



AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

Le Doyen de la Faculté des Sciences Dhar El Mahraz –Fès – annonce que

Mme **NEKKACH Fatima**
Soutiendra : **le Samedi 18/07/2026 à 15H00**
Lieu : **FSDM – Centre Visioconférence**

Une thèse intitulée :

Etude des propriétés physiques et chimiques des matériaux organiques et inorganiques à visée énergétique

En vue d'obtenir le **Doctorat**

FD : **Sciences et Techniques**
Spécialité : **Chimie des matériaux**

Devant le jury composé comme suit :

Nom et prénom	Etablissement	Grade	Qualité
Pr. EL HADRAMI El Mestafa	Faculté des Sciences et Techniques, USMBA, Fès	PES	Président
Pr. TOUHTOUH Samira	École Nationale des Sciences Appliquées, UCD, El Jadida	PES	Rapporteur
Pr. TIGHADOUINI Said	Faculté des Sciences, Ain Chock, UH2, Casablanca	MCH	Rapporteur
Pr. EL KHATTABI Souad	École Nationale des Sciences Appliquées, USMBA, Fès	PES	Rapporteur
Pr. OUARSAL Rachid	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, USMBA, Fès	PES	Examineur
Pr. MASROUR Rachid	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, USMBA, Fès	PES	Examineur
Pr. BOUTAHAR Abderrahim	École Nationale des Sciences Appliquées, UCD, El Jadida	MCH	Co-directeur de thèse
Pr. EL YAZIDI Mohamed	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, USMBA, Fès	PES	Directeur de thèse



Résumé :

Le développement rapide des technologies de l'énergie, de l'information et de la photonique a intensifié la recherche de matériaux multifonctionnels aux propriétés physiques ajustables par ingénierie chimique. Dans ce cadre, ce travail de thèse s'appuie sur une approche expérimentale utilisant la méthode sol-gel pour synthétiser et caractériser plusieurs systèmes de pérovskites (ABO_3), visant à établir les relations structure–propriétés et à évaluer leur potentiel pour des applications électroniques et optoélectroniques de nouvelle génération.

Ainsi, l'étude des céramiques ferroélectriques $Pb_{1-x}Pr_{2x/3}(Zr_{0.52}Ti_{0.48})O_3$ montre que le dopage au praséodyme (Pr^{3+}) réduit la taille des cristallites et la tétragonalité de la phase. L'énergie de bande interdite augmente de 3,11 eV à 3,19 eV avec le dopage, tandis que l'ordre cristallin s'améliore. Par ailleurs, la permittivité diélectrique à température ambiante augmente significativement (de 408 à 738) et la température de Curie s'élève, démontrant un fort potentiel pour les condensateurs à haute densité d'énergie et les mémoires ferroélectriques.

En ce qui concerne les manganites $LaMn_{1-x}Cu_xO_3$, l'incorporation de cuivre entraîne une contraction de la maille orthorhombique et un élargissement de la bande interdite directe de 2,74 eV à 3,01 eV. Ce système présente des propriétés optiques non linéaires exceptionnelles, avec une susceptibilité du troisième ordre ($\chi^{(3)}$) et un indice de réfraction non linéaire (n_2) de l'ordre de 10^{-12} esu, ce qui est prometteur pour les commutateurs tout-optiques. De manière analogue, le dopage au cuivre des ferrites $LaFe_{1-x}Cu_xO_3$ augmente le gap optique de 2,39 eV à 2,45 eV et améliore les paramètres non linéaires, confirmant leur intérêt pour l'optoélectronique.

Enfin, l'étude du système $BaTi_{1-x}Fe_xO_3$ révèle que la substitution du titane par le fer réduit la tétragonalité et diminue la bande interdite de 3,53 eV à 3,25 eV, décalant l'absorption vers le domaine visible. Les susceptibilités optiques linéaires et non linéaires augmentent avec la teneur en fer, renforçant la polarisabilité électronique. Ces résultats mettent en évidence les performances optiques remarquables de ces nanoparticules pour des applications de limitation optique et de traitement photonique du signal.

Mots clés : Pérovskites ABO_3 , sol-gel, PZT-Pr, $LaMn_{1-x}Cu_xO_3$, $LaFe_{1-x}Cu_xO_3$, $BaTi_{1-x}Fe_xO_3$, propriétés diélectriques, énergie de bande interdite, optique non linéaire, susceptibilité du troisième ordre, photonique.



Study of the Physical and Chemical Properties of Organic and Inorganic Materials for Energy Applications

Abstract :

The rapid development of energy, information, and photonics technologies has intensified the search for multifunctional materials with physical properties adjustable through chemical engineering. Within this framework, this thesis work employs the sol-gel method to synthesize and characterize several perovskite (ABO_3) systems, aiming to establish structure–property relationships and evaluate their potential for next-generation electronic and optoelectronic applications.

The study of $Pb_{1-x}Pr_{2x/3}(Zr_{0.52}Ti_{0.48})O_3$ ferroelectric ceramics shows that praseodymium (Pr^{3+}) doping reduces crystallite size and phase tetragonality. The band gap energy increases from 3.11 eV to 3.19 eV with doping, while the crystalline order improves as evidenced by a decrease in Urbach energy. Furthermore, the room-temperature dielectric permittivity increases significantly (from 408 to 738), and the Curie temperature rises, demonstrating strong potential for high-energy-density capacitors and ferroelectric memories.

Regarding $LaMn_{1-x}Cu_xO_3$ manganites, copper incorporation leads to an orthorhombic lattice contraction and a widening of the direct band gap from 2.74 eV to 3.01 eV. This system exhibits exceptional nonlinear optical properties, with a third-order susceptibility ($\chi^{(3)}$) and a nonlinear refractive index (n_2) on the order of 10^{-12} esu, which is promising for all-optical switches. Similarly, copper doping in $LaFe_{1-x}Cu_xO_3$ ferrites increases the optical gap from 2.39 eV to 2.45 eV and enhances nonlinear parameters, confirming their utility in optoelectronics.

Finally, the investigation of the $BaTi_{1-x}Fe_xO_3$ system reveals that substituting titanium with iron reduces tetragonality and decreases the band gap from 3.53 eV to 3.25 eV, shifting absorption toward the visible spectrum. Linear and nonlinear optical susceptibilities increase with iron content, reinforcing electronic polarizability. These results highlight the remarkable optical performance of these nanoparticles for optical limiting and photonic signal processing applications.

Key Words :

ABO_3 perovskites, sol-gel, PZT-Pr, $LaMn_{1-x}Cu_xO_3$, $LaFe_{1-x}Cu_xO_3$, $BaTi_{1-x}Fe_xO_3$, dielectric properties, band gap energy, nonlinear optics, third-order susceptibility, photonics.