



## The 1<sup>st</sup> International Conference on Local Resource Exploitation

[www.lorexp.org](http://www.lorexp.org) / [info@lorexp.org](mailto:info@lorexp.org)

REF: LOREXP\_2021\_A1114 Pages: 1064–1069



### Influence d'un ajout de Nanoparticules de fer ( $\text{FeO}_3$ ) sur l'indice d'acidité des Esters Méthyliques d'Huile de Palmiste (EMHP)

#### *Influence of an addition of iron nanoparticles ( $\text{FeO}_3$ ) on the acidity index of Methyl Esters of Palm Kernel Oil (MEPKO)*

Asse Jean – Bernard<sup>1,\*</sup>, Mengata Mengounou Gislain<sup>1</sup> et Moukengue Imano Adolphe<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire des Technologies et Sciences Appliquées (LTSA), B.P. 7236 Dla, [UFS-SCA@gmail.com](mailto:UFS-SCA@gmail.com), Université de Douala, Cameroon.

\* Auteur Correspondant : [assejeanbernard@yahoo.fr](mailto:assejeanbernard@yahoo.fr)

#### RÉSUMÉ :

L'indice d'acidité est un facteur important des diélectriques liquides des transformateurs car il permet de déterminer entre autres choses le niveau de détérioration du diélectrique. Cet article permet de mettre en exergue l'impact que peut avoir l'ajout des nanoparticules de fer ( $\text{FeO}_3$ ) sur l'indice d'acidité des EMHP. Plusieurs échantillons (04) ont été élaborés pour une même concentration précise de 0,15 % afin de s'assurer de la répétabilité des résultats. Les échantillons sont obtenus après plusieurs étapes notamment l'opération de dégomme qui permet de réduire l'indice d'acidité de l'huile de palmiste brute ; puis la transestérification qui donne les esters méthyliques. Une fois l'EMHP obtenu, la concentration de nanoparticules y est ajoutée et l'ensemble est placé sous agitation mécanique avant le processus de sonication visant à rendre le mélange homogène ; tout ceci en prenant soin de déshumidifier et dégazer à chaque fois. Les résultats obtenus démontrent que l'ajout de 0,15 % des nanoparticules  $\text{FeO}_3$  dans l'EMHP augmente la valeur de son l'indice d'acidité de 317 %.

**Mots clés :** Indice d'acidité, Nanoparticules, EMHP.

#### ABSTRACT:

The acid number is an important factor in liquid dielectrics of transformers because it allows to determine among other things the level of deterioration of the dielectric. This article highlights the impact that the addition of iron nanoparticles ( $\text{FeO}_3$ ) can have on the acidity index of MEPKO. Several samples (04) were developed for the same precise concentration of 0.15 % to ensure the repeatability of the results. The samples are obtained after several steps, notably the degumming operation, which reduces the acidity index of the crude palm kernel oil, followed by transesterification, which produces the methyl esters. Once the MEPKO is obtained, the concentration of nanoparticles is added to it and the whole is placed under mechanical stirring before the process of sonification aiming at making the mixture homogeneous; all this by taking care to dehumidify and degasify each time. The results obtained show that the addition of 0.15 % of  $\text{FeO}_3$  nanoparticles in the MEPKO increases the value of their acidity index by 317 %.

**Keywords:** Acidity index, Nanoparticles, MEPKO (Methyl Esters of Palm Kernel Oil).

## 1. INTRODUCTION

Depuis près d'une dizaine d'années, plusieurs études visent à développer et à promouvoir l'utilisation des biosolants comme diélectriques liquides dans les transformateurs de puissance et de distribution (Sitorus et al., 2016 ; Rao et al., 2016). Bien que plusieurs esters à base de graines huileuses naturelles soient développés (Sitorus et al., 2016 ; Rao et al., 2016 ; Nguyen, 2011), on note néanmoins quelques limites que présentent ces esters naturels par exemple un point d'écoulement élevé et une forte conductivité en courant continu (Abdelmalik, 2014) et un taux élevé d'indice d'acidité. De plus, l'utilisation prolongée des transformateurs expose le diélectrique liquide à l'oxydation qui causera plus tard sa détérioration. Il est donc important voire primordiale pour un bio isolant d'avoir un indice d'acidité très bas (Sitorus et al., 2016). Afin d'améliorer ces quelques limites, pistes sont explorées notamment celle de l'ajout des nanoparticules. Ainsi, plusieurs travaux sont effectués pour déterminer l'impact de l'ajout des nanoparticules sur les propriétés thermiques (Santisteban, 2019), diélectriques (Ghani et al., 2018) et physico-chimiques des bio isolants (Ghani et al., 2018). Cependant, la plupart des travaux sont réalisés pour déterminer l'impact des nanoparticules sur la tension de claquage (Mohamad et al., 2017 ; Oparanti et al., 2021), la viscosité (Rajab et al., 2011 ; Bashi et al., 2006), les points feu et flash (Mohamad et al., 2019) ; très peu s'intéresse à l'indice d'acidité (Mohamad et al., 2017) qui est pourtant un paramètre non négligeable. Car il permet de déterminer le niveau de dégradation de l'isolant. Plus la valeur de l'indice d'acide élevée, plus le niveau de dégradation de l'isolant est important. Dans plusieurs travaux, les essais sont réalisés à partir de plusieurs concentrations quel que soit le type de nanoparticules utilisés (Mohamad et al., 2019 ; Makmud et al., 2018 ; Nor et al., 2017). Dans le cadre de nos travaux donc l'objectif est de déterminer l'impact des nanoparticules sur les EMHP élaborés au LTSA, nous avons pour les premières expérimentations choisis de travailler sur une concentration fixe de 0,15 % de  $\text{FeO}_3$ . Il est donc question dans cet article de déterminer l'indice d'acidité d'un nanofluide obtenu en associant des EMHP et une concentration de 0,15 % de  $\text{FeO}_3$ .

## 2. MATÉRIELS ET MÉTHODES

### 2.1. Matériels

Afin de déterminer l'indice d'acidité de nos échantillons, les Esters Méthyliques d'Huile de Palmiste (EMHP) sont tout d'abord élaborés à partir d'une huile de palmiste brute commercialisée à Déido dans la ville de Douala au Cameroun. Les nanoparticules de fer ( $\text{FeO}_3$ ) utilisées dans nos expériences ont été obtenues auprès d'un commercial se trouvant dans la ville de Bafoussam et dont le fournisseur est une industrie chinoise. La figure 1 présente un échantillon de nanoparticules de fer ( $\text{FeO}_3$ ) donc quelques caractéristiques sont données au tableau 1. L'obtention des EMHP passe par le processus de raffinage (dégommage) et de transestérification dont les propriétés initiales sont données au tableau 2.



**Figure 1.** Nanoparticules de fer

**Tableau 1.** Propriétés de base des FeO<sub>3</sub>

FeO <sub>3</sub>	
Taille (nm)	100-250
couleur	Rouge
Densité (g/cm <sup>3</sup> )	7,874
Solubilité dans l'eau	insoluble
Point d'ébullition	3414 °C

**Tableau 2.** Quelques propriétés de base des EMHP (Mengounou et al., 2016)

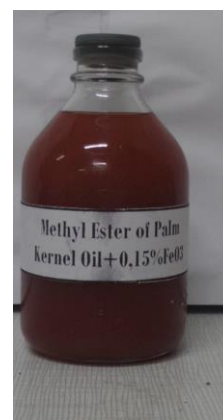
Propriétés	Norme	Unité	EMHP
Aspect	Aspect CEI 296	-	Limpide
Densité à 20 °C	ISO 12185	-	0,864
Viscosité à 40 °C	ISO 3104	mm <sup>2</sup> /s	4,46±0,11
Indice d'Acide	ISO 660	mgKOH/g	2,4 ± 0,6



a)



b)



c)

**Figure 2.** a) Huile de palmiste Brute ; b) EMHP ; c) EMHP + 0,15 % FeO<sub>3</sub>

## 2.2. Méthodes

L'obtention des différents échantillons est faite à partir des EMHP obtenus après les processus de dégommage et de transestérification. Ainsi, la préparation des nanofluides se fait de la manière suivante : les nanoparticules ( $\text{FeO}_3$ ) préalablement déshumidifiées dans un four sont prélevées et dispersées à une concentration précise (0,15 %) dans les EMHP séchés. Le mélange est ensuite placé sur un agitateur magnétique pendant 1h avant d'être homogénéisé par ultrason pendant 2h. Le nanofluide obtenu est une fois de plus placé sur un agitateur magnétique pendant 30min puis déshumidifié à nouveau avant tout éventuel test (Jacob et al., 2020). Une fois les échantillons d'EMHP obtenus, on procède au titrage à quatre reprises dans le but de réduire la marge d'erreur. La détermination de l'indice d'acidité est faite en s'appuyant sur la norme CEI 296. Une solution alcoolique de KOH de concentration [0,1n] est préparée en ajoutant 250ml d'éthanol à 1,4g de KOH. Le mélange est laissé en agitation jusqu'à ce que le mélange soit homogène. Cette solution peut aussi être faite en utilisant de l'eau distillée à la place de l'éthanol. La solution obtenue est mise avec précaution dans la burette graduée. Ensuite, on prend 10 g d'huile et 80ml d'éthanol qu'on laisse agiter pendant tout le processus. Une fois le mélange de l'huile et de l'éthanol homogène, on y verse 3 à 5 gouttes de phénolphaléine. On laisse donc couler la solution de KOH en goutte jusqu'à ce que le changement de couleur avec l'apparition de la couleur rose du mélange sous agitation persiste. L'indice d'acidité est donc déterminé en tenant compte du volume moyen obtenu après les quatre mesures et à partir de la formule mathématique suivante (équation 1) :

$$IA = 5,61 \cdot \left( \frac{V_{KOH}}{m_h} \right) \quad (1)$$

Avec :

- IA** : Indice d'acidité (mg KOH/g)
- $V_{KOH}$**  : Volume de KOH écoulé (ml)
- $m_h$**  : Masse d'huile

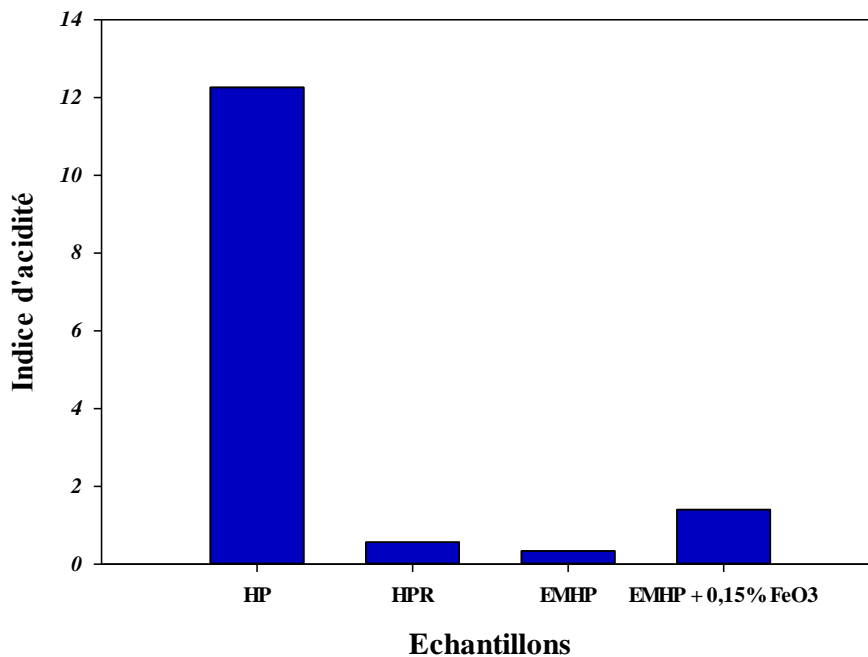
## 3. RÉSULTATS

Le tableau 3 ressort les différentes valeurs de l'indice d'acidité obtenues lors des essais. Le choix du ratio de mélange est de 1g par litre. Une seule concentration de 0,15 % de nanoparticule a été prise en compte lors de ces essais car il s'agit de la première phase d'un long processus d'expérimentation. Il ressort de ce tableau que l'indice d'acidité de l'huile de palmiste brute qui est très élevé baisse de manière considérable après l'opération de dégommage.

L'ajout des nanoparticules (concentration 0,15 %) dans l'ester obtenu n'améliore pas cet indice par rapport à celle des EMHP comme le démontre la figure 3. Pour la concentration de 0,15 % de  $\text{FeO}_3$ , la valeur de l'indice d'acidité est augmentée de 0,337 mg KOH/g à 1,403 mg KOH/g ; soit un pourcentage d'augmentation de 317 %. Cette augmentation peut être un facteur de détérioration rapide du diélectrique liquide du transformateur.

**Tableau 3.** Indice d’acidité des différents échantillons

Tests d’indice d’acidité			
Echantillons	V <sub>moy</sub> (ml)	Coef (g/Mol)	IA (mg KOH/g)
HP	21,85	0,561	12,258
HPR	1	0,561	0,561
EMHP	0,6	0,561	0,337
EMHP + 0,15 % FeO <sub>3</sub>	2,5	0,561	1,403



**HP** : Huile de palmite brute  
**HPR** : Huile de Palmiste Raffinée  
**EMHP** : Esters Méthyliques d’Huile de Palmiste

**Figure 3.** Impact des nanoparticules des Fer sur l’indice d’acidité.

#### 4. CONCLUSION

Les travaux présentés dans cet article visaient à déterminer l’influence d’un ajout de nanoparticules de FeO<sub>3</sub> sur l’indice d’acidité d’un nanofluide à base d’EMHP. Nous avons pour cela, élaboré quatre échantillons de nanofluides avec une concentration précise de nanoparticules de 0,15 % de FeO<sub>3</sub>. Les résultats des essais nous montrent qu’à cette concentration, l’ajout des nanoparticules dans les EMHP n’a pas un impact positif sur son indice d’acidité. Tout au contraire ; cet ajout augmente de 317 % la valeur de l’indice d’acidité de l’EMHP. Ce qui est de nature à ne pas favoriser son utilisation comme diélectrique liquide pour transformateur. Dans la perspective des travaux futurs, il sera question d’investiguer sur la variation de la

concentration du volume des nanoparticules non seulement sur l'indice d'acidité, mais aussi sur les paramètres tels que la viscosité, la rigidité diélectrique et la conductivité thermique.

## 5. REMERCIEMENTS

Nous tenons à exprimer ici toute notre gratitude en l'endroit de l'équipe d'encadrement que ne ménage aucun moyen pour nous encourager et nous orienter.

## 6. CONFLITS D'INTÉRÊTS

Nous voulons par cette déclaration confirmer qu'il n'existe aucun conflit d'intérêt en relation avec le présent travail.

## 7. RÉFÉRENCES

- Abdelmalik A., 2014. Chemically modified palm kernel oil ester: A possible sustainable alternative insulating fluid. *Sustainable Materials and Technologies*, **1-2**, 42–51.
- Bashi S.M., Abdullahi U.U., Robia Y., and Amir N., 2006. Use of natural vegetable oils as alternative dielectric transformer coolants. *The Institution of Engineers*. **67**(2).
- Ghani S.Ab., Muhamad N.A., Noorden Z.A., Zainuddin H., Bakar N.A., and Talib M.A., 2018. Methods for improving the workability of natural ester insulating oils in power transformer applications: A review. *Electric Power Systems Research*, **163**, 655–667.
- Jacob J., Preetha P., and Krishnan S.T.J.I.N., 2020. Review on natural ester and nanofluids as an environmental friendly alternative to transformer mineral oil. *IET Nanodielectrics*, **3**(2), 33–43.
- Makmud M.Z.H., Illias H.A., Chee C., and Sarjadi M.S., 2018. Influence of conductive and semi-conductive nanoparticles on the dielectric response of natural ester-based nanofluid Insulation. *Energies*, **11**(2), 1–12.
- Mengounou G.M., Imano A.M., and Vardamides J., 2016. Analyse des propriétés physico-chimiques de l'huile de palmistes Trans-esterifiée. *Sciences, Technologies et Développement, Edition spéciale*, 210–212.
- Mohamad M.S., Zainuddin H., Ghani S.Ab, Chairul I.S., 2017. AC breakdown voltage and viscosity of palm fatty acid ester (PFAE) oil-based nanofluids. *Journal of Electrical Engineering and Technology*, **12**, (6), 2333–2341.
- Mohamad N.A., Azis N., Jasni J., Ab Kadir M.Z.A., Yunus R., and Yaakub Z., 2019, Impact of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, CuO and Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> on the AC breakdown voltage of palm oil and coconut oil in the presence of CTAB. *Energies*. **12**(9), 1605.
- Nguyen N.M., 2011. Caractérisation de matériaux écologiques en vue du remplacement du SF<sub>6</sub> dans les systèmes d'isolation moyenne tension. Thèse, Université de Grenoble, 146p.
- Nor S., Azis N., Jasni J., Kadir M., Yunus R., Yaakub Z., 2017. Investigation on the electrical properties of palm oil and coconut oil based TiO<sub>2</sub> nanofluids. *IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation*, **24**(6), 3432–3442.
- Oparanti S., Khaleed A., Abdelmalik A., 2021. Nanofluid from Palm Kernel Oil for High Voltage Insulation. *Materials Chemistry and Physics*, **259**, 123961.
- Rajab A., Sulaeman A., and Sudirham S., 2011. A Comparison of Dielectric Properties of Palm Oil with Mineral and Synthetic Types Insulating Liquid under Temperature Variation. *ITB Journal of Engineering Science*, **43**(3), 191–208.
- Rao U.M., Sood Y.R., Jarial R.K., and Insulation E., 2016. Performance analysis of alternate liquid dielectrics for power transformers. *IEEE Transactions on Dielectrics*. **23**(4), 2475–2484.
- Santisteban A., Olmo C., Méndez C., Delgado F., Renedo C.J., and Ortiz F., 2019. Cooling performance of different dielectric fluids containing nanoparticles in a transformer winding. *2019 IEEE 20th International Conference on Dielectric Liquids (ICDL)*, 1–4.
- Sitorus H.B., Beroual A., Setiabudy R., and Bismo S., 2016. Tenue diélectrique de l'huile végétale à base de *Jatropha Curcas* comme substitut à l'huile minérale dans les équipements électriques haute tension. *Symposium du Génie électrique*, Cachan.