



République Algérienne Démocratique Et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère De L'Enseignement Supérieur Et De La Recherche
Scientifique



المدرسة الوطنية العليا للفلاحة الحراش – الجزائر
Ecole Nationale Supérieure Agronomique – El Harrach – Alger

Département : Génie Rural

Spécialité : Science de l'eau

قسم الهندسة الريفية

تخصص علم المياه

Mémoire De Fin D'études

En vue de l'obtention du Diplôme de Master.

THEME

Utilisation des biomatériaux comme aides-coagulants dans
le procédé de traitement des eaux usées par coagulation-
floculation

Réalisé par : Bait Zineb

Soutenu le : 29 /11/2022

Devant le jury composé de :

Présidente : Mm. CHEKIREB BOURAS
FATMA ZOHRA

Maitre de Conférences B à l'ENSA

Promotrice : Mm. HANK Dalila

Maitre de Conférences A à l'ENSA

Examinatrice : Mm. Larfi Bouchra

Maitre Assistante A à l'ENSA

Promotion : 2019 – 2022

Table des matières

Liste des abréviations	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Introduction générale	1

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I :GENERALITES SUR LES EAUX USEES

I.1 Introduction	3
I.2 Définition des eaux usées	3
I.3 L'origine des eaux usées	3
I.3.1 Eaux usées industrielle.....	3
I.3.2 Eaux usées domestiques.....	4
I.3.3 Eaux usées pluviales	4
I.3.4 Eaux usées agricoles	5
I.4 Les paramètres caractéristiques des eaux usées	5
I.4.1 Paramètres physiques.....	5
I.4.1.1 Température	5
I.4.1.2 Odeur	5
I.4.1.3 Couleur	5
I.4.1.4 Turbidité	6
I.4.1.5 Matières en suspension (MES)	6
I.4.1.6 Matières volatiles en suspension (MVS)	6
I.4.1.7 Matières minérales	6
I.4.1.8 Conductivité électrique (CE)	6
I.4.2 Paramètres chimiques	6
I.4.2.1 Potentiel hydrogène (pH).....	6
I.4.2.2 Demande biochimique en oxygène (DBO).....	7
I.4.2.3 Demande chimique en oxygène (DCO).....	7
I.4.2.4 Azote total.....	7
I.4.2.5 Nitrates (NO ₃ ⁻)	7
I.4.2.6 Nitrites (NO ₂ ⁻).....	7
I.4.2.7 Phosphore	7
I.4.2.8 Métaux lourds	8
I.4.3 Les micro-organismes.....	8

CHAPITRE II :FILIERE DE TRAITEMENT DES EAUX USEES

II.1 Introduction.....	9
II.2 Les procédés de traitement des eaux usées	9
II.2.1 Les prétraitements	9
II.2.2 Le traitement primaire (traitement physico-chimique).....	9
II.2.3 Le traitement secondaire.....	9
II.2.4 Les traitements tertiaires.....	10

CHAPITRE III :PROCEDE DE COAGULATION- FLOCCULATION

III.1 Introduction.....	11
III.2 Mécanisme de coagulation-floculation.....	11
III.3 Les types de coagulants	12
III.3.1 Les coagulants chimiques	12
III.3.1.1 Les coagulants de type sels métalliques.....	12
III.3.1.2 Les coagulants de type sels métalliques polymérisés.....	13
III.4 Les types de flocculant	13
III.5 Utilisation des produits naturels dans le procédé de coagulation-floculation	14
III.6 Facteurs influençant sur la coagulation-floculation.....	14
III.6.1 Effet de la température de l'eau	14
III.6.2 Effet du pH.....	15
III.6.3 Effet des sels dissous.....	15
III.6.4 Effet de la dose du coagulant	15
III.6.5 Effet de la turbidité.....	15
III.6.6 Effet de la vitesse et le temps d'agitation du mélange	16

CHAPITRE IV : METHODOLOGIE DES PLANS D'EXPERIENCES

IV.1 Introduction	17
IV.2 Définitions	17
IV.2.1 Facteur	17
IV.2.2 Réponse.....	17
IV.2.3 Niveau.....	18
IV.2.4 Coordonnées centrées réduites.....	18
IV.2.5 L'espace expérimental	18
IV.2.6 Effet d'un facteur	18
IV.2.7 Interactions entre facteurs	18
IV.3 Types de plans d'expériences	18
IV.4 Analyse statistique des résultats	19

- Coefficient de détermination (R^2 et R^2 ajusté)	19
- Analyse statistique des coefficients (Test de STUDENT)	20
- Analyse de la variance (Test de FISHER) :	21
IV.5 Optimisation et fonction désirabilité (<i>di</i>).....	22

PARTIE EXPERIMENTALE

CHAPIRE I : MATERIEL ET METHODES

I.1 Introduction	23
I.2 Polluant.....	23
I.3 Les coagulants et les aides-coagulants	24
I.4 Préparation des biomatériaux	24
I.4.1 Lavage des biomatériaux	24
I.4.2 séchage.....	24
I.4.3 Broyage.....	24
I.4.4 Lavage.....	25
I.4.5 Séchage	25
I.4.6 Tamisage.....	25
I.5 Préparation de la solution de sulfate d'aluminium.....	25
I.6 Préparation de la solution d'argile.....	26
I.7 Le Protocole expérimental.....	26

CHAPITRE II :RESULTATS ET DISCUSSION

II.1 La décantation naturelle de l'argile.....	27
II.2 Effet de la dose du coagulant sur le rendement d'élimination de l'argile.....	28
II.3 Effet du pH sur le rendement d'élimination de l'argile	29
II.4 Effet de la concentration initiale d'argile sur le rendement d'élimination.....	30
II.5 Utilisation des biomatériaux pour l'élimination de la turbidité dans l'eau.....	30
II.6 La combinaison entre les matériaux et le sulfate d'aluminium	32
II.7 Effet de la masse du CAP sur le rendement d'élimination de l'argile	33
II.8 Etude d'élimination de la turbidité par application du plan d'expérience	34
II.8.1 Construction de la matrice d'expérience :	35
II.8.2 Analyse classique	36
.....	37
II.8.3 Analyse statistique.....	39
II.8.4 Modélisation mathématique	39
II.8.5 Statistique de la régression du modèle	41
II.8.5.1 Test de Student	41

II.8.5.2 Profileur des interactions	41
II.8.5.3 Test de Fisher	42
II.8.6 Optimisation par la fonction de désirabilité	43
II.9 Application du procédé de coagulation – floculation en présence de la matière organique dans l'eau	44
II.9.2 Effet de la matière organique sur l'élimination de la turbidité	45
Conclusion Générale.....	48
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	50
ANNEXES.....	57

Résumé

L'objectif de ce travail est d'étudier la possibilité d'élimination de la turbidité en minimisant l'utilisation de sulfates d'aluminium par l'utilisation des aides coagulants naturelles et charbon actif en poudre CAP.

Dans notre travail, les expériences ont été réalisées sur une eau synthétique et nous avons appliqué la méthodologie des plans d'expériences pour maximiser le rendement d'élimination de la turbidité dans l'eau par coagulation-floculation, les résultats ont été analysés à l'aide du logiciel JMP8.

Cette méthode a permis d'optimiser aussi les paramètres opératoires : la concentration de la turbidité, la concentration de coagulant et la masse de l'aide-coagulant.

Mots clés

Turbidité, coagulation-floculation, plans d'expériences, le rendement d'élimination, charbon actif en poudre, argile.

Abstract

The objective of this work is to study the possibility of turbidity removal by minimising the use of aluminium sulphates and improving the removal efficiency by bio-coagulant aids and powdered activated carbon.

In our work, the experiments were carried out on synthetic water and we applied the design of experiments method to maximize the efficiency removal of turbidity by coagulation-flocculation, the results were analysed using the JMP8 software.

This method allowed us to optimise the operating parameters: the concentration of turbidity, the concentration of coagulant and the mass of the coagulant-aid.

Key word

Turbidity, coagulation-flocculation, experimental design, removal efficiency, powdered activated carbon, clay.

ملخص

الهدف من هذا العمل هو دراسة إمكانية القضاء على التعكر عن طريق التقليل من كبريتات الألومنيوم وتحسين كفاءة التخلص من خلال مساعدات التخثر الحيوي. في عملنا، تم إجراء التجارب على المياه الاصطناعية وقمنا بتطبيق طريقة المخطط التجريبي على التخثر والتلبد باستخدام برنامج JMP8.

أتاحت هذه الطريقة تحسين العوامل: كتلة الملوثات تركيز، مادة التخثر وكتلة المادة المساعدة على التخثر كما قادتنا أيضا الى النمذجة الرياضية للنتائج التجريبية وتحقيق الحالة المثلى للاستجابة.

الكلمات المفاتيح

التعكر، التخثر-التلبد، المخطط التجريبي، كفاءة الازالة، مسحوق الكربون المنشط، الطين.