

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



FACULTE GENIE DES PROCÉDES
DEPARTEMENT GENIE CHIMIQUE

N° d'ordre :

Série :

Mémoire de Master

Filière : Génie des procédés

Spécialité : Génie chimique

**ETUDE COMPARATIVE DES CINÉTIQUES DES
REACTIONS DE FENTON ET FENTON-LIKE POUR LA
DEGRADATION D'UN COLORANT AZOIQUE**

Dirigé par: **Dr K.H. TOUMI**

Grade : M.C.B

Présenté par :

BOUHIDEL Rayene

BELMOKER Samiha

GUIDOUME Rayene

Année universitaire 2022/2023

Session : (juin)

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction générale..... 1

Chapitre I : Etude bibliographique

I.1 Généralités sur les colorants	Erreur ! Signet non défini.
I.1.1 Historique des colorants	Erreur ! Signet non défini.
I.1.2 Définition du colorant	Erreur ! Signet non défini.
I.1.3 Classification des colorants	Erreur ! Signet non défini.
1.1.3.1 Classification chimique.....	Erreur ! Signet non défini.
1.1.3.2 Classification tinctoriale	Erreur ! Signet non défini.
I.1.4 Utilisations et application des colorants.....	Erreur ! Signet non défini.
I.1.5 Toxicité des colorants.....	Erreur ! Signet non défini.
I.1.6 L'impact environnemental	Erreur ! Signet non défini.
I.2 Procédés d'oxydations avancées.....	Erreur ! Signet non défini.
I.2.1 Utilisation des procédés d'oxydations avancées	Erreur ! Signet non défini.
I.2.2 Description et caractéristiques de $OH \bullet$	Erreur ! Signet non défini.
I.2.3 Réactivité des radicaux hydroxyles	Erreur ! Signet non défini.
I.2.4 Les différentes types de procédés s'oxydations avancées .	Erreur ! Signet non défini.
I.2.4.1 Procédés d'ozonation	Erreur ! Signet non défini.
I.2.4.1.1 Ozonation simple (O_3).....	Erreur ! Signet non défini.
I.2.4.1.2 Peroxonation (O_3/H_2O_2)	Erreur ! Signet non défini.
I.2.4.2 Procédés photochimiques	Erreur ! Signet non défini.
1.2.4.2.1 Photolyse directe.....	Erreur ! Signet non défini.
1.2.4.2.2- Photolyse de l'ozone	Erreur ! Signet non défini.
I.2.4.2.3 Photolyse de H_2O_2 (système UV/ H_2O_2).....	Erreur ! Signet non défini.
I.2.4.2.4 Photo-peroxonation (UV / H_2O_2/ O_3).....	Erreur ! Signet non défini.
I.2.4.2.5- Photo catalyse hétérogène (UV/ TiO_2).....	Erreur ! Signet non défini.
I.2.4.3 Procédés électrochimiques	Erreur ! Signet non défini.

I.2.4.4 Procédées sono chimique (sonolyse).....	Erreur ! Signet non défini.
I.2.4.5 Les procédés basés sur le réactif de fenton	Erreur ! Signet non défini.
1.2.4.5.1 Procédé photo-Fenton.....	Erreur ! Signet non défini.
I.2.4.5.2 Procédés fenton (Fe^{2+}/H_2O_2).....	Erreur ! Signet non défini.
I.2.5 Facteurs influençant l'efficacité du procédé Fenton	Erreur ! Signet non défini.
I.2.5.1 Effet du pH.....	Erreur ! Signet non défini.
I.2.5.2 Effet de la température	Erreur ! Signet non défini.
I.2.5.3 Effet de la concentration des réactifs rapports $[H_2O_2]/ [Fe^{2+}]$... Erreur ! Signet non défini.	
I.2.5.4 Effet de la concentration initiale du catalyseur	Erreur ! Signet non défini.
I.2.6 Domaines d'applications du procédé fenton :	Erreur ! Signet non défini.
I.2.7 Avantages et inconvénients du procède fenton	Erreur ! Signet non défini.
I.2.7.1 Avantage	Erreur ! Signet non défini.
I.2.7.2 Inconvénients	Erreur ! Signet non défini.
I.2.8 Procédé Fenton-like (Fe^{3+}/ H_2O_2):.....	Erreur ! Signet non défini.

Chapitre II : Matériels et méthodes

II.1 Colorant utilisé : Méthyle orange (MO)	Erreur ! Signet non défini.
II.2 Produits et appareils utilisés	Erreur ! Signet non défini.
II.2.1 Produits	Erreur ! Signet non défini.
II.2.2 Appareillages	Erreur ! Signet non défini.
II.2.3 Verrerie	Erreur ! Signet non défini.
II.3 Préparation de la solution de méthyle orange.....	Erreur ! Signet non défini.
II.4 Tests préliminaires.....	Erreur ! Signet non défini.
II.4.1 Détermination de λ_{max}	Erreur ! Signet non défini.
II.5 Dispositif expérimental.....	Erreur ! Signet non défini.
II.6 Démarche expérimentale de la dégradation de méthyle orange ..	Erreur ! Signet non défini.
II.6.1 Procédés fenton et fenton like	Erreur ! Signet non défini.
II.7 Analyse des échantillons prélevés	Erreur ! Signet non défini.
II.7.1 Mesure de pH :	Erreur ! Signet non défini.
II.7.2 Spectrophotométrie UV-visible	Erreur ! Signet non défini.
II.8 Etablissement des courbes d'étalonnage	Erreur ! Signet non défini.

Chapitre III : Résultats et discussions

III.1 Etude de la dégradation de MO par le procédé fenton et fenton-like ... Erreur ! Signet non défini.

III.1.1 Effet de pH..... **Erreur ! Signet non défini.**

III.1.2. Effet de la concentration de $[H_2O_2]$ **Erreur ! Signet non défini.**

III.1.3 Effet de la concentration des ions (Fe^{2+}) et (Fe^{3+}) :... **Erreur ! Signet non défini.**

III.2 Etude comparative entre les deux procédés fenton et fenton like :Erreur ! Signet non défini.

III.3 Modélisation de la cinétique de dégradation de méthyle orange :Erreur ! Signet non défini.

Conclusion.....47

Référence bibliographique

Résumé

Les colorants sont largement utilisés dans les industries textiles. Cependant, sont à l'origine de la pollution et présents des effets toxiques sur la santé humaine et aussi l'environnement. Ce travail consiste à éliminer le colorant azoïque méthyle orange par les procédés d'oxydation avancée : Fenton ($\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$) et Fenton-like ($\text{Fe}^{3+}/\text{H}_2\text{O}_2$). Ces procédés génèrent des radicaux d'hydroxyles responsables de la dégradation du colorant. Une étude complète de l'influence de principaux paramètres opératoires tels que la concentration des réactifs et pH du milieu sur la cinétique de dégradation du colorant a été effectuée inclut également une analyse de la cinétique. Les concentrations optimales des ions de fer et H_2O_2 sont respectivement 0,5mM et 11mM pour l'élimination de 100 mg/l du MO en solution à température ambiante. La valeur optimale de pH est égale à 3 est favorable à la dégradation de méthyle orange, durant 15min par le procédé de fenton et 30min par le procédé fenton-like.

L'étude comparative entre les deux procédés montre que la dégradation du méthyle orange dans l'oxydation de Fenton était plus rapide que celle de la réaction de Fenton-like dans les étapes initiales. Par ailleurs, la cinétique de dégradation du méthyle orange est de pseudo premier ordre pour les deux procédés.

Mots clés : Colorant azoïque, méthyle orange, les procédés d'oxydation avancée, Fenton ($\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$), fenton-like ($\text{Fe}^{3+}/\text{H}_2\text{O}_2$), peroxyde de l'hydrogène, les radicaux hydroxyles.

ملخص

تستخدم الأصباغ على نطاق واسع في صناعات النسيج. ومع ذلك، فإنها تسبب التلوث وتحدث تأثيرات سامة على صحة الإنسان وكذلك البيئة. يتمثل هذا العمل في القضاء على صبغة الميتيل البرتقالية عن طريق عمليات الأكسدة المتقدمة: لفنتون وشبيهه فنتون. تولد هذه العمليات جذور الهيدروكسيل المسؤولة عن تدهور الصبغة. تم إجراء دراسة كاملة لتأثير معاملات التشغيل الرئيسية مثل تركيز الكواشف ودرجة الحموضة للوسط على حركية تدهور الصبغة كما تم إجراء تحليل للخواص الحركية. التركيزات المثلى للحديد وأيونات بيروكسيد الهيدروجين هي على التوالي 0.5 ملي مولار و 11 ملي مولار لإزالة 100 مغ/ لتر من MO في محلول في درجة حرارة الغرفة. القيمة درجة الحموضة المثلى تساوي 3 مواتية لتحلل برتقال الميتيل، وتستمر لمدة 15 دقيقة بواسطة عملية فينتون و 30 دقيقة بعملية شبيهة بالفنتون.

أظهرت الدراسة المقارنة بين العمليتين أن تحلل برتقال الميتيل في أكسدة فنتون كان أسرع من تحلل التفاعل الشبيهه بفنتون في الخطوات الأولية. علاوة على ذلك، فإن حركيات تحلل برتقال الميتيل هي الدرجة الأولى الزائفة لكلا العمليتين.

الكلمات المفتاحية: صبغة أزو، برتقال الميتيل، عمليات أكسدة متقدمة، فينتون، شبيهه فينتون، بيروكسيد الهيدروجين، جذور الهيدروكسيل.

Abstract

Dyes are widely used in textile industries. However, they cause pollution and present toxic effects on human health and also the environment. This work consists in eliminating the azo dye methyl orange by advanced oxidation processes: Fenton ($\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$) and Fenton-like ($\text{Fe}^{3+}/\text{H}_2\text{O}_2$). These processes generate hydroxyl radicals responsible for dye degradation. A complete study of the influence of the main operating parameters such as the concentration of reagents and pH of the medium on the kinetics of degradation of the dye was carried out also includes an analysis of the kinetics. The optimal concentrations of iron and H_2O_2 ions are respectively 0.5 mM and 11 mM for the removal of 100 mg/l of MO in solution at room temperature. The optimal pH value is equal to 3 and is favorable to the degradation of methyl orange, lasting 15min by the fenton process and 30min by the fenton-like process.

The comparative study between the two processes shows that the degradation of methyl orange in the Fenton oxidation was faster than that of the Fenton-like reaction in the initial steps. Furthermore, the degradation kinetics of methyl orange is pseudo first order for both processes.

Keywords: Azo dye, methyl orange, advanced oxidation processes, Fenton ($\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$), fenton-like ($\text{Fe}^{3+}/\text{H}_2\text{O}_2$), hydrogen peroxide, hydroxyl radicals.