

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE SALAH BOUBNIDER, CONSTANTINE 3



FACULTE DE GENIE DES PROCEDES
DEPARTEMENT DE GENIE PHARMACEUTIQUE

N° d'ordre :

Série :

Mémoire de Master

Filière : Génie des Procédés

Spécialité : Génie pharmaceutique

Intitulé

**Etude cinétique de l'adsorption d'un colorant
synthétique "Jaune orangé S" sur charbon actif
végétal**

Dirigé par:

Dr. Akila BENAÏSSA - KACEM CHAOUCHÉ

Présenté par :

SAL Akram

BENHALILOU Sifeddine

Année Universitaire : 2019/2020

Table des matières

Remerciements.....	I
Dédicaces	II
Table des matières.....	III
Liste des tableaux	VI
Liste des figures	VIII
Liste des abréviations.....	X

Chapitre 1 : Revue bibliographique.....	4
1.1 Introduction.....	4
1.2 Colorants synthétiques.....	4
1.2.1 Qu'est-ce qu'un colorant ?.....	4
1.2.2 Comment peut-on classier les colorants ?.....	5
1.2.2.1 Classification chimique.....	5
1.2.2.2 Classification tinctoriale	8
1.2.3 Toxicité des colorants	9
1.3 Méthodes d'analyse des colorants synthétiques.....	9
1.3.1 Généralités.....	9
1.3.2 Principe de la spectrophotométrie UV /Visible	9
1.4 Méthodes d'élimination d'un colorant.....	12
1.4.1 Méthodes physiques	12
1.4.1.1 Adsorption sur charbon actif	12
1.4.1.2 Filtration membranaire	12
1.4.1.3 Coagulation-floculation.....	12
1.4.2 Méthodes chimiques	12
1.4.2.1 Procédés d'oxydation chimique conventionnels (classiques)	12
1.4.2.2 Procédés d'oxydation avancés « POA »	13
1.4.2.2.1 Photocatalyse	14
1.4.2.2.2 Principe de la photocatalyse.....	14
1.4.3 Méthodes biologiques	15
1.5 Adsorption.....	15

1.5.1	Historique	15
1.5.2	Généralités.....	15
1.5.3	Définition de l'adsorption	16
1.5.4	Types d'adsorption	16
1.5.4.1	Physisorption	16
1.5.4.2	Chimisorption	16
1.5.5	Adsorption des colorants	17
1.5.6	Adsorption du jaune orangé S	18
1.5.7	Applications de l'adsorption.....	18
1.5.7.1	En phase liquide.....	18
1.5.7.2	En phase gazeuse	19
1.5.8	Charbon actif	19
1.5.9	Mécanisme d'élimination des impuretés de l'eau	21
1.6	Fondement théorique de l'adsorption	21
1.6.1	Théorie d'adsorption.....	21
1.6.2	Isothermes d'adsorption	22
1.6.2.1	Modèle de Langmuir	23
1.6.2.2	Modèle de Freundlich	24
1.6.2.3	Modèle de Redlich-Peterson	24
1.6.3	Cinétique d'adsorption	25
1.6.3.1	Modélisation cinétique de l'adsorption	25
1.6.3.1.1	Modèle de pseudo premier ordre.....	25
1.6.3.1.2	Modèle de pseudo second ordre	26
1.6.3.1.3	Modèles de Diffusion intra-particulaire	27
1.6.4	Matériaux adsorbants à faible coût	27
Chapitre 2 : Adsorption du Bleu de Méthylène et Rouge Congo sur différents supports		30
2.1	Introduction	30
2.2	Structures chimiques et propriétés physico-chimiques	30
2.3	Elimination du Bleu de Méthylène et du Rouge Congo par adsorption	31
2.3.1	Matériel et méthodes utilisés.....	31
2.3.2	Etude paramétrique de l'adsorption de BM et RC	32
2.3.2.1	Effet de la concentration initiale du BM	32
2.3.2.2	Effet du temps de contact	33

2.3.2.3 Effet de pH.....	34
2.3.2.4 Effet de la masse de l'adsorbant ou du rapport S/L	35
2.4 Etude cinétique	37
2.5 Conclusion.....	43
Chapitre 3 : Adsorption du jaune orangé S sur charbon actif	44
3.1 Introduction	44
3.2 Réactifs et matériel	44
3.2.1 Réactifs utilisés.....	44
3.2.2 Matériel utilisé.....	44
3.2.3 Le colorant utilisé (jaune orangé S)	46
Appellation chimique	46
Formule brute	46
Masse molaire (g/mol)	46
3.2.4 Charbon actif commercial	46
3.3 Caractérisation du jaune orangé S par spectrophotométrie UV-visible.....	47
3.3.1 Spectre d'absorption du colorant et choix de la longueur d'onde.....	48
3.3.2 Courbe d'étalonnage	49
3.4 Cinétique d'adsorption du jaune orangé S sur charbon actif.....	50
3.4.1 Procédure expérimentale de l'adsorption	50
3.5 Résultats et discussion.....	51
3.5.1 Détermination de l'équilibre d'adsorption	51
3.5.1.1 Calcul des quantités adsorbées	52
3.5.1.2 Détermination du taux d'élimination du colorant	54
3.5.2 Modélisation de la cinétique d'adsorption du JOS sur charbon actif.....	55
3.5.2.1 Cinétique de pseudo-premier ordre	55
3.5.2.2 Cinétique de pseudo-second ordre (PSO)	56
3.5.2.3 Cinétique de diffusion intra particulaire (DIP).....	57
Conclusion générale et Perspectives	61
Résumé.....	63
Annexes	64
Références Bibliographiques.....	72

Résumé

Le procédé d'adsorption est une technique très répandue dans le domaine de la dépollution des eaux contaminées par divers types de polluants, en l'occurrence les colorants synthétiques. Parmi ces colorants, le jaune Orangé S qui a fait l'objet de cette étude et qui a parfaitement répondu au phénomène d'adsorption sur charbon actif végétal en poudre. L'équilibre d'adsorption a été atteint au bout de 30 minutes de contact entre l'adsorbat et l'adsorbant, presque 90% du JOS ont été adsorbés après 30 min de contact, avec une quantité adsorbée à l'équilibre $q_e = 36,62$ mg/g et une concentration à l'équilibre $C_e = 4,34$ mg/l. Le modèle de pseudo second ordre régit bien la cinétique d'adsorption de JOS sur le charbon actif végétal utilisé, avec un coefficient de corrélation $R^2 = 0.998$, une quantité de colorant adsorbée à l'équilibre $q_{e\text{ calculé}} = 36,49$ mg/g. Une cinétique d'adsorption analogue à celle du colorant JOS est constatée, dans la littérature, dans le cas du Bleu de Méthylène de classes chimique et tinctoriale différentes mais de poids moléculaire identique.

Mots clés : Pollution, colorants synthétiques, procédés de dégradation, adsorption, charbon actif, cinétique d'adsorption, isothermes d'adsorption.

ملخص

وعملية الامتزاز هي تقنية مستخدمة على نطاق واسع في مجال إزالة تلوث المياه الملوثة بمختلف أنواع الملوثات، وفي هذه الحالة الصبغات الاصطناعية. ومن بين هذه الأصباغ، البرتقالي الأصفر س الذي كان موضوع هذه الدراسة والذي استجاب تماماً لظاهرة الامتزاز على مسحوق الفحم النشط. تم الوصول إلى توازن الامتصاص بعد 30 دقيقة من الاتصال بين الفحم النشط و الملون ، تم امتزاز 90% تقريباً من الملون بعد 30 دقيقة من الاتصال، مع كمية امتصاص عند التوازن $q_e = 36.62$ ملغ/غرام وتركيز التوازن $C_E = 4.34$ ملغ/لتر ويحكم نموذج الطلب شبه الثاني بشكل جيد حرائك امتزاز الملون على فحم النبات النشط المستخدم، مع معامل الارتباط $R^2 = 0.998$ ، كمية من الصبغات الصبغية في التوازن المحسوب $Q_E = 36.49$ ملغ/غ توجده حرائك الامتزاز المشابهة لتلك الموجودة في أوراق الصبغ في مادة في حالة أزرق الميثيلين من مختلف الطبقات الكيميائية والفصلية ولكن ذات الوزن الجزيئي المتطابق.

الكلمات المفتاحية: التلوث، الأصباغ الصناعية، عمليات التحلل، الامتزاز، الفحم النشط، حرائك الامتزاز، متساوي الحرارة الامتزاز.