



## AVIS DE SOUTENANCE

### THESE DE DOCTORAT

Présentée par

**Mme : MALIKA AHABBOUD**

Discipline : Physique

Spécialité : Sciences des Matériaux

**Sujet de la thèse :** Synthèse et étude des propriétés physicochimiques des matériaux multiferroïques biphasés PZT / BFO et PZT / CFO.

**Formation Doctorale :** Sciences de l'ingénieur Sciences Physiques, Mathématiques et Informatique.

**Thèse présentée et soutenue le samedi 05 novembre 2022 à 10h au centre de Conférences de la Faculté des Sciences et Techniques devant le jury composé de :**

Nom Prénom	Titre	Etablissement	
Noureddine IDRISSE KANDRI	PES	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	Président
El Mostapha LOTFI	PES	Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers de Rabat	Rapporteur
Mohammed EL ALAMI	PES	Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers de Meknès	Rapporteur
Lahbib HAMED	PES	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	Rapporteur
Abdelali ENNADI	PES	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	Examineur
Fatima Zahra AHJYEJ	PH	Faculté Polydisciplinaire de Taza	Examineur
Taj-Dine LAMCHARFI	PES	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	Directeurs de thèse
Farid ABDI	PES	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	

**Laboratoire d'accueil :** Laboratoire Signaux Systèmes et composants

**Etablissement :** Faculté des Sciences et Techniques de Fès.



## *Résumé*

En raison des récentes recherches de miniaturisation dans le domaine de l'électronique, les matériaux ferroélectriques ont été rendus très attractifs dans de nombreuses applications grâce à leurs diverses propriétés physiques. Récemment, Les chercheurs portent de plus en plus un intérêt particulier aux matériaux dits multiferroïques qui surmontent les inconvénients des ferroélectriques (FE) et ferromagnétiques (FM) tout en conservant les avantages de ces deux types de matériaux. Dans cette thèse nous nous intéressons à la synthèse et la caractérisation des matériaux multiferroïques à base de plomb. Ainsi, nous avons étudié le système à structure pérovskite  $\text{PbZr}_{0.52}\text{Ti}_{0.48}\text{O}_3$  (PZT) dopé au fer et au cuivre et les solutions solides  $(1-x)\text{PbZr}_{0.52}\text{Ti}_{0.48}\text{O}_3-x\text{CoFe}_2\text{O}_4$  (PZT-CFO) et  $(1-x)\text{PbZr}_{0.52}\text{Ti}_{0.48}\text{O}_3-x\text{BiFeO}_3$  (PZT-BFO). En premier lieu, les céramiques PZT dopées aux ions magnétiques  $\text{Cu}^{2+}$  et  $\text{Fe}^{2+}$  dans le site  $\text{Pb}^{2+}$  et dans le site  $(\text{Zr}^{4+}/\text{Ti}^{4+})$  sont préparées par la méthode sol gel avec une température de calcination de  $700^\circ\text{C}$ . Les résultats de l'étude structurale montrent la coexistence de la phase tétragonale et rhomboédrique. L'étude des propriétés diélectriques montre un comportement indépendant de la fréquence pour les basses fréquences et indiquent une transition de la phase ferroélectrique à la phase paraélectrique. Par ailleurs, un phénomène de résonance piézo-électrique est observé pour les hautes fréquences. Dans le cas de la solution solide PZT-CFO, le CFO est synthétisé par la voie solide et les deux composés sont calcinés. Deux cas ont été étudiés : le mélange des deux matériaux est effectué après la calcination et le mélange est effectué avant la calcination. L'affinement Rietveld des diagrammes DRX confirme la formation d'une structure spinelle cubique pour la phase ferrite (CFO) et tétragonale avec une structure pérovskite rhomboédrique pour la phase ferroélectrique (PZT). Les résultats des études SEM montre une distribution non uniforme des grains de CFO dans les composites étudiées. La constante diélectrique augmente avec la teneur en CFO, avec l'apparition d'un phénomène de la relaxation diélectrique. Les résultats DRX des composites PZT-BFO montre la présence de phases pures  $\text{PbZr}_{0.52}\text{Ti}_{0.48}\text{O}_3$  et  $\text{BiFeO}_3$ . Ces résultats sont confirmés par la spectroscopie Raman. La valeur de  $\epsilon_{\text{max}}$  augmente avec l'augmentation de teneur en BFO dans les composés  $(1-x)\text{PZT-xBFO}$  et les pertes diélectriques augmentent.

**Mots clés :** Matériaux multiferroïques,  $\text{PbZr}_{0.52}\text{Ti}_{0.48}\text{O}_3$ , Solutions solides, PZT-CFO, PZTBFO, Transition de phase, Diélectrique, Relaxation,