

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITÉ SALEH BOUBNIDER**



**FACULTE DE GENIE DES PROCÉDES  
DEPARTEMENT DE GENIE CHIMIQUE**

N° d'ordre .....

Série.....

**Filière : Génie des procédés**

**Spécialité : Génie chimique**

**Mémoire de Master**

**THEME**

**Etude expérimentale et simulation par le logiciel  
SuperPro Designer de l'élimination d'un  
colorant de textile par microfiltration.**

**Dirigé par :**

**Mme : Dr. F.CHIKHI**

**Grade : Maître de Conférences A**

**Présenté par :**

**Dekkouche Youcef**

**Hamid kheireddine**

**Bouhouche Mehdi Bouzid**

Année universitaire 2022/2023.

Session : juin.

## Sommaire

Liste des Tableaux.....	I
Liste des figures .....	II
Abréviations.....	III
Nomenclature.....	IV
Introduction générale .....	1
<b>Chapitre I : Généralités sur les colorants et leurs techniques d'élimination</b>	
I.1 Introduction.....	3
I.2 Définition d'un colorant.....	3
I.3 Classification des colorants.....	4
I.3.1 Classification technique .....	4
I.3.1.1 Les colorants naturels .....	4
I.3.1.2 Les colorants synthétiques .....	5
I.3.2 Classification chimique.....	5
I.3.2.1 Les colorants azoïques .....	5
I.3.2.2 Les colorants anthraquinoniques.....	6
I.3.2.3 Les colorants triphénylméthanés.....	6
I.3.2.4 Les colorants indigoïdes .....	6
I.3.2.5 Les colorants xanthènes .....	7
I.3.2.6 Les colorants des phtalocyanines.....	7
I.3.2.7 Les colorants nitrés et nitrosés .....	7
I.3.3 Classification tinctoriale .....	8
I.3.3.1 Les colorants acides .....	8
I.3.3.2 Les colorants basiques .....	8
I.3.3.3 Les colorants à mordant .....	9
I.3.3.4 Les colorants directs .....	9
I.3.3.5 Les colorants au soufre .....	9
I.3.3.6 Les colorants de cuve.....	10
I.3.3.7 Les colorants réactifs .....	10
I.3.3.8 Les colorants dispersés .....	10
I.4 Utilisations des colorants .....	11
I.5 Toxicité des colorants .....	12
I.6 Généralités sur le colorant étudié (rouge Congo) .....	13
I.6.1 Définition du colorant rouge Congo .....	13
I.6.2 Domaine d'utilisation du colorant rouge Congo.....	13
I.6.3 Toxicité du colorant rouge Congo .....	13
I.7 Méthodes d'élimination des colorants .....	13
I.7.1 Méthodes biologiques .....	13
I.7.2 Méthodes physico-chimiques.....	14
I.7.2.1 Les techniques membranaires .....	14
I.7.2.2 L'adsorption.....	14
I.7.2.3 L'échange d'ions.....	14

I.7.2.4	La Coagulation-floculation .....	14
I.7.2.5	Les procédés chimiques .....	15
I.8	Travaux réalisés pour l'élimination du colorant rouge Congo .....	15
I.9	Normes et réglementation .....	16
I.10	Conclusion .....	17

## **Chapitre II : Séparation membranaire**

II.1	Introduction.....	18
II.2	Généralités sur la Filtration par membranes .....	18
II.2.1	Principe .....	18
II.2.2	Classification des techniques membranaires .....	19
II.2.2.1	La microfiltration (MF).....	20
II.2.2.2	La nanofiltration (NF).....	20
II.2.2.3	L'ultrafiltration (UF).....	20
II.2.2.4	L'osmose inverse (OI) .....	21
II.3	Les Types des membranes .....	21
II.3.1	Selon leur nature .....	21
II.3.1.1	Membranes organiques et membranes minérales .....	21
II.3.1.2	Membranes composites.....	22
II.3.1.3	Membranes échangeuses d'ions .....	22
II.3.2	Selon leur porosité .....	22
II.3.2.1	Membranes denses .....	22
II.3.2.2	Membranes microporeuses .....	22
II.4	Modules membranaires .....	23
II.4.1	Module tubulaire.....	23
II.4.2	Module plan .....	24
II.4.3	Module fibres creuses .....	24
II.4.4	Module spirale .....	25
II.5	Modes de fonctionnement.....	26
II.5.1	Mode frontal.....	26
II.5.2	Mode tangentiel .....	26
II.6	Type de microfiltration .....	27
II.6.1	Membranes à pores uniformes.....	27
II.6.2	Membranes de type sélectif .....	27
II.7	Règles de la microfiltration.....	27
II.7.1	Taille des pores de la membrane .....	27
II.7.2	Propriétés du fluide.....	27
II.7.3	Pression opérationnelle .....	27
II.7.4	Nettoyage et maintenance.....	27
II.8	La modélisation de la microfiltration.....	27

II.8.1	Loi de Darcy .....	28
II.8.2	La perméabilité membranaire ( $L_p$ ) .....	28
II.8.3	La pression transmembranaire (PTM) .....	29
II.8.4	Taux de rétention (TR).....	29
II.8.5	Résistance totale ( $R_T$ ).....	29
II.8.6	Résistance membranaire ( $R_m$ ).....	30
II.8.7	Résistance du dépôt ( $R_c$ ).....	30
II.9	Le colmatage et la régénération des membranes .....	30
II.9.1	Adsorption .....	31
II.9.2	Blocage des pores .....	31
II.9.3	Dépôt de matière en surface.....	31
II.10	Indicateurs de colmatage.....	32
II.11	Le nettoyage des membranes .....	32
II.11.1	Lavage mécanique .....	32
II.11.2	Lavage électrique .....	32
II.11.3	Lavage chimique.....	32
II.12	Conclusion .....	33

### **Chapitre III : La Simulation par le logiciel SuperPro Designer**

III.1	Introduction.....	34
III.2	Généralités sur le logiciel SuperPro Designer .....	34
III.2.1	Présentation du logiciel SuperPro Designer .....	34
III.2.2	Fonctionnalités et caractéristiques du logiciel .....	34
III.2.3	Applications possibles dans l'industrie de la microfiltration .....	35
III.3	Les étapes de simulation de la microfiltration sur Superpro.....	36
III.4	Modélisation de la microfiltration par le SuperPro Designer .....	43
III.4.1	Facteur de concentration (CF) .....	43
III.4.2	La fraction ( $F_i$ ).....	43
III.5	Conclusion .....	43

### **Chapitre IV : Matériels et méthodes**

IV.1	Introduction.....	45
IV.2	Le colorant RC .....	45
IV.2.1	Les propriétés physico-chimiques.....	45
IV.3	Verreries, instruments et produits chimiques utilisés .....	46
IV.3.1	pH-mètre .....	47
IV.3.2	Balance analytique .....	47
IV.3.3	Agitateur magnétique.....	48
IV.3.4	Turbidimètre.....	48
IV.4	Préparation des solutions .....	49
IV.4.1	Préparation de la solution mère.....	49
IV.4.2	Préparation des solutions diluées (solutions filles).....	49

IV.5	Mesure de l'absorbance .....	50
IV.5.1	La spectrophotométrie UV-Visible .....	50
IV.5.2	La loi de Beer-Lambert .....	50
IV.6	Méthodologie .....	51
IV.6.1	Détermination de la longueur d'onde maximale du rouge Congo .....	51
IV.6.2	Détermination de la courbe d'étalonnage .....	52
IV.6.3	Description du procédé de microfiltration .....	53

## **Chapitre V : Résultats et discussions**

V.1	Introduction.....	53
V.2	Influence de la pression transmembranaire sur la microfiltration .....	53
V.2.1	Effet de la pression transmembranaire sur la concentration du colorant dans le perméat et le concentrât .....	53
V.2.2	Effet de la pression transmembranaire sur le taux de rétention .....	54
V.2.3	Effet de la pression transmembranaire sur le flux de perméat.....	55
V.3	Effet de la concentration initiale du colorant.....	56
V.3.1	Effet de la concentration initiale sur la concentration du colorant dans le perméat et le concentrât .....	56
V.3.2	Effet de la concentration initiale sur le taux de rétention.....	57
V.3.3	Effet de la concentration initiale sur le flux de perméat.....	57
V.3.4	Variation du pH de perméat en fonction du temps pour différentes valeurs de concentrations initiales.....	58
V.4	Influence du potentiel d'hydrogène (pH) sur le procédé de microfiltration .....	58
V.4.1	Effet du pH sur la concentration du colorant dans le perméat et le concentrât.....	58
V.4.2	Effet du pH sur le taux de rétention de la membrane.....	60
V.5	Traitement d'un rejet réel par le procédé de microfiltration.....	61
V.6	Etude comparative entre les résultats expérimentaux et ceux obtenus par la simulation par le SuperPro Designer .....	62
V.6.1	Effet de la concentration initial en colorant.....	63
V.6.2	Effet de la pression Transmembranaire.....	65
	Conclusion générale.....	66
	Références Bibliographiques .....	68

## Conclusion générale

La complexité des effluents industriels implique de développer et tester de nouveaux procédés capables d'assurer une dégradation efficace des polluants. La microfiltration est une technique de filtration membranaire largement utilisée dans le traitement des solutions colorées et des rejets industriels, tels que ceux provenant de l'industrie textile, notre mémoire représente une contribution précieuse à la recherche sur le traitement des effluents textiles contenant des colorants. L'étude combine des expériences pratiques et des simulations réalisées à l'aide du logiciel SuperPro Designer, offrant ainsi une approche complète et approfondie de l'élimination des colorants par microfiltration.

L'objectif de cette étude était d'explorer l'influence de différents paramètres sur la performance de la microfiltration, notamment la pression transmembranaire (PTM), la concentration initiale du colorant et le pH de la solution à traiter.

En ce qui concerne l'effet de la pression transmembranaire (PTM) sur la microfiltration a été étudié en variant la PTM de 1,2 à 1,8 bar. Les résultats ont montré qu'à des valeurs de PTM plus élevées ont conduit à une meilleure rétention du colorant, atteignant des taux de rétention de 99,93%. Cependant, des pressions plus faibles ont entraîné une légère diminution du rendement en raison du phénomène de colmatage.

La concentration initiale du colorant a également été étudié, et il a été constaté qu'une augmentation de la concentration initiale conduisait à des concentrations plus élevées dans le concentrât avec des concentrations faibles dans le perméat (0-2 mg/L), indiquant une bonne filtration et un rendement maximal de 99,78%.

Le pH de la solution à filtrer a montré une influence sur le processus de microfiltration. À des pH neutres (7) et acides (2,5), une bonne séparation du colorant a été observée, tandis qu'à pH basique (11), la rétention du colorant a diminué en raison de la solubilité accrue du colorant dans des milieux basiques.

L'application de la microfiltration à un rejet réel de l'industrie textile a montré une efficacité moindre par rapport à une solution synthétique, avec un taux d'élimination de 74,93%. Cela souligne l'importance d'un prétraitement approprié des rejets réels pour améliorer l'efficacité de la microfiltration.

Dans l'ensemble, l'utilisation du logiciel de simulation SuperPro Designer a démontré sa capacité à fournir des résultats cohérents avec les observations expérimentales pour différentes concentrations initiales et PTM. Cependant, il convient de souligner que les résultats expérimentaux demeurent essentiels pour obtenir une évaluation précise des

performances réelles d'un système de microfiltration. Les données expérimentales fournissent une référence solide et fiable pour orienter les prises de décision et les améliorations dans le domaine de la filtration.

En somme, ce mémoire a apporté des connaissances précieuses sur l'élimination des colorants de textile par microfiltration et a ouvert des perspectives prometteuses pour la gestion des eaux usées industrielles contenant des contaminants similaires. Ces résultats peuvent être utiles pour les chercheurs, les ingénieurs et les décideurs impliqués dans le développement de technologies de traitement des eaux usées plus durables et respectueuses de l'environnement.