

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

**UNIVERSITE SALAH BOUBNIDER CONSTANTINE 3**



**FACULTE DE GENIE DES PROCÉDES**

**DEPARTEMENT DE GENIE CHIMIQUE**

**Mémoire de Master**

**Filière : Génie des Procédés**

**Spécialité : Génie Chimique**

**MODÉLISATION DES ISOTHERMES D'ADSORPTION PAR LA  
PHYSIQUE STATISTIQUE**

**Dirigé par :**

**Mme. TOUMI.khadra.hanane**

**Présenté par :**

**BEZIANE basma  
MEGRAOUI nechoua**

**Année Universitaire : 2019/2020**

**Session : Septembre**

Remerciement	
Dédicace	
Sommaire	
Liste des illustrations	
Liste des abréviations	

## Table des matières

Introduction générale .....	1
<b>Références bibliographiques</b> .....	3
Chapitre I: les colorants chimique .....	4
I.1. Généralités sur les colorants .....	4
I.2. Nature des colorants .....	5
I.2.1. Colorants naturels .....	5
I.2.2. Colorants synthétiques .....	5
I.3. Classification des colorants .....	5
I.3.1. Classification chimique .....	6
I.3.2. Classification tinctoriale .....	8
I.4 Utilisation et application des Colorants .....	11
I.5. Toxicité des colorants .....	11
I.6 Impact des colorants sur environnement et la santé .....	11
I.7 Procédés de traitement des colorants .....	12
<b>Références bibliographiques</b> .....	14
Chapitre II : Généralités sur le phénomène d'adsorption et le kaolin naturel.....	15
II.1. Adsorption .....	15
II.1.1 Classification des phénomènes d'adsorption .....	15
II.1.1.1. Adsorption physique .....	15
II.1.1.2. Adsorption chimique .....	16
II.1.2. Mécanisme d'adsorption .....	16
II.1.3. Capacité d'adsorption.....	17
II.1.4. Isotherme d'adsorption .....	17
II.1.4.1. Classification des isothermes d'adsorption .....	18
II.1.4.2. Modélisation des isothermes d'adsorption .....	19
II.1.5. Adsorbant utilisé dans cette étude .....	20

Chapitre III : Modélisation d'isotherme d'adsorption par la physique statistique.....	25
III.1 Etude théorique du modèle monocouche par la physique statistique.....	25
III.1.1. Description du système par les ensembles de Gibbs.....	25
III.1.1.1 Descriptions microcanonique et canonique.....	26
III.1.1.2 Description grand-canonique.....	26
III.1.2 Fonctions thermodynamiques décrivant un système dans l'ensemble grand-canonique.....	26
III.1.2.1 Fonction de partition grand-canonique.....	27
III.1.2.2 Grand potentiel .....	27
III.1.2.3 Nombre moyen de particules adsorbées .....	27
III.1.2.4 Entropies grand-canonique .....	28
III.1.2.5. Energie d'adsorption moyenne .....	28
III.1.3 Développement théorique du modèle monocouche .....	28
III.1.4 Effet du paramètre $n$ sur l'isotherme d'adsorption .....	31
III.1.5 Effet du paramètre $N_m$ sur l'isotherme d'adsorption .....	33
III.1.6 Effet du paramètre $C_{1/2}$ sur l'isotherme d'adsorption .....	34
III.2 Exemple d'isotherme expérimentale.....	36
<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>40</b>
conclusion générale.....	41

## **Annexe**

## Résumé

L'objectif de cette étude est de modéliser l'isotherme d'adsorption du cristal violet sur le kaolin naturel en utilisant l'approche de la physique statistique. La modélisation consiste tout d'abord à établir une expression analytique qui décrit l'isotherme d'adsorption, ensuite l'effet de chaque paramètre que présente le modèle sur l'évolution de l'isotherme d'adsorption a été étudié afin de comprendre le rôle de chaque paramètre dans le processus d'adsorption. Les résultats montrent qu'une augmentation de la quantité adsorbée est reliée avec l'augmentation du nombre de site, nombre de molécules adsorbées par site dans les fortes concentrations et la diminution de concentration à demi-saturation. Le modèle monocouche développé à la base de la physique statistique a été ajusté aux données expérimentales de l'isotherme d'adsorption. Les résultats de la modélisation montrent que le modèle de monocouche décrit bien l'isotherme expérimentale. Les paramètres obtenus d'après cette modélisation expriment qu'une molécule du cristal violet est ancrée par un seul site sur la surface du kaolin et que le nombre de sites occupés  $N_M$  est presque égal au nombre de molécules de colorants adsorbées à la saturation. Le paramètre énergétique de ce modèle montre que l'adsorption est physisorption.

**Les mots clés :** adsorption, physique statistique, colorant, kaolin, modélisation.

## المخلص

الهدف من هذه الدراسة هو نمذجة متساوي امتصاص الكريستال البنفسجي على الكاولين الطبيعي باستخدام منهج الفيزياء الإحصائية. تتكون النمذجة أولاً وقبل كل شيء من إنشاء تعبير تحليلي يصف متساوي الامتزاز ، ثم تمت دراسة تأثير كل عامل يقدمها النموذج على تطور متساوي الامتزاز من أجل فهم دور كل عامل في عملية الامتزاز. أوضحت النتائج أن الزيادة في كمية الامتصاص مرتبطة بزيادة عدد المواقع ، وعدد الجزيئات الممتزة في كل موقع بتركيزات عالية ، وانخفاض التناغم عند شبه التشبع. تم تطوير نموذج أحادي الطبقة على أساس الفيزياء الإحصائية مع البيانات التجريبية لميزان الامتزاز. تظهر نتائج النمذجة أن نموذج أحادي الطبقة يصف متساوي الحرارة التجريبي جيداً. توضح المعالم التي تم الحصول عليها من هذه النمذجة أن جزيء الكريستال البنفسجي مثبت في موقع واحد على سطح الكاولين وأن عدد مواقع المشغولة يساوي تقريباً عدد جزيئات الصبغة الممتدة عند التشبع. توضح معلمة الطاقة لهذا النموذج أن الامتزاز هو امتصاص تحلل

**الكلمات المفتاحية:** الامتزاز, الفيزياء, الإحصائية, صبغ, الكاولين, نمذجة