



UNIVERSITÉ DE SFAX  
FACULTÉ DES SCIENCES DE SFAX  
Laboratoire des Matériaux Céramiques, Composites et Polymères



UNIVERSITÉ DE LORRAINE  
École Doctorale : C2MP - Chimie Mécanique Matériaux Physique  
Institut Jean Lamour  
Équipe Physique, Mécanique et Plasticité



## Thèse de Doctorat

Présentée et soutenue publiquement pour l'obtention du titre de

**DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE SFAX**

Mention : Physique

**DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE LORRAINE**

Mention : Sciences des matériaux

Par : Oumaima FAKRAOUI

---

# **Corrélation entre les propriétés diélectriques et mécaniques de nanocomposites à matrice polymère**

---

Soutenue à la Faculté des Sciences de Sfax le 05/12/2024

Devant le Jury :

**Directeurs de thèse :**

Prof. Mourad AROUS	Professeur, FSS, Université de Sfax, Tunisie
Prof. Zoubir AYADI	Professeur des Universités, IJL, Université de Lorraine, France
Prof. Isabelle ROYAUD	Professeure des Universités, IJL, Université de Lorraine, France

**Président du jury :**

Prof. Ramzi MAALEJ	Professeur, FSS, Université de Sfax, Tunisie
--------------------	--

**Rapporteurs :**

Prof. Anatoli SERGHEI	Directeur de recherche au CNRS, IMP, Université Claude Bernard, France
Prof. Ahmed KOUBAA	Professeur, IRF, Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue, Canada

**Examineurs :**

Prof. Arbi FATTOUM	Professeur, IPEIG, Université de Gafsa, Tunisie
Prof. Valérie GAUCHER	Professeure des Universités, UMET, Université de Lille, France

## **Résumé :**

Dans le domaine des sciences des matériaux, la corrélation entre les propriétés diélectriques et mécaniques des nanocomposites à matrice polymères revêt une importance significative. Cette approche permet de prédire les comportements diélectriques à partir des caractéristiques mécaniques, et inversement, offrant ainsi une méthode alternative pour la caractérisation des matériaux, notamment lorsque les essais expérimentaux sont restreints. L'intégration de modèles fractionnaires pour établir cette corrélation représente une avancée innovante, permettant d'optimiser les performances des matériaux dans diverses applications.

Dans ce contexte, l'attention accrue portée aux enjeux environnementaux a conduit à une exploration des matériaux issus de la biomasse, en raison de leur biodégradabilité et de leur impact réduit sur l'environnement. Cette recherche s'est donc également concentrée sur l'utilisation de charges cellulosiques, développant et étudiant des nanoparticules de cellulose comme renforts dans une matrice polymérique biodégradable. Les travaux ont examiné les propriétés thermiques, structurales, diélectriques et mécaniques des nanocomposites obtenus, pour objectif central de corréler ces deux dernières propriétés à l'aide de modèles fractionnaires. Cette corrélation vise à prédire les réponses diélectriques à partir des résultats mécaniques, et inversement. Les résultats expérimentaux mettent en évidence l'influence des biorenforts sur les caractéristiques de la matrice PVA/CS, avec une analyse détaillée des propriétés diélectriques et mécaniques dynamiques. Une corrélation classique entre ces propriétés a également été établie. Le cœur de l'étude explore la sensibilité des modèles fractionnaires et valide l'approche en établissant une corrélation entre les réponses diélectriques et mécaniques dynamiques de l'acide polylactique (PLA), puis en appliquant cette corrélation au mélange PVA/CS, démontrant ainsi la capacité à prédire la permittivité à partir du module de conservation, et réciproquement.

## **Mots-clés :**

Nanocomposite, corrélation, modèles fractionnaires, propriétés diélectriques dynamiques, propriétés mécaniques dynamiques, biopolymères, nanocellulose, PVA/chitosane