



## AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

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

Mme **TAGNAOUTI-MOUMNANI Fatin**

Soutiendra : le Samedi 31/05/2025 à 10H00

Lieu : **FSDM – Centre Visioconférence**

Une thèse intitulée :

«Synthèse de photocatalyseurs innovants à base de  $Zn_3V_2O_8$  pour la dégradation du cristal violet sous la lumière UV et visible »

En vue d'obtenir le **Doctorat**

FD : **Ressources Naturelles, Environnement et Développement Durable**

Spécialité : **Matériaux et Génie des Procédés**

Devant le jury composé comme suit :

Nom et prénom	Etablissement	Grade	Qualité
EL HADRAMI El Mestafa	Faculté des Sciences et Techniques, Fès	PES	Président
TALEB Abdeslam	Faculté des Sciences et Techniques, Mohammedia	PES	Rapporteur
BENZAOUAK Abdellah	Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers, Rabat	PES	Rapporteur
ZAITAN Hicham	Faculté des Sciences et Techniques, Fès	PES	Rapporteur
ZIGAH Dodzi	Université de Poitiers - France	PES	Examinateur
GUEMMOUH Raja	Faculté des Sciences Dhar EL Mahraz, Fès	PES	Examinateur
KHERBECHE Abdelhak	Ecole Supérieure de Technologie, Fès	PES	Invité
CHAOUNI BENABDALLAH Aziz	Ecole Supérieure de Technologie, Fès	PES	Directeur de thèse



## Résumé de la thèse

La pollution de l'eau constitue aujourd'hui une préoccupation environnementale majeure, notamment en raison du rejet croissant d'effluents industriels contenant des composés organiques récalcitrants. Parmi ces polluants, les colorants synthétiques représentent une menace significative pour les écosystèmes aquatiques et la santé humaine, en raison de leur stabilité, toxicité et faible biodégradabilité. La photocatalyse a émergé comme une technologie innovante et efficace pour le traitement des eaux contaminées, notamment dans la dégradation des polluants organiques persistants tels que les colorants industriels. Parmi les matériaux photocatalytiques récents, les oxydes mixtes de vanadium, et en particulier le vanadate de zinc ( $Zn_3V_2O_8$ ), ont suscité un vif intérêt en raison de leurs propriétés optoélectroniques prometteuses, de leur stabilité chimique et de leur aptitude à absorber la lumière visible. Dans le but de valoriser le potentiel du  $Zn_3V_2O_8$  en tant que photocatalyseur performant, ce travail de recherche a porté sur la synthèse de cet oxyde mixte pur ainsi que sur son couplage avec l'oxyde de bismuth ( $Bi_2O_3$ ) pour former un nanocomposite innovant. Deux méthodes de synthèse ont été mises en œuvre : la co-précipitation et la méthode hydrothermale, permettant l'obtention de matériaux bien cristallisés et homogènes. Une caractérisation approfondie a été réalisée à l'aide de plusieurs techniques (DRX, MEB-EDX, BET, FTIR, XPS, UV-VIS DRS, TGA) afin d'élucider la structure, la morphologie, la surface spécifique et les propriétés optiques des photocatalyseurs. L'efficacité photocatalytique des matériaux obtenus a été évaluée à travers la dégradation du colorant modèle Crystal Violet sous irradiation UV et visible. Les résultats ont révélé que le  $Zn_3V_2O_8$  présente une activité remarquable, et que son association avec  $Bi_2O_3$  permet une amélioration significative des performances, notamment sous lumière visible. L'ajout d'un oxydant (persulfate) a permis d'amplifier davantage l'efficacité du processus. En parallèle, les tests microbiologiques ont mis en évidence le potentiel antibactérien du photocatalyseur, ainsi que sa capacité à réduire la toxicité résiduelle des effluents après traitement. Les résultats obtenus dans cette étude confirment que le  $Zn_3V_2O_8$ , seul ou couplé à  $Bi_2O_3$ , constitue un matériau photocatalytique prometteur pour le traitement simultané des colorants et des micro-organismes dans les eaux usées. Ces travaux offrent des perspectives intéressantes dans le développement de procédés durables de dépollution.

**Mots clés :**  $Bi_2O_3/Zn_3V_2O_8$ , photocatalyse, persulfate, microbiologique, Crystal Violet, nanocomposite, traitement des eaux.



## Abstract

Water pollution has become a major environmental concern today, particularly due to the increasing discharge of industrial effluents containing recalcitrant organic compounds. Among these pollutants, synthetic dyes pose a significant threat to aquatic ecosystems and human health because of their stability, toxicity, and low biodegradability. Photocatalysis has emerged as an innovative and efficient technology for the treatment of contaminated water, particularly in the degradation of persistent organic pollutants such as industrial dyes. Among the recent photocatalytic materials, mixed vanadium oxides especially zinc vanadate ( $Zn_3V_2O_8$ ) have attracted significant interest due to their promising optoelectronic properties, chemical stability, and ability to absorb visible light. To highlight the potential of  $Zn_3V_2O_8$  as an efficient photocatalyst, this research focused on the synthesis of the pure mixed oxide as well as its coupling with bismuth oxide ( $Bi_2O_3$ ) to form an innovative nanocomposite. Two synthesis methods were employed: co-precipitation and the hydrothermal route, both enabling the production of well-crystallized and homogeneous materials. Comprehensive characterization was carried out using various techniques (XRD, SEM-EDX, BET, FTIR, XPS, UV-VIS DRS, TGA) to elucidate the structure, morphology, specific surface area, and optical properties of the photocatalysts. The photocatalytic efficiency of the synthesized materials was assessed through the degradation of the model dye Crystal Violet under UV and visible light irradiation. The results revealed that  $Zn_3V_2O_8$  exhibits remarkable photocatalytic activity, and its combination with  $Bi_2O_3$  significantly enhances the performance, particularly under visible light. The addition of an oxidant (persulfate) further amplified the degradation efficiency. In parallel, microbiological tests demonstrated the antibacterial potential of the photocatalyst, as well as its ability to reduce the residual toxicity of treated effluents. The findings of this study confirm that  $Zn_3V_2O_8$ , either alone or coupled with  $Bi_2O_3$ , is a promising photocatalytic material for the simultaneous treatment of dyes and microorganisms in wastewater. This work offers valuable perspectives for the development of sustainable pollution remediation processes.

**Keywords:**  $Bi_2O_3/Zn_3V_2O_8$ , photocatalysis, persulfate, microbiological, Crystal Violet, nanocomposite, wastewater treatment.