

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



UNIVERSITÉ SALAH BOUBNIDER, CONSTANTINE 03
FACULTE DE GÉNIE DES PROCÉDES
DÉPARTEMENT DE GÉNIE DE L'ENVIRONNEMENT

N° d'ordre :... ..

Série :... ..

Mémoire

PRÉSENTE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER
EN GÉNIE DES PROCÉDES
OPTION : GÉNIE DES PROCÉDES DE L'ENVIRONNEMENT

**Etude expérimentale et modélisation par plan
d'expérience de l'élimination du colorant Bleu
Turquoise par le procédé Electro-Fenton**

Présenté par :

SOUAHI Housseem Eddine

NAILI Chiraz

HENI Meriem Amel

Dirigé par :

CHIKHI Mustapha

Grade : Professeur

Année universitaire

2020-2021

Session : juin

TABLE DES MATIERES

LISTE DES FIGURES	I
LISTE DES TABLEAUX	IV
ABREVIATION	V
INTRODUCTION GENERALE	1

CHAPITRE I : POLLUTION DES EAUX ET TRAITEMENTS

I-1. Introduction.....	4
I-2. Pollution des eaux	4
I-2.1. Paramètres indicateurs de la qualité physico-chimique des eaux	4
I-2.2. Sources de la pollution des eaux	5
I-2.3. Conséquences	6
I-3. La pollution résultante des colorants issues de l'industrie textile.....	8
I-3.1. La pollution issue de l'industrie textile	8
I-3.2. La production des matières premières.....	8
I-3.3. L'entretien des produits textiles	8
I-4. Conséquences de la pollution de l'industrie textile	9
I-4.1. Conséquences à court terme	9
I-4.2. Conséquences à long terme	9
I-5. Procédés de traitement des effluents industriels	10
I-5.1. Les traitements physiques	10
I-5.2. Les traitements chimiques	11
I-5.3. Les traitements biologiques.....	12
I-6. Procédés de base d'oxydations avancées	13
I-6.1. L'ozonation	13
I-6.2. Péroxonation (H_2O_2/O_3)	13
I-6.3. Fenton classique (Fe^{2+}/ H_2O_2)	13
I-6.4. Fenton modifié	13
I-7. Le procédé Electro-Fenton.....	13
I-8. Travaux dans le domaine d'élimination des colorants textiles	14
I-9. Avantages et inconvénients du procédé Electro-Fenton	16

CHAPITRE II : LES COLORANTS, SOURCES DE CONTAMINATION DE L'EAU

II-1. Introduction	18
II-2. Définition.....	18
II-3. Historique	18
II-4. Classification des colorants	18
II-4.1. Classification chimique.....	19
II-4.2. Classification tinctoriale	21
II-5. Les colorants et l'environnement	22
II-5.1. Toxicité	22
II-5.2. Législation sur l'environnement	23
II-6. Les colorants étudiés	24
II-6.1. Choix des colorants étudiés	25
II-7. Quelques études d'impact des colorants sur la santé humaine	25

CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES

III-1. Introduction	27
III-2. Produits et matériels	27
III-2.1. Produits.....	27
III-2.2. Matériels	28
III-3. Montage et procédure expérimentale du procédé Electro-Fenton	29
III-4. Analyse par la spectroscopie UV-visible	31
III-4.1. Principe de fonctionnement.....	31
III-4.2. Préparation de la solution du Bleu Turquoise	32
III-4.3. Caractérisation spectroscopique de la solution du Bleu Turquoise.....	33
III-4.3.1. Détermination de la longueur d'onde des absorbances maximales λ_{\max}	33
III-4.3.2. Etablissement de la courbe d'étalonnage du Bleu Turquoise	34
III-5. Etude par les plans d'expériences	34

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSIONS

IV-1. Introduction.....	36
IV-2. Résultats expérimentaux	36
IV-2.1. Influence du pH initial.....	36
IV-2.2. Influence de l'intensité du courant	39
IV-2.3. Influence de la concentration du catalyseur	41

IV-2.4. Influence de la concentration d'électrolyte	43
IV-3. Analyse de la conception d'un plan d'expérience	45
IV-3.1. Procéder avec un plan factoriel complet	45
IV-3.2. Caractéristique du plan d'expérience conçu.....	45
IV-3.3. Choix des paramètres d'étude	46
IV-3.4. Réponses étudiées.....	46
IV-3.5. Matrice des expériences	47
IV-3.6. Résultats des réponses obtenues.....	48
IV-3.7. Modélisation du taux d'élimination	48
IV-3.7.1. Construction du modèle.....	48
IV-3.7.2. Modèles mathématiques	49
IV-3.7.3. Analyse des effets principaux et des interactions	52
IV-3.7.3.1. Effets principaux.....	52
IV-3.7.3.2. Effets interactionnels	55
IV-3.8. Rendements prévus par les modèles mathématiques	65
IV-3.8.1. Rendement prévu pour le pH initial.....	65
IV-3.8.2. Rendement prévu pour l'intensité du courant.....	66
IV-3.8.3. Rendement prévu pour la concentration du catalyseur.....	67
IV-3.8.4. Rendement prévu pour la concentration d'électrolyte.....	68
IV-3.9. Modélisation d'énergie électrique consommée (EEC).....	69
IV-3.9.1. Modèle mathématique	69
IV-3.9.2. Analyse des effets principaux et des interactions	70
IV-3.9.2.1. Effets principaux.....	70
IV-3.9.2.2. Effets interactionnels	71
IV-3.10. Energie électrique consommée prévue par le modèle	72
IV-3.10.1. EEC prévue pour différentes intensités de courant.....	72
IV-3.10.2. EEC prévue pour différentes concentration d'électrolyte	73
CONCLUSION GENERALE	75
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	77
RESUME.....	88

RESUME

Le procédé Electro-Fenton a été utilisé pour évaluer la décoloration du colorant textile azoïque réactif Bleu Turquoise dans des solutions aqueuses. Sa chaîne de réactions commence par une électro-génération de peroxyde d'hydrogène sur la cathode, par réduction de l'oxygène dissous en solution acide. Le peroxyde d'hydrogène réagit alors avec les ions fer, permettant la production de radicaux hydroxyles, qui réagissent sur les composés organiques, conduisant à leur minéralisation. Dans cette étude, des expériences ont été réalisées dans des systèmes batch, en utilisant du feutre de carbone comme cathode, et du platine comme anode afin d'évaluer les performances du processus en termes d'élimination de la couleur et de consommation d'énergie. Les effets des paramètres opérationnels tels que le pH initial de la solution, la concentration du catalyseur, la concentration de l'électrolyte et l'intensité du courant ont été examinés afin de trouver les meilleures conditions expérimentales pour obtenir une dégradation globale du colorant. De plus, les effets interactionnels entre ces paramètres ont été modélisés en utilisant le plan factoriel complet comme type de plan d'expérience. Les résultats montrent qu'un tel processus dépend fortement du pH et de la concentration en ions fer. Les expérimentations menées ont montré qu'en moins d'une heure, un pH de 2 et une concentration de catalyseur égale à 0,5 mM, s'avéraient être les meilleures conditions pour la réduction du colorant Bleu Turquoise, conduisant à une efficacité globale supérieure à 99%. L'énergie électrique consommée correspondante a été estimée à environ 6,12 Wh/L. Ces résultats fournissent des connaissances fondamentales pour le traitement d'un véritable flux d'eaux usées textiles.

Mots clés :

Electro-Fenton, Bleu Turquoise, élimination de la couleur, peroxyde d'hydrogène, radicaux hydroxyles, plan d'expérience, plan factoriel complet, eaux usées textiles, feutre de carbone, ions fer.