le bas, et les produits les plus légers vers le haut.

La distillation est une méthode permettant de séparer les différents constituants d'un mélange en fonction de leur température d'ébullition. Cette technique est également utilisée pour extraire un produit ou pour déplacer un équilibre au cours d'une réaction.

La distillation peut être effectuée à pression atmosphérique ou sous vide en utilisant une trompe à eau. L'avantage d'une distillation sous vide est de pouvoir réaliser la distillation à des températures plus basses, notamment pour des liquides peu volatils ( $T_{éb}=180^{\circ}\text{C}$ ) ou pour des liquides qui risquent de se dégrader au cours du chauffage.

#### a) But de la distillation sous vide

- Pour distiller des composés qui se dégradent avant de bouillir, à la pression atmosphérique normale, ou qui s'oxydent à l'air à cette température ;
- Pour distiller des composés dont le point d'ébullition est élevé à la pression atmosphérique normale et pour lesquels l'apport énergétique nécessaire est trop important par rapport au moyen de chauffage du laboratoire.

#### b) Technique de la distillation sous vide

On apporte au montage de distillation simple sous pression atmosphérique quelques modifications; des équipements supplémentaires sont nécessaires. Le problème est de créer un vide dans toute l'installation. On relie celle-ci à un dispositif d'aspiration.

Le point " stratégique " de l'installation est l'allonge coudée ; elle devra d'une part, assurer une étanchéité sur le pot de recette (verrerie rodée et graissée) et permettre le raccordement au système de création du vide partiel (tubulure latérale supplémentaire). Parmi les dispositifs qui permettent de travailler sous une pression inférieure à la pression atmosphérique, il existe les différentes pompes à vide et la trompe à eau qui est le dispositif utilisé au laboratoire de chimie organique.

---

Un ballon est placé sur un réchauffeur électrique. Compte tenu des températures désirées, des précautions sont prises pour minimiser les déperditions thermiques. Ce ballon est relié à une simple colonne. Les vapeurs sont condensés et recueillies dans une éprouvette graduée. Afin de diminuer les pressions partielles des produits volatiles et d'assurer un bon mélange du liquide, un petit débit d'azote ou de vapeur d'eau est maintenu dans le ballon. Une précaution est prise pour prévenir l'introduction de l'air dans l'appareil, pour éviter l'oxydation de l'huile.

Les températures au sommet de la colonne et dans le ballon sont notées. Les conditions de distillation sont ajustées de telle sorte que, à la fin d'un temps de réaction donné, et à la température appropriée, une phase aqueuse et une phase d'hydrocarbure composée d'essence et des composés lourds sont obtenues.

## **2) Différents types de technique de distillation sous vide**

Nous constatons que plusieurs méthodes peuvent accompagner la distillation sous vide. Parmi les différentes techniques on peut citer les deux techniques suivantes en expliquant par des diagrammes.

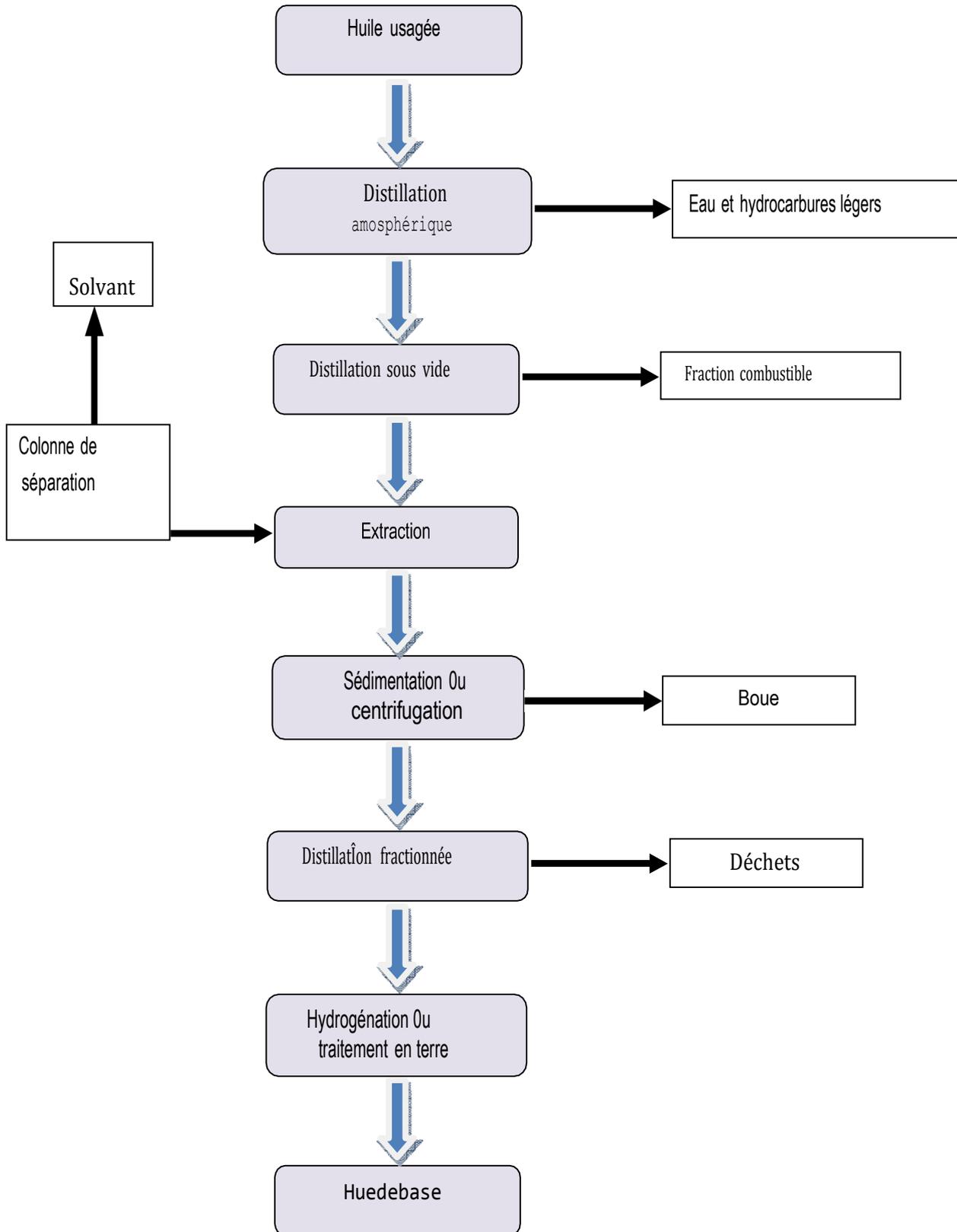
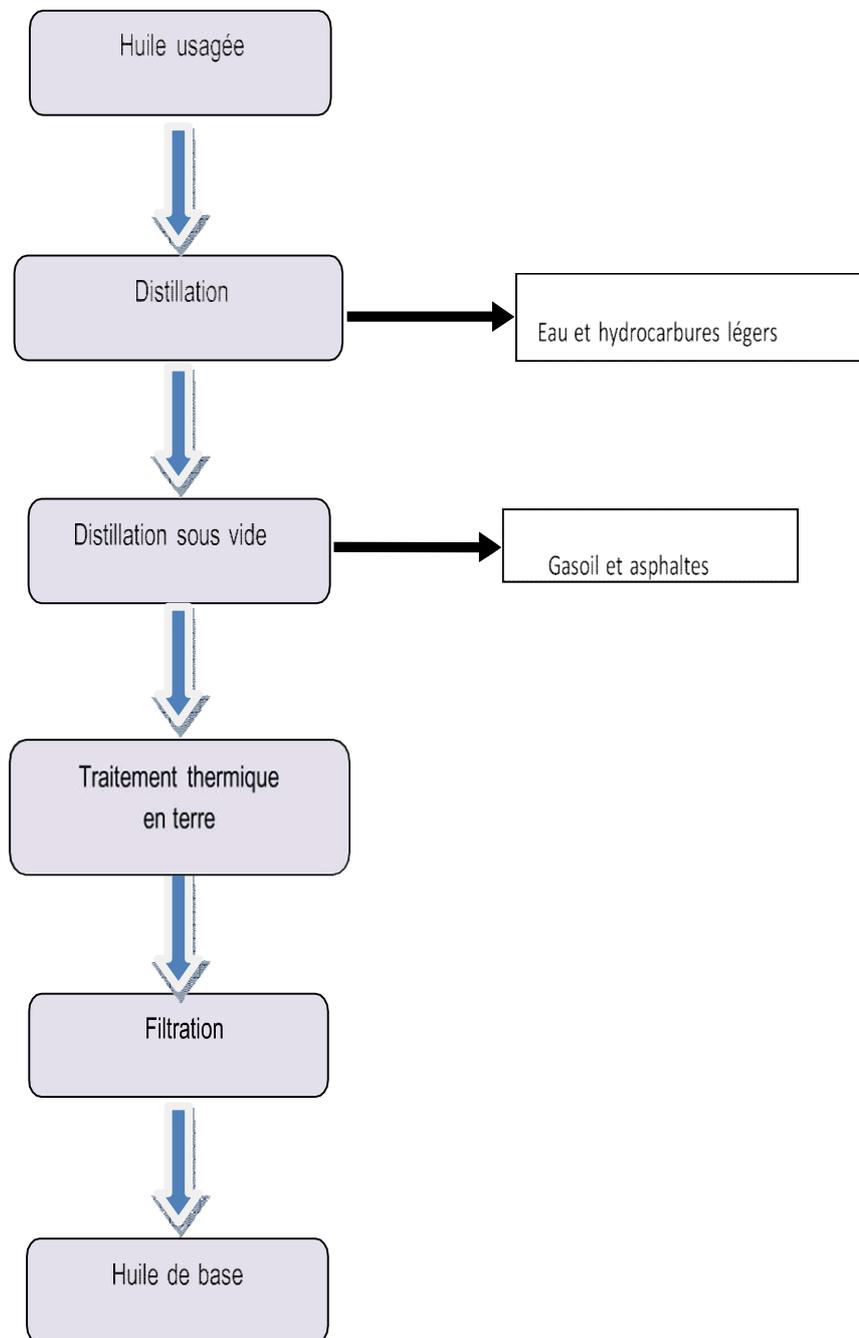


Figure III.4 : Diagramme de la technologie BERC ou NIPER

La technologie Viscolube, également connue sous le nom de TDA (Thermal Deasphalting) est basée sur l'utilisation de propane, suivie d'une distillation sous vide et d'un traitement final en terres. Les étapes élémentaires de ce procédé se présentent comme suit :



**Figure III.5 : Diagramme de la technologie Viscolube**

### III.3.3. Processus de distillation sous vide et hydrogénation des huiles usagées

C'est ce type de processus qui est le plus utilisé en Italie ; ces technologies traitent 93% d'huile collectée, ce qui représente 175 700 tonnes/an en Italie. 60% des produits obtenus sont des huiles de base, et 8% sont des huiles légères. Les déchets produits au cours de raffinage, déchets qui contiennent des additifs, des bitumineux, des composés issus des oxydations et des polymérisations, des métaux et d'autres impuretés, sont détruits suivant des processus de combustion dans des usines prévues à cet effet.

Actuellement, l'Italie occupe la première place européenne concernant la quantité d'huile reraffinées par rapport au total d'huile produite. [7]

#### Exemple : Technologie BERC ou NIPER

C'est une technologie développée par le Bartlesville Energy Research Center, aux USA, devenu par la suite le National Institute of Pétroleur and Energy Research.

Les étapes élémentaires de ce procédé se présentent comme suit

- 1) Distillation atmosphérique : phase de déshydratation à pression atmosphérique.
- 2) Distillation sous vide : élimination des hydrocarbures légers.
- 3) Prétraitement aux solvants : incorporation dans des proportions de 3 :1, d'un solvant composé d'alcool butylique, d'alcool isopropylique et de méthyle éthyle cétone dans des proportions de 1 : 2 :1. Cette phase entraîne l'extraction des composés pouvant souiller les produits obtenus.
- 4) Récupération des solvants par des processus de sédimentation et /ou de centrifugation. On sépare le mélange huile usagée- solvant des métaux lourds, des additifs et des autres composés qui souillent le mélange. On récupère ensuite le solvant pour le réutiliser.
- 5) Distillation fractionnée : on obtient des fractions distinctes d'huiles de base.
- 6) Traitement d'hydrogénation ou traitement en terre : élimination des impuretés, ce qui entraîne une amélioration de la couleur et de l'odeur des produits finaux.

Cette technologie permet d'obtenir des rendements oscillant entre 75 et 85% des huiles de base. Les déchets issus de ce processus ont des applications bitumineuses, ce qui entraîne des améliorations économiques au niveau des technologies basées sur le traitement acide/terre.

Il existe une autre façon de traiter les huiles Moteurs Usées par le Phénomène

d'Adsorption avec les Pétioles du Palmier dattier (KERNAF).

Ce phénomène a été étudié dans \* Université Echahid Hamma Lakhdar. El Oued\*

### III.3.4. Procédé de récupération des huiles usées

Le procédé de régénération Vaxon, également connue sous le nom de VCFE (Vacuum Cyclon Flash Evaporator, développée au Danemark), il est pratiqué dans une usine de traitement CATOR, situé à Alcover (Tarragone en Espagne). Il utilise des évaporateurs de type cyclonique qui permettent un nettoyage facile des impuretés formées. Cette technologie permet d'obtenir des huiles de bases aptes à la fabrication de nouvelles huiles de moteur ou de lubrifiants industriels de haute qualité Voici les étapes élémentaires de ce procédé mis en place par CATOR : [12]

#### 1) Distillation fractionnée sous vide

Lors de cette première phase, on réalise la séparation totale de tous les composants des huiles usées. Cette distillation travaille dans quatre étapes de distillation, dans des conditions de température et de vide différentes.

#### 2) La première distillation :

Le module travaille à 200°C et à 0,5 bars de pression. Lors de cette étape on sépare l'eau et les hydrocarbures légers qui sont plus tard utilisés comme combustible pour l'usine elle-même. Les eaux sont envoyées dans une station dépuratrice d'eaux qui peuvent être utilisées dans les services généraux de la raffinerie ainsi que dans les circuits de réfrigération.

#### 3) La deuxième distillation :

Ce deuxième module travaille à une température de 280°C et à une pression de 75mbars. Lors de cette étape, on obtient du gazole et des huiles de type spindle qui sont envoyées dans des réservoirs de stockage adaptés.

#### 4) La troisième distillation :

Lors de cette phase, le travail s'effectue à 310°C et à 15mbars. On traite ici le produit qui n'a pas été distillé dans l'étape précédente. On obtient des huiles de bases équivalentes à celle connues sur le marché sous le nom de SN 100 et SN 150 qui sont des solvants neutres de nature paraffinique qui sont ensuite envoyées dans des réservoirs de stockage adaptés.

**5) La quatrième distillation :**

Les composés qui n'ont pas été distillés dans les étapes précédentes arrivent à cette phase ; le travail s'effectue à une température de 350°C et une pression de 5- 10mbars. On obtient des huiles de bases équivalentes aux SN 150 et SN 330. Que l'envoi dans des réservoirs de stockage.

**6) Traitement chimique**

Les huiles de base issues de la phase précédente sont traitées à l'hydroxyde potassique, sous contrôle de température, ce qui entraîne un meilleur nettoyage de l'huile.

**7) Distillation sous vide**

Phase de distillation sous vide finale à 340°C et un vide de 10mbars, qui permet d'obtenir un produit apte aux besoins et aux conditions du marché.

# **Chapitre IV**

**Les huiles usagées et  
leurs répartitions en  
Algérie et en Adrar**

#### IV.1.Législation sur les huiles usagées en Algérie

Le recyclage des huiles industrielles usagées demeure une activité inexploitée en Algérie, en l'absence d'unités spécialisées dans le traitement de ces déchets.

Les 180.000 tonnes de lubrifiants, utilisés annuellement dans les deux secteurs des transports et de l'industrie, génèrent près de 90.000 tonnes d'huiles usagées, soit 50% du volume global des lubrifiants, selon le ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement.

Sur l'ensemble de ces déchets, un volume de 72.000 tonnes représente les huiles de moteurs (huiles noires) alors que les 18.000 tonnes restantes sont les huiles industrielles (huiles claires).

Malgré l'importance du volume des lubrifiants usagés, en augmentation constante d'une année à l'autre en raison, principalement, de l'accroissement du parc automobile, le recyclage de ces déchets reste minime en se limitant au stade de la collecte en vue de leur exportation à l'état brut, indiquent à l'apex les professionnels de cette filière.

L'opération de recyclage des lubrifiants usagés passe par plusieurs étapes, à savoir la collecte et le traitement en utilisant deux méthodes: la régénération et la valorisation. La régénération ou re-raffinage consiste à refabriquer une huile de base semblable aux huiles neuves où les installations de régénération sont de véritables petites raffineries.

Quant à la deuxième méthode, dite valorisation, elle prévoit de brûler ces déchets pour les utiliser comme combustibles dans les cimenteries ou dans les centres d'incinération de déchets industriels spéciaux.

Mais ce deuxième procédé est déconseillé et même interdit dans certains pays car considéré comme polluant de l'environnement. Or, en Algérie, le processus se limite à la seule activité de collecte à travers une dizaine de collecteurs, agréés par le ministère de l'environnement, qui n'arrive même pas à ramasser tous les déchets générés, affirme même Munira Rail, consultante au centre national des technologies de production plus propre (c n t p), qui dirige un projet pilote de gestion des huiles moteurs usagées en Algérie.

Ces collecteurs, explique-t-elle, sont constitués de PME privées avec les moyens « dérisoires », ainsi que le groupe Naftal qui s'est engagé dans cette activité depuis 1986. Depuis cette date, Naftal a collecté plus de 250.000 tonnes de lubrifiants, à raison de 20% à 25% de la quantité générée annuellement, précise un directeur de Naftal, Fodil Bouchama.

« La quantité collectée par Naftal à travers toutes les wilayas de pays est importante, mais elle reste insuffisante par rapport aux quantités de lubrifiants usagés générés », observe-t-il.

Absence d'unités de recyclage les huiles industrielles ces quantités son généralement stockées pour être exportées vers les pays européens où elles subissent les traitements dans les unités de régénération pour être mises, une deuxième fois, sur les marchés de ces pays, explique m. Bouchama.

Selon ce responsable, il a été opté pour l'exportation de ces huiles à l'état brut en raison de l'absence d'installations de recyclage en Algérie.

« Pour recycler ces déchets, il faut soit les régénérer soit les valoriser. Ces deux activités n'existent pas, actuellement, en Algérie.

C'est pourquoi, les collecteurs procèdent à leur exportation vers d'autres pays qui possèdent les unités de traitement », relève-t-il.

Pour lui, l'inexistence d'une unité de régénération en Algérie peut trouver son explication dans l'importance de monant d'investasse ment à engager pour créer ce type d'installations. « Les entreprises privées agréées n'on pas les moyens nécessaires pour développer cette activité sans incitation et encouragement les pouvoirs publics. En outre, il faut trouver les débouchés pour cette future matière première », note-t-il.

Le même avis est partagé par Hichem khatraoui, gérant de le société ag-luba, spécialisée dans le collecte les déchets.

Évaluant le coût d'installation d'une seule unité de régénération à un monant aillent entre 2 et 10 millions de dollars, il considère que c'est un investissement « énorme » pour les particuliers.

Depuis son lancement dans cette activité en 2014, cette pme a collecté plus de 200 tonnes, qui on été exportées vers l'espagnol e et le Grèce, et prévoit d'atteindre une quantité de 500 tonnes par an dans les prochaines années.

En outre, les professionnels de filière évoquent un « chevauchement » entre la loi 01-19 relative à la gestion des déchets et la loi 13-01 complétant et modifiant la loi 05-07 relative aux hydrocarbures, qui, selon eux, entrave le développement de cette filière.

Si la première loi définit les huiles lubrifiantes usagées comme les déchets spéciaux don le traitement est soumis à cette loi, celle relative aux hydrocarbures considère le procédé de

régénération comme une activité de raffinage réservée à la société nationale sonatrach.

Les activités de raffinage sont exercées par sonatrach seule ou en association avec une autre personne physique ou morale, selon la loi relative aux hydrocarbures. Selon une étude réalisée par le ministère chargé de l'environnement, le recyclage des déchets, tous types confondus, pourrait engendrer à l'économie algérienne un apport de quelques 300 millions d'euros annuellement. [12]

Selon la législation algérienne actuelle en la matière, les huiles usées sont définies comme suit : «Les huiles minérales qui après usage sont devenues inaptes à l'emploi auquel elles étaient destinées », on distingue deux types d'huiles usagées: Les huiles usagées de friture (huiles claires) qui sont des huiles alimentaires d'origine végétale, et les huiles usées industrielles (huiles noires) provenant des moteurs des industries. Les huiles usagées sont classées comme des Déchets Spéciaux Dangereux (conformément à la législation nationale). [11]

## **IV.2. Les huiles usagées dans le monde**

Lubrifiantes pour faire face à la demande exprimée dans divers secteurs de la vie économique et sociale. Ainsi, son importation en lubrifiant est passée de 26 770 661 kg en 2013 à 33 586 127 kg en 2017 selon la Direction Générale de la Douane (DGD). La tendance de l'importation en lubrifiant est en augmentation et demeure importante. Or, les lubrifiants ont une durée de vie limitée, comme la plupart des produits de consommation. Que deviennent-ils en fin de vie ?

Selon la Direction Générale de la Douane, le Burkina Faso a enregistré des exportations des « déchets d'huiles » de 3 518 kg en 2015, 56 000 kg en 2016 et environ 640 348 kg en 2017 vers d'autres pays du monde. Le rapprochement de la quantité de lubrifiants neufs importés au Burkina Faso (33 586 127 kg) à celle des « déchets d'huiles » exportés (640 348 kg) au cours de l'année 2017, suscite un questionnement de la gestion réservée aux huiles usées restantes, estimées à environ 32 945 779 kg. ONU-HABITAT (2007), rapporte qu'une étude du « Projet d'Amélioration des Conditions de Vie Urbaine (PACVU) » réalisée en 1996, fait ressortir que 10 000 tonnes d'hydrocarbures et plus de 600 000 m<sup>3</sup> d'effluents industriels sont rejetés ou brûlés chaque année à Ouagadougou.

Selon la même source, les huiles usées produites dans la capitale par de nombreux garagistes et mécaniciens des engins à deux roues, sont déversées dans les caniveaux et

parfois à même le sol. De plus, les huiles usées prétraitées par des personnes, sont de plus en plus détournées de leur usage pour se retrouver sur le marché de la consommation alimentaire.

Face à une telle situation, la ville d'Ouagadougou a été choisie pour mener une réflexion sur la thématique des huiles usées. En effet, ce choix se justifie entre autres par les résultats de l'étude du diagnostic national réalisé en 2005 par le Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie (MECV). Selon cette étude, la production annuelle d'huile usée était estimée en 2005 à 5 151 883 litres sur le territoire national. L'essentiel de cette production est concentré dans les grandes agglomérations. Le secteur des transports représentait 90,67% de cette production des huiles usées contre 7,3% pour le secteur industriel. Selon ce rapport, Ouagadougou, concentre plus de 70% du parc roulant du pays et près de 60% du tissu industriel (MECV, 2005). Cependant, l'intérêt pour la prise en compte de ces déchets (huiles usées) ne s'observe pas sur le terrain. Pourtant les activités industrielles et de transport ne font qu'augmenter avec

L'urbanisation, entraînant la production de plus en plus croissante des déchets industriels. Les huiles usées, classées dans la catégorie des déchets dangereux se présentent alors aujourd'hui comme une préoccupation environnementale et de santé publique. C'est pourquoi cette étude a été initiée pour une meilleure connaissance de

La production et de la gestion des huiles usées de la ville de Ouagadougou. Estimation de la quantité des huiles usées de la ville d'Ouagadougou :

Selon le rapport du diagnostic national de 2005, les huiles usées d'Ouagadougou étaient à environ 1 500 000 litres. Comparé au volume de 2005, le volume des huiles usées estimé par la présente étude représente le quadruple. En effet, le parc roulant qui était en 2003 de 255 072 engins est passé à un parc roulant de 2 106 313 engins en 2015 (INSD, 2016) soit un taux de croissance d'environ 725,77% en douze ans. Ce taux de croissance est à mettre en rapport avec celui de la population de la ville, passée de 1 475 223 en 2006 (INSD, 2009) à 2 532 311 en

2015 (INSD, 2016). [13]

#### **IV.2.1. Consommation mondiale**

La demande mondiale de lubrifiants est stable depuis 2013 avec un volume global estimé à 39.4 millions de tonnes.

La projection à 2019 est une croissance estimée de 6% pour atteindre un volume de

demande globale de 41.9 millions de tonnes. Les Etats-Unis restent le premier marché de consommation des lubrifiants, toutefois la Chine grappille son retard d'année en année. Shell préserve sa première place pour la 9<sup>ième</sup> année consécutive avec une part de marché de 12.5% au niveau mondial. Suivent Exxon (10.5%) et BP castral (6.8%). [15]

### IV.3. Les huiles usagées en Algérie

Les huiles usagées sont définies comme des huiles minérales ou synthétiques, inaptes, après usage, à l'emploi auquel elles étaient destinées, On distingue deux types d'huiles usagées

- Les huiles noires qui comprennent les huiles des moteurs (essence et gasoil) et les huiles industrielles (huiles de trempe, de minage, de tréfilage)
- Les huiles claires provenant des transformateurs, des circuits hydrauliques et des turbines
- ❖ 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 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,...).

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...) Leur aboutissement dans les stations d'épuration d'eau provoque une corrosion de l'appareillage.

En Algérie, la quantité moyenne des huiles usagées récupérées par NAFTAL est de 12 000 tonnes par an, ce qui représente 27% de la quantité des huiles usagées générées sur la

vente de NAFTAL.

Ce taux a été doublé par rapport aux années précédentes, où la collecte représentait uniquement 14 %. Les capacités de stockage sont estimées à 12 426 m<sup>3</sup> (3 476 m<sup>3</sup> pour les dépôts primaires et à 8 950 m<sup>3</sup> pour les dépôts portuaires) [4]



**Figure IV.1 : L'huile usagée en Algérie**

#### **IV.3.1. Projet de régénération d'huile**

C'est une entreprise basée à Oran qui renouvelle les huiles usagées.

Après s'être informé sur le procès et la qualité du produit fini, l'huile de base raffinée, l'idée lui a paru :

- Attrayante, de par son utilité dans l'environnement ;
- Novatrice ;
- Porteuse de rentabilité, le procès n'engendre aucune perte de production.

L'idée ayant mûri, il lui fallait définir, avant tout, une configuration préliminaire de base du projet : configuration du procès, de son implantation, des fournisseurs d'équipements et, Sur tout, de l'environnement du projet.

L'environnement social du projet se caractérise par une dimension économique et une dimension purement humaine :

La dimension économique, en Algérie, est essentiellement le fait d'une entreprise

publique, Naftal, qui a, par décret ministériel, installé un vaste réseau de collecte des huiles de vidange en collaboration avec les stations de carburant et de vidange, les entreprises industrielles, les stations marines.

Cet état de fait, qui ne constitue pas une menace pour le projet, puisque Naftal n'a pas le statut (du moins pour l'instant) de Régénérateur, sera appréhendé positivement par le promoteur. Naftal sera un partenaire incontournable dans la collecte des huiles usagées.

Un premier contact a été opéré, qui s'est soldé par la promesse de Naftal de lui retourner tous ses stocks collectés.

La dimension humaine du projet n'est pas encore significative, en ce sens que le réflexe de stocker et collecter les déchets n'est pas généralisé. Le promoteur, suite à ce qui existe en Amérique, a cependant la conviction que cette conscience sociale ne peut naître «abstracto » et qu'elle est catalysée par la présence d'infrastructures répondant à ce besoin.

Ces infrastructures d'accompagnement de la collecte constituent un aspect parallèle de mesures de marketing, qui ne posent pas urgence pour le moment et qui seront abordées en conclusion. [14]



**Figure IV.2 Vues d'installations-types de raffinage de produits pétroliers dans le Sud du pays avec annexe de stockage**

#### **IV.3.2. Consommation nationale**

La consommation nationale d'huile en augmentation constante d'une année à une autre en raison, principalement, de l'accroissement du parc automobile, le tableau suivant donne le volume de la consommation de ses huiles en Algérie [15]

**Tableau IV.1 : Consommation nationale des huiles moteurs**

Année	Le nombre de véhicules	Consommation nationale (tonnes)
2005	3422411	100000
2007	3986000	120000
2010	4314500	150000
2012	4812555	160000
2014	5425558	180000
2016	6055468	200000

#### IV.4. Les huiles usagées en Adrar

Pour connaître la quantité d'huiles motrices usagées dans la Wilaya d' Adrar et son devenir, et prendre une liste nominative des stations d'échange d'huile moteur, ce sujet portait sur le titre de notre note de service. Le professeur superviseur nous a dirigés vers la Direction de Le commerce, où il a dit que vous y trouverez suffisamment d'informations à ce sujet, mais la Direction du commerce nous a à son tour dirigé vers la Direction du commerce L'environnement, comme l'un des responsables nous a dit que ce que vous voulez savoir, vous trouver une réponse à cette direction, qui en est responsable, car c'est elle qui préserve la paix de l'environnement des polluants, et les huiles moteur usagées sont parmi les polluants les plus importants et les plus dangereux reçu une réception des officiels, nous leur avons posé nos questions et nous sommes arrivés à ce qui suit :

La société Naftal collecte les huiles usagées des stations spécialisées dans leur collecte, telles que les stations de lavage et de lubrification de voitures, les centrales électriques et autres, qu'elle avait auparavant collectées dans des fûts, jusqu'à ce qu'un camion vienne de la société Naftal qui prend l'huile et la transporte au port d'Alger ou d'Oran, où il est vendu aux stations de recyclage. Art ici à Adrar, il n'y a pas de stations spécialisées dans cela.

Une entreprise Naftal peut récupérer environ 6 000 litres d'huiles usagées au cours d'une journée » et cette devise représente la Direction de l'environnement, ce qui signifie qu'elle punit les personnes qui jettent de l'huile usagée dans les égouts ou sur le sol et ne la livre pas à l'entre prise Naftal parce que cette cause un grand danger pour l'environnement et la société Et là, nous avons reçu la liste des stations situées dans la Wilaya d'Adrar.

Afin d'augmenter certaines informations, nous avons mis un léger questionnaire sur certaines stations de lavage et de lubrification de voitures pour savoir combien de litres d'huile

---

usée sont obtenus par jour grâce à l'activité de travail et s'ils le remettent ou non à la société Naftal.

Nous avons constaté que la plupart des stations peuvent collecter 20-80-100 litres par jour, soit une moyenne de 60-70 litres de chaque station. Le nombre de stations était de 15, ce qui signifie que le pétrole total sera de 900- 1050 litres. Nous notons que cette quantité est grande.

Si nous généralisons la moyenne à toutes les stations de l'état d'Adrar et calculons le total, nous constaterons que l'état d'Adrar est l'un des plus gros états consommateurs d'huiles moteur, sans parler des usines et entreprises qui fonctionnent avec des moteurs.

Ainsi, nous pouvons réaliser un projet de recyclage des huiles moteur usagées ici à Adrar si les capacités, les moyens et les capacités scientifiques sont disponibles.

Nous avons regroupé les résultats de notre enquête auprès des stations de lavage et graissage des voitures dans le tableau suivant :

**Tableau IV.2 : Quantités d'huiles usagées des moteurs rejetés par les stations des graissages dans la wilaya d'Adrar**

Quantité en litres	Station
environ 80-20Litre	Station de lavage et de lubrification de voitures *Tidmayne*
environ 80-20 Litre	Station de lavage et de lubrification de voiture *Zaouat kounta*
environ 10 Litre	Station de lavage et de lubrification de voitures *Belmostpha*
environ 200 dans le mois	Station de lavage et de lubrification de voitures *Dehmany*
environ10 - 20 Litre	Station de lavage et de lubrification de voitures *Sgay*
Litre 20 environ	Station de lavage et de lubrification de voitures*Bakhbou*
Litre 6 environ	Station de lavage et de lubrification de voitures *Yousfye*
Litre 30-40 environ	Station de lavage et de lubrification de voitures *Kchnaoui*
dans le mois 200 environ	Station de lavage et de lubrification de voiture *Ghazza*
Litre 20-80 environ	Station de lavage et de lubrification de voitures *Elkhayrate*
Litre 15 environ	Station de lavage et de lubrification de voitures *privé *
environ20 Litre	Station de lavage et de lubrification de voitures* privé*
Litre 8-10 environ	Station de lavage et de lubrification de voitures
Litre 20-50 environ	Station de lavage et de lubrification de voitures
Litre 25	Station de lavage et de lubrification de voitures* privé*
20-10Litre	Station de lavage et de lubrification de voitures* privé*
20-15Litre	Station de lavage et de lubrification de voitures* privé *

# Conclusion générale

## Conclusion générale

---

L'huile de moteur se dégrade en fonction de son usage, et la cause principale de cette dégradation est le cisaillement mécanique de la chaîne moléculaire des huiles de base ou des additifs, ou la formation des impuretés indésirables. Ces huiles de moteur qui noircissent sous plusieurs effets restent toujours un problème lors de leur rejet. Elles sont considérées comme un déchet très dangereux pour l'environnement et la santé humaine. Pour réduire l'impact et l'influence de ces huiles sur l'environnement, on a consacré des efforts pour chercher et trouver des moyens qui rendent ces huiles usées possible à être récupérables et utilisables à nouveau pour la lubrification, et cela donne une durée de vie plus longue pour ces huiles lubrifiantes.

Le procédé de valorisation d'huile de vidange le plus simple qui est le traitement basé sur la méthode acide/terre. L'évaluation économique montre que le projet est rentable avec un taux de rentabilité de 39,19%. De plus les impacts sur l'environnement et la population sont pris en compte par la société en considérant les dangers provoqués par le projet. Les solutions de valorisation des huiles de vidange peuvent être multiples et intéressantes, mais nous avons proposé une de ces solutions qui a ces avantages particuliers.

Les quantités des huiles usagées de moteur que nous avons estimé, dans la wilaya d'Adrar, sont prometteuses pour pouvoir penser à continuer dans l'élaboration du projet du recyclage de ces huiles.

Nous avons également parlé de connaître les lois législatives qui s'appliquent à ces huiles

# Références

## Références

---

- [1] D. Benouali, Travaux pratiques
- [2] M. Touati Tliba, L. Fethiza Ammar, Traitement des Huiles Moteurs Usées par le Phénomène d'Adsorption avec les Pétioles du Palmier dattier (KERNAF), *Mémoire de master*, Université d'El-Oued (2019).
- [3] Z. Rabhi, K. Mamouni, Etude de la possibilité de la régénération des huiles moteur usagées par processus de traitement à l'acide, *Mémoire de master*, Université d'Adrar (2019).
- [4] A. Derouiche, B. Mehrez, Management de la collecte des déchets dangereux. Cas des huiles usées des véhicules, *Mémoire de master*, Université Abou Bekr Belkaid - Tlemcen (2017).
- [5] D. Bouzidani M. A. Abadi, Régénération des huiles de moteur usagées par traitement acide, *Mémoire de master*, Université de Blida 1 (2018).
- [6] S. R. Ramilison, Contribution à la valorisation des huiles usagées en vue de créer une unité de production de graisse consistante, *Mémoire d'ingénieur*, Ecole Supérieure Polytechnique D'Antananarivo (2014).
- [7] H. V. Nirinaharisoa, Récupération des huiles de base et valorisation des sous produits à partir de régénération des huiles usagées « Moteur », *Mémoire d'Etudes Approfondies*, Ecole Supérieure Polytechnique D'Antananarivo (2008).
- [8] A. SAIDI et N. I. Salmi, Approche d'étude sur les perspectives de la valorisation des huiles alimentaires usagées, *Mémoire de master*, Université des Frères Mentouri Constantine 1 (2019).
- [9] H. Kourdache, Etude de Recyclage des Huiles de rejet du circuit du Drainage avec Redimensionnement de l'unité de Déshuilage à Différents régimes Cas du complexe GL2/Z, *Mémoire de magister*, Université des Sciences et de la Technologie d'Oran (2011).
- [10] Guide de la gestion écologiquement rationnelle des huiles usagées en Méditerranée (2015). (<https://wedocs.unep.org/rest/bitstreams/26878/retrieve>)
- [11] Bulletin de veille technologique N° 01/2019.
- [12] <https://www.algerie360.com/recyclage-des-huiles-industrielles-usagees-un-creneau-inexploite/>
- [13] <http://www.ifgdg.org>
- [14] S. Litim, L'approche de management de projet à partir d'une étude de l'unité de traitement des huiles usagées «éco huile », *Thèse de doctorat*, Université d'Oran (2007).

## Références

---

- [15] H. Bouabdallah, S. KACI, Récupération et régénération des huiles usagées moteurs et alimentaires dans le modèle énergétique à 50 % renouvelable, Communication, Ecole Nationale Polytechnique, Département de Génie de Chimique (2017), <https://developpementhumaindurablealgerieinnovanteblog.files.wordpress.com/2017/04/communication-7.pdf>
- [16] A. Mirakoff, L. Eberlin, C. Gesnel, et C. Messaraa, Le recyclage, Projet tutoré DUT 1ère année (2007).
- [17] A. François, Les huiles usagées -Reraffinage et valorisation énergétique-, Editions TECHNIP, Institut français du pétrole (2002).

# Annexe

**Annexe**

<b>RAISON SOCIALE</b>	<b>LOCALITE ET ADRESSE</b>
GD R0830 ADRAR	ADRAR
GD R0831 REGGANE	REGGANE
GD R0832 AOULEF	AOULEF
GD R0833 TIMIMOUNE	TIMIMOUNE
GD R0834 TIMIAOUINE	TIMIAOUINE
GD R0836 BBM	BBM
GD R0837 ADRAR	ADRAR
GD R0838 M'Guiden	TIMIMOUNE
SARL TOURCHANE	RN N°06 FENOUGHIL
TAHRI JEMAA	Zt Kounta
SARL TAMSGLOUT	ZONE IND RTE NLE 6 ADRAR
BENHAMADI CHERIF	TADMAMINE INZEGMIR
Soudi Boudjemâa	TAMENTIT
SEC SOLIDARITE BENKADI ABDELKADER	TINERKOUK
DAHBI ABDELLAH	SALI
SENDJEL A/Malek	AOUGROUTE
SARL SERVICE TOUAT MERABTI	RTE DE REGGANE BP 109 ADRAR
DAHMANI KHELIFA	RTE BECHAR ZONE IND ADRAR
SARL STATION SIDI ABDELLAH MULTI SERVICE	CHEROUINE
SARL TAMSGLOUT-TSABIT	ENTREE ROUTE NATIONAL N°43 TSABIT
LOTO LAHOUARI	RUE ZAQUIAT DABAG TINERKOUK TIMIMOU
SARL STATION DE SERVICE TRANSSAHARIENNE	ENTREE ROUTE NATIONAL N°06 REGGANE
SARL TAMSGLOUT	AOUGROUT ADRAR
SAHRA GAZ 3	Zone industriel
OULED MOULAT	PK 400 ROUTE REGGANE BBM
MALOUKI BACHIR	BIDON V ROUTE REGGANE BBM
BAYA SAID	AOULEF
BAYA SAID	TIMOKTEN
BEKRAOUI SAID	TAANTAS TINERKOUK
DAHMANI HAMZA	TALMINE
SARL SAHARA GAZ 4	TIMIMOUNE
DAHMANI DAHANE	NOUMENAS-TAMENTIT
EURL IOUALLEN SERVICE	RN N°06 COMMUNE TIMI
DAHMANI KHELIFA	RN N°06 DEVIATION POID LOURD
ABDI BRAHIM	MRAGYEN RN°06 ADRAR
OULED MOULAT	CENTRE VILLE BBM
HAMMAD SLIMANE	RN N°06 PK 05 KM REGGANE
SARL DESERTS SUD GRAND TRAVAUX	PK 200 REGGANE
BEN MOKHTARI FATMA	BORDJ BADJI MOKHTAR
REGGANI MEBAREK	ZAQUIET REGGANI
BOUCHERIT FAYCAL	RN N°06 TILLOULINE INZEMIR W. ADRAR
SNC SAHARA AIN BEDOUNE	BBM COMMUNE BBM W.ADRAR
OUKBA KOUNTA ABIDINE	ABBANE RAMDANE BBM
EURL BAB ELBARAKA	BBM

**Annexe**

BOUCHERA MOHAMMED	CARREFOUR MANSOUR-BOUDA W.ADRAR
SELSALI DIDI	TIMIAOUIN
HADJ SEDDIK FATMA	RN N°06 ZAOUIT KOUNTA ADRAR
SARL MENBAA ESSALEM	RN N°06 SALI ADRAR
SARL SAHARA GAZ 2	RN N°06 SBAA ADRAR
DAHBI ABDELLAH	BAHOU SALI ADRAR
AMIRA MOHAMMED	TINAKLINE AOUGROUT
SARL GUEROUT ET FRERE TRAVAUX GENERAUX	OUFRA NE COMMUNE METARFA
BARBOUCHI HOUDA	PK 50 BER MASOUD
SARL DAHANE FRERE TRAV ET SER	BAMOUR FOUNOUGHIL W. ADRAR
SARL TAMIM INVESTISSEMENT	BBM COMMUNE BBM W.ADRAR
MELLOUKI SID AHMED	BBM COMMUNE BBM W.ADRAR
BERBOUCHI MOHAMED	BBM COMMUNE BBM W.ADRAR

**Annexe 1** : La liste des stations de graissage de voitures dans la Wilaya d'Adrar