

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE CONSTANTINE 3



FACULTE DE GENIE DES PROCEDES
DEPARTEMENT DE GENIE CHIMIQUE

Mémoire

Pour l'obtention du diplôme de Master

Option Génie Chimique

N° d'ordre :... ..

Série :... ..

**Étude de la dégradation du méthyle orange par
le procédé de Fenton**

Réalisé par :

M^{elle} HOUHAMDI SAMIRA

M^{elle} SIMER AHLEM

Encadré par :

M^{me} K.H TOUMI

Année Universitaire 2015/2016

Remerciements	
Dédicace	
Sommaire	
Liste des figures	
Liste des tableau	
Introduction générale.....	01

Chapitre I :

Les colorants chimiques et les procédés d'oxydation avancée

I.1. Historique des colorants.....	3
I.2. Généralités sur les colorants.....	4
I.3. Utilisation et applications des colorants.....	5
I.4. Classification des colorants.....	5
I.4.1 .Classification des colorants selon la nature chimique.....	6
I.4.1.a. Les colorants azoïques.....	6
I.4.1.b. Les colorants anthraquinoniques.....	6
I.4.1.c. Les colorants indigoïdes.....	7
I.4.1.d. Les colorants xanthènes.....	7
I.4.1.e. Les phtalocyanines.....	8
I.4.1.f. Les colorants nitrés et nitrosés.....	8
I.4.1.g. Les colorants triphénylméthanes.....	8
I.4.2.Classification tinctoriale.....	9
I.4.2.a. Les colorants acides ou anioniques.....	9
I.4.2.b. Les colorants basiques ou cationiques.....	10
I.4.2.c. Les colorants développés ou azoïques insolubles.....	10
I.4.2.d. Les colorants de cuve.....	11

I.4.2.e. Les colorants directs.....	11
I.4.2.f. Les colorants à mordants.....	12
I.5. Toxicité des colorants.....	12
I.6. Procédés d'Oxydation Avancée (POA).....	13
I.6.1. Réactivité des radicaux hydroxyles	13
I.6.2. Les principaux procédés d'oxydation avancée.....	14
I.6.2.1. Procédé d'ozonation.....	14
I.6.2.1.a. L'ozonation simple (O ₃).....	14
I.6.2.1.b. Peroxonation (O ₃ /H ₂ O ₂).....	14
I.6.2.2. Procédé Fenton (Fe ²⁺ /H ₂ O ₂).....	15
I.6.2.3. Procédé photochimique.....	17
I.6.2.3.a. Photolyse directe.....	17
I.6.2.3.b. Photolyse de l'ozone O ₃ / UV.....	17
I.6.2.3.c. Photolyse de H ₂ O ₂ (H ₂ O ₂ / UV).....	18
I.6.2.3.d. Photo-Peroxonation (O ₃ / H ₂ O ₂ / UV).....	19
I.6.2.3.e. Procédé Photo-Fenton.....	19
I.6.2.3.f. Photocatalyse hétérogène.....	20
I.6.3.4. Les procédés électrochimiques.....	22

CHAPITRE II :

Dégradation du méthyle orange par le procédé de Fenton

II.1 Matériels et méthodes	23
II.1.1. Colorant étudié : Méthyle orange.....	23
II.1.2. Réactifs utilisés.....	24
II.1.3. La démarche expérimentale.....	25
II.1.4. Mesure de pH.....	26
II.1.5. Spectrophotométrie UV-visible.....	27

II.2. Méthodologie des plans d'expérience.....	28
II.2.1. Plans de Box-Behnken.....	29
II.2.2. Optimisation des facteurs influents et modélisation du rendement de dégradation du méthyle orange.....	29
II.2.2.1. Réponse expérimentale et facteur étudiés	30
II.2.2.2. Domaine expérimental étudié.....	30
II.2.2. 3. Rendement de dégradation et analyses statistiques.....	31
a) Résultat expérimentaux obtenus.....	31
b) Analyse statistiques des résultats expérimentaux.....	32
II.2.2.4. Détermination des valeurs optimales.....	34
II.2.2.5. Représentation graphique.....	35
Références Bibliographiques	
CONCLUSION GENERALE.....	38

Résumé

Les procédés d'oxydation avancée sont des techniques qui génèrent les radicaux d'hydroxyles pour la dégradation des différents polluants organiques en particulier les colorants. Parmi ces procédés, on peut citer le procédé de Fenton qui fait l'objet de notre étude. Le polluant utilisé dans cette étude est un colorant azoïque, qui est le méthyle orange (MO).

Le traitement des solutions aqueuses de ce colorant a été réalisé en milieux homogène acide à l'aide des radicaux hydroxyles générés par la réaction de Fenton.

Cette étude consiste à optimiser les principaux facteurs influençant le procédé de fenton et, par conséquent, modéliser le rendement de dégradation du méthyle orange en appliquant la méthodologie du plan d'expérience.

Les résultats obtenus de l'analyse statistique montrent que les concentrations de réactif de fenton (Fe^{2+} , H_2O_2) ont un effet significatif sur le rendement de dégradation du méthyle orange en plus l'interaction entre le pH et la concentration des ions de Fe^{2+} a montré un effet significatif sur le rendement. Les concentrations optimales de Fe^{2+} et H_2O_2 sont respectivement 0,73 mM et 11,09 mM pour l'élimination de 100 mg/l du MO en solution à température ambiante. La valeur optimale de pH est égale à 3,03 est favorable à la dégradation de méthyle orange, durant 120 min par le procédé de fenton. Le modèle obtenu est significatif, il y'a donc une corrélation satisfaisante entre les valeurs mesurées et les valeurs ajustées, $R^2 = 97,15 \%$.

Mots clés : Colorants, Méthyle orange, Fenton, Procédés d'oxydation avancée, Radicaux hydroxyles, Dégradation.

Abstract

The advanced oxidation processes are techniques that generate the hydroxyl radicals to degrade organic pollutants in various particular dyes molecules. Among these methods, there may be mentioned the method of Fenton been our study. The pollutant used in this study a methyl orange. The treatment of aqueous solutions of dye has been achieved in homogeneous acidic environments using hydroxyl radicals generated by the Fenton reaction.

The results of the statistical analysis show that the concentrations of Fenton's reagent (Fe^{2+} , H_2O_2) have a significant effect on the methyl orange degradation and the interaction between pH and the ion concentration of Fe^{2+} showed a significant effect on performance. The optimal concentrations of Fe^{2+} and H_2O_2 are 0.73 mM and 11.09 mM, respectively, for the elimination of 100 mg / l of the MO in solution at room temperature. The optimum pH for the degradation of methyl orange is 3.03.

Keywords: Dye, Methyl Orange (MO), Fenton, advanced oxidation processes, hydroxyl radicals, degradation.