

## Synthèse de biodiesel en utilisant des huiles végétales usagées

A. Boulal \*, M. Khelafi, H. Gaffour et Y. Bakache

Unité de Recherche en Energies Renouvelables en Milieu Saharien, URERMS  
Centre de Développement des Energies Renouvelables, CDER  
01000, Adrar, Algeria

(reçu le 15 Septembre 2016 - accepté le 30 Septembre 2016)

**Abstract** - *The search of a new inexhaustible natural energy source with more technology outside oil and refining, it has the main cause to the biofuels appearance such as biodiesel originated from the transesterification of waste vegetable oil. This work consist in the study of transesterification of waste vegetable oil and the influence of different parameters affecting biodiesel synthesis such as; the ratio (alcohol/oil), the amount of catalyst (% NaOH), the temperature T (°C). Results show that the maximum extent of transesterification (71%) has been observed at T=40°C however the lowest (54 %) has been obtained at T=60°C. The increase of ratio (alcohol/oil) involve the increase of biodiesel synthesis to reach a limit value of ratio  $r = 1/2$ .*

**Résumé** – *La recherche d'une nouvelle source d'énergie naturelle inépuisable accompagnée d'une technologie hors le pétrole et son raffinage a pour l'apparition des biocarburants, tels que le biodiesel provenue de la transestérification d'une huile végétale usagée. Ce travail est consacré à l'étude de la transestérification d'une huile végétale usagée et l'influence des différents paramètres affectant la synthèse de biodiesel tels que; le rapport (alcool/huile), la quantité du catalyseur ajouté (% en NaOH), la température T (°C). Les résultats trouvés montrent qu'une augmentation du rapport alcool/huile implique une amélioration du rendement (R) du procédé de transestérification jusqu'à atteindre un rapport de 1/2 pour le quel un rendement de 71% est obtenue.*

**Mots clés:** Trans-estérification - Biodiesel - Huile végétale usagée - Biocarburant.

### 1. INTRODUCTION

La bioénergie est intégrée de façon complexe dans les systèmes mondiaux de biomasse servant à la production de denrées alimentaires, de fourrage, de fibres et de produits forestiers et dans la gestion de déchets et de résidus [1].

Le biodiesel, un des exemples des biocarburants destinés à combiner ou remplacer les carburants fameux et de réduire la pollution produite par ceux d'origine pétrolier [2, 3].

L'huile de tournesol est l'une des plus équilibrées en raison de la nature des acides gras qui la composent: elle contient seulement 12 % d'acides gras saturés et un nombre important d'acides gras mono ou polyinsaturés comme l'acide oléique et surtout l'acide linoléique, essentiel dans la nutrition humaine. Par ailleurs, certains sélectionneurs ont mis au point des variétés de tournesol dont l'huile peut contenir près de 90 % d'acide oléique [4].

Cette matière organique peut perdre sa qualité nutritionnelle comme l'huile de friture en augmentant le taux des acides gras libres formés et destiné aux rejets. Les chercheurs ont pensé à réutiliser ce résidu comme matière première dans un autre secteur économique, c'est la voie énergétique en produisant le biodiesel.

Le biodiesel est un mélange d'esters d'acide gras obtenus à partir des huiles végétales ou de graisses animales par transestérification [5]. La transestérification est la

---

\* a.boulal@urerms.dz

technique de production de biodiesel. Il s'agit d'un procédé dans lequel les huiles végétales, les graisses animales ou les huiles à base de micro algues sont mélangées à un alcool (éthanol ou méthanol) en présence d'un catalyseur homogène (acide ou basique), [6] ou hétérogène (Les catalyseurs à base d'alumine, les oxydes des métaux du groupe IIA, les oxydes mixtes et les oxydes de métaux de transition supportés sur différents supports poreux). Cette opération peut être effectuée à froid ou à chaud selon le procédé et les réactifs utilisés.

## 2. MATERIEL ET METHODES

Le dispositif expérimental utilisé dans ce travail est composé d'un ballon bicol dans lequel on introduit un mélange réactionnel de 100 ml d'une huile alimentaire usagée et 50 ml d'alcool en présence de 1 % du catalyseur de NaOH soumis à une agitation continue pendant 1 h à une température de 40 °C.

Ces conditions de travail peuvent être changées dans l'étude paramétrique de ce procédé de transestérification. Sa réaction globale est représentée dans la figure suivante:

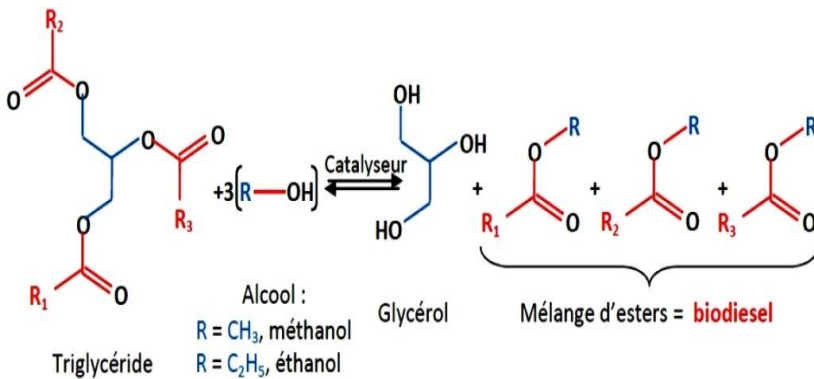


Fig. 1: Schéma simplifié de la synthèse du biodiesel [3]

Après 60 minutes d'agitation et de chauffage, on laisse reposer le mélange pour que la séparation s'effectue et on évacue la glycérine.

## 3. RESULTATS ET DISCUSSION

Le procédé de transestérification est affecté par plusieurs paramètres [7] et son rendement de dégradation est limité par les quantités et les rapports des réactifs utilisés parmi eux le rapport volumique (alcool/huile), la température du système réactionnel, etc...

### 3.1 Effet du rapport volumique $r = V_{\text{alcool}} / V_{\text{huile}}$

La figure 2 montre qu'une augmentation du rapport  $r = V_{\text{éthanol}} / V_{\text{huile}}$  implique une augmentation du rendement de biodiesel produit jusqu'à atteindre un rendement de 75% en utilisant le rapport  $r = 60 / 100$  par la suite une augmentation de ce paramètre implique une diminution du rendement de la transestérification.

Ces résultats trouvés peuvent être dû à l'insuffisance de la quantité d'éthanol et de la présence d'une teneur importante en hydroxyde de sodium un des agents principaux de la saponification pour les deux premiers cas étudiés ( $r = 20 / 100$  et  $r = 40 / 100$ ).

Après la transestérification des huiles usagées et la décantation du mélange réactionnel pour éliminer la phase aqueuse ainsi que la glycérine, le produit obtenu doit être lavé. Le lavage peut être effectué en utilisant de l'eau distillée ou de l'acide qui sert à éliminer le glycérol et neutraliser le milieu alcalin [8]. Par conséquent ce lavage provoque une diminution de pH.

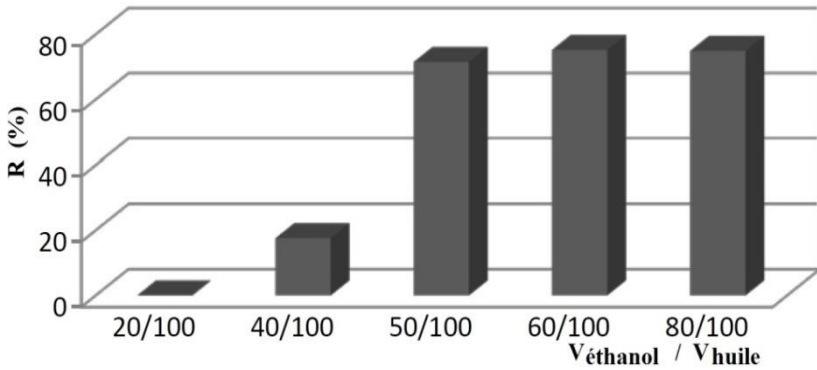


Fig. 2: Influence du rapport  $r = V_{\text{éthanol}} / V_{\text{huile}}$  sur le rendement de la transestérification d'une huile usagée

Après la transestérification des huiles usagées et la décantation du mélange réactionnel pour éliminer la phase aqueuse ainsi que la glycérine, le produit obtenu doit être lavé. Le lavage peut être effectué en utilisant de l'eau distillée ou de l'acide qui sert à éliminer le glycérol et neutraliser le milieu alcalin [8]. Par conséquent ce lavage provoque une diminution de pH.

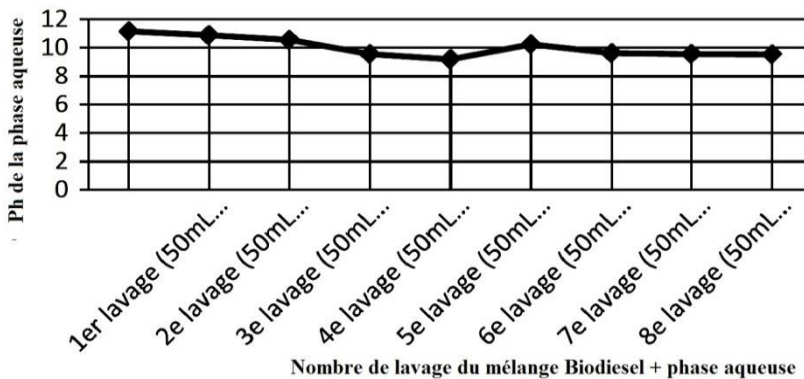


Fig. 3: Variations de pH en fonction du nombre de lavage

Un lavage successif et sous une grande agitation peut produire du savon avec ces trois types en empêchant la séparation de l'ester à la phase aqueuse.

Le biodiesel obtenu à partir de l'huile usée comporte une difficulté supplémentaire. Si du savon a été généré, ce dernier formera une émulsion avec l'eau et le biodiesel, rendant les lavages longs et difficiles. Pour ce biodiesel, il est recommandé d'utiliser du vinaigre plutôt que de l'eau. Le savon en solution acide redevient un acide gras libre qui sera plus facile à éliminer.

La densité comme un paramètre très important caractérisant ces deux matières mises en jeu; huile et biodiesel doit être déterminé, est suivi dans notre étude.

Vu la figure 4, on peut dire qu'une augmentation du rapport  $r = (V_{\text{éthanol}}/V_{\text{huile}})$  implique une diminution de la densité de biodiesel synthétisé.

### 3.2 Effet de la température T

La température est l'un des paramètres les plus importants dans cette étude. Contrairement au travail effectué par Kibbey *et al.*, qui ont étudié l'influence de ce paramètre pour des valeurs de  $T \leq 40^\circ\text{C}$ .

Notre étude effectuée dans un milieu réactionnel chaud  $\geq 40^\circ\text{C}$ , mais inférieur à la température d'ébullition d'éthanol, montre qu'une augmentation de la température de 40 à 60°C implique une diminution du rendement de la réaction et qu'un meilleur rendement de la transestérification est obtenu en travaillant sous une température de 40°C ceci peut être dû à l'influence direct de la température sur la viscosité de l'huile transféré et du biodiesel formé [2].

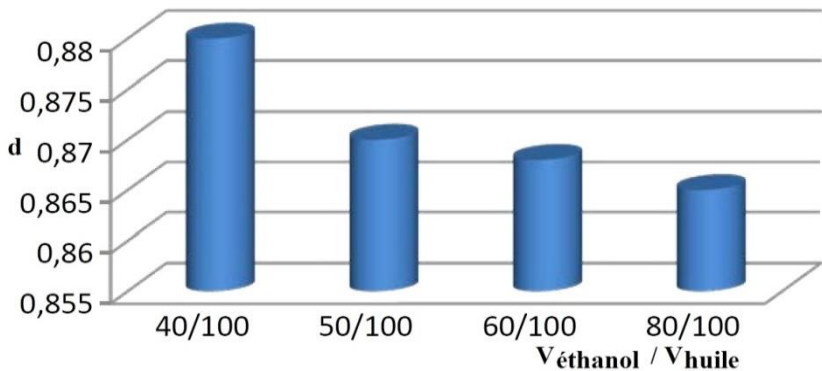


Fig. 4: Valeurs de la densité du biodiesel obtenu en fonction du rapport  $r = (V_{\text{éthanol}}/V_{\text{huile}})$

**Tableau1** : Les rendements de la transesterification en fonction de la température.

T (°C)	R (%)
40	71
50	65
60	54

## 4. CONCLUSION

Le souci de perdre les sources d'énergie fossiles a été résolu par la recherche d'un alternatif qui peut répondre à nos besoins futurs comme un biocarburant. C'est le biodiesel qui peut remplacer à un certain pourcentage le diesel, bien qu'ils se diffèrent dans plusieurs aspects importants, tels que le grand pourcentage d'oxygène et le nombre d'insaturation présents dans le biodiesel [9].

La transformation des huiles ou des graisses en esters éthyliques ou méthyliques permet de réduire la masse moléculaire à un tiers de celle de l'huile, de réduire la densité.

Après les lavages, le biodiesel peut être légèrement trouble en raison de la présence d'eau. Un chauffage à 50 °C permet de 'sécher' et d'ainsi clarifier ce dernier.

Notre travail effectué nous a permis de déduire les conditions optimales de la transestérification: une température de 40°C, un rapport  $r < 1/2$  ( $V_{\text{alcool}}/V_{\text{huile}}$ ),  $[\text{NaOH}] = 1\%$  pour obtenir un rendement de 71% d'ester éthylique.

## REFERENCES

- [1] I. Obernberger and G. Thek, '*Techno-Economic Evaluation of Selected Decentralised CHP Applications Based on Biomass Combustion in IEA Partner Countries*', BIOS Bioenergiesysteme GmbH, Graz, A-8020, Austria, 2004.
- [2] T.C.G. Kibbey, L. Chen, L.D. Do and D.A. Sabatini, '*Predicting the Temperature-Dependent Viscosity of Vegetable Oil/Diesel Reverse Microemulsion Fuels*', Fuel, Vol. 116, pp. 432 – 437, 2014.
- [3] G.H. Huang, F. Chen, D. Wei, X.W. Zhang and G. Chen, '*Biodiesel Production by Microalgal Biotechnology*', Applied Energy, Vol. 87, pp. 38 -46, 2010.
- [4] R. Richard, '*Transestérification Ethanolique d'Huile Végétale dans des Microréacteurs: Transposition du Batch au Continu*', Thèse de Doctorat, Décembre 2011.
- [5] B. Hamad, '*Transestérification des Huiles Végétales par L'éthanol en Conditions Douces par Catalyses Hétérogènes Acide et Basique*', Thèse de Doctorat, Université Claude Bernard Lyon 1, 2009.
- [6] S.M. de Lima, B.F. Alves Silva, D. Vieira Pontes, C. Fernandes Pereira, L. Stragevitch and M. Fernanda Pimentel, '*In-Line Monitoring of The Transesterification Reactions for Biodiesel Production Using NIR Spectroscopy*', Fuel, Vol. 115, pp. 46 - 53, 2014.
- [7] A.B.M.S. Hossain and M.A. Mazen, '*Effects of Catalyst Types and Concentrations on Biodiesel Production from Waste Soybean Oil Biomass as Renewable Energy and Environmental Recycling Process*', AJCS, Vol. 4, N°7, pp. 550 - 555, 2010.
- [8] S. Jain and M.P. Sharma, '*Effect of Metal Contents on Oxidation Stability of Biodiesel/Diesel Blends*', Fuel, Vol. 116, pp. 14 - 18, 2014.
- [9] S.K. Hoekman and C. Robbins, '*Review of the Effects of Biodiesel on NO<sub>x</sub> Emissions*', Fuel Processing Technology, Vol. 96, pp. 237 – 249, 2012.