

Pôle des Etudes Doctorales
Centre des Etudes Doctorales Sciences et Techniques et Sciences Médicales

AVIS DE SOUTENANCE DE THESE DE DOCTORAT

Monsieur EL HADDADE Oualid
Présentera ses travaux de recherche en vue de l'obtention du Doctorat



Formation Doctorale : Biologie, Chimie et Géologie (BCG)
Discipline : Chimie
Spécialité : Physico-Chimie des Matériaux Cristallisés

Le 10/01/2026 à 10H00 à la Salle des Soutenances de la Faculté des Sciences de Tétouan, UAE

Sous le thème

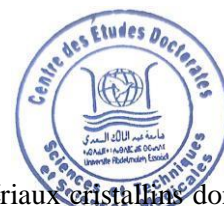
Synthèse, Caractérisation, Analyses structurales et Etude de propriétés optiques de nouvelles solutions solides $(1-x)A_2Ti_2O_7 - xZnO$ (A=Gd, Er) de structure pyrochlore

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Etablissement	Qualité
Pr. BEN ALI Abdelouahed	FS de Tétouan, UAE	Président
Pr. ZOUHAIRI Mohammed	FS de Meknès, UMI	Rapporteur
Pr. DRAOUI Khalid	FS de Tétouan, UAE	Rapporteur
Pr. BEN MAIMOUN Ikram	FS de Tétouan, UAE	Rapporteur
Pr. ETTAHIRI Abdelhak	FS de Tétouan, UAE	Examineur
Pr. DAHDOUH Abdelaziz	FS de Tétouan, UAE	Examineur
Pr. DOUMA Mohamed	FS de Meknès, UMI	Co-Directeur
Pr. CHTOUN EL Hossain	FS de Tétouan, UAE	Directeur

Structure de recherche : Equipe physico chimie des matériaux / Laboratoire de Chimie et Microbiologie Appliquée et biotechnologies , Faculté des Sciences, Université Abdelmalek Essaadi, Maroc

Résumé



Les oxydes mixtes à structure pyrochlore $A_2B_2O_7$ représentent une classe de matériaux cristallins dont la flexibilité compositionnelle et la tolérance aux défauts en font des candidats de premier choix pour l'ingénierie de propriétés fonctionnelles. Cette thèse explore l'ingénierie cristallochimique des oxydes titanates de pyrochlore $A_2Ti_2O_7$ (avec $A = \text{Gd, Er}$) par l'incorporation hétérovalent d'oxyde de zinc ZnO . L'objectif est de synthétiser et de caractériser ces nouvelles solutions solides afin d'établir des corrélations robustes entre le mécanisme de substitution, la nature des défauts et les propriétés fonctionnelles émergentes.

Les solutions solides $(1-x)A_2Ti_2O_7 - x \text{ZnO}$ ont été élaborées par synthèse à l'état solide. Une étude structurale comparative par Diffraction des Rayons X (DRX) et Microscopie Électronique à Balayage (MEB) a révélé le rôle directeur de la nature de l'ion de terre rare sur le site A. Ce dernier gouverne la limite de solubilité du ZnO ($x \approx 0.37$ pour Gd et $x \approx 0.42$ pour Er) et, plus fondamentalement, le mécanisme d'incorporation. Deux comportements structuraux opposés ont été mis en évidence; une contraction du réseau pour le système $(1-x)\text{Gd}_2\text{Ti}_2\text{O}_7 - x \text{ZnO}$ (GTZ), suggérant une substitution préférentielle sur le site A ($\text{Gd}^{3+}/\text{Zn}^{2+}$), et une dilatation pour le système $(1-x)\text{Er}_2\text{Ti}_2\text{O}_7 - x\text{ZnO}$ (ETZ), indiquant une substitution dominante sur le site B ($\text{Ti}^{4+}/\text{Zn}^{2+}$).

Le système GTZ, a été sélectionné pour une analyse structurale quantitative approfondie. L'affinement par la méthode de Rietveld a permis l'élucidation d'un modèle de défauts complexe correspondant à la substitution avec création des lacunes anioniques et cationiques selon la formule $[\text{Gd}_{2-x'}\text{Zn}_{x'}] [\text{Ti}_{2-x'}\square_{x'}] \text{O}_{7-5x'/2} \square_{1+5x'/2}$ (où $x' = 2x/(2-x)$).

L'élucidation de ce schéma de défauts unique s'est avérée la clé pour comprendre les propriétés fonctionnelles. L'analyse par la Somme des Valences de Liaison (BVS) a prédit que ce désordre cationique abaisse significativement la barrière énergétique pour la migration des ions oxygène, conférant un potentiel accru pour la conduction ionique. Simultanément, la caractérisation optique a révélé que ce même mécanisme de défauts induit une exaltation spectaculaire de la réponse optique non linéaire, avec une augmentation de la susceptibilité du troisième ordre ($\chi(3)$) de plusieurs ordres de grandeur.

Mots clés : Pyrochlore ; Solution Solide ; Affinement Rietveld ; Chimie des Défauts ; Optique Non Linéaire ; Mécanisme de Substitution ; Synthèse à l'état Solide ; Somme des Valences de Liaison.