



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

École Nationale Supérieure Agronomique

Département : Génie rural

Spécialité : Science de l'eau

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة

القسم : الهندسة الريفية

التخصص: علوم المياه

Mémoire De Fin D'études

Pour L'obtention Du Diplôme De Master

THEME

Étude comparative de l'efficacité du traitement des eaux usées par deux procédés physico-chimiques.

Présenté Par : **Laounia BELBACHIR**

Soutenu Publiquement le : 02 / 11/2023

Devant le jury composé de :

Mémoire dirigé par :

Mme. HANK Dalila

Professeur, ENSA

Co-promotrice

Mme. BOUCHAREB Soumeya

Docteur, ONA

Présidente :

Mme. BOURAS-CHEKIRED F/Z

MCA, ENSA

Examinatrice :

Mme. LARFI Bouchra

MAA, ENSA

Promotion : 2018/2023

Table des matières

Résumé	I
Abstract.....	I
ملخص	I
LISTE DES TABLEAUX	II
LISTE DES FIGURES	III
LISTE DES ABREVIATIONS.....	V
INTRODUCTION GENERALE	1
SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE.....	3
GENERALITE SUR LES EAUX USEES	3
Définition	3
1. Origine des eaux usées.....	3
1.1. Eaux usées domestiques	3
1.2. Eaux usées industrielles.....	3
1.3. Eaux usées agricoles.....	3
1.4. Eaux pluviales	3
2. Pollution des eaux par la matière organique et les méthodes de traitement utilisées	4
2.1. Traitement biologique.....	4
2.2. Filtration mécanique	4
2.3. Traitement chimique.....	4
2.4. Oxydation avancée	4
2.5. Lits de macrophytes.....	4
2.6. Évaporation et distillation.....	5
PROCEDES DE TRAITEMENT DES EAUX.....	6
Définition	6
1. Prétraitement	6
2. Traitement primaire (traitement physico-chimique)	6
2.1. Coagulation-floculation	6
2.2. Décantation.....	7
3. Traitement secondaire	7
4. Traitements tertiaires	7
4.1. Filtration	7
4.2. Adsorption	8
4.3. Désinfection.....	8
4.4. Déminéralisation.....	8

PROCEDE DE COAGULATION-FLOCCULATION.....	10
1. Définition du procédé de coagulation-floculation	10
2. Paramètres influençant la coagulation	10
2.1. pH.....	10
2.2. Influence de la dose du coagulant.....	10
2.3. Influence de l'agitation.....	11
3. Principaux coagulants	11
3.1. Coagulants chimiques.....	11
3.2. Coagulants d'origine naturelle.....	11
ELIMINATION DE LA POLLUTION PAR ADSORPTION	13
1. Définition	13
2. Type d'adsorption	13
2.1. Adsorption chimique	13
2.2. Adsorption physique.....	13
3. Applications	14
4. Principaux adsorbants industriels.....	14
5. Éléments qui impactent l'adsorption	14
5.1. pH.....	15
5.2. Concentration.....	15
5.3. Taille des pores.....	15
5.4. Surface spécifique.....	15
5.5. Nature de l'adsorbât.....	15
5.6. Adsorbants	15
5.7. Structure poreuse	16
5.8. Surface spécifique des adsorbants	16
5.9. Équilibres d'adsorption.....	17
6. Isotherme d'adsorption	17
6.1. Modélisation des isothermes d'adsorption.....	17
6.1.1. Modèle de Langmuir	17
6.1.2. Modèle de Freundlich.....	18
6.1.3. Modèle de Temkin.....	18
7. Modélisation des cinétiques d'adsorption.....	19
7.1. Modèle de pseudo premier ordre	19
7.2. Modèle pseudo-second-ordre	20
7.3. Modèle de la diffusion intraparticulaire.....	20
Conclusion	21
PARTIE II : Matériels et méthodes	22

Introduction.....	22
1. Méthodologie expérimentale.....	22
1.1. Matériaux adsorbants.....	22
1.2. Polluant.....	22
1.3. Caractérisation du matériau par le microscope électronique à balayage (MEB)	22
1.4. Analyse des composés organiques par Spectrophotométrie d'adsorption UV-Vis	22
2. Méthode de préparation du matériau	23
2.1. Matériau brute	23
2.1.1. Lavage	23
2.1.2. Séchage.....	23
2.1.3. Broyage-Tamisage.....	23
3. Méthode de préparation des billes d'alginate mixtes	25
3.1. Préparation des solutions	25
3.2. Synthèse des billes d'alginate-adsorbant par la technique d'extrusion dans l'alginate de calcium.....	25
4. Traitement par Adsorption.....	26
5. Traitement par coagulation-floculation.....	27
PARTIE III : RÉSULTATS ET DISCUSSION	28
Introduction.....	28
CHAPITRE 1 : ADSORPTION.....	28
1. Microscope Electronique à Balayage (MEB) des matériaux	28
2. Cas du phénol.....	29
2.1. Comparaison entre les matériaux	29
2.2. Étude des isothermes d'adsorption du phénol sur les billes d'alginate de CAP	30
2.3. Modalisation de la cinétique d'adsorption du phénol.....	34
2.3.1. Modèle pseudo-premier ordre	34
2.3.2. Modèle pseudo-deuxième ordre	35
2.3.3. Modèle de la diffusion intraparticulaire.....	35
2.4. Effet des paramètres opératoires sur l'adsorption.....	36
2.4.1. Effet de la masse de CAP	36
2.4.2. Effet de la concentration du phénol.....	37
2.4.3. Effet de pH	38
3. Cas du bleu de méthylène	40
3.1. Comparaison entre les matériaux	40
3.2. Comparaison entre les rapports $R=1/10$ (masse alginate 1,5g) et $R=2/10$ (masse alginate 3g).....	41
3.3. Isothermes d'adsorption.....	43
3.3.1. Modèle de Langmuir	43

3.3.2. Modèle de Freundlich.....	44
3.3.3. Modèle de Temkin.....	45
3.4. Cinétique d'adsorption	46
3.4.1. Modèle de pseudo-premier ordre.....	46
3.4.2. Modèle de pseudo-second ordre.....	46
3.4.3. Modèle de la diffusion intraparticulaire.....	47
3.5. Effet des paramètres	48
3.5.1. Effet de la masse.....	48
3.5.2. Effet de la concentration du BM	49
3.5.3. Effet de pH	49
CHAPITRE 2 : COAGULATION-FLOCCULATION.....	51
1. Élimination du bleu de méthylène par coagulation-Floculation en utilisant le sulfate d'aluminium comme coagulant.....	51
2. Élimination de BM par coagulation par l'ajout d'un biomatériau	52
3. Traitement d'un mélange de composés organiques par couplage Adsorption+Coagulation-Floculation	53
CONCLUSION GENERALE.....	57
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	65
ANNEXES.....	67
Annexe I : Bleu de méthylène.....	67
Annexe II : dosage de phénol.....	68
Annexe III : courbe d'étalonnage de phénol.....	69
Annexe IV : Normes algériennes sur les eaux usées épures utilisées en irrigation	70

Résumé

L'objectif principal de cette étude est de développer et d'utiliser des biomatériaux dans le traitement des eaux usées.

Deux procédés de traitement ont été utilisés, à savoir l'adsorption et la coagulation-floculation. Des essais d'adsorption en batch ont été menés pour éliminer le phénol et le bleu de méthylène dans l'eau en utilisant des billes d'alginate contenant du charbon actif en poudre ou les coquilles d'amande. Parallèlement, le traitement par coagulation-floculation a été mené en utilisant le cactus et les coquilles d'amande. Les résultats expérimentaux ont montré que le traitement par les deux procédés en série conduit à un meilleur rendement d'élimination de ces composés dans l'eau.

Mots clés : Coagulation-floculation, Adsorption, Coquille d'amande, Cactus, Les billes d'alginate, Charbon actif en poudre, Bleu de méthylène, Phénol.

Abstract

The main aim of this study is to develop and use biomaterials in wastewater treatment. Two treatment processes were used, namely adsorption and coagulation-flocculation. Batch adsorption tests were conducted to remove phenol and methylene blue in water using alginate beads containing powdered activated carbon or almond shells. Meanwhile, the coagulation-flocculation treatment was conducted using cactus and almond shells. Experimental results showed that treatment by both processes in series leads to a better yield in removing these compounds in water.

Keywords: Coagulation-flocculation, Adsorption, Almond shell, Cactus, Alginate beads, powdered activated carbon, Methylene blue, Phenol.

ملخص

الهدف الرئيسي لهذه الدراسة هو تطوير واستخدام المواد الحيوية في معالجة مياه الصرف. تم استخدام طريقتين للمعالجة، وهما الممتاز والترسيب-التثخين. تم إجراء اختبارات امتصاص دفعية لإزالة الفينول والأزرق الميثيلي في المياه باستخدام خرز الألبينات الذي يحتوي على الفحم النشط مسحوق أو قشور اللوز. في نفس الوقت، تم إجراء المعالجة بالترسيب-التثخين باستخدام الصبار وقشور اللوز. أظهرت النتائج التجريبية أن العلاج بكال العمليتين بالتسلسل

يؤدي إلى عائد أفضل في إزالة هذه المركبات في الماء

الكلمات الرئيسية: الترسيب-التثخين، الممتاز، قشور اللوز، الصبار، خرز الألبينات، الفحم النشط مسحوق، الأزرق الميثيلي، الفينول