

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE

SCIENTIFIQUE

Ecole Nationale Supérieure Agronomique

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة

Département: Génie rural

القسم: الهندسة الريفية

Spécialité: Science de l'eau

التخصص: علم المياه

Mémoire De Fin D'études

Pour L'obtention Du Diplôme Master

THEME

Application d'un traitement physico-chimique pour la dépollution des rejets des industries agro-alimentaires : cas des fromageries.

Présenté Par : Bounechada Ayat-Errahmane

Soutenu Publiquement le 15/10/2024

Devant le jury composé de :

Mémoire dirigé par :

Mme HANK Dalila

Professeur à l'ENSA

Co-promotrice :

Mme BOULAHIA Nadjiba

Docteur, ENSA

Présidente :

Mme. CHEKIREB BOURAS Fatima Zohra

MCA, ENSA

Examineurs :

Mme. LARFI Bouchra

MAA, ENSA

Mme. LOUNIS Amal

MAB, ENSA

Table des matières

La liste des figures

La liste des tableaux

La liste des abréviations

PARTIE I SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE..... 3

CHAPITRE 1 : POLLUTION DE L'EAU 3

I.1.1 Introduction 3

I .1.2. Source de pollution 3

I .1.2.1. Les eaux usées domestiques: 3

I .1.2.2. Les eaux usées industrielles: 3

I .1.2.3. Les eaux pluviales ou de ruissellement 4

I .1.2.4 .Les eaux usées agricole..... 4

I .1.3. Les paramètres caractéristiques des eaux usées : 4

I .1.3.1. Turbidité: 4

I .1.3.2. Le potentiel hydrogène (pH) 5

I .1.3.3. La conductivité électrique CE 5

I .1.3.4. Demande chimique en oxygène (DCO) 5

I .1.3.5. Demande biochimique en oxygène (DBO) : 5

I .1.3.6. Les nitrates 5

I .1.3.7. Le phosphore 5

I .1.3.8. Les métaux lourds: 6

CHAPITRE 2 : FILIÈRE DE TRAITEMENT DES EAUX USEES..... 7

I .2.1. Introduction 7

I .2.2 Les procédés de traitement des eaux usées 7

I .2.2.1. Le prétraitement 7

I .2.2.2. Le traitement primaire (traitement physico-chimique) : 8

I .2.2.3. Le Traitement secondaire (traitement biologique) : 8

I .2.2.4. Le traitement tertiaire 8

I .2.3. La coagulation-floculation	9
I .2.3.1. Définition	9
I .2.3.2. Principe de coagulation-floculation	9
I .2.3.3. Facteur influençant la coagulation-floculation	10
I .2.3.3.1. Effets de la température :	10
I .2.3.3.2. Effet de pH	10
I .2.3.3.3. Vitesses et temps d'agitation :	10
I .2.3.3.4. Dose du coagulant	10
I .2.3.4. Utilisation des produits naturels dans le procédé de coagulation-floculation.....	11

CHAPITRE 3 : PRESENTATION DE L'ENTREPRISE D'ETUDE..... 12

I.3.1.Introduction	12
I.3.2. Les produits destinés au consommateur	12
I.3.3. Les différents services :	13
I.3.3.1.Le service de qualité :	13
I.3.3.2.Le service de la production :	14
I.3.3.3.Service de fabrication :	14
I.3.3.4.Matière première :	14
I.3.3.5.Magasin :	14

Le magasin s'occupe de la réception du produit finis de la production et le chargement au client selon les directives du service commercial. 14

I.3.4.Les étapes de fabrication de fromage fondu/analogue	14
--	-----------

CHAPITRE 4 : METHODOLOGIE DES PLANS D'EXPERIENCES..... 17

I .4.1.Introduction	17
I .4.2.Principe des plans d'expériences:	17
I .4.3.Terminologie	17
I .4.4 .Types des plans d'expériences :	18
I .4.5.vérification de la validité de modèle.....	19
I .4.5.1.Le Coefficient de détermination R^2, et R^2 ajusté	19
I .4.5.2. Analyse statistique des coefficients :	20

I .4.5.2. 1. Test de Student.....	20
I .4.5.2.2.Test de Fisher.....	20
I .4.6. Optimisation et fonction désirabilité :	21
I .4.7. LOGICIELS POUR LES PLANS D'EXPERIENCE :	22
PARTIE II ETUDE EXPERIMENTA.....	5
CHAPITRE 1 : MATERIEL ET METHODES.....	23
II.1.1.Introduction	23
II.1.2.Les coagulants utilisés :	23
II.1.3 Préparation de la solution de coagulant :	23
II.1.4. Généralités sur le biomatériau utilisé.....	23
II.1.4.1 les noyaux des dattes	23
II.1.4.2 préparation du biomatériau	24
II.1.5.Le produits commercial utilisé:.....	24
II.1.6. Eau à traiter :.....	25
II.1.6.1. Eau synthétique	25
II.1.6.2.Eau usée	25
II.1.7. Le procédé de traitement par coagulation-floculation :.....	25
II.1.8. Analyses de l'eau.....	26
II.1.8.1.Le pH	26
II.1.8. 2.La conductivité électrique	26
II.1.8.3.La turbidité.....	26
II.1.8.4.Les nitrates.....	27
II.1.8.5.Les chlorures : Méthode de MOHR (Norme AFNOR NF T 90 014).....	28
II.1.8.7.Demande biochimique en oxygène.....	29
II.1.8. 8.Analyse microbiologique :	30
CHAPITRE2: RESULTATS ET DISCUSSION	31
III.2.1. Etude comparative entre deux coagulants :.....	31
III.2.1.1.Effet de la dose de de coagulant :	31

II .2.1.2.Effet de pH	33
II .2.1.3.Effet de la concentration du lait	35
II .2.1.4.Effet du volume de lactosérum:	36
II .2.2.Modélisation et Optimisation du rendement d'élimination de la turbidité par application d'un plan factoriel complet à deux niveaux:	38
II .2.2.1.construction de la matrice d'expérience :	38
II .2.2.2.Analyse classique:	40
II .2.2.3Analyse statistique par le plan d'expérience	43
II .2.2.4.modélisation mathématique	43
II .2.2.5.Statistique de la régression du modèle:	44
II .2.2.5.1.Test de Student	44
II .2.2.5.2.Profil des d'interactions	45
II .2.2.5.3Test de Fisher	45
II .2.2.6.Optimisation de la réponse par la fonction désirabilité.....	46
II .2.3.Utilisation d'un aide-coagulant dans le procédé de traitement par coagulation-floculation	47
II .2.3.1.Effet des martiaux et la dose du coagulant sur le rendement d'élimination de turbidité en absence du lactosérum	47
II .2.3.2.Effet des martiaux et la dose du coagulant sur le rendement d'élimination de turbidité en présence du lactosérum.....	49
II .2.4.Analyse des eaux de rejet	51
II .2.5.Application de procédé de traitement sur le rejet	54
CONCLUSION GENERAL	22
REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE	56
ANNEXS.....	56
RESUME	56

Résumé

Notre recherche consiste à étudier l'efficacité d'un biomatériau comme aide-coagulant dans le traitement d'une eau turbide à base d'un rejet d'une fromagerie. Pour cela, deux matériaux de différentes caractéristiques ont été utilisés. Le premier est commercial et le second a été préparé au laboratoire. En se basant sur la méthodologie des plans d'expériences, la performance de la coagulation-floculation a été évaluée et optimisée par la mesure de la turbidité résiduelle de surnageant du mélange pour divers paramètres, à savoir, la concentration du lait, la concentration du lactosérum, et la dose du coagulant.

Les résultats obtenus de l'application des conditions optimales avec l'ajout du biomatériau comme aide-coagulant et en diminuant la concentration du coagulant, mettent en évidence l'efficacité des noyaux de dattes pour l'élimination de la turbidité et d'autres polluants présents dans l'eau. Par ailleurs, la performance des noyaux de dattes préparés a été comparée à celle utilisant un produit commercial (CAP). Les résultats sont en faveur des noyaux de dattes.

Mot clé

Noyaux de dattes, charbon actif en poudre, coagulation, floculation, fromagerie, traitement des eaux.

Abstract

Our research focuses on studying the effectiveness of a biomaterial as a coagulant aid in the treatment of turbid water derived from dairy waste. To achieve this, two materials with different characteristics were used. The first is a commercial product, while the second was prepared in the laboratory. Based on experimental design methodology, the performance of coagulation-flocculation was evaluated and optimized by measuring the residual turbidity of the supernatant mixture for various parameters, namely, milk concentration, whey concentration, and coagulant dosage.

The results obtained from applying the optimal conditions with the addition of the biomaterial as a coagulant aid, while reducing the concentration of the coagulant, highlight the effectiveness of date pits in eliminating turbidity and other pollutants present in water. Furthermore, the performance of the prepared date pits was compared to that of a commercial product (CAP). The results favor the use of date pits.

Key word

Date pits, powdered activated carbon, coagulation, flocculation, dairy processing, water treatment.

ملخص

تمثل بحثنا في دراسة فعالية مادة حيوية كمساعد للتخثر في معالجة المياه العكرة الناتجة عن نفايات من معمل الألبان. لتحقيق ذلك، تم استخدام مادتين بخصائص مختلفة. الأولى منتج تجاري والثانية تم إعدادها في المختبر. استنادًا إلى منهجية تصميم التجارب، تم تقييم وتحسين أداء التخثر والترسيب من خلال قياس العكارة المتبقية في السائل الفائق للمزيج لعدة معايير، وهي تركيز الحليب، تركيز مصل اللبن، وجرعة المساعد للتخثر.

تظهر النتائج المستخلصة من تطبيق الظروف المثلى مع إضافة المادة الحيوية كمساعد للتخثر وتقليل تركيز المساعد للتخثر، فعالية نوى التمر في إزالة العكارة وغيرها من الملوثات الموجودة في الماء. بالإضافة إلى ذلك، تمت مقارنة أداء نوى التمر المعدة بأداء منتج تجاري (CAP) وكانت النتائج لصالح نوى التمر.

الكلمات المفتاحية

نوى التمر، الفحم النشط المسحوق، التخثر، الترسيب، الألبان، معالجة المياه.