

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

UNIVERSITE CONSTANTINE 3



MEMOIRE de fin d'étude de Master

Filière : génie des procédés

Spécialité : génie chimique

N° d'ordre:

...Série :...

Adsorption du chrome VI sur l'argile kaolinique de Djebel Dbagh

Dirigé par :

Mme. CHAABANE. L

Grade: MCB

Présenté par :

MAHDEB CHEMS EDDINE

MEDJRI MOHAMED ISLEM

TABAINET SEIF EDDINE

AnnéeUniversitaire2022/2023

Résumé

La pollution de l'environnement par le chrome est devenue un souci majeur en raison de sa toxicité et a suscité beaucoup de recherches ces dernières années pour remédier à ce problème. L'application des adsorbants naturels et abondants comme l'argile pour l'élimination du chrome (VI) des eaux est une voie légitime pour préserver l'environnement.

Cette étude a pour objectif principal la mise en œuvre de l'adsorption du chrome (VI) à partir des solutions aqueuses. Plusieurs expériences ont été réalisées afin d'optimiser les paramètres opératoires régulant le rendement d'adsorption de ce polluant (la masse, le temps d'équilibre, la concentration initiale, pH, la température et la vitesse d'agitation). Le rendement un d'adsorption optimal est enregistré pour une masse de 50mg d'adsorbant à la concentration 50mg/l et sur un intervalle de pH allant de 5 à 9. Le rendement atteint est de **95.79%**

La modélisation des données expérimentales a montré que le modèle du pseudo-second ordre qui décrit mieux les cinétiques d'adsorption. De même, les isothermes d'adsorption sont en bon accord avec le modèle de Freundlich. Ainsi, l'analyse thermodynamique a révélé que le processus d'adsorption du chrome (VI) sur l'argile DD3 est favorable, physique et spontané.

Mots clés : adsorption, argile naturelle, chrome (VI), modélisation, kaolin

ملخص

أصبح التلوث البيئي بالكروم مصدر قلق كبير بسبب سميته وأثار الكثير من الأبحاث في السنوات الأخيرة لمعالجة هذه المشكلة. يعد تطبيق الممتزات الطبيعية والوفيرة مثل الطين لإزالة الكروم (VI) من الماء طريقة مناسبة للحفاظ على البيئة.

الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو امتزاز الكروم (VI) من المحاليل المائية. تم إجراء العديد من التجارب لتحسين ظروف التشغيل التي تؤثر على كفاءة امتزاز هذا الملوث (الكتلة، وقت التوازن، التركيز الأولي، الرقم الهيدروجيني، درجة الحرارة وسرعة التحريك). يتم تسجيل مردود الامتزاز الأمثل لكتلة 50 ملغ من الممتزات بتركيز 50 مجم / لتر وعلى نطاق درجة الحموضة من 5 إلى 9. الكفاءة المحققة هي **95.79%**. أظهرت نمذجة البيانات التجريبية أن نموذج شبه الدرجة الثانية يصف بشكل أفضل حركية الامتزاز. وبالمثل، فإن الأيزوثيرما الامتزازية متوافقة مع نموذج Freundlich. وهكذا، كشف التحليل الديناميكي الحراري أن عملية امتزاز الكروم (VI) على طين DD3 مناسبة وفيزيائية وتلقائية. **الكلمات المفتاحية**: الامتزاز، الطين الطبيعي، الكروم (VI)، النمذجة، الكاولين

abstract

Chromium pollution of the environment has become a major concern because of its toxicity and has prompted a great deal of research in recent years to remedy the problem. The application of natural and abundant adsorbents such as clay for the elimination of chromium (VI) from water is a legitimate way of preserving the environment.

The main objective of this study is to implement the adsorption of chromium (VI) from aqueous solutions. Several experiments were carried out in order to optimise the operating parameters controlling the adsorption yield of this pollutant (mass, equilibrium time, initial concentration, pH, temperature and stirring speed). The optimum adsorption yield was recorded for a mass of 50mg of adsorbent at a concentration of 50mg/l and over a pH range of 5 to 9. The yield achieved was **95.79%**.

Modelling of the experimental data showed that the pseudo-second order model best describes the adsorption kinetics. Similarly, the adsorption isotherms are in good agreement with the Freundlich model. Thus, the thermodynamic analysis revealed that the adsorption process of chromium (VI) on DD3 clay is favourable, physical and spontaneous.

Key words: adsorption, natural clay, chromium (VI), modelling, kaolin

Sommaire

Dédicaces

Remerciement

Résumé

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Liste des Nomenclatures

INTRODUCTION GENERALE 1

CHAPITRE I ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LE CHROME, L'ADSORPTION
ET L'ARGILE 3

I.1	GENERALITES SUR LE CHROME	3
I.1.1	<i>Historique</i>	3
I.1.2	<i>Abondance du chrome (VI) dans la nature</i>	3
I.1.3	<i>Domaines d'application du chrome</i>	4
I.1.4	<i>Problèmes posés par le chrome (VI)</i>	5
I.1.5	<i>Les procédés d'élimination du chrome (VI)</i>	6
I.2	GENERALITE SUR L'ADSORPTION	8
I.2.1	<i>Définition de l'adsorption</i>	8
I.2.2	<i>Les types d'adsorption</i>	8
I.2.2.1	<i>L'adsorption physique (physisorption)</i>	8
I.2.2.2	<i>L'adsorption chimique (chimisorption)</i>	8
I.2.3	<i>Description du mécanisme d'adsorption</i>	9
I.2.4	<i>L'isotherme d'adsorption</i>	10
I.2.4.1	<i>Classifications des isothermes</i> :.....	10
I.2.5	<i>Modélisation de l'adsorption</i>	11
I.2.5.1	<i>Modèle de Langmuir</i> :.....	11
I.2.5.2	<i>Modèle de Freundlich</i>	13
I.2.5.3	<i>Modèle d'isotherme BET</i> :.....	14
I.2.6	<i>Facteurs influençant l'équilibre d'adsorption</i>	14
I.2.6.1	<i>La nature de l'adsorbat</i> :.....	14
I.2.6.2	<i>La nature de l'adsorbant</i> :.....	15
I.2.6.3	<i>La surface spécifique</i> :	15
I.2.6.4	<i>PH</i> :.....	15
I.2.6.5	<i>Température</i> :	15
I.2.6.6	<i>Cas de mélanges</i> :.....	15
I.2.6.7	<i>Porosité</i> :.....	16
I.2.7	<i>Les adsorbants</i>	16
I.2.7.1	<i>Les zéolithes</i>	16
I.2.7.2	<i>Les charbons actifs</i> :	16
I.2.7.3	<i>Les alumines</i> :.....	17
I.2.7.4	<i>Les argiles</i> :.....	17
I.3	LES ARGILES.....	18
I.3.1	<i>Généralités sur les argiles</i>	19
I.3.2	<i>Définitions des argiles</i>	19

1.3.3	Composition des argiles	19
1.3.4	Structure des argiles.....	20
1.3.5	Les types d'argiles	21
1.3.5.1	Groupe de la halloysite :	22
1.3.5.2	Groupe montmorillonite :	22
1.3.5.3	L'illite :	22
1.3.5.4	La bentonite :	22
1.3.5.5	Les vermiculites :	22
1.3.5.6	Groupe kaolinite.....	22
1.3.6	Classification des argiles.....	24
1.3.7	Les gisements de kaolin dans l'est de l'Algérie.....	26
1.3.7.1	Kaolins de Tamazert	26
1.3.7.2	Djebel Debbagh (DD).....	27
1.3.8	Analyses chimiques des kaolins KT et DD	28

CHAPITRE II MATERIELS ET METHODES29

II.1	MATERIELS :	30
II.1.1	Produits utilisés :	30
II.1.2	Matériels utilisés :	30
II .1.2.1	Petit matériel :	30
II .1.2.2	Appareillage :	31
II.2	METHODES.....	32
II.2.1	Préparation mécanique de l'échantillon argileux	32
II.2.2	Caractérisation physico-chimique de l'adsorbant kaolin DD3	33
II.2.2.1	Détermination de pH :	33
II.2.2.2	Détermination de la Taux d'humidité :	33
II.2.2.3	La densité apparente :	33
II.2.2.4	Déterminations du point de zéro de charge.....	33
II.2.2.5	Spectrométrie infrarouge à transformée de Fourier (FTIR).....	34
II.2.2.5.1	Principe de la spectroscopie infra-rouge.....	34
II.2.2.5.2	Appareillage.....	35
II.2.2.6	Analyse thermique (ATG/ DSC).....	36
II.2.2.7	Activation chimique du DD3 (activation acide) :	36
II.2.2.8	Activation thermique du DD3 :	37
II.2.3	Spectrométrie UV-Visible.....	38
II.2.3.1	Définition :	38
II.2.3.2	Principe de la spectrophotométrie UV-visible :	38
II.2.3.3	Applications du spectromètre UV-visible :	39
II.2.3.4	La loi de Beer-Lambert.....	40
II.2.4	Dosage du chrome hexavalent.....	41
II.2.4.1	Produits utilisés.....	41
II.2.4.2	Etablissement de la courbe d'étalonnage.....	43
II.2.5	Etude de la cinétique d'adsorption.....	44
II.2.5.1	Protocole expérimental :	44
II.2.5.2	Influence des paramètres :	45

CHAPITRE III RESULTATS ET DISCUSSIONS46

III.1	CARACTERISATION DU KAOLIN DD3	46
III.1.1	Caractérisation physico-chimique.....	46
III.1.1.1	Détermination de pH, taux d'humidité, et la densité apparente :	46
III.1.2	Déterminations du point de zéro de charge :	46
III.1.3	Caractérisation par spectrométrie infrarouge (FTIR).....	47
III.1.4	Caractérisation par analyse thermogravimétrique (ATG/DSC).....	48
III.2	ETUDE DE LA CINETIQUE L'ADSORPTION DE CHROME SUR LE DD3.....	49
III.2.1	Optimisation des paramètres opératoires.....	49
III.2.1.1	Effet de la masse initiale et le temps de contact	49

III.2.1.2	Effet de la concentration initiale du chrome VI.....	51
III.2.1.3	Effet de pH.....	52
III.2.1.4	Effet de la température.....	53
III.2.1.5	Effet de la vitesse d'agitation :.....	54
III.2.1.6	Caractérisation après l'adsorption.....	55
III.2.1.7	Effet d'activation chimique.....	56
III.2.1.8	Caractérisation après l'activation chimique.....	56
III.2.1.9	Effet d'activation thermique.....	57
III.2.1.10	Caractérisation après l'activation thermique.....	58
III.2.1.11	Etude comparative.....	59
III.3	MODELISATION D'ISOTHERME D'ADSORPTION.....	60
III.3.1	<i>Modèle de Langmuir</i>	60
III.3.2	<i>Modèle de Freundlich</i>	63
III.3.3	<i>Discussion des résultats</i>	64
III.4	MODELISATION DE LA CINÉTIQUE.....	64
III.4.1	<i>Modèle cinétique de pseudo premier ordre (PPO)</i>	64
III.4.2	<i>Modèle cinétique de pseudo second ordre (PSO)</i>	65
III.5	ETUDE THERMODYNAMIQUE.....	67
CONCLUSION GENERALE.....		70
RÉFÉRENCES.....		72