

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



UNIVERSITÉ SALAH BOUBNIDER, CONSTANTINE 03
FACULTÉ DE GÉNIE DES PROCÉDÉS
DÉPARTEMENT DE GÉNIE DE L'ENVIRONNEMENT

N° d'ordre
Série

Mémoire

PRESENTÉ POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER
EN GÉNIE DES PROCÉDÉS
OPTION : GÉNIE DES PROCÉDÉS DE L'ENVIRONNEMENT

ETUDE EXPERIMENTALE DE L'ELIMINATION
D'UN COLORANT PAR PROCÉDE HYBRIDE
(ADSORPTION DYNAMIQUE SUR COLONNE-
MICROFILTRATION)

Présenté par :

Boumezbeur Maamoun

Berlat Ameer Aymen

Kritter Wassim

Dirigé par :

Dr.Bousseghoun Mohamed

Grade : Maitre de conférence B

Année universitaire

2022-2023

Session : juin

Sommaire

Liste des figures	I
Liste des Tableaux.....	III
Liste des Abréviations.....	IV
Introduction générale.....	1

Chapitre I : Généralité sur la pollution de l'eau et les colorants

1.1	Introduction	4
1.2	Pollution de l'eau.....	4
1.2.1	Sources de pollution de l'eau.....	4
1.2.1.1	Sources et voies naturelles.....	4
1.2.1.2	Sources anthropiques et leurs voies.....	5
1.2.2	Principaux polluants de l'eau.....	5
1.2.2.1	Polluants biologiques.....	5
1.2.2.2	Polluants chimiques.....	6
1.3	Colorant	6
1.3.1	Classification des colorants.....	6
1.3.1.1	Classification selon l'origine.....	6
1.3.1.1.1	Colorants naturelles.....	6
1.3.1.1.2	Colorants synthétiques.....	6
1.3.1.2	Classification chimique.....	6
1.3.1.3	Classification tinctoriale.....	7
1.3.2	Colorant utilisé (Bleu turquoise).....	8
1.3.3	Domaine d'utilisation les colorants.....	8
1.3.4	La toxicité des colorants.....	8
1.3.4.1	La sante humain.....	8
1.3.4.2	Milieu aquatique.....	9

Chapitre II : Séparation membranaire

2.1	Introduction	11
2.2	Séparation membranaire.....	11

2.3	Les techniques membranaires.....	12
2.3.1	Osmose inverse	12
2.3.2	Nanofiltration.....	12
2.3.3	Ultrafiltration	13
2.3.4	Microfiltration.....	13
2.4	Géométries des membranes	13
2.4.1	Modules tubulaires.....	13
2.4.2	Module en spirale.....	14
2.4.3	Module à fibres creuses	14
2.5	Membranes	14
2.6	Types des membranes.....	15
2.6.1	Membrane minérale	15
2.6.2	Membrane organique	15
2.7	Caractérisation des membranes	16
2.7.1	Taux de conversion	16
2.7.2	Sélectivité.....	17
2.7.3	Pression transmembranaire	18
2.7.4	Flux u parméat (Jp)	18

Chapitre III : Phénomène d'adsorption

3.1	Introduction	22
3.2	Définition.....	22
3.3	Types d'adsorption.....	23
3.3.1	Adsorption physique (physisorption).....	23
3.3.2	Adsorption chimique (chimisorption).....	23
3.4	Types des Isothermes d'adsorption	24
3.4.1	Type L «Langmuir»	24
3.4.2	Type S « Sigmoidale ».....	24
3.4.3	Type H « haute affinité »	24
3.4.4	Type C « partition constante »	24
3.5	Modélisation des isothermes d'adsorption	25

3.5.1	Modèle de Langmuir	25
3.5.2	Modelé de Freundlich	25
3.5.3	Modèle de BET (Brunauer, Emmett, Teller)	26
3.6	Adsorption dynamique sur colonne	27
3.6.1	Adsorption à saturation	27
3.6.1.1	Courbe de percée	28
3.6.1.2	Temps de percé (tp)	29

Chapitre IV : Matériels et méthodologie expérimentale

4.1	Introduction	30
4.2	Procédure expérimentale	30
4.2.1	Préparation de l'adsorbant	30
4.2.2	Matériels et les produit utilises	30
4.2.2.1	Matériels	30
4.2.2.2	Produits	31
4.2.3	Préparation de la solution de Blue Turquoise	31
4.2.3.1	Détermination de la longueur maximale d'absorption de colorant BT	32
4.2.3.2	Courbe d'étalonnage	32
4.3	Protocole expérimentale de l'adsorption en Batch (discontinu)	33
4.4	Description des essais de fonctionnement du système expérimental hybride en mode continu	34
4.4.1	La composition de pilote	35
4.4.1.1	Membrane de microfiltration	35
4.4.1.2	Cribleur (Grille)	35
4.4.1.3	Colonne d'adsorption	36
4.4.1.4	Supporte en inox	37
4.4.1.5	Pompe centrifugeuse	38
4.5	Caractérisation de l'adsorbent (Kaolin)	38
4.5.1	Indice d'iode	38
4.5.2	pH de point de charge nulle (pH_{pzc})	39

Chapitre V : Résultats et discussions

5.1	Introduction	40
5.2	Caractérisation du matériau	40
5.2.1	pH de point de charge nulle (pHpzc)	40
5.2.2	Indice d'iode	41
5.3	Étude de l'adsorption de Bleu Turquoise en mode batch	41
5.3.1	Effet de la masse de la kaolinite sur l'adsorption de BT	41
5.3.2	Effet de temps d'équilibre.....	42
5.3.3	Isotherme d'adsorption	43
5.3.4	Modélisation des isothermes d'adsorption.....	44
5.4	Etude de l'adsorption de Blue Turquoise sur colonne (mode continue)	45
5.4.1	Effet de hauteur (masse de Kaolin).....	45
5.4.2	Effet de diamètre des particules de Kaolin	46
5.4.3	Effet de pH.....	47
5.4.4	Effet de pression	48
5.5	Etude de l'élimination de Blue turquoise par la procédé de Microfiltration	49
5.5.1	Effet de concentration initiale de Blue Turquoise	49
5.5.2	Effet de pH d'alimentation sur la concentration du concentrât en fonction du temps.....	50
5.5.3	Effet de la pression.....	52
	Conclusion générale	51
	Références	53

Liste des figures

Figure 1.1 : Principe sources naturelle et des polluants dans l'eau.....	5
Figure 1.2 : Structure moléculaire du colorant Bleu Turquoise.....	8
Figure 2.1 : Principe de séparation membranaire.....	11
Figure 2.2 : Les opérations de séparation membranaire selon la taille des pores et des espèces retenues.....	12
Figure 2.3 : Modèles de la morphologie des membranes.....	15
Figure 2.4 : Comparaison entre la séparation membranaire frontale et tangentielle	16
Figure 2.5 : Caractérisation de la sélectivité d'une membrane d'ultrafiltration.....	18
Figure 3.1 : Photo montrant l'allure de l'adsorbant sur la surface de l'adsorbant	22
Figure 3.2 : Le principe interaction entre un atome ou une molécule et un solide a l'interface solide-liquide.....	23
Figure 3.3 : Allure de l'isotherme d'adsorption selon Grille	24
Figure 3.4 : Représentation schématique de l'hypothèses multicouche	27
Figure 3.5 : Représentation de la courbe de percée par la méthode de masse transfert zone (MTZ).....	28
Figure 3.6 : Représentation de la courbe de percée	29
Figure 4.1 : Kaolin utilisé.....	30
Figure 4.2 : Solution fille de Blue Turquoise (C0=30 mg/L, V=500 ml).....	31
Figure 4.3 : Spectre UV-Visible du Blue Turquoise.....	32
Figure 4.4 : Courbe d'étalonnage de colorant Blue Turquoise (BT).....	33
Figure 4.5 : Schéma de système expérimental hybride.....	34
Figure 4.6 : Membrane de microfiltration utilisée dans notre travail	35
Figure 4.7 : Composants de cribleur utilisé.	36
Figure 4.8 : Composants de la colonne d'adsorption utilisée.....	37
Figure 4.9 : Colonne en lit fixe.	37
Figure 4.10 : Supporte de la colonne d'adsorption.....	38
Figure 4.11: Pompe centrifugeuse.....	38
Figure 5.1 : pH de point de charge nulle (pHpzc).....	40
Figure 5.2 : Effet de masse sur la capacité d'adsorption de BT	41
Figure 5.3 : Effet de masse sur le rendement d'élimination de BT	42
Figure 5.4 : Effet de temps d'équilibre sur l'adsorption du bleu turquoise.....	43
Figure 5.5 : Isotherme d'adsorption du bleu turquoise sur le kaolin.	43

Figure 5.6 : Isotherme de Langmuir.....	44
Figure 5.7 : Isotherme de Freundlich.	45
Figure 5.8: Effet de hauteur ([BT]=30mg/L, T=23°C, d=63µm).	46
Figure 5.9: Effet de diamètre des particules ([BT]=30 mg/L, T=23°C, H=18 cm).	47
Figure 5.10: Effet de pH ([BT]=30 mg/L, T=23°C, H=18 cm, d=63 µm).....	48
Figure 5.11: Effet de pression ([BT]=30 mg/L, T=23°C, H=18 cm, d=63 µm).	49
Figure 5.12: Effet de concentration initiale de BT dans le concentrât.....	49
Figure 5.13: Effet de concentration de BT dans le permeat (PTM=0.4 bar, T=23°C).	50
Figure 5.14: Effet de pH sur la variation de concentration de BT dans le concentrât (PTM=0.4 bar, T=23°C, [BT]=30 mg/L).	51
Figure 5.15: Effet de pH sur la variation de concentration de BT dans le permeat	51
Figure 5.16: Effet de pression sur la variation de concentration de BT dans le concentrat (T=23°C, [BT]=30 mg/L, pH=14).	52
Figure 5.17: Effet de pression sur la variation de concentration de BT dans le permeat (T=23°C, [BT]=30 mg/L, pH=14).	52

Liste des Tableaux

Tableau 1.1 : Les colorants distinctifs utilisent dans les opérations de coloration du textile ...	7
Tableau 3.1 : Représente les différences entre physisorption et chimisorption.....	23
Tableau 4.1 : Produits utilisés.....	31
Tableau 4.2 : Caractéristiques de la membrane	35
Tableau 4.3 : caractéristiques de cribleur.	36
Tableau 4.4 : Caractéristiques de la colonne d'adsorption.....	37
Tableau 4.5 : Caractéristiques de supporte.	38

Résumé

L'objectifs dans ce travail étudier et modéliser l'adsorption en batch et sur colonne par Kaolin et comparer avec la procédé de microfiltration de l'élimination le colorant Blue Turquoise (BT) à partir d'une solution aqueuse.

La caractérisation de l'adsorbant (Kaolin) à l'état brut donne une valeur de pH_{pzc} égale 8.2, aussi la valeur de l'indice d'iode montre que les pores sont de types mésopores.

L'étude expérimentale de l'adsorption en batch et sur colonne donne des rendements important de 84%.

De même pour la procède de la Microfiltration .les résultats obtenue apres traitement montrent que le pourcentage de l'élimination est égale 94%.

D'apres les résultats on a trouvé que la procède de microfiltration mieux que l'adsorption dans notre étude.

Mots clés : Adsorption, Batch, colonne, kaolin, Bleu Turquoise, Microfiltration

Abstract

The objectives of this work are to study and model the adsorption in batch and on column by Kaolin and to compare with the microfiltration process the elimination of the Blue Turquoise (BT) dye from an aqueous solution.

Characterisation of the adsorbent (Kaolin) in its untreated state gave a pH_{pzc} value of 8.2, and the iodine value showed that the pores were of the mesopore type.

Experimental studies of adsorption in batch and on column gave high yields of 84%.

Similarly for the microfiltration process, the results obtained after treatment show that the percentage of elimination is equal to 94%.

The results show that the microfiltration process is better than adsorption in our study.

Key words: Adsorption, Batch, colonne, kaolin, Blue Turquoise, Microfiltration

ملخص

الهدف في هذا العمل دراسة ونمذجة الامتزاز على دفعات وعمود بواسطة الكاولين والمقارنة مع عملية الترشيح الدقيق لإزالة الصبغة الفيروز الأزرق (BT) من محلول مائي.

يعطي توصيف المادة الماصة (الكاولين) في حالتها الخام قيمة pH_{pzc} تساوي 8.2، كما تُظهر قيمة رقم اليود أن المسام من النوع ذي المسام المتوسطة.

أعطت الدراسة التجريبية لامتناس الدفعات والعمود عوائد معنوية بلغت 84%.

وينطبق الشيء نفسه على عملية الترشيح الدقيق، حيث أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها بعد العلاج أن نسبة الإزالة تساوي 94%. وفقاً للنتائج، وجد أن عملية الترشيح الدقيق كانت أفضل من الامتزاز في دراستنا.

الكلمات المفتاحية: الامتزاز، الدفعة، العمود، الكاولين، الفيروز الأزرق، الترشيح الدقيق