

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

UNIVERSITE DE CONSTANTINE 3



FACULTE DE GENIE DES PROCEDES

DEPARTEMENT DE GENIE CHIMIQUE

N° d'ordre :.... ..

Série :.... ..

Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de Master en Génie chimique

Filière : Génie des procédés

Spécialité : Génie chimique

**ETUDE EXPERIMENTALE ET SIMULATION DE
L'ELIMINATION D'UN COLORANT PAR
COAGULATION-MICROFILTRATION**

Dirigé par :

Dr. M^{me} **CHIKHLF**

Grade : Maitre de Conférences

Présenté par :

CHADI Nor El Houda

TOUIOUI Esma

Année universitaire : 2015 / 2016

Session : juin.

Table de matière

Liste des figures.....	I
Liste des tableaux.....	I
Nomenclature.....	IX
Introduction générale.....	1

Chapitre I : Généralités sur les colorants

I.1.Introduction.....	3
I.2.Classification des colorants.....	5
I.2.1.Colorants dispersés.....	5
I.3.Utilisation des colorants.....	6
I.4.Toxicités des colorants.....	6
I.5. Traitement des effluents textiles dans les eaux usées industrielles.....	7
I.5.1.Méthodes physiques de traitement	7
I.5.2.Méthodes physico-chimiques	8
I.5.3.Méthodes chimiques	8
I.5.4.Méthodes biologiques.....	8
I.6.Travaux réalisés sur l'élimination de la couleur.....	9

Chapitre II : Généralités sur les procédés membranaires

II.1. Introduction.....	11
II.2.Procédés membranaires.....	12
II.2.1. Osmose inverse	12
II.2.2.Nanofiltration (NF)	12
II.2.3. Ultrafiltration (UF)	13
II.2.4. Microfiltration (MF)	14
II.3. Les membranes	16
II.3.1. Types de membranes	16
II.3.1.1. Selon leur nature	16

II.3.1.2. Selon leur porosité	16
II.3.1.3. Selon leur fabrication	17
II.3.2. Modules membranaires	18
II.3.2.1. Module à membrane tubulaires.....	18
II.3.2.2. Module fibres creuses	19
II.3.2.3. Module plan.....	20
II.3.2.4. Modules spirales	21
II.4. Mode de fonctionnement des systèmes membranaires	21
II.4.1. Filtration frontale	21
II.4.2. Filtration tangentielle	22
II.5. Le colmatage	22
II.5.1. Mécanismes de colmatage.....	23
II.5.2. Dépôt de matière en surface.....	23
II.5.3. Blocage des pores.....	23
II.5.4. Adsorption.....	24
II.6. Polarisation de concentration	24
II.7. Types de nettoyage	24
II.7.1. Nettoyage mécanique	24
II.7.2. Nettoyage chimique.....	25
II.7.3. Nettoyage enzymatique.....	25
II.8. Modélisation de la filtration sur membranes.....	26
II.8.1. Flux de perméat (J)	27
II.8.2. Pression transmembranaire (PTM)	28
II.8.3. Perméabilité hydraulique de la membrane (L_p)	28
II.8.4. Taux de rétention de la membrane (Tr)	29

Chapitre III : Généralités sur le logiciel SuperPro Designer

III.1 Introduction	30
III.2. Le logiciel SuperPro Designer	31
III.2.1. Définition.....	31
III.2.2. Domaines d'utilisation	31
III.2.3. Principales caractéristiques de SuperPro Designer.....	31
III.2.4. Etapes de bases pour créer et étudier un procédé	32

III.3. Différentes étapes pour étudier le procédé de microfiltration.....	32
III.4. Modélisation par SuperPro Designer.....	37

Chapitre IV : Matériels et Méthodes

IV.1.Introduction.....	39
IV.2. Procédé de traitement.....	39
IV. 3.Montage Expérimental	40
IV.3.1. Jar-test.....	40
IV.3.1.1. Description des essais de coagulation	40
IV.3.1.2. La détermination du pH optimal	40
IV.3.2.Montage expérimental de la microfiltration	41
IV.3.2.1.Caractéristiques de la membrane.....	42
IV.4. Produits chimiques.....	42
IV.4.1. Le rouge terasil	42
IV.4.2. Le coagulant.....	43
IV.5.Techniques d’analyses utilisées.....	45
IV.5.1. Analyse par Spectroscopie UV–Visible	45
IV.5.1.1.Principe de fonctionnement de La Spectrophotomètre.....	46
IV.5.1.2. Méthode de mesure.....	46
IV.5.1.3. Loi de Beer-Lambert	47
IV.5.1.4. Courbe d’étalonnage	47
IV.5.1.5. L’absorbance	47
IV.5.2.Suivi par turbidimètre	48
IV.5.2.1.Turbidité	48
IV.5.2.2. Etalonnage du turbidimétrie	48
IV.6. Nettoyage de la Membrane	49
IV.6.1. Nettoyage chimique.....	49
IV.6.2. Solutions de nettoyage.....	49

Chapitre V : Résultats et Discussions

V.1. Introduction	50
V.2. Comparaison entre les résultats de la simulation et expérimentaux.....	50

V.3. Résultats expérimentaux.....	55
V.3.1.Coagulation	55
V.3.1.1. Dose optimale du coagulant	55
V.3.1.2. Détermination du pH optimal.....	56
V.3.2.Microfiltration	57
V.3.2.1.Variation du flux de perméat en fonction de temps	58
V.3.2.2.Variation de Flux en fonction de PTM.....	58
V.3.2.3.Variation de la concentration de perméat et de concentrat en fonction de temps	61
V.3.2.4.Variation de la concentration de perméat et de concentrat en fonction de PTM.....	62
V.3.2.5.Variation de la turbidité de permeal et de concentrat en fonction de temps.....	62
V.3.2.6.Variation de la turbidité du permeal et de concentrat en fonction de la PTM	64
V.3.2.7. Taux de rétention de la membrane	65
V.4.Comparaison des resultats expérimentaux de microfiltration et de coagulation-microfiltration.....	67
V.4.1. Comparaison des concentrations.....	67
V.4.2. Comparaison des flux de perméat.....	68
V.5.Comparaison des resultats expérimentaux et calculés du procédé coagulation-microfiltration.....	69
V.5.1. Comparaison des concentrations.....	69
V.5.2. Comparaison des flux.....	70
Conclusion générale	71
Références bibliographiques	73
Annexe	78
Résumé	

Résumé

Notre objectif principal dans ce travail est l'optimisation de l'élimination d'un colorant azoïque dispersé (Rouge Terasil) très utilisé à l'industrie de textile de Batna, pour cela on a combiné la coagulation et la microfiltration, le but de la coagulation est de déstabiliser et agglomérer les matières en suspension responsables de la coloration de la solution, l'étude est complétée par une simulation du procédé en utilisant le logiciel SuperPro Designer (SD) (Version 9) tout en comparant les résultats expérimentaux et calculés. La partie expérimentale consiste tout d'abord à déterminer sur Jar-test les conditions optimales de coagulation à savoir la dose du coagulant et le pH de la solution, par la suite la solution obtenue après coagulation est utilisée pour alimenter le pilote de microfiltration, dans ce cas plusieurs paramètres ont été suivis à savoir la concentration du colorant et la turbidité de la solution dans le perméat et le concentrât, ainsi que le flux de perméat et cela en fonction du temps et de la pression transmembranaire (PTM), le taux de rétention de la membrane a été aussi déterminé. Le logiciel SuperPro Designer (SD) est utilisé pour simuler le procédé de microfiltration et de la combinaison coagulation-microfiltration, les paramètres suivis dans cette partie sont la concentration du colorant dans le perméat et le concentrât ainsi que le flux du perméat en fonction du temps de filtration. Les résultats obtenus permettent de conclure que le procédé coagulation-microfiltration est très efficace pour l'élimination du colorant 'rouge térasil' par diminution considérable de la concentration du colorant dans le perméat et par un abattement important de la turbidité de la solution dans le perméat, ainsi par la diminution du flux de perméat, le taux de rétention de la membrane a dépassé les 98% ; les résultats calculés par SD sont en bon accord avec les résultats expérimentaux.

Mots clés :

Coagulation, microfiltration, rouge térasil, simulation, Super Pro Designer.

هدفنا الرئيسي في هذا العمل هو الإزالة المثالية لصبغة أحمر التراسيل (rouge terasil) المستخدمة على نطاق واسع في صناعة الغزل والنسيج بباتنة، ولهذا قمنا بدمج عمليتي التخثر و الترشيح الدقيق (ميكرو) ،حيث أن الغرض من التخثر يكمن في زعزعة استقرار المواد الصلبة العالقة المسؤولة عن تلوين المحلول وذلك بتكتلها، هذه الدراسة استكملت من خلال عملية المحاكاة باستخدام برنامج مصمم (SuperPro Designer) الذي تطرقنا من خلاله إلى المقارنة بين النتائج التجريبية و المحسوبة. الجزء التجريبي يعتمد أولاً على تحديد الظروف المثالية للتخثر من جرعة التجلط (Dose de coagulant) ودرجة حموضة المحلول وذلك عن طريق الاستعانة باختبار (Jar test) المتحصل عليه و بعدها تتم معالجة المحلول بالترشيح الدقيق، في هذه الحالة تم تتبع العديد من المعايير منها تركيز الصبغة، تعكر المحلول المعالج والمركز، بالإضافة إلى تدفق المحلول المعالج بدلالة الزمن والضغط (t, PTM)، نسبة نزع الغشاء أيضاً تم تحديدها. يستخدم مصمم البرمجيات لمحاكاة العملية المزوجة الترشيح الدقيق و التخثر، بحيث تم من خلاله تتبع التركيز في كل من المحلول المعالج و المركز إضافة إلى تدفق المحلول المعالج بدلالة الزمن. النتائج المتحصل عليها تسمح باستخلاص أن عملية دمج كل من التخثر و الترشيح الدقيق جد فعالة من أجل نزع الصبغة وذلك يظهر من خلال الانخفاض الكبير لكل من الصبغة و التعكر في المحلول المعالج. إضافة إلى نقصان التدفق في المحلول المعالج كما أن نسبة النزع الغشائي تجاوزت 98%. وهكذا النتائج المحسوبة من قبل مصمم البرمجيات (SuperPro Designer) هي في اتفاق مع النتائج التجريبية.

الكلمات المفتاحية

التخثر، الترشيح الدقيق، أحمر التراسيل، المحاكاة و SuperPro Designer.

Abstract

Our main objective in this work is to optimize the removal of a dispersed azo dye (Red Terasil) widely used in the textile industry of Batna, thereby the coagulation was combined with the microfiltration, the purpose of the coagulation is to destabilize and aggregate the suspended matter responsible for the coloration of the solution; the study is completed by a simulation of process using the SuperPro Designer software (SD) (Version 9) while comparing the experimental and calculated results. The experimental part consists firstly to determine on Jar-test optimal coagulation conditions namely the coagulant dose and pH of the solution; thereafter the solution obtained after coagulation is used to feed the microfiltration pilot, in this case several parameters were followed, the concentration of dye and the solution turbidity in the permeate and the concentrate, and the permeate flux as function of time and the transmembrane pressure (TMP); the membrane rejection coefficient was also determined; SuperPro Designer software (SD) is used to simulate the microfiltration process and combination coagulation-microfiltration, the parameters monitored in this section are the concentration of dye in the permeate and the concentrate, and the permeate flux versus filtration time. The obtained results shows that the coagulation-microfiltration process is very effective in eliminating of the dye by a considerable decrease of the dye concentration and an important reduction of the turbidity of the solution in the permeate, and by reducing the flux of permeate, the membrane rejection coefficient exceeded 98%; the results calculated by SD are in good agreement with experimental results.

Key Words

Coagulation, microfiltration, red terasil, simulation, Super Pro Designer.