**RESUME**

**‘’PROPRIÉTÉS DIÉLECTRIQUES DES NANOFLUIDES : RIGIDITÉ**

**DIÉLECTRIQUE, TENDANCE À LA CHARGE ÉLECTROSTATIQUE,**

**DÉCHARGES PARTIELLES ET DÉCHARGES DE SURFACE’’**

Cette thèse explore le développement, la préparation et la caractérisation des nanofluides (NFs) pour améliorer la performance diélectrique des liquides d'isolation couramment utilisés dans les transformateurs de puissance, y compris les esters synthétiques, les esters naturels et les huiles minérales en incorporant différents types de nanoparticules (NPs). Ces dernières sont conductrices (Fe3O4, C60, et Gr), semiconductrices (ZnO et CuO) et isolantes (Al2O3, ZrO2, SiO2 et MgO). L'étude vise à améliorer les propriétés diélectriques, notamment la tension de claquage en courant alternatif, la résistance aux décharges partielles, la tendance à la charge électrostatique et les caractéristiques de décharge de surface. Une analyse complète couvrant l'évolution historique, les techniques de préparation (méthodes en une ou deux étapes) et les mécanismes de stabilisation essentiels pour obtenir des nanofluides stables avec des propriétés diélectriques optimales est présentée. Les protocoles de préparation des NP, ainsi que les différents montages expérimentaux et les méthodes utilisées pour les caractériser sur le plan diélectrique, sont ensuite décrits. L'impact des caractéristiques des NPs, telles que le type, la taille, la concentration et le traitement de surface, sur les performances diélectriques des liquides de base est systématiquement évalué. Les données expérimentales sont ensuite analysées à l'aide d'outils statistiques tels que le test d'adéquation d'Anderson-Darling et l'analyse de probabilité de Weibull, et les tensions correspondant à des niveaux de risque de 1 %, 10 % et 50 % ont été déterminées. Les mécanismes impliqués dans l'amélioration/la détérioration de la tension de claquage en courant alternatif sont discutés. Les résultats expérimentaux indiquent que les nanofluides (NFs) améliorent de manière significative les propriétés diélectriques en réduisant l'activité de décharge partielle, la tendance à la charge électrostatique et la longueur d'arrêt des décharges de surface. Cette amélioration est obtenue en influençant la mobilité des charges dans les liquides. Les nanoparticules (NPs) conductrices et isolantes, en particulier Fe3O4 et Al2O3, présentent des avantages substantiels qui peuvent contribuer à atténuer les événements de rupture et à prolonger la longévité des équipements. En outre, l'interaction des nanoparticules aux interfaces solide-liquide affecte les comportements de décharge de surface, ce qui renforce le rôle des nanofluides dans l'amélioration de la durabilité de l'isolation.

**Mots-clés : Nanofluides, huiles pour transformateurs, nanoparticules d'oxydes métalliques, nanoparticules carboniques, propriétés diélectriques.**

**ABSTRACT**

**‘’ DIELECTRIC PROPERTIES OF NANOFLUIDS: DIELECTRIC STRENGTH, ELECTROSTATIC CHARGING TENDENCY, PARTIAL DISCHARGES AND SURFACE DISCHARGES’’**

This thesis explores developing, preparing, and characterizing nanofluids (NFs) to enhance the dielectric performance of insulation liquids commonly used in power transformers, including synthetic esters, natural esters, and mineral oils by incorporating different types of nanoparticles (NPs). These later being conducting (Fe3O4, C60, Gr), semi-conducting (ZnO and CuO), and insulating (Al2O3, ZrO2, SiO2, and MgO). The study aims to improve dielectric properties, including the AC breakdown voltage, partial discharge (PD) resistance, electrostatic charging tendency, and surface discharge characteristics. A comprehensive analysis covering the historical evolution, preparation techniques (one-step and two-step methods), and stabilization mechanisms essential for achieving stable nanofluids with optimal dielectric properties is presented. The preparation protocols of NFs, as well as the various experimental set-ups and methods used to characterize them dielectrically, are then described. The impact of NP characteristics, such as the type, size, concentration, and surface treatment, on the dielectric performance of base liquids is systematically assessed. The experimental data are then analyzed using statistical tools such as the Anderson-Darling goodness-of-fit test and Weibull probability analysis, and the voltages corresponding to 1%, 10%, and 50% risk levels were determined. The involved mechanisms in the improvement/deterioration of AC breakdown voltage are discussed. The experimental results indicate that nanofluids (NFs) significantly enhance the dielectric properties by reducing partial discharge activity, the electrostatic charging tendency, and the stopping length of surface discharges. This improvement is achieved by influencing charge mobility within the liquids. Both conducting and insulating nanoparticles (NPs), particularly Fe3O4 and Al2O3, demonstrate substantial benefits, which can help mitigate breakdown events and extend equipment longevity. Additionally, the interaction of nanoparticles at solid-liquid interfaces affects surface discharge behaviors, further supporting the role of nanofluids in enhancing insulation durability.

**Keywords : Nanofluids, Transformers oils, Metal Oxides Nanoparticles, Carbonic Nanoparticles, dielectric Properties.**