

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



UNIVERSITE SALAH BOUBNIDER, CONSTANTINE 03
FACULTE DE GENIE DES PROCEDES
DEPARTEMENT DE GENIE DES PROCEDES DE L'ENVIRONNEMENT

N° d'ordre :... ..

Série :... ..

Mémoire

PRESENTE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER
EN GENIE DES PROCEDES
OPTION : GENIE DES PROCEDE DE L'ENVIRONNEMENT

MODELISATION DU PROCESSUS DE COAGULATION-FLOCCULATION PAR PLAN D'EXPERIENCE

Présenté par :

- **HADJI Ikram**
- **DEBBACHE Ikram**

Dirigé par :

Mme ARRIS Sihem

Session : Juillet
2018-2019

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMANTS

DEDIDACE

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES ABREVIATIONS

Introduction générale..... 1

CHAPITRE I : GENERALITE SUR LES EAUX

I.1 INTRODUCTION 3

I.2 Le cycle de l'eau dans l'environnement3

I.3 Distribution de l'eau sur la planète4

I.4 Les eaux usées5

I.4.1 Les eaux usées domestiques5

I.4.2 Les eaux industrielles5

I.4.3 Les eaux pluviales5

I.5 Les principaux paramètres caractérisant les eaux usées6

I.6 Propriétés de l'eau6

I.6.1 Propriétés physiques7

I.7 Les paramètres de qualité des eaux7

I.7.1 Les paramètres organoleptiques7

I.7.1.1 Turbidité.....7

I.7.1.2 La couleur.....8

I.7.1.3 Goût et odeur.....8

I.7.2 Les paramètres physico-chimiques.....8

I.7.2.1 La température.....8

I.7.2.2 La dureté.....	8
I.7.2.3 Le pH	9
I.7.2.4 L'alcalinité	9
I.7.2.5 La conductivité	9
I.7.3 Les paramètre des substances indésirables	9
I.7.4 Les paramètres de substances toxiques.....	9
I.7.5 Les paramètres microbiologiques.....	10

CHAPITRE II : COAGULATION- FLOCCULATION ET DECANTATION

II.1 Coagulation et Flocculation.....	12
II.2 Les particules en suspension	12
II.3 Les particules colloïdales.....	12
II.4 Classification granulométrique des colloïdes	12
II.5 Les types de colloïdes.....	13
II.5.1 Les colloïdes hydrophiles	13
II.5.2 Les colloïdes hydrophobes	13
II.6 Théorie de la double couche	13
II.7 Le potentiel Zeta	14
II.8 La coagulation.....	15
II.8.1 Le principe du phénomène	15
II.8.2 Coagulants utilisés	15
II.8.3 Facteurs influençant la coagulation.....	17
II.9 Développement historique des bio-coagulants	21
II.10 Les coagulants naturels.....	21
II.11 Mécanisme de coagulation par les coagulants naturels.....	22
II.12 La flocculation	22
II.12.1 Le principe du phénomène	22
II.12.1.1 La flocculation péricinétique	23

II.12.1.2 La floculation orthocinétique	24
II.13 La decantation.....	24
II.13.1 Définition de la décantation.....	24
II.13.2 Les types de décantation.....	24
II.14 Le Plan d'expérience.....	24
II.14.1 Définition d'un plan d'expérience	24
II.14.2 Terminologie.....	25
II.14.3 Plans de surfaces et de réponse (RSM)	26
II.14.4 Plans composite centré	26
 CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES 	
III.1 Introduction	28
III.2 Produits utilisés	28
III.3 Matériels utilisés	30
III.3.1 JAR TEST	32
III.3.2 Optimisation du procédé de coagulation – floculation des effluents des eaux usées de STEP par analyse méthodologique de surface de réponse	34
 CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION 	
IV.1 Introduction	36
IV.2 Partie A : FeCl ₃	38
IV.2.1 Analyse statistique et développement des modèles de régression.....	38
IV.2.1.1 Analyse du rendement de la turbidité	39
IV.2.1.2 Analyse du rendement de la DCO	42
IV.2.2 Optimisation du processus	44
IV.3 Partie B : cactus poudre.....	38
IV.3.1 Analyse statistique et développement du modèle de régression	46
IV.3.1.1 Analyse statistique du rendement de la turbidité	47
IV.3.1.2 Analyse du rendement de la DCO	49

IV.3.2 optimisation du processus	51
IV.4 Partie C : cactus liquide	53
IV.4.1 Analyse statistique et développement du modèle.....	53
IV.4.1.1 Analyse statistique du rendement de la turbidité.....	54
IV.4.1.2 Analyse statistique du rendement de la DCO.....	56
IV.4.2 Optimisation du processus	58
CHAPITRE V : CARACTERISATION DU CACTUS POUDRE.	
V.1 Introduction.....	63
V.2 Identification et dosage des fonctions de surface par la méthode de Boehm	63
V.3 Détermination du pH du point de zéro charge (pH_{pzc})	65
V.4 Indice iodique.....	66
V.5 Indice de bleu de méthylène	67
V.6 Indice de phénol	69
V.7 Analyse structurale par spectroscopie infrarouge (IR).....	70
Conclusion générale	72
Bibliographie	74
ANNEXES	
RESUME	

ملخص

التخثر - التلبد هو تقنية مجربة لمعالجة المياه العادمة ذات المحتوى العالي من المواد الصلبة العالقة. في هذه الدراسة ، تم تطبيق التصميم المركزي المركب لسطح المركب (CCFD) ومنهجية سطح الاستجابة (RSM) لتحسين متغيري التشغيل الأكثر أهمية جرعة المخثر (مسحوق الصبار والسائل) و الأس الهيدروجيني. ، في عملية التخثر/ تلبد معالجة مياه الصرف الصحي العادمة بإزالة عالية من التعكر والطلب على الأكسجين الكيميائي هي الأهداف الرئيسية التي يتعين تحقيقها من خلال العملية المدروسة. تأثير الأس الهيدروجيني مهم للغاية ، في حين أن جرعة التخثر لها تأثير ضعيف ، بينما لا يوجد تأثير تفاعل. تم تطوير النماذج التربيعية لمتغيرات الاستجابة ، وهي إزالة التعكر و COD ، بناءً على قيمة معامل التحديد العالي (R^2) الذي تم الحصول عليه من تحليل التباين (ANOVA). لكل نموذج. الظروف المثلى لجرعات التخثر ودرجة الحموضة هي على التوالي 29.5 ملغ /ل و 11.5 لمسحوق الصبار ، و 4.24 مل /ل و 12 للصبار السائل ، حيث يتم التخلص من أكثر من 99 ٪ من التعكر والطلب على الأكسجين الكيميائي.

الكلمات المفتاحية: التخثر / التلبد ، التعكر ، الصبار ، تحليل التباين ، التصميم التجريبي.

Abstract

La coagulation – floculation est une technique éprouvée pour le traitement des eaux usées à haute teneur en matières en suspension. Dans cette étude, la conception centrée sur la surface composite centrale (CCFD) et la méthodologie de surface de réponse (RSM) ont été appliquées pour optimiser les deux variables de fonctionnement importantes: dosage du coagulant (cactus poudre et liquide) et du pH, dans le processus de coagulation – floculation du traitement des eaux usées de la STEP de FERJIOUA. Les eaux usées traitées avec une élimination élevée de la turbidité et la demande chimique en oxygène qui sont les principaux objectifs à atteindre par le processus étudié. L'effet du pH est très significatif, tandis que la dose du coagulant avait un faible effet, alors qu'il n'y a pas un effet d'interaction. Des modèles quadratiques ont été développés pour les variables de réponse, à savoir l'élimination de la turbidité et la DCO, sur la base de la valeur du coefficient de détermination élevé (R^2) obtenue à partir de l'analyse de variance (ANOVA) de chaque modèle. Les conditions optimales pour le dosage du coagulant et le pH sont respectivement de 29.5 mg L⁻¹ et 11.5 pour le cactus poudre, et de 4.24 ml L⁻¹ et 12 pour le cactus liquide, où plus de 99% d'élimination de la turbidité et la DCO.

Mots clés: coagulation/floculation, turbidité, cactus, ANOVA, plan d'expérience.