



## AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

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

**Mme TAOUDI Yousra**

Soutiendra : le Samedi 24/01/2026 à 10H00

Lieu : *Centre des Etudes Doctorales - USMBA – Amphi 1*

*Une thèse intitulée :*

**Synthèse et caractérisation de nouveaux nanomatériaux à base d'oxydes  
ainsi que leurs applications comme nanocatalyseurs**

*En vue d'obtenir le Doctorat*

**FD : Sciences et Techniques**

**Spécialité : Chimie des Matériaux et de l'Environnement**

*Devant le jury composé comme suit :*

Nom et prénom	Etablissement	Grade	Qualité
OUARSAL Rachid	Faculté des Sciences Dhar EL Mahraz, Fès	PES	Président
MOULINE Ali	Faculté des Sciences, Meknès	PES	Rapporteur
ALAOUI TAHIRI Abdelaaziz	Faculté Polydisciplinaire, Safi	MCH	Rapporteur
RAKASS Souad	Faculté des Sciences et Techniques, Fès	MCH	Rapporteur
BENIKEN Mustapha	Faculté des Sciences Dhar EL Mahraz, Fès	MCH	Examinateur
BOUAYAD Asmae	Faculté des Sciences Dhar EL Mahraz, Fès	MCH	Examinateuse
LACHKAR Mohammed	Faculté des Sciences Dhar EL Mahraz, Fès	PES	Expert
OUDGHIRI HASSANI Hicham	Faculté des Sciences Dhar EL Mahraz, Fès	MCH	Directeur de thèse



### Résumé :

La nanotechnologie est un domaine interdisciplinaire fondé sur la compréhension et la manipulation de la matière à l'échelle nanométrique. L'utilisation de la nanotechnologie constitue un domaine émergent reconnu pour son potentiel à offrir une alternative rentable et hautement efficace pour l'élimination des polluants. Par ailleurs, une large gamme de nanomatériaux, tels que les nanotubes de carbone, les nanoparticules d'oxydes métalliques, les nanoparticules de métaux à valence nulle et les nanocomposites, ont été largement étudiés pour leurs applications potentielles dans le traitement des eaux usées et de l'eau. Il a été rapporté que ces nanomatériaux sont capables d'éliminer un large éventail de contaminants, notamment les polluants organiques, les métaux lourds, les bactéries et les anions inorganiques, principalement en raison de leurs propriétés uniques à l'échelle nanométrique, telles que leur petite taille et leur grande surface spécifique, qui améliorent leur capacité d'adsorption et leur réactivité.

Les objectifs principaux de cette recherche sont la synthèse de nanoparticules de molybdate de baryum ( $\text{BaMoO}_4$ ) et de molybdate de cadmium ( $\text{CdMoO}_4$ ), toutes deux présentant une structure de type scheelite, ainsi que d'aluminate de magnésium ( $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ ), caractérisée par une structure de type spinelle. Une méthode de synthèse simple, rapide et économique est employée, utilisant l'acide oxalique à la fois comme agent réducteur et agent de stabilisation pour faciliter la formation des nanoparticules. La synthèse et la caractérisation structurelle réussies pour les nanoparticules sont confirmées par diverses techniques analytiques, notamment la spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (FTIR), l'analyse thermogravimétrique (TGA), la diffraction des rayons X (XRD), la spectroscopie Raman (RS), la microscopie électronique à balayage (MEB), la spectroscopie à dispersion d'énergie par rayons X (EDX) et la microscopie électronique à transmission (MET). La performance catalytique de ces nanoparticules est évaluée à travers la dégradation des colorants bleu de méthylène (BM) et rhodamine B (RhB), qui sont des modèles de polluants organiques. L'analyse de la diffraction des rayons X (XRD) de tous les matériaux synthétisés ( $\text{BaMoO}_4$ ,  $\text{CdMoO}_4$  et  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ ) a confirmé la réussite de leur synthèse à l'aide d'une nouvelle méthode. La taille des cristallites, calculée à l'aide de l'équation de Scherrer, a été estimée à environ 60 nm pour le  $\text{BaMoO}_4$ , 48 nm pour le  $\text{CdMoO}_4$  et 24 nm pour le  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ . L'évaluation de leur efficacité catalytique a révélé des résultats prometteurs. Le  $\text{CdMoO}_4$  a montré d'excellentes performances catalytiques dans l'oxydation du bleu de méthylène (MB), atteignant une efficacité de dégradation maximale de 97,9 % après 2 heures de réaction à un pH de 11 pour une solution de MB à 5 ppm. Parallèlement, le  $\text{BaMoO}_4$  a démontré une activité catalytique élevée pour l'oxydation du MB, atteignant une efficacité de dégradation de 100 % après 90 minutes à un pH de 11. De plus, les nanoparticules de  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$  ont révélé une remarquable activité photocatalytique pour la dégradation de la rhodamine B sous irradiation UV, atteignant une efficacité de dégradation de 90 % en 120 minutes. Grâce à une méthode de synthèse simple et à basse température, ces nanoparticules économiques présentent un potentiel significatif pour des applications en traitement des eaux usées.

### Mots clés :

$\text{BaMoO}_4$ ,  $\text{CdMoO}_4$ ,  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ , rhodamine B, bleu de méthylène et nanoparticules.



## Synthesis and characterization of new oxide-based nanomaterials and their applications as nanocatalysts

### Abstract :

Nanotechnology is an interdisciplinary field based on the understanding and manipulation of matter at the nanometer scale. The application of nanotechnology is an emerging field recognized for its potential to provide a cost-effective and highly efficient solution for the removal of pollutants. Various nanomaterials, such as carbon nanotubes, metal oxide nanoparticles, zero-valent metal nanoparticles, and nanocomposites, have been extensively studied for use in wastewater and water treatment. These nanomaterials have been shown to remove a wide range of contaminants, including organic pollutants, heavy metals, bacteria, and inorganic anions, mainly due to their unique nanometric properties, in particular their small size and large specific surface area, which enhance their adsorption capacity, reactivity, and ability to participate in oxidation-reduction (redox) reactions. The main objective of this study is to synthesize of barium molybdate ( $\text{BaMoO}_4$ ) and cadmium molybdate ( $\text{CdMoO}_4$ ) nanoparticles, both exhibiting a scheelite-type structure, as well as magnesium aluminate ( $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ ) with a spinel-type structure. A simple, rapid, and cost-effective synthetic approach is employed, utilizing oxalic acid as both a reducing and capping agent to promote the formation of nanoparticles. The successful synthesis and structural characterization of the nanoparticles are confirmed through various analytical techniques, including Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR), thermogravimetric analysis (TGA), X-ray diffraction (XRD), Raman spectroscopy (RS), scanning electron microscopy (SEM), energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDX), and transmission electron microscopy (TEM). The catalytic performance of the synthesized nanoparticles is evaluated through the oxidation reaction of methylene blue and the photodegradation of rhodamine B (RhB) dyes, which are models of organic pollutants. X-ray diffraction (XRD) analysis of all the synthesized materials ( $\text{BaMoO}_4$ ,  $\text{CdMoO}_4$ , and  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ ) confirmed their successful synthesis using a novel method. The crystallite sizes, estimated using the Scherrer equation, were approximately 60 nm for  $\text{BaMoO}_4$ , 48 nm for  $\text{CdMoO}_4$ , and 24 nm for  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ . The evaluation of their catalytic efficiency revealed promising results.  $\text{CdMoO}_4$  exhibited excellent catalytic performance in the methylene blue (MB) oxidation reaction, achieving a maximum degradation efficiency of 97.9% after 2 hours of reaction at pH 11 for a 5 ppm MB solution. Similarly,  $\text{BaMoO}_4$  demonstrated high catalytic activity for MB oxidation, reaching 100% degradation efficiency after 90 minutes at pH 11. In addition,  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$  nanoparticles showed remarkable photocatalytic activity for the degradation of Rhodamine B under UV irradiation, achieving a degradation efficiency of 90% within 120 minutes. Thanks to a simple and low-temperature synthesis method, these economic nanoparticles show potential for applications in wastewater treatment.

### Key Words :

$\text{BaMoO}_4$ ,  $\text{CdMoO}_4$ ,  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ , rhodamine B, methylene blue, and nanoparticles.