

Caractérisation structurale, comportement diélectrique, analyse de la conductivité et des performances électrochimiques de la ferrite de zinc synthétisée par sol-gel pour des applications avancées.

Ahmed Nasser^{*1}, Abdelhak Othmani^{#2}

Faculté des Sciences de Bizerte, Laboratoire de Physique des Matériaux : Structure et Propriété LR01ES15,

Université de Carthage, Tunisie.

Email 1 - ahmed.nassar@etudiant-fst.utm.tn

Email 2 - othmaniabdelhak1687@gmail.com

Introduction :

Ce travail se focalise sur l'étude des caractéristiques des nanocristaux de ZnFe_2O_4 , obtenus via une méthode sol-gel économique, et met en lumière leurs propriétés structurales, morphologiques et fonctionnelles. L'analyse par diffraction des rayons X (DRX) et spectroscopie Raman révèle une structure de spinelle cubique à phase pure, avec une taille moyenne des cristallites de 8,9 nm. Sur le plan optique, la bande interdite mesurée à 2,03 eV confirme la qualité de la synthèse. L'étude de la conductivité électrique, menée par spectroscopie d'impédance, met en évidence une dépendance thermique du transport des charges, attribuée à un mécanisme de saut de petit polaron (SPH) avec une énergie d'activation de 0,974 eV. En termes de propriétés diélectriques, le matériau présente une faible tangente de perte et une permittivité ajustable en fonction de la fréquence, ce qui le rend intéressant pour des applications avancées. Du point de vue électrochimique, les performances de ZnFe_2O_4 en tant qu'électrode sont remarquables : une capacité spécifique élevée de $560 \text{ F} \cdot \text{g}^{-1}$ à un courant de $0,5 \text{ A} \cdot \text{g}^{-1}$, une excellente rétention de capacité de 53,3 % à $30 \text{ A} \cdot \text{g}^{-1}$, et une stabilité de cyclage exceptionnelle avec 87,8 % de maintien après 8 000 cycles. Ces résultats démontrent le potentiel du ZnFe_2O_4 pour des applications dans l'électronique et les dispositifs de stockage d'énergie, notamment les supercondensateurs et autres systèmes de conversion énergétique.

Résultats :

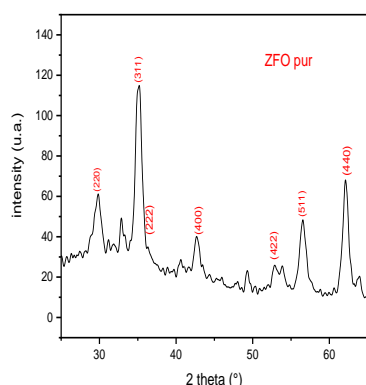


Fig.1 Diffraction des rayons X de ZFO

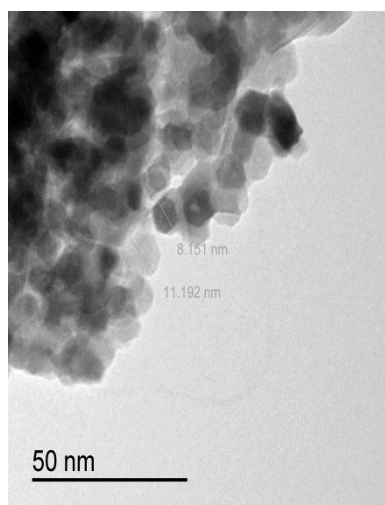


Fig.2 Image TEM de ferrite de zinc calcinée

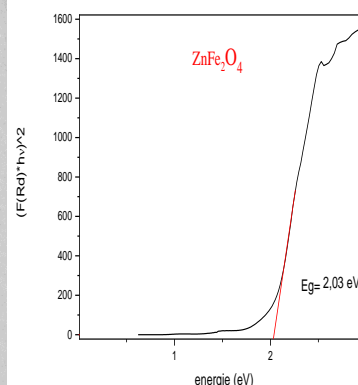


Figure.3 Spectre d'absorption des NCs de ZFO

Conclusion :

La ferrite de zinc ZnFe₂O₄ préparée par voie sol-gel présente des propriétés structurales, morphologiques, optiques, électriques et électrochimiques intéressantes. La synthèse réussie de nanocristaux de ZnFe₂O₄ à phase spinelle cubique et de taille moyenne de 9,136 nm a été confirmée par DRX et par TEM. Le matériau présente une énergie de bande interdite de 2,03 eV, ce qui se situe dans la plage optimale pour les applications semi-conductrices, suggérant un fort potentiel pour les applications photocatalytiques et optoélectroniques.

Références :

- [1] R. P. Patil, H. Elhouichet, M. Iqbal, M. Ayyar, "Highly stable dielectric frequency response of chemically synthesized cobalt substituted Zn-Mn-ferrites," *Ceramics International*, 2025.
- [2] Rutuja B. Sathe, Chandan U. Narayankar, Nesrine Abderrahim, Pawan Kumar, Jeevan S. Ghodake, Raghunath H. Patil, Sadiq H. Khoreem, A. Dinesh, Manikandan Ayyar, Habib Elhouichet, Rajendra P. Patil, Sarjerao B. Patil, "Rietveld refined crystal structure, magnetic, dielectric, and electric properties of Zn substituted Ni-Mg ferrites," *Inorganic Chemistry Communications*, 170, (2024), DOI: 10.1016/j.inoche.2024.113408
- [3] Anjaneyulu B., Chinmay, Chauhan V., Sonia A. C. Carabeneiro, Mozghan Afshari, "Recent Advances on Zinc Ferrite and Its Derivatives as the Forerunner of the Nanomaterials in Catalytic Applications," *Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials*, 34, (2024), pp. 1887–1907, DOI: 10.1007/s10904-023-02952-x.