

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



**UNIVERSITE SALAH BOUBNIDER CONSTANTINE 03**  
**FACULTE DE GENIE DES PROCÉDES**  
**DEPARTEMENT DE GENIE CHIMIQUE**

N° d'ordre :.... ..

Série :.... ..

**Mémoire de Master**

**Filière : Génie des procédés**

**Spécialité : Génie chimique**

**THEME**

**ETUDE EXPERIMENTALE ET SIMULATION PAR LE LOGICIEL  
SUPER PRO DESIGNER DE L'ELIMINATION DE COLORANTS  
PAR ULTRAFILTRATION**

**Dirigé par :**

Dr. M<sup>me</sup> **CHIKHI.F**

Grade: Maitre de conférences

**Présenté par :**

**ZERGUA** roumaissa

**LARGUET** lamis

Année universitaire : 2018-2019

Session : Juin.

---



---

## Sommaire

<b>Liste des figures</b> .....	VI
<b>Liste des tableaux</b> .....	X
<b>Nomenclature</b> .....	XI
<b>Introduction générale</b> .....	1

### Chapitre I : Généralités sur les colorants

I.1 Historique des colorants.....	3
I.2 Définition des colorants.....	3
I.3 Caractéristiques des colorants.....	3
I.4 Classification des colorants.....	4
I.4.1 Classification technologique ou (appellation usuelle).....	4
I.4.2 Classification technique.....	4
I.4.3 Classification chimique.....	5
I.4.4 Classification tinctoriale.....	5
I.5 Utilisation et application des colorants.....	7
I.6 Les colorants et leurs impacts.....	7
I.7 Traitements des effluents colorés.....	8
I.7.1 Traitement physique.....	8
I.7.2 Traitement chimique.....	8
I.7.3 Traitement biologique.....	9
I.8 Les travaux réalisés sur l'élimination des colorants.....	11

### Chapitre II : Les procédés membranaires

II.1 Introduction.....	12
II.2 Définition de la membrane.....	12
II.3 Les techniques membranaires.....	13
II.3.1 La microfiltration (MF).....	13
II.3.2 L'ultrafiltration (UF).....	13
II.3.3 La nanofiltration (NF).....	13
II.3.4 L'osmose inverse (OI).....	13
II.4 Les Types de membranes.....	14

---

II.4.1 Selon leur nature.....	14
II.4.1.1 Les membranes organiques.....	14
II.4.1.2 Les membranes minérales (ou inorganiques).....	14
II.4.1.3 Les membranes composites.....	15
II.4.1.4 Les membranes échangeuses d'ions.....	15
II.4.2 Selon leur porosité.....	15
II.4.2.1 Membranes denses.....	15
II.4.2.2 Membranes poreuses.....	15
II.5 Les modules membranaires.....	15
II.5.1 Les modules tubulaires .....	16
II.5.2 Les modules fibres creuses .....	16
II.5.3 Les modules plans .....	16
II.5.4 Les modules spirales .....	17
II.6 Caractéristiques des membranes (Grandeurs caractéristiques de filtration).....	17
II.6.1 Pression transmembranaire (PTM) .....	17
II.6.2 Flux et perméabilité et grandeurs associées.....	18
II.6.2.1 Flux de perméat J .....	18
II.6.2.2 Perméabilité hydraulique de la membrane Lp.....	19
II.6.2.3 Taux de rétention de la membrane.....	19
II.6.2.4 Seuil de coupure (MWCO) .....	19
II.7 Mise en œuvre des membranes.....	20
II.7.1 Écoulement frontal.....	20
II.7.2 Écoulement tangentiel.....	20
II.8 Mécanisme de colmatage.....	21
II.9 Technique de nettoyage des membranes.....	21
II.9.1 Nettoyage par contre-pression.....	21
II.9.2 Nettoyage chimique.....	21
II.9.3 Nettoyage enzymatique.....	21

### **Chapitre III : Généralités sur le logiciel Super Pro Designer**

III.1 Simulation des procédés.....	22
III.2 Super Pro Designer .....	22
III.3 Super Pro Designer dans le domaine de l'environnement .....	23

III.4 Super Pro Designer pour le traitement des eaux.....	23
III.5 Etude du procédé d'ultrafiltration par le Super Pro Designer.....	24
III.6 Modélisation par Super Pro Designer.....	29
III.6.1 Facteur de concentration (CF).....	29
III.6.2 Facteur de récupération (Recovery %).....	29
III.6.3 Taux de rétention (Rejection coefficient (TR)).....	29
III.6.4 Fraction (Fi).....	29
III.6.5 Flux du perméat (Permeate flux (J)) .....	29

## **Chapitre IV : Méthodes et Matériels**

IV.1 Introduction.....	30
IV.2 Produits utilisés (les colorants).....	30
IV.2.1 le Noir Eriochrome T.....	30
IV.2.2 Le Bleu de Méthylène.....	32
IV.2.2.1 Utilisation.....	32
IV.2.2.2 Inconvénient.....	32
IV.2.2.3 Conservation.....	32
IV.3 Méthodologies utilisées.....	33
IV.3.1 L'ultrafiltration.....	33
IV.3.1.1 Le montage expérimental.....	33
IV.3.1.2 Caractéristique de la membrane.....	34
IV.3.2 Préparation des solutions.....	34
IV.3.3 Détermination de la courbe d'étalonnage.....	35
IV.3.3.1 Le colorant NET.....	35
IV.3.3.1.1 Pour différents pH.....	35
IV.3.3.1.2 Pour différentes concentrations.....	37
IV.3.3.2 Le colorant BM.....	38
IV.4 Matériels et appareillage.....	38
IV.4.1 Matériels.....	38
IV.4.2 Appareillage.....	39
IV.4.2.1 Turbidimètre.....	39
IV.4.2.1.1 Turbidité.....	39
IV.4.2.1.2 Turbidimètre.....	39

IV.4.2.1.3 Méthode de Mesure de turbidité.....	39
IV.4.2.2 pH mètre.....	40
IV.4.2.2.1 Potentiel hydrogène pH.....	40
IV.4.2.2.2 Méthode de mesure.....	40
IV.4.2.3 Spectrophotomètre UV-Visible.....	40
IV.4.2.3.1 Analyse par spectroscopie UV-visible.....	40
IV.4.2.3.2 Principe de la spectroscopie UV-visible.....	41
IV.5 Nettoyage de la membrane.....	43

## **Chapitre V : Résultats et Discussions**

V.1 Introduction.....	44
V.2 Résultats expérimentaux.....	44
V.2.1 Le Noir Eriochrome T.....	45
V.2.1.1 Détermination de la résistance hydraulique de la membrane.....	45
V.2.1.2 Variation de flux du perméat en fonction du temps.....	47
V.2.1.3 Variation de la concentration du colorant en fonction du temps pour différentes PTM.....	47
V.2.1.4 Variation de la turbidité du perméat et du concentrât de en fonction du temps pour différentes PTM.....	50
V.2.1.5 Effet du pH.....	53
V.2.1.5.1 Variation des concentrations du perméat et du concentrât en fonction du temps à différents pH.....	53
V.2.1.5.2 Variation de la turbidité du perméat et du concentrât en fonction du temps à différents pH.....	54
V.2.1.6 Effet de la concentration initiale.....	54
V.2.1.6.1 Variation de la concentration du perméat et du concentrât à différentes concentrations initiales en fonction du temps.....	55
V.2.1.6.2 Variation de la turbidité du perméat et du concentrât en fonction du temps pour différentes concentrations initiale.....	57
V.2.1.6.3 Variation du flux de perméat en fonction du temps pour différentes concentration initiale.....	60
V.2.1.7 Variation de taux de rétention de la membrane en fonction de temps.....	61
V.2.1.8 Comparaison des résultats expérimentaux et calculées.....	63

V.2.2 Le Bleu de Méthylène.....	66
V.2.2.1 Variation de la concentration du perméat et du concentrât de la solution colorée en fonction du temps pour différents pH (par ultrafiltration).....	66
V.2.2.2 Etude comparative.....	67
V.2.2.2.1 Comparaison entre l'élimination du bleu de méthylène par microfiltration et celle obtenue par ultrafiltration.....	67
Conclusion générale.....	69
Références bibliographiques.....	70
Résumé	

**Résumé:**

L'objectif de ce travail est d'éliminer le colorant « Noir Eriochrome T », largement utilisé dans l'industrie textile par ultrafiltration, et de comparer l'élimination du colorant « Bleu de Méthylène » par ultrafiltration et microfiltration. Nous avons également mené une étude de simulation supplémentaire par le logiciel Super Pro Designer qui nous permet de vérifier la validité des résultats obtenus expérimentalement par ultrafiltration.

La partie expérimentale consiste tout d'abord à discuter plusieurs facteurs expérimentaux en commençant par la variance de concentration du colorant en fonction du temps à différentes PTM, différents pH, différentes concentrations initiales ; le flux du perméat en fonction du temps pour différentes PTM et concentrations initiales, la turbidité et enfin le taux de rétention de la membrane pour différentes valeurs de concentrations initiales et PTM à partir des résultats obtenus. Nous concluons que le procédé d'ultrafiltration est très efficace pour éliminer le colorant « Noir Eriochrome T » et que la concentration et la turbidité du perméat sont bien inférieures à celles du concentrat et le taux de rétention de la membrane dépasse 89%.

La deuxième partie expérimentale montre une amélioration de la performance des propriétés du « Bleu de Méthylène » par ultrafiltration par rapport à la microfiltration. Enfin, Super Pro Designer peut être utilisé pour éliminer efficacement les colorants par les procédés membranaires.

En perspective, la combinaison de l'ultrafiltration et d'autres procédés est nécessaire pour la récupération du « Bleu de Méthylène ».

**Les mots clés :**

Ultrafiltration, microfiltration, simulation ; Super Pro Designer, Noir Eriochrome T, Bleu de Méthylène.