

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE CONSTANTINE 3



FACULTE DE GENIE DES PROCEDES

DEPARTEMENT GENIE CHIMIQUE

N° d'ordre...

Série...

Mémoire de Master

Filière : Génie des procédés

Spécialité : Génie chimique

**Application des procédés d'oxydation avancée (POA) pour la
dégradation du colorant Astrazon Red 6B dans un réacteur
pilote à lumière artificielle**

Dirigé par :

Dr. BOUCHARAB Mohammed Kheir-Eddine

présente par :

BENTAMENE Fadila

AIBECHÉ Wissam

Année Universitaire 2021/2022.

Session : (juin)

Table de Matière

Titre	Page
Liste d'abréviation	VII
Liste des figures	VIII
Liste des tableaux	X
Introduction Générale	1
Références bibliographique	3
Chapitre I : recherche bibliographique	
Introduction	4
I.1. Les colorants	4
Introduction	4
I.1.1. Définition	4
I.1.2. Classification des colorants	5
A. Classification chimique	5
B. Classification tinctoriale	6
I.1.3. Utilisation et application des colorants	8
I.1.4. Toxicité et impacts environnementaux des colorants	8
A. Impacts environnementaux	8
B. Toxicité	9
I.2. Traitement des eaux usées	9
I.2.1. Définition	9
I.2.2. Origine des eaux usées	9
I.2.3. Les méthodes de traitement des eaux usées	9
A. Traitement physique	9
B. Traitement biologique	10

Table de Matière

C. Traitement chimique	10
I.3. Les procédés d'oxydation avancée (POA)	10
I.3.1. Définition	10
I.3.2. Description et caractéristiques des radicaux hydroxyles OH[•]	11
I.3.3. Mécanisme relationnels et mode d'action des radicaux hydroxyles	12
I.3.4. Les Principes techniques d'oxydation avancée	13
I.4. La photolyse	14
I.4.1 Définition	14
I.4.2. Les types de la photolyse	14
A. La photolyse homogène UV	14
B. La photolyse hétérogène	14
C. La photolyse de l'eau	14
D. Photolyse d'Ozon	15
I.5. Photocatalyse	15
I.5.1. La photocatalyse hétérogène	15
I.5.2. Principe générale de la photocatalyse hétérogène	15
I.5.3. Les étapes de la photocatalyse hétérogène	16
I.5.4. Les applications	16
I.6. Choix du photocatalyseur	17
I.6.1. Catalyse	17
I.6.2. Catalyseur	17
I.6.3. Les semi-conducteurs	17
A. Le dioxyde de Titane (TiO₂)	18
B. L'oxyde de zinc (ZnO)	19

Table de Matière

I.7. Facteurs influençant la photocatalyse hétérogène	21
I.7.1. Influence de la concentration en catalyseur	21
I.7.2. Influence de la concentration du polluant	21
I.7.3. Influence du flux lumineux	22
I.7.4. Influence du pH	22
I.7.5. Influence de la température	22
I.8. Les types des réacteurs photocatalytiques	22
I.8.1. Réacteurs photocatalytiques avec lumière artificielle	22
A. Réacteurs à irradiation radiale	22
B. Réacteurs à irradiation externe	23
I.8.2. Réacteurs photocatalytiques avec lumière solaires	23
Références bibliographiques	24

Chapitre II : Matériels et méthodes

Introduction	27
II .1. Le montage expérimental	27
II .2. Produits chimiques utilisés	28
II .2.1. Colorant Astrazon Red (6B)	28
II .2.2. Les semi-conducteurs	29
A. Le catalyseur l'oxyde de zinc (ZnO)	29
B. Le dioxyde de Titane (TiO₂)	31
C. L'hypochlorite de sodium (NaClO)	32
➤ Les caractéristiques physico-chimiques	32

Table de Matière

➤ Les définitions de la concentration d'hypochlorite de sodium.....	32
• Le degré chlorométrique (°chl)	32
• Le pourcentage de chlore actif	33
II .3. Protocole de travail.....	33
II .3.1. Préparation des solutions de colorants.....	33
II .3.2. Préparation de semi-conducteur ZnO	33
II .3.3. Préparation de semi-conducteur NaClO	34
• Préparation de la solution mère	34
• Préparation de la solution filles.....	34
• Préparation de procède.....	34
II .4. Matériels et méthode d'analyse.....	35
II .4.1. Matériels.....	35
A. Verrerie du laboratoire.....	35
B. Balance.....	35
II .4.2. Méthode d'analyse.....	35
A. Le spectrophotomètre	35
B.PH mètre.....	37
C. La centrifugeuse.....	38
II .5. Les plans d'expériences	38
II .5.1.plan factoriel complet	39
II .5.2. Plans composite centrés	39
II .5.2. Optimisation	39

Table de Matière

II.5.3. La courbe d'étalonnage	40
Références bibliographiques	41

Chapitre III : Résultats et discussions

Introduction	42
III.1. Photolyse direct de l'Astrazon Red (6B) et dégradation photonique par le NaClO.....	42
III.2. Etude de l'influence des différents paramètres sur la dégradation de l'Astrazon Red 6B	44
III.2.1. Influence de la concentration en NaClO.....	44
III.2.2. Influence de l'intensité lumineuse UV	44
III.2.3. Influence de PH.....	45
III.3. Photocatalyse de l'Astrazon Red (6B) par le ZnO.....	46
III.3.1. Influence de quelques paramètres sur la photocatalyse de 6B par le ZnO	47
• Effet de la concentration du catalyseur.....	47
• Influence du débit Q	48
• Influence de la concentration de 6B.....	49
III.3.2. Optimisation des paramètres expérimentaux sur l'efficacité du procédés photocatalytique par la méthodologie des plans d'expériences	49
A. Estimation des effets.....	49
III.3.3. Analyse de la variance (ANOVA)	52
III.3.4. Le coefficient de détermination R^2	53

Table de Matière

III.4. Plan d'expérience composite centré	54
III.5. Courbe d'isoreponses	46
Références bibliographiques.....	58
Conclusion Général	59
Annexe	61
Résumé	

Résumé

Les procédés d'oxydation avancés sont des techniques qui génèrent des entités oxydantes très réactives et non sélectives ce sont les radicaux hydroxyles ($\cdot\text{OH}$). Ces radicaux sont capables de dégrader les polluants organiques, parmi ces procédés on peut citer le procédé photocatalyse hétérogène et photolyse qui font l'objet de notre étude.

Dans le cas de la photocatalyse hétérogène pour la dégradation de (6B) nous avons utilisé l'oxyde de zinc (ZnO) comme catalyseur dans réacteur photocatalytique à l'échelle semi-pilote avec lumière artificielle. Notre étude montre que le taux de dégradation de l'Astrazon Red (6B) sous irradiation UV augmente avec l'augmentation de la concentration du catalyseur et le débit de recirculation, et la diminution de la concentration de 6B.

Dans le cas de la photolyse avec le NaClO on trouve que le taux de décoloration du 6B en absence d'irradiation UV et en présence l'hypochlorite de sodium (NaClO) est faible, tandis qu'en présence d'UV (NaClO) on obtient une forte dégradation de 6B. On constate que la dégradation photonique d'Astrazon Red (6B) par NaClO est affectée par des différents paramètres parmi eux : la concentration en NaClO, l'intensité lumineuse UV et l'influence de PH.

Nous sommes également parvenus à un modèle mathématique du système étudié en travaillant sur le programme MINITAB 16, basé sur des méthodes de conception expérimentales.

Mots clés

Procédés d'oxydation avancée, photocatalyse hétérogène, photolyse, réacteur photocatalytique, oxyde de zinc, hypochlorite de sodium, astrazon red, décoloration.

المخلص

عمليات الأكسدة المتقدمة هي تقنيات تولد عناصر مؤكسدة شديدة التفاعل وغير انتقائية، وهي جذور الهيدروكسيل ($\cdot\text{OH}$). هؤلاء الجذور قادرون على تحطيم الملوثات العضوية، ومن بين هذه العمليات يمكننا العمل بعملية التحفيز الضوئي غير المتجانسة والتحليل الضوئي التي هي موضوع دراستنا.

في حالة التحفيز الضوئي غير المتجانس لتحلل (6B) باستخدام أكسيد الزنك (ZnO) كمحفز وفي مفاعل تحفيزي ضوئي على نطاق شبه تجريبي بضوء اصطناعي، توضح دراستنا ان ازالة الملون (6B) تزداد تحت إشعاع الأشعة فوق البنفسجية بزيادة تركيز المحفز، تركيز 6B، معدل إعادة الدوران وهي المعاملات المختلفة التي تؤثر على التحلل الضوئي لـ 6B بواسطة ZnO. في حالة التحلل الضوئي باستخدام هيبوكلوريت الصوديوم NaClO، وجد أن معدل تغير اللون 6B في غياب الأشعة فوق البنفسجية وفي وجود هيبوكلوريت الصوديوم (NaClO) منخفض، بينما في وجود الأشعة فوق البنفسجية و (NaClO) وجد تحلل ضوئي قوي لـ 6B Astrazon Red. لوحظ أن التحلل الضوئي لـ (6B) يتأثر بمعايير مختلفة من بينها: تركيز NaClO، وشدة ضوء الأشعة فوق البنفسجية وتأثير PH.

توصلنا أيضًا إلى نموذج رياضي للنظام المدروس من خلال العمل على برنامج MINITAB 16، بناءً على أساليب التصميم التجريبي.

الكلمات المفتاحية

عمليات الأكسدة المتقدمة. التحفيز الضوئي غير المتجانس. التحليل الضوئي. مفاعل التحفيز الضوئي. أكسيد الزنك. هيبوكلوريت الصوديوم إزالة اللون.