

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE

SCIENTIFIQUE



UNIVERSITÉ SALAH BOUBNIDER, CONSTANTINE 03

FACULTÉ DE GÉNIE DES PROCÉDÉS

DÉPARTEMENT DE GÉNIE DE L'ENVIRONNEMENT

N° d'ordre :... ..

Série :... ..

Mémoire

PRESENTÉ POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER

EN GÉNIE DES PROCÉDÉS

OPTION : GÉNIE DES PROCÉDÉS DE L'ENVIRONNEMENT

SYNTHÈSE DES OXYDES METALLIQUES NANOMETRIQUES POUR LA DEPOLLUTION DES EAUX PAR PHOTOCATALYSE

Présenté par :

DJEMAA FERAL

DENECHÉ LINA LOUDJEINE

KADRI CHAHINEZ

Dirigé par :

ZAMOUCHE MERIEM

Grade: MCA

Année universitaire : 2023-2024

Session : juin

Résumé

Cette étude évalue l'efficacité de la dégradation du colorant rouge Congo (RC) par photocatalyse en utilisant des nanoparticules de ZnO et de La₂O₃ synthétisées avec des extraits de laurier. Les résultats montrent une amélioration significative de l'efficacité de dégradation du RC avec l'utilisation d'extrait de laurier, notamment une masse optimale de 2 g pour la synthèse de ZnO. Les performances photocatalytiques de La₂O₃ sont légèrement inférieures à celles de ZnO. De plus, l'étude examine l'impact de la masse du catalyseur, la concentration initiale du colorant et le pH de la solution sur l'efficacité de la dégradation. La caractérisation par DRX et FTIR révèle que les nanoparticules de ZnO ont une structure hexagonale avec une taille moyenne de cristallite de [10.94 - 28.17] nm, tandis que celles de La₂O₃ ont des structures hexagonales et cubiques avec des tailles de particules allant de 8.00 à 64.03 nm pour la structure hexagonale et de 7.99 à 57.10 nm pour la structure cubique.

Ces résultats soulignent l'importance des catalyseurs photocatalytiques dans la dégradation des colorants organiques et mettent en évidence le potentiel des méthodes de synthèse respectueuses de l'environnement pour produire ces catalyseurs.

Mots clés : Photocatalyse, nanoparticules, ZnO, La₂O₃, extrait de laurier, caractérisation, Rouge Congo.

Abstract

This study evaluates the efficiency of Congo red (CR) dye degradation through photocatalysis using ZnO and La₂O₃ nanoparticles synthesized with laurel extracts. The results demonstrate a significant enhancement in CR degradation efficiency with laurel extract, particularly with an optimal mass of 2 g for ZnO synthesis. La₂O₃ photocatalytic performances are slightly lower than those of ZnO. Furthermore, the study examines the impact of catalyst mass, initial dye concentration, and solution pH on degradation efficiency. Characterization via XRD and FTIR reveals that ZnO nanoparticles have a hexagonal structure with an average crystallite size of [10.94 - 28.17] nm, while La₂O₃ nanoparticles exhibit hexagonal and cubic structures with particle sizes ranging from 8.00 to 64.03 nm for the hexagonal structure and 7.99 to 57.10 nm for the cubic structure.

These findings underscore the significance of photocatalytic catalysts in organic dye degradation and highlight the potential of environmentally friendly synthesis methods for producing such catalysts.

Keywords: Photocatalysis, nanoparticles, ZnO, La₂O₃, laurelextract, characterization, Congo Red.

الملخص

هذه الدراسة تقيم كفاءة تحلل صبغة الكونغو الحمراء (CR) من خلال الفوتوكاتاليس باستخدام جزيئات الزنك أو أكسيد (ZnO) واللانثانوم أكسيد (La2O3) المركبة باستخدام مستخلصات الغار. تظهر النتائج تحسناً كبيراً في كفاءة تحلل الـ CR مع استخدام مستخلص الغار، وخاصة مع كتلة مثلى من 2 غرام لتخليق ZnO. تكون أداء الفوتوكاتاليس لـ La2O3 أقل قليلاً من تلك التي لـ ZnO. علاوة على ذلك، تدرس الدراسة تأثير كتلة العامل المحفز، وتركيز الصبغة الابتدائي، ودرجة الحموضة للمحلول على كفاءة التحلل. تظهر التوصيفات عن طريق تفريق الأشعة السينية وفورية الأشعة تحت الحمراء أن جزيئات الـ ZnO لديها هيكل سداسي مع حجم بلوري متوسط يتراوح من [10.94 - 28.17] نانومتر، بينما تظهر جزيئات الـ La2O3 هيكل سداسية ومكعبة بأحجام جسيمات تتراوح بين [8.00 و 64.03] نانومتر للهيكل السداسي ومن 7.99 إلى 57.10 نانومتر للهيكل المكعبي.

تؤكد هذه النتائج أهمية العوامل المحفزة الفوتوكاتاليتية في تحلل الأصباغ العضوية وتسلط الضوء على إمكانية طرق التخليق الصديقة للبيئة في إنتاج مثل هذه العوامل المحفزة.

الكلمات الرئيسية: الفوتوكاتاليس، جزيئات نانوية، زنك أو أكسيد، لانثانوم أكسيد، مستخلص الغار، توصيف، الكونغو الحمراء.

Table des matières

Introduction Générale.....	Erreur ! Signet non défini.
.....	Erreur ! Signet non défini.

Chapitre I : Revue Bibliographique

I.1 .Introduction.....	Erreur ! Signet non défini.
I.2 Généralité sur laurier.....	Erreur ! Signet non défini.
I.2.1 Caractéristique du laurier.....	Erreur ! Signet non défini.
I.2.2 Original et répartition.....	Erreur ! Signet non défini.
I.2.3 Description botanique de la plante.....	Erreur ! Signet non défini.
I.2.4 Composition chimique.....	Erreur ! Signet non défini.
I.2.5 Utilisation de Laurus Plante.....	Erreur ! Signet non défini.
I.2.6 Propriétés pharmacologiques.....	Erreur ! Signet non défini.
I.3 Les nanotechnologies et les nanosciences.....	Erreur ! Signet non défini.
I.3.1 Généralités.....	Erreur ! Signet non défini.
I.3.2 Les nano-objets.....	Erreur ! Signet non défini.
I.3.3 Catégories de matériaux nano structuré.....	Erreur ! Signet non défini.
I.3.4 Les nanoparticules.....	Erreur ! Signet non défini.
I.3.5 Domaines d'application de nanoparticule.....	Erreur ! Signet non défini.
I.3.6 Synthèse des nanomatériaux.....	Erreur ! Signet non défini.
I.3.7 Techniques de caractérisation.....	Erreur ! Signet non défini.
I.3.8 Les paramètres influencent la synthèse verte de nanoparticule.....	Erreur ! Signet non défini.
I.4 .Les oxydes métalliques.....	Erreur ! Signet non défini.
I.4.1 L'oxyde de Zinc.....	Erreur ! Signet non défini.
I.4.2 L'oxyde de lanthane.....	Erreur ! Signet non défini.
I.5 Conclusion.....	Erreur ! Signet non défini.

Chapitre II : La photocatalyse et les colorants

II.1	Introduction	Erreur ! Signet non défini.
II.2	La photocatalyse.....	Erreur ! Signet non défini.
II.2.1	Définition.....	Erreur ! Signet non défini.
II.2.2	Principe de la photo catalyse	Erreur ! Signet non défini.
a)	Absorption de photon et production de paires électron/trou.....	Erreur ! Signet non défini.
b)	Recombinaison de paires électron /trou.....	Erreur ! Signet non défini.
II.2.3	Type de photocatalyse.....	Erreur ! Signet non défini.
II.2.4	Application de la photo catalyse.....	Erreur ! Signet non défini.
II.2.5	Facteurs influençant la photo catalyse	Erreur ! Signet non défini.
II.3	Les colorants	Erreur ! Signet non défini.
II.3.1	Définition d'un colorant	Erreur ! Signet non défini.
II.3.2	Classification des colorants.....	Erreur ! Signet non défini.
II.3.3	L'utilisation des colorants.....	Erreur ! Signet non défini.
II.3.4	Effet des colorants sur l'environnement et la santé.....	Erreur ! Signet non défini.
II.3.5	Rouge Congo	Erreur ! Signet non défini.
II.4	Conclusion	Erreur ! Signet non défini.

Chapitre III : Matériels et Méthodes

III.1	Introduction	Erreur ! Signet non défini.
III.2	Matériel et réactifs	Erreur ! Signet non défini.
III.2.1	Réactifs utilisés.....	Erreur ! Signet non défini.
III.2.2	Matériels et verreries.....	Erreur ! Signet non défini.
III.2.3	Méthode de synthèse verte de nanoparticules d'oxyde de zinc et d'oxyde de Lanthane	Erreur !
		Signet non défini.
III.2.4	Méthode d'analyse et dosage de colorant	Erreur ! Signet non défini.
III.2.5	Méthode de la photocatalyse.....	Erreur ! Signet non défini.

III.2.6 Méthodologie suivie pour l'étude de l'effet des paramètres opératoires influençant la photocatalyse **Erreur ! Signet non défini.**

III.2.7 Rendement d'élimination **Erreur ! Signet non défini.**

Chapitre IV: Résultats et Discussions

IV.1 **Introduction** **Erreur ! Signet non défini.**

IV.2 Caractérisation des oxydes métalliques par diffraction des rayons X **Erreur ! Signet non défini.**

IV.2.1 Nanoparticules de ZnO **Erreur ! Signet non défini.**

IV.2.2 Nanoparticules d'oxyde de lanthane **Erreur ! Signet non défini.**

IV.3 Résultats de photocatalyse en fonction des conditions de synthèse des NPs **Erreur ! Signet non défini.**

IV.3.1 Effet de la masse de laurier utilisée pour la production de l'extrait **Erreur ! Signet non défini.**

IV.3.2 Effet de la masse du catalyseur **Erreur ! Signet non défini.**

IV.3.3 Effet de concentration de colorant **Erreur ! Signet non défini.**

IV.3.4 Effet de pH **Erreur ! Signet non défini.**

IV.4 Conclusion **Erreur ! Signet non défini.**

Conclusion générale **Erreur ! Signet non défini.**

Reference **Erreur ! Signet non défini.**

Liste Des Figures

- Figure 1 : Aspect morphologique de *Laurus nobilis*. **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 2 : Types des nanoparticules selon leurs dimensions [44]. **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 3 : Nanoparticules en comparaison avec celles des structures chimiques et biologiques principales [47]. **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 4 : Schéma du principe de l'ablation laser pulser [60]. **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 5 : Schéma de principe de la synthèse Sol-gel d'un oxyde cristallin. **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 6 : Méthode de Co-précipitation. **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 7 : Méthode de la synthèse verte. **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 8 : Schéma représentant le principe de la diffraction de rayons X. **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 9 : Illustration montrant de β à partir de la courbe de diffraction des rayons X. .. **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 10 : Spectrophotomètre UV-visible. **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 11 : Différentes structures cristallines de ZnO. **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 12 : Principe général de la photocatalyse. **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 13 : Structure du Rouge Congo. **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 14 : Dispositif de la photocatalyse. **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 15 : Etapes de la préparation d'extraits de laurier. **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 16 : Protocole expérimental suivi pour la synthèse de nanoparticules. **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 17 : Préparation de solution mère de Rouge Congo. **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 18 : Solutions filles de rouge Congo. **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 19 : Spectrophotomètre UV-Visible. **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 20 : Spectre d'absorbance du Rouge Congo [400-600] nm. **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 21 : Courbe d'étalonnage de RC ($\lambda_{\max}=497\text{nm}$). **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 22 : Protocole expérimentale de la photocatalyse. **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 23 : DRX des nanoparticules hexagonales de ZnO ($m_{\text{ext}}=2\text{g}$) **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 24 : DRX des nanoparticules hexagonales de La_2O_3 ($m_{\text{ext}}=2\text{g}$)**Erreur ! Signet non défini.**

Figure 25 : DRX des nanoparticules cubiques de La_2O_3 ($m_{\text{ext}}=2\text{g}$)**Erreur ! Signet non défini.**

Figure 26 : Pourcentage de dégradation du RC par photocatalyse en fonction du temps pour différentes masses d'extrait en présence de ZnO. ($m_{\text{ZnO}} = 0.3 \text{ g}$, $[\text{RC}]=20 \text{ mg/L}$, $V=300 \text{ ml}$).
.....**Erreur ! Signet non défini.**

Figure 27 : Pourcentage de dégradation du RC par photocatalyse en fonction du temps pour différentes masses d'extrait en présence de La_2O_3 . ($m_{\text{La}_2\text{O}_3} = 0.3 \text{ g}$, $[\text{RC}]=20 \text{ mg/L}$, $V=300 \text{ ml}$).
.....**Erreur ! Signet non défini.**

Figure 28 : Comparaison entre le pourcentage de dégradation du RC par photocatalyse en fonction du temps des deux oxydes ZnO et La_2O_3 . ($m_{\text{La}_2\text{O}_3} = m_{\text{ZnO}} = 0.3 \text{ g}$, $[\text{RC}]=20 \text{ mg/L}$, $V=300 \text{ ml}$).
.....**Erreur ! Signet non défini.**

Figure 29 : Influence de la masse de ZnO sur le rendement de la photo dégradation de RC en fonction du temps, ($m_{\text{ext}} = 2 \text{ g}$, $[\text{RC}]=20 \text{ mg/L}$, $V=300 \text{ ml}$).**Erreur ! Signet non défini.**

Figure 30 : Influence de la masse de La_2O_3 sur le rendement de la photo dégradation de RC en fonction du temps ($m_{\text{ext}} = 2 \text{ g}$, $[\text{RC}]=20 \text{ mg/L}$, $V=300 \text{ ml}$).**Erreur ! Signet non défini.**

Figure 31 : Influence de la concentration du RC sur la photo-dégradation en fonction du temps ($m_{\text{ext}} = 2 \text{ g}$, $m_{\text{ZnO}} = 0.3 \text{ g}$ $[\text{RC}] = 20 \text{ mg/L}$, $V=300 \text{ ml}$).**Erreur ! Signet non défini.**

Figure 32 : Influence du pH sur la photo-dégradation du RC en fonction du temps. ($m_{\text{ext}} = 2 \text{ g}$, $m_{\text{ZnO}} = 0.3 \text{ g}$ $[\text{RC}] = 20 \text{ mg/L}$, $V=300 \text{ ml}$).**Erreur ! Signet non défini.**

Liste Des Tableaux

- Tableau 1 : Avantages et inconvénients de différentes méthodes...**Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau 2 : Propriétés physiques et chimiques de ZnO [99].....**Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau 3 : Propriétés physico-chimiques du Rouge Congo.**Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau 4 : Réactifs utilisés dans le cadre de cette étude.....**Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau 5 : Matériels utilisés.**Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau 6 : Différentes valeurs de volumes de la solution fille.**Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau 7 : Les absorbances mesurée équivalente à chaque concentration.**Erreur ! Signet non défini.**