



International Journal of Natural Resources and Environment

Journal home page: <https://ijnre.univ-adrar.dz>

ISSN 2710-8724



I
J
N
R
E

Étude de la possibilité de la régénération des huiles usagées type moteur au moyen d'une argile locale

Ahmed Boulal*, Zeyenb Rabhi, Khadidja Mamouni

Laboratoire Ressources Naturelles Sahariennes. Faculté des Sciences de la Technologie Département Sciences de la Nature et de la Vie. Université Ahmed Draia, Adrar, Algérie.

* Corresponding author: ahm.boulal@univ-adrar.dz / boulal19@yahoo.fr (A. Boulal)

Article details: Received: 03 June 2020, Revised: 13 June 2020, Accepted: 16 June 2020

Résumé:

Les huiles lubrifiantes sont indispensables pour assurer le bon fonctionnement d'un moteur. Elles sont composées des huiles de base d'origines pétrolières ou synthétiques et d'additifs. Ces derniers confèrent aux huiles lubrifiantes de bonnes propriétés. Mais ces caractéristiques peuvent être perdues après l'utilisation, ces huiles usagées sont déchargées dans les stations de vidange. La régénération des huiles lubrifiantes peut être considérée comme une option privilégiée à la conservation des ressources énergétiques et à la réduction des dommages sur l'environnement.

Nous visons à traiter l'huile moteur 15W40 usagée, déshydratée et débarrassée des hydrocarbures légers (l'essence) avec de l'acide sulfurique et à étudier les caractéristiques de l'huile. Les résultats de cette étude montrent que le rendement obtenu est de 68% et propriétés de l'huile traitée sont assez proches de celles de la nouvelle huile non utilisée, traitée telle que la viscosité (huile traitée 70,96 mm²/s et huile nouvelle 103,5 mm²/s), le point d'éclair (178°C et 180°C), le point d'écoulement (-10°C et -9,6°C) et la densité (0.8726 et 0,875). Ce qui nous permet de tirer profit de l'huile traitée.

Mots clés : Huile lubrifiante ; Huiles usagées ; Régénération ; Énergétique ; Environnement.

Abstract:

Lubricating oils are essential to ensure the proper functioning of the engine. They are composed of base oils of petroleum or synthetic origins and additives. These give the lubricating oils good properties. But these characteristics can be lost after use, this used oil is unloaded in the emptying stations. Regeneration of lubricating oils can be considered as a preferred option for the conservation of energy resources and the reduction of damage to the environment.

We aim to treat used 15W40 engine oil, dehydrated and free of light hydrocarbons (gasoline) with sulfuric acid and to study the characteristics of the oil. The results of this study show that the yield obtained is 68% and properties of the treated oil are quite similar to those of the new, unused, processed oil such as viscosity (70.96 mm²/s treated oil and 103.5 mm²/s new oil), the flash point (178 and 180).), the pour point (-10 and -9.6) and the density (0.8726 and 0.875). which allows us to take advantage of the processed oil.

Keywords: Lubricating oil; Used oils; Regeneration; Power engineering; Environment.

1. Introduction

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

Les huiles lubrifiantes sont indispensables pour assurer le bon fonctionnement du moteur, elles sont constituées 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. Sur le plan national, le marché Algérien des lubrifiants est de l'ordre de 180.000 tonnes par an, se répartissant comme suit : 75% des huiles moteurs, 19% des huiles industrielles, 3% des graisses et 3% des huiles aviation et marine. La quantité moyenne des huiles usagées récupérées par NAFTAL est de 90 000 tonnes par an, ce qui représente 50% du volume global des lubrifiants (Bououdina, 2010).

Les huiles lubrifiantes disposent de plusieurs propriétés physico-chimiques qui doivent être préservées, autant que possible, au cours de son utilisation (Audibert, 2003). Dans un moteur, l'huile, dont la fonction essentielle est d'assurer la lubrification, se voit soumise à de nombreuses contraintes de plus en plus sévères et ce, en rapport avec le développement actuel des moteurs aux performances améliorées, ces contraintes agissent de manière néfaste sur la structure de l'huile, une fois ses propriétés altérées, elle ne peut continuer à remplir sa tâche convenablement, et elle finit par perdre sa qualité lubrifiante (Izza et al., 2017). Les huiles usagées sont classées dans la catégorie des déchets spéciaux dangereux, elles peuvent engendrer une détérioration importante du milieu naturel, qui peut être traduit par une pollution d'eau, du sol et de l'atmosphère (Audibert, 2003). Les huiles usagées de moteur constituent une catégorie importante de matériaux récupérables. La priorité est donnée au recyclage, dont l'objectif est l'économie de matières premières (Mohellebi et al., 1999).

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.

2. Material and Methods

2.1. Présentation de la région d'étude

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

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

2.2. Présentation de la région d'étude

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

Tableau 1. Parc automobile de la wilaya d'Adrar (ONS, 2016).

Véhicule tourisme	Camion	Camionnette	Autocar Autobus	Tracteur Routier	Tracteur Agricole	Véhicule Spéciale	Remorque	Moto	Totale
5 130	1 277	2 596	865	927	763	831	908	825	14 122

2.3. Echantillonnage

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

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



Fig. 1. Echantillonnage (Service de vidange).

2.4. Le choix de substrat d'études

L'huile usée 15W40 pur fait l'objet de notre étude pour :

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

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

2.5. Purification et de modification physico-chimique de l'échantillon d'argile utilisé

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

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

2.6. Traitement de l'Argile

L'activation acide comprend le traitement de l'argile avec une solution d'acide (H_2SO_4) dans le but d'augmenter la surface spécifique, la porosité et l'acidité de la surface. Elle fait augmenter la surface spécifique par la désagrégation des particules de l'argile, l'élimination de plusieurs impuretés minérales et l'enlèvement des cations inter-foliaires (Makki et Flicoteaux, 1976).



Fig. 2. L'argile brute et l'argile broyée.

2.6.1. Lavage de l'argile

Le but de cette opération est d'éliminer les impuretés qui peuvent se dissoudre dans l'eau. Et cause de la facilité de dispersion des argiles dans l'eau nous avons adopté un mode de lavage reposant sur la sédimentation. Au début on immerge la quantité d'argile dans un volume suffisant 1/3 de l'eau distillée (Brika, 2017), on laisse le mélange reposer toute la nuit puis le filtrer.

2.6.2. Acidification de l'argile

Après lavage nous avons mélangés 35 g d'argile avec une solution d'acide sulfurique H_2SO_4 (0,5 mol/L). Le mélange (Argile/ d'acide sulfurique) est agité pendant 3 heures.

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



Fig.3. Activation de l'argile par acide.

2.7. Traitement des huiles usagées

Les procédés de la régénération des huiles lubrifiantes usagées permet de détruire les polluants qui dégradent les caractéristiques des huiles usées (Audibert, 1978 ; Avrillon, 1978), nous permettant de récupérer la plupart de propriété d'huile usée ; et alors que, l'huile contaminée retourne environ 90% d'huile neuve et devient réutilisable.

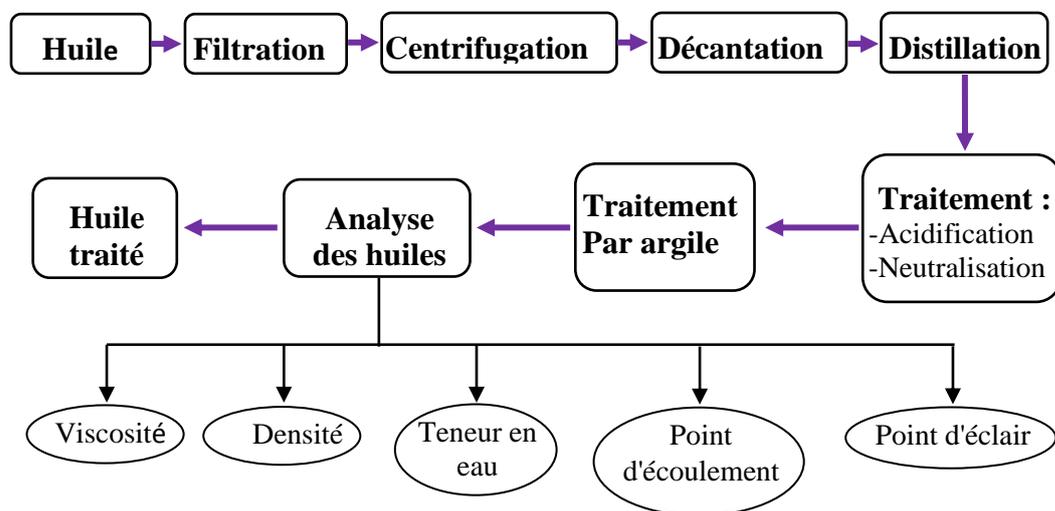


Fig. 4. Régénération des huiles usagées.

2.8. Régénération par acide

2.8.1. La filtration

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



Fig. 5. Filtration des huiles usagées.

2.8.2. Centrifugation

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

2.8.3. Distillation

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



Fig. 6. Distillation des huiles usagées.

2.8.4. Traitement par l'acide sulfurique

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



Fig. 7. Décantation des huiles usagées après 72h.

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

Pour neutraliser l'huile usée qui traitée avec l'acide, on à préparer 15 g de NaOH dans l'eau distillé qui est ajouté dans l'ampoule, puis une laisse le mélange pour décanter pendant 24 heures. En fin la phase alcaline qui est formée à la partie inférieure de l'ampoule est enlevée.

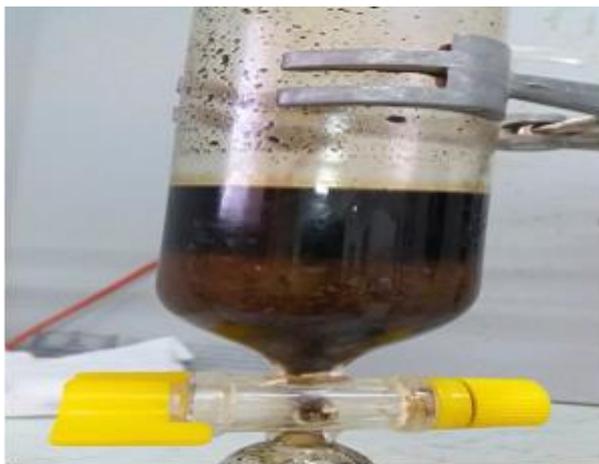


Fig.8. Décantation des huiles usagées après 24h.

2.8.5. *Lavage avec l'eau distillée chaude*

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



Fig. 9. Lavage par l'eau chaude.

2.8.6. *Décoloration/désodorisation par argile*

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



Fig. 10. Traitement par argile.

2.9. Les analyses physico-chimiques de produit obtenu

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

2.9.1. La densité (ASTM D941-55)

Le principe est basé sur le mesurage de la masse, à la température demandée, d'un volume de corps gras contenu dans un pycnomètre préalablement étalonné à la même température par rapport à l'eau. La méthode utilisée est celle décrite dans la norme.

2.9.2. La viscosité ASTM D445

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

2.9.3. La viscosité cinématique

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

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

2.9.4. Point d'écoulement (ASTM D97)

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

2.9.5. Point d'éclair (ASTM D92)

A des intervalles pour déterminer la température à laquelle apparait un éclair sur la surface de 25 ml d'huile de lubrification régénérée est introduit dans un bécher sur lequel est inséré un thermomètre. Le bécher est placé sur le chauffage, la surface de l'échantillon est exposée à une source de flamme l'échantillon, tandis que l'huile de lubrification dans le bécher continue à se chauffer.



Fig. 11. Mesure de point d'éclair.

2.9.6. La teneur en eau

La teneur en eau est déterminée sur une partie de 1 g d'échantillon d'huile dans une capsule en porcelaine puis séché dans une étuve réglée à une température de $103 \pm 2^\circ\text{C}$, jusqu'à obtention d'un poids constant (Khanin, 2012).

3. Results and Discussions

Après avoir traité l'huile usée et effectué les différentes analyses, nous avons procédé à l'étude des résultats trouvés dans le Tableau 2.

Tableau 2. Résultats des tests.

Caractéristiques	Huile neuve	Huile traitée	Huile usée
Viscosité Cinématique (mm^2/s) à 40°C	103,5	70,96	47,71
Point d'écoulement ($^\circ\text{C}$)	-9,6	-10	-11,6
Point d'éclair ($^\circ\text{C}$)	180	178	151
Densité	0,875	0,8726	0,883
Teneur en eau%	0,1	0,4	0,7

3.1. Viscosité

L'augmentation de la viscosité peut se produire en raison de l'oxydation ou à cause d'une contamination avec des éléments insolubles (Scapin, 2007). À partir de la Fig. 12, nous pouvons constater une diminution de la viscosité cinématique de l'huile usagée, cela est dû à la contamination sous forme de boues de l'huile usagée. En général, l'huile est considérée comme inapte au service, si la viscosité originale augmente ou diminue considérablement. Les molécules s'éloignant les unes des autres, les interactions intermoléculaires s'affaiblissent avec l'augmentation de la température. On peut donc s'attendre à une diminution de la viscosité avec une telle augmentation (Nardello, 2003). Une diminution de la viscosité peut être causée par dilution de l'huile avec du carburant léger. Le résultat de l'essai de viscosité montre que l'huile usagée a perdue plus de sa viscosité en raison de la contamination. Cependant, le traitement a restauré à l'huile sa viscosité d'origine (Denis, 1997).

3.2. Point d'écoulement

Le point d'écoulement et de congélation sont reliés aux quantités de paraffines présentes dans l'huile. À partir des résultats obtenus, on constate que le point d'écoulement de l'huile de lubrification usagée est élevé. C'est à cause de la dégradation des additifs dans l'huile de lubrification. Le point d'écoulement est d'un intérêt particulier, lorsque l'huile fonctionne dans des conditions relativement froides. La méthode de traitement à l'acide s'est révélée efficace en comparant le point d'écoulement de l'huile traitée à celle d'une huile neuve (Fig. 13).

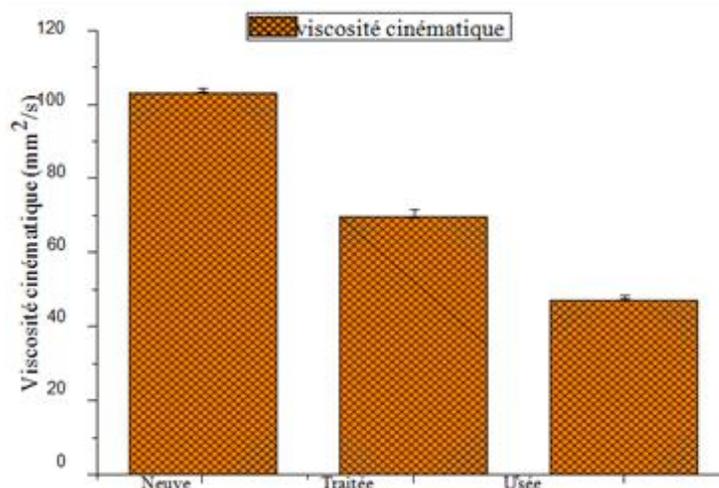


Fig. 12. Effet du traitement sur la viscosité cinématique.

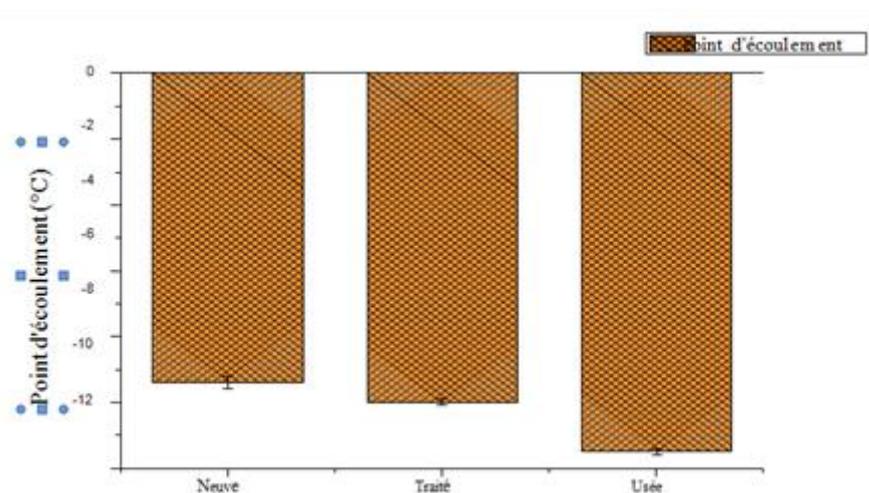


Fig. 13. Effet du traitement sur le point d'écoulement.

3.3. Point d'éclair

Le point d'éclair est de 180 °C pour l'huile neuve, 151 °C pour l'huile usagée et 178°C pour l'huile traitée. La diminution de la valeur du point d'éclair de l'huile usagée pourrait être le résultat de la présence des fractions légères d'huiles (Rincon et al., 2005). Après avoir subi la combustion et l'oxydation à haute température du moteur à combustion, l'huile se décompose en composants, qui comprennent des fractions légères.

D'après la Figure 14, le point d'éclair de l'huile de lubrification neuve est 178 °C, alors que celui obtenu à l'aide d'un traitement à l'acide est 180 °C. La diminution du point d'éclair de l'huile usagée est due à la distillation avec le carburant, c'est que pour un véhicule automobile avec de mauvais segments de piston, le point d'éclair diminuera en raison de la distillation avec le carburant (Christine et Rodolphe, 2019). D'après les résultats obtenus nous remarquons que la valeur du point d'éclair d'huile traitée acceptable en comparaison avec celui d'une huile neuve.

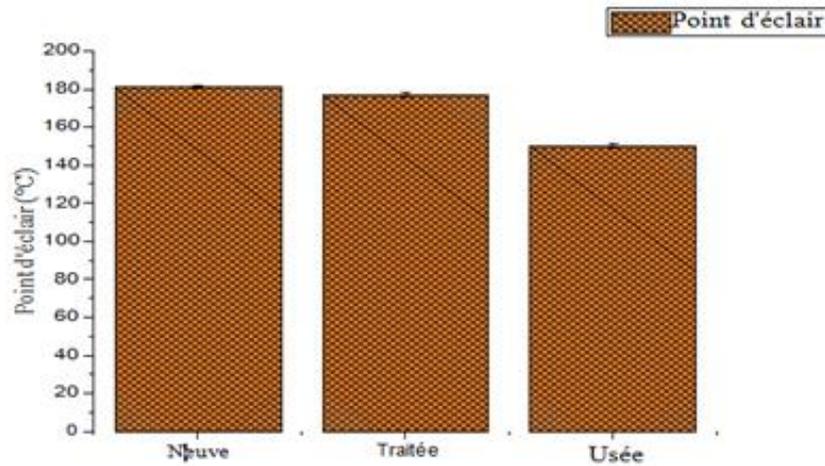


Fig. 14. Effet du traitement sur le point d'éclair.

3.4. Densité

La densité de l'huile de lubrification usagée est proche à celle d'une huile neuve, et à celle d'une huile traitée. Les résultats pour l'huile lubrifiante neuve et usagée sont 0,875 et 0,895 respectivement, tandis que celle d'une huile régénérée est 0,872.

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

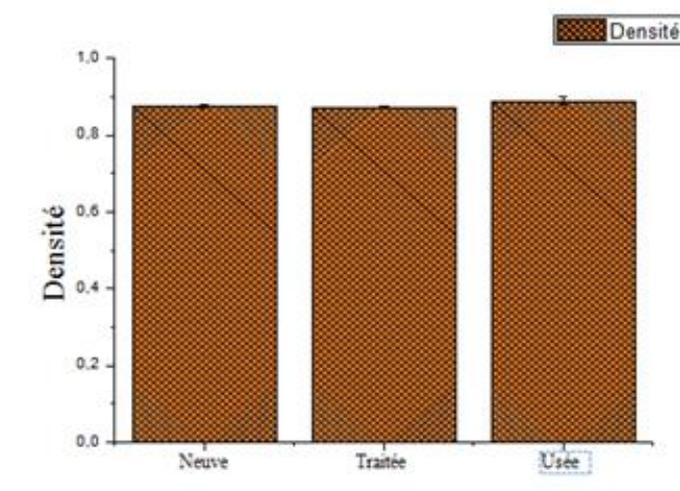


Fig.15. Effet de traitement sur la densité.

3.5. La teneur en eau

D'après les résultats regroupés dans le Tableau 2, les valeurs de la teneur en eau et sédiments de l'huile neuve, l'huile traitée et l'huile usée sont des quantités tolérables et elles sont dans la norme ISO 3734 (< 0,5 %vol.) ; l'huile usée contient un pourcentage volumique un peu élevé que l'huile neuve et l'huile traitée.

Les quantités d'eau et sédiments contenues dans une huile, influent sur sa densité. La présence des sédiments (corps solides) dans les lubrifiants en grandes quantités (> 0,5%vol.) est indésirable et conduit à la dégradation rapide des composants de moteur.

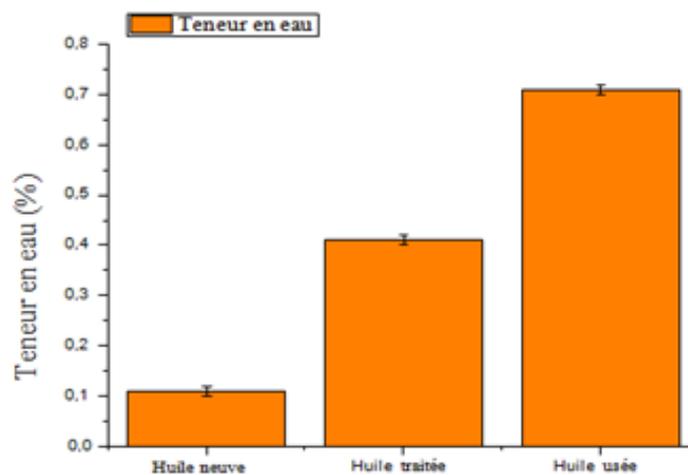


Fig. 16. Effet de traitement sur la teneur en eau.

4. Conclusion

Les huiles lubrifiantes sont des liquides visqueux utilisées pour la lubrification des parties mobiles des moteurs et des machines. Ce sont des produits pétroliers qui se décomposent après une période d'utilisation, par contamination avec des éléments polluants, tels que les métaux lourds, les huiles usées peuvent contaminer l'eau et le sol et poser un risque élevé pour la santé humaine. Le traitement des huiles usées à intérêt dans l'élimination de la pollution de l'environnement, préservation des réserves de pétrole brut et réduit la consommation d'huiles vierges. Pour supprimer l'impact et l'influence de ces huiles, on a effectué cette étude pour chercher et trouver des moyens qui rendent ces huiles usées possibles à être récupérables et utilisables à nouveau pour la lubrification, et cela donne une durée de vie plus longue pour ces huiles lubrifiantes. D'après les résultats présentés dans ce travail, il est clair que la méthode de traitement utilisée permet d'enlever efficacement les contaminants de l'huile lubrifiante usagée, et d'obtenir une huile traitée avec des caractéristiques proches de celle d'une huile neuve. Nous ajoutons notre décision aux découvertes d'autres chercheurs, et ceci en encourageant l'exploitation de la richesse locale (l'argile) utilisée dans la liquidation ainsi qu'en préservant l'environnement de la pollution et en créant des emplois comme solution économique et sociale.

Références

Abid L. (2012). La couverture sanitaire dans la wilaya d'Adrar. www.andi.dz/PDF/monographies/Adrar.pdf.

- ADME. (2014).** Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie. Documentation des facteurs d'émissions de la Base Carbone. Version 11.0.0 - mardi 18 novembre 2014. <http://www.base-impacts.ademe.fr/>
- Audibert, F. (1978).** Procédés de régénération des lubrifiants usagés. Revue de l'Institut français du pétrole, éditions Technip, Paris.
- Audibert, F. (2002).** Les huiles usagées : Reraffinage et valorisation énergétique. Paris : Editions Technip.
- Avrillon, R. (1978).** Étude de la purification de produits lourds pétroliers au moyen de résines adsorbantes. Revue de l'Institut français du pétrole, Éditions Technip, Paris
- Awaja F., Pavel D. (2006).** Design Aspects of Used Lubricating Oil Rerefining. Categories: Technique\Oil and Gas Technologies. Edition:1, Publisher: Elsevier, p:124
- Bennani K A., Mounir B., Hachkar M., Bakasse M. and Yaacoubi A. (2015).** Adsorption of cationic dyes onto Moroccan clay: Application for industrial wastewater treatment. J. Mater. Environ. Sci. 6 (9) (2015) 2483-2500.
- Bououdina M. (2010).** Les huiles usagées en Algérie (produire plus propre). Centre National des Technologies de Production plus Propre (CNTPP). N° 07/Décembre 2010.
- CDARS. (1999).** Valorisation des ressources hydriques et le développement agricole saharien. Commissariat au Développement de l'Agriculture dans les Régions Sahariennes (CDRS), Ouargla, 30p
- Christine B, Rodolphe L (2019).** Combustibles et carburants pétroliers. L'Institut national de recherche et de sécurité (INRS). <file:///C:/Users/hp/AppData/Local/Temp/ed989.pdf>
- Daniel H. (2010).** Introduction à la viscosité dynamique et cinématique. http://www.daniel-huilier.fr/Enseignement/Notes_Cours/Viscosite/Introduction_Viscosite.pdf
- Denis B. (1997).** Physico-Chimie des lubrifiants. Technip : Analyses et essais, Publication de l'Institut français du pétrole, ed. Technip.
- Izza H., Ben Abdessalam S., Boudia M., Haddad A. (2018).** Recycling of used motor oil as an alternative method for production feedstock for the conversion processes. 36 (19), p.1511-1515.
- Karelskind A. (1992).** Manuel des corps gras. 1-1565.
- Khanin G. (2012).** Extraction et caractérisation physico-chimique et biologique de Béjaia: Université Abderrahmane MIRA de Béjaia
- Laib I. (2010).** Etude de la stabilité à l'oxydation des huiles lubrifiants Algériennes (pour moteur à essence). Boumerdes : Université de Boumerdes.
- Makki M.B., Flicoteaux C. (1976).** Activation des argiles. Bul. de la Soc.Chim. de Fr., 1-2, 15-22.
- Mazouzi R., Khelidj B., Karas A. et Kellaci A. (2014).** Régénération des huiles lubrifiantes usagées par processus de traitement à l'acide. revue des Energie Renouvelables Vol. 17 N°4 (2014) 631-637.
- Mohellebi F., Bouckekhou A., Harbi N., Hadjoudj R. et Chitour C. E. (1999).** Étude de la purification d'huiles usagées de type « moteur » au moyen d'une argile montmorillonitique. Oil & Gas Science and Technology $\text{\textcircled{D}}$ Rev. IFP, Vol. 54, No. 3, pp. 403-418
- Nardello-Rataj V., Tai L.H.T., Aubry J.M. (2003).** L'actualité chimique, Les lessives en poudre Un siècle d'innovations pour éliminer les taches. https://www.lycee-champollion.fr/IMG/pdf/les_lessives_en_poudre.pdf.
- ONS Données statiques, (2016).** Parc national automobile au 31/12/2016. N°790.
- Rincón J., Cañizares P. and García M. T. (2005).** Regeneration of Used Lubricant Oil by Polar Solvent Extraction. Ind. Eng. Chem. Res. 2005, 44, 12, 4373-4379
- Scapin M. A., Duarte C.L., Sampa M.H.O. and Sato I.M. (2007).** 'Recycling of the used automotive lubricating oil by ionizing radiation process'. Radiation Physics and Chemistry 76(11):1899-1902.