



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
People's Democratic republic of Algeria
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministry of Higher Education and Scientific Research
جامعة عبد الحميد بن باديس - مستغانم
Abdel Hamid Ibn Badis University - Mostaganem
كلية العلوم والتكنولوجيا
Faculty of Sciences and Technology
قسم هندسة الطرائق
Department of Process Engineering



N° d'ordre : M2...../GPM/2021

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES DE MASTER ACADEMIQUE

Filière : Génie des procédés

Option: Génie des procédés des matériaux

Thème

**Utilisation d'une biomasse valorisée pour le traitement des eaux
contaminées par un colorant azoïque**

Présenté par

1-BEDDAICHE Touatia

2-RADJA Yasmina

Soutenu le 11 /07/ 2021 devant le jury composé de :

Présidente :	BENDENIA.S	Pr	Université de Mostaganem
Examinatrice :	MEKIBES.Z	MAA	Université de Mostaganem
Examinatrice :	SLAMANI.S	MCB	Université de Mostaganem
Examinatrice :	TERKHLI.S	MCA	Université de Mostaganem
Encadrante :	DOUARA.N	MCB	Université de Mostaganem

Année Universitaire 2020/2021

Sommaire

Introduction générale	1
-----------------------------	---

Chapitre I: L'adsorption

I.L'adsorption.....	3
I.1.Définition.....	3
I.2.Les types d'adsorption.....	3
I.2.1.Adsorption chimique	3
I.2.2.Adsorption physique	3
I.3.Les facteurs influençant d'adsorption.....	4
I.4.Les modèles cinétique	4
I.4.1.Modèle de pseudo premier ordre	5
I.4.2.Modèle de pseudo seconde ordre	5
I.5.Etude des paramètres thermodynamique	6
I.6.Les modèles isotherme d'adsorption	6
I.6.1.Modèle de Langmuir	7
I.6.2.Modèle de Freundlich	8

Chapitre II : Charbon actif

II.Les adsorbants.....	9
II.1.Le charbon actif	9
II.1.1.La définition	9
II.1.2.Les formes de charbon actif.....	9
II.1.2.1.Charbon actif en poudre	9
II.1.2.1.1.Utilisation du charbon actif en poudre	10

II.1.2.2	Charbon actif en grain.....	10
III.2.2.1	Utilisation du charbon actif en granulé	11
Chapitre III : Partie expérimentale		
III.1	Caractérisation de l'adsorbant	12
III.1.1	Indice d'iode	12
III.1.1.1	Définition.....	12
III.1.1.2	Méthode iodométrique	12
III.1.1.3	Préparation des solutions.....	12
III.1.1.4	Détermination de l'indice d'iode	12
III.1.2	Indice de bleu de méthylène.....	13
III.2	Le colorant Rouge Erionyl	14
III.3	Détermination de la courbe d'étalonnage	14
III.3.1	Préparation de la solution de mère.....	14
III.3.2	Préparation des solutions filles.....	14
III.3.3	Etablissement de la courbe d'étalonnage	14
III.4	Application de l'adsorption du colorant "Rouge Erionyl".....	15
III.4.1	Détermination du temps d'équilibr.....	15
III.4.2	Etude de l'effet de masse	16
III.4.3	L'effet de pH de la solution sur l'adsorption de Rouge Erionyl.....	17
III.4.4	Etude l'effet de température sur l'adsorption de Rouge Erionyl.....	18
III.4.5	Isotherme d'adsorption	20
III.4.6	Cinétique d'adsorption de Rouge Erionyl.....	23
	Conclusion générale.....	27

Remerciement

Dieu merci pour nous avoir donné la santé, la volonté et le courage sans lesquels ce travail n'aurait pas été réalisé.

Nous exprimons nos vifs remerciements à tous les responsables de laboratoire faculté science et technologie SEA2M, pour nous avoir autorisé ce stage, pour nous avoir encadrées et surtout pour leur disponibilité.

Nous remercîment vont aussi à nos enseignants de FST université Abdelhamid ibn badis qui ont fait en sorte que nous ayons ce niveau.

Que Mme **DOUARA.N** trouve en ce terme l'expression d'une reconnaissance pour nous avoir encadrer.

Que toute personne ayant contribué de loin ou près à la finalisation de ce travail trouve ici l'expression de la reconnaissance.

merci à tous

Dédicace

Je tiens c'est grande plaisir que dédie ce modeste travail a l'être les plus chère
de ma vie

- À mes très chers parents :

Maman : source de vie; d'amour qui ma soutenu et encouragé durant ces année
d'études

Papa: que Dieu bénisse son âme ; tant que c'était son rêve

(Merci beaucoup mes parents m'a doté d'une éducation digne son amour a fait de
moi ce que je suis aujourd'hui)

- À mon cher mari qui était le mari parfait et a tenu sa promesse
d'atteindre ce jour la
- À mes chers frères (M, S, A) source de joie; de bonheur et motivation
- À Ma chère belle famille source d'espoir et particulièrement mon mari
 - À ma petite princesse **ANEFEL** qu'Allah me protège

Mon plus profond respect à tous les enseignants de mon carrière universitaire et
Particulièrement

Mme **MEKIBES.Z**, Mme **DOUARA. N**, Mme **DELLALI.H** et Mr **BENZEKRI.M**

- À ma chère amie l'adorable **BEDDAICHE Touatia**
- À tous mes collègues de ma promotion 2ème année master génie des
procédés des matériaux
 - À mes deux chères tantes (F, H) et ma cousine CH
 - Je dédie ce travail à tous ceux qui ont participé ma réussite
 - À vous chers lecteurs.

YASMINA

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

- À mes parents :

Mon cher papa **ABDELHADI** ; source de ma force et motivation

Et ma chère maman **KARIMA** source d'amour et tendresse.

Merci pour votre amour, votre soutien, et vos sacrifices et vos prières tout au long de mes études. Que dieu vous procure bonne santé et longue vie.

- À mon cher frère **AMINE**

Et ma chère sœur **RAOUDA**, que dieu vous garde à moi je vous aime

- À la personne la plus chère a mon cœur **MUSTAPHA**

Qui m'a toujours donné de l'aide et du courage

- Mon plus profond respect à mes enseignantes de mon cursus universitaire particulièrement

Dr DOUARA.N, Mme MEKIBES. Z, Mme DALALI. H,

Et Mr BENZEKRI.M

- À ma chère cousine **AMINA**

- À ma chère amie la belle **RAJJA Yasmina**

Et à tous mes amis **AICHA, ABIR, SARAH**

- À tous mes camarades de ma promotion (2^{ème} année Master génie des procédé des matériaux 2021)

Et je dédie ce travail à mon très cher grand-père décédé **LAKHDAR**, qu'Allah fasse miséricorde a ton âme.

- À ma grande mère **ZOULIKHA**. Que Dieu prolonge sa vie
- À toute personne Qui m'a encouragé de près ou de loin.

TOUATIA

Introduction générale

La pollution est une dégradation de l'environnement par l'introduction dans l'air, l'eau ou le sol des matières n'étant pas présentes naturellement dans le milieu. Elle entraîne une perturbation de l'écosystème dont les conséquences peuvent aller jusqu'à la migration ou l'extinction de certaines espèces incapables de s'adapter au changement [1]. On peut classer les pollutions à partir de nombreux critères. Selon la nature de l'agent de polluant soit Physique Représente rayonnements ionisants, réchauffement artificiel du milieu ambiant dû à une source de chaleur technologique, ou Chimique représente substances minérales, organiques abiotiques ou encore de nature biochimique, Biologique: microorganismes pathogènes, populations d'espèces exotiques invasives introduites artificiellement par l'homme.

Et on trouve plusieurs types dans la pollution Il y en a: Pollution des sols peut être diffuse ou locale, d'origine industrielle, agricole (suite à l'utilisation massive d'engrais ou de pesticides qui s'infiltrent dans les sols). Ces pollutions agricoles peuvent avoir plusieurs impacts sur la santé humaine, en touchant des nappes phréatiques d'une part et en contaminant par bioaccumulation les cultures poussant sur ces sols d'autre part, et La pollution de l'eau peut avoir diverses origines parmi lesquelles : les exploitations agricoles industrielles: qui rejettent divers produits présents dans les engrais des ions (ex: NO_3^-) ou les produits phytosanitaires peuvent polluer les nappes phréatiques et entraîner la fermeture de points de captages d'eau potable si leur présence est trop importante et l'industrie s'agit essentiellement de produits chimiques et d'hydrocarbures (dégazage), et les eaux usées [2].

Et bien sur le composant principal de la pollution c'est le polluant ; il y plus que polluants dans l'environnement permet-les, les colorants.

Les colorants sont parmi les polluants organiques qui se manifestent en grande quantité dans les rejets industriels. Ils sont difficiles à traiter car les colorants ont une structure moléculaire complexe qui les rend plus stables et difficiles à être biodégradable [3]. D'après la nature et la toxicité des polluants dans l'environnement on trouve plusieurs technique d'élimination ou diminution de ces polluants tel que : l'absorption, condensation, interaction, procédés d'oxydation thermique, photo-oxydation, réduction thermique, bioréacteurs, et l'adsorption.

La technique d'adsorption est l'une des techniques les plus efficaces de l'élimination des polluants est devenue une méthode analytique de choix très simple dans son utilisation, et l'application du processus d'adsorption existent dans l'industrie. On peut citer à titre illustratif, la décoloration des produits textile, traitement des eaux usées.

Dans le cadre de cette étude, nous nous sommes intéressés à l'étude du procédé d'adsorption comme procédés de traitement des eaux de rejets afin d'éliminer des polluants présents dans les effluents industriels. Utilisons une solution synthétisée de colorant " Rouge Erionyl " (polluants anionique) comme une substance modèle et le charbon actif comme l'adsorbant.

I. L'adsorption

I.1.Définition

L'adsorption est un procédé de transfert de matière entre une phase liquide (ou gazeuse) chargée en composés organiques ou inorganiques et une phase solide, l'adsorbant. Pendant des décennies, les charbons actifs commerciaux ont été les principaux, voire les seuls adsorbants utilisés dans les filières de traitement d'eaux. En effet, l'adsorption sur charbons actifs présente de nombreux avantages: elle permet l'élimination d'une large gamme de polluants, dont différents types de colorants, mais aussi d'autres polluants organiques et inorganiques, tels que les phénols, les ions métalliques, les pesticides, les substances humiques, les détergents, ainsi que les composés responsables du goût et de l'odeur. A l'inverse de la précipitation, l'adsorption est plutôt efficace dans le domaine des faibles concentrations [4].

I.2.Les types d'adsorption

Il existe deux types d'adsorption qui se différencient complètement par les énergies mises en jeu et par leur nature :

I.2.1.L'adsorption chimique (chimisorption)

La chimisorption est un phénomène d'adsorption qui met en jeu une ou plusieurs liaisons chimiques covalentes ou ioniques entre l'adsorbat et l'adsorbant. La chimisorption est généralement irréversible, produisant une modification des molécules adsorbées. Ces dernières ne peuvent pas être accumulées sur plus d'une monocouche [5]. La chaleur d'adsorption, relativement élevée est comprise entre 20 et 200 Kcal/mol [6].

I.2.2.L'adsorption physique (physisorption)

L'adsorption physique se produit à des températures basses. Les molécules s'adsorbent sur plusieurs couches (multicouches) avec des chaleurs d'adsorption souvent inférieures à 20 kcal/mol [5]. Les interactions entre les molécules du soluté (adsorbat) et la surface du solide (adsorbant) sont assurées par des forces électrostatiques type dipôles, liaison hydrogène ou Van der Waals (La liaison physique est plus faible) [7]. La physisorption est rapide et réversible [8].

I.3. Les facteurs influençant l'adsorption

La théorie de l'adsorption des liquides par les solides est nettement moins complète que celle de l'adsorption des gaz ou des vapeurs par les solides. Ce qui est du sans doute a de nombreux facteurs qui rendent l'étude de tels phénomènes difficile interpréter. Ces facteurs sont [9] :

La concentration du soluté.

La vitesse d'adsorption.

La nature de l'adsorbant, et de l'adsorbat.

La température.

I.3.1. Concentration

Pour les faibles concentrations dissoutes, on observe en général que le taux d'adsorption en fonction de la concentration des substances dissoutes suit la loi de Freundlich [8].

I.3.2. Vitesse d'adsorption

L'adsorption physique en phase liquide est beaucoup moins rapide. La viscosité de la solution doit être un facteur agissant sur la vitesse d'adsorption et il est vraisemblable qu'en diminuant la viscosité par chauffage, on croit la vitesse. C'est une des raisons pour lesquelles on effectue à température élevée la décoloration de solution par les adsorbants solides [9].

I.3.3. Nature de l'adsorbant

Etant donné que les substances à adsorber doivent se mouvoir dans un solvant plus ou moins visqueux, l'adsorbant travaillant en phase liquide, a en général des caractéristiques différentes de celles des adsorbants utilisés en phase gazeuse [9].

I.3.4. La température

L'adsorption est un processus exothermique et son déroulement doit être favorisé par l'abaissement de la température [8].

I.4. Les modèles cinétiques

La cinétique d'adsorption est définie par l'évolution de la quantité adsorbée en fonction du temps de contact adsorbant/adsorbat. La vitesse d'adsorption d'un soluté à partir d'une solution dépend de nombreux facteurs, notamment la nature de l'adsorbant, l'adsorbat, ainsi que de la vitesse d'agitation du milieu [10]. Elles ont montré que l'adsorption des adsorbats est relativement rapide sur un solide non poreux. L'équilibre est atteint en quelques minutes. Cependant, l'adsorption sur un solide poreux est beaucoup plus lente [11].

I.4.1. Modèle de pseudo premier ordre

C'est le plus ancien des modèles cinétiques, il a été proposé par Lagergren en 1898 [12].

Le modèle cinétique du pseudo premier ordre peut être exprimé par l'équation suivante:

$$\frac{dQ}{dt} = k_1(Q_e - Q_t) \dots \dots \dots (1)$$

Après intégration de l'équation entre les instants 0 et t on obtient :

$$\ln(Q_e - Q_t) = \ln Q_e - Kt \dots \dots (2)$$

Avec :

K: Constante de vitesse du pseudo premier ordre (min^{-1}).

t : Temps de contact (min).

Q_e : Quantité de colorant adsorbée par unité de masse d'adsorbant à l'équilibre en mg/g.

Q_t : Quantité adsorbée (mg/g) du soluté par unité de masse de l'adsorbant au temps t.

Le tracé $\ln(Q_e - Q_t)$ en fonction du temps t donne une droite linéaire de pente K et l'ordonnée à l'origine $\ln Q_e$.

I.4.2. Modèle de pseudo second ordre

Ce modèle peut être exprimé par l'équation de la forme suivante :

$$\frac{dQ_e}{dt} = k(Q_e - Q_t)^2 \dots \dots \dots (3)$$

Après l'intégration suivie de la linéarisation, l'équation devient sous la forme suivante:

$$\frac{1}{Q_t} = \frac{1}{k \cdot Q_e^2} + \frac{1}{Q_e} \cdot t \dots \dots \dots (4)$$

Avec:

Q_e et Q_t : représentent les quantités adsorbées (mg/g) du soluté par unité de masse de l'adsorbant respectivement à l'équilibre et au temps t.

t: temps de contact (min).

K: constante de vitesse d'adsorption du pseudo deuxième ordre. ($\text{g/mg}^{-1} \text{min}^{-1}$).

Le tracé de t/Q_t en fonction du temps t donnera une droite de pente égale à $1/Q_e$ et d'ordonnée à l'origine à : $\frac{1}{k \cdot Q_e^2}$.

I.5. Etude des paramètres thermodynamique

I.5.1. Coefficient de distribution

Ce coefficient est défini comme étant le rapport des quantités fixées par gramme de solide sur la quantité de soluté restant en solution par volume de solution. Il caractérise l'affinité du soluté pour l'adsorbant [13] et se traduit par l'expression suivante [8] :

$$kd = \frac{(C_0 - C_e)}{C_e} \dots \dots \dots (5)$$

Avec :

K_d : Coefficient de distribution.

C_0 : Concentration initiale de l'adsorbant (mg /L).

C_e : Concentration à l'équilibre de l'adsorbant (mg /g).

La forme linéaire est :

$$\ln Kd = \frac{\Delta S}{R} - \frac{\Delta H}{RT} \dots \dots \dots (6)$$

Où:

ΔG : Energie libre (KJ /mole)

ΔH : Enthalpie (KJ/mole)

ΔS : Entropie (J/mole.K)

R : Constante de gaz parfaits (J/mol.K)

T : Température (Kelvin)

Le tracé des droites $\ln K_d = f(1/T)$ permettent de calculer les valeurs des paramètres thermodynamiques ΔS et ΔH à partir de l'ordonnée et de la pente.

I.6. Les modèles d'isothermes d'adsorption

Plusieurs modèles mathématiques peuvent être utilisés pour décrire les isothermes d'adsorption en solution aqueuse, mais seuls les modèles de Langmuir et de Freundlich sont fréquemment appliqués [8].

Une isotherme d'adsorption permet d'évaluer la répartition d'un polluant entre deux phases, à l'équilibre et à la température donnée. La notion d'isotherme a été utilisée pour décrire l'adsorption du gaz sur des solides poreux. Elle a été ensuite étendue rapidement à l'adsorption de soluté en phase aqueuse [8].

Une courbe isotherme d'adsorption est définie par le tracé de la quantité adsorbée par unité de masse du solide Q_e (mg/g) en fonction de la concentration d'adsorbant en équilibre C_e (mg/L) dans la solution et à la température constante [14].

La quantité adsorbée par unité de masse du solide à l'équilibre est déterminée par la relation suivante [8] :

$$Q_e = (C_0 - C_e) \cdot \frac{V}{m} \dots \dots \dots (7)$$

Avec :

Q_e : La quantité adsorbée par unité de masse du solide (mg/g).

C_0 : Concentration initiale du soluté en (mg/L).

C_e : Concentration résiduelle du soluté à l'équilibre dans la solution (mg/L).

V : Volume de la solution (L).

m : masse du solide (g).

I.6.1. Modèle de Langmuir

Langmuir est un modèle d'adsorption monocouche très simple. C'est le modèle le plus utilisé pour commenter les résultats trouvés au cours de l'adsorption des composés organiques en solution aqueuse [8]. Il est le plus souvent formulé par la relation suivante :

$$Q_e = \frac{K_L \cdot b \cdot C_e}{1 + K_L \cdot C_e} \dots \dots \dots (8)$$

Où:

Q_e : Quantité de substance adsorbée par unité de masse de l'adsorbant à l'équilibre (mg/g).

K_L : Constante correspondant à l'énergie d'adsorption.

b : Capacité maximale d'adsorption (mg/g).

C_e : Concentration à l'équilibre de l'adsorbat (mg/L).

Cette isotherme peut-être généralisée à plusieurs espèces adsorbées ou plusieurs sites d'adsorption.

L'ajustement des points expérimentaux avec une relation de type Langmuir ne signifie forcément pas que les hypothèses qui sous-tendent le modèle sont satisfaites [8]. Il permet malgré tout de déterminer empiriquement une capacité d'adsorption maximale d'une surface donnée pour une espèce [15].

La linéarisation de l'équation de Langmuir peut s'écrire sous la forme suivante:

$$\frac{C_e}{Q_e} = \frac{1}{K_L \cdot b} + \frac{C_e}{b} \dots \dots \dots (9)$$

Le tracé de la courbe $C_e/(Q_e)=f(C_e)$ permet de déterminer les valeurs de K_L et b .

I.6.2. Modèle de Freundlich

C'est une équation empirique largement utilisée pour la représentation pratique de l'équilibre d'adsorption [8]. Elle ne repose sur aucune base théorique. Toutefois l'expérience montre qu'elle décrit bien les résultats d'adsorption des micropolluants par les solides tels que les charbons actifs, les sols et les argiles [14]. Elle est souvent utilisée pour ajuster graphiquement les points expérimentaux lorsque le modèle de Langmuir ne permet pas cet ajustement [8]. Elle se présente sous la forme:

$$Q_e = K_f \cdot C_e^{\frac{1}{n}} \dots \dots \dots (10)$$

Avec :

Q_e : Quantité du soluté adsorbée par unité de masse de l'adsorbant à l'équilibre.

K_f : Constante de Freundlich associée à la capacité d'adsorption.

n : paramètre énergétique de Freundlich

C_e : Concentration de l'adsorbat à l'équilibre dans la phase liquide.

La transformée linéaire permettant de vérifier la validité de cette équation est obtenue par passage en échelle logarithmique [14] :

$$\log Q_e = \frac{1}{n} \log C_e + \log K_f \dots (11)$$

Le tracé $\log Q_e$ en fonction de $\log C_e$ permet de déterminer de pente $1/n$ et d'ordonnée à l'origine $\log K_f$.

II.les adsorbants

Les adsorbants permettent de réaliser la séparation des composants d'un mélange en retenant plus ou moins, ceux-ci, par le biais de liaisons dont l'intensité varie selon la nature des molécules présentes dans le mélange. Au sens strict, tous les solides sont des adsorbants. Cependant, seuls les adsorbants ayant une surface spécifique suffisante (surface par unité de masse) peuvent avoir des intérêts pratiques.

Les adsorbants industriels ont généralement des surfaces spécifiques au-delà de $100 \text{ m}^2\text{g}^{-1}$, atteignant même quelques milliers de ($\text{m}^2\text{.g}^{-1}$). Ces adsorbants sont nécessairement microporeux avec des tailles de pores inférieures à 2 nm ou mésoporeux avec des tailles de pores comprises entre 2 nm et 50 nm (selon la classification de l'IUPAC). Les adsorbants industriels les plus courants sont les suivants : les charbons actifs, les zéolithes, les gels de silice, les argiles activées (ou terres décolorantes) et les alumines activées [16].

II.1.le charbon actif

II.1.1.la définition

Le charbon actif est un squelette carboné qui, par oxydation ménagée, a acquis une intense porosité. Sa structure est voisine de celle du graphite. Elle se présente sous la forme d'un empilement de couches successives planes d'atomes de carbone ordonnés en hexagones réguliers.il peut être produit à partir de nombreux matériaux contenant du carbone. Le plus souvent, on utilise la houille, le bois, la noix de coco, ou le lignite pour des raisons économiques) [17].

II.1.2.les formes des charbons actif

Le charbon actif est principalement disponible sous deux formes différentes : en poudre ou en grain.

II.1.2.1.Charbon actif en poudre (CAP)

Le charbon actif en poudre prend la forme de grains de taille comprise entre 10 et 50 μm . Sous cette forme, il s'utilise souvent pour le traitement de l'eau et du gaz. Dans le premier cas, il est généralement utilisé en combinaison avec un traitement clarificateur pour augmenter le temps de contact entre le charbon et l'eau. (Lenntech, 2004) [17].



Figure II.1. Charbon actif en poudre

II.1.2.1.1.Utilisation du charbon actif en poudre

Le charbon actif en poudre est utilisé en combinaison avec un traitement de clarification.

Le charbon actif en poudre est ajouté continuellement avec l'eau à traiter avec des agents flocculants. Il est recommandé d'utiliser des clarificateurs pour augmenter le temps de contact entre le charbon et l'eau. La dose d'ozone nécessaire dans le cadre d'une inter-oxxydation est alors réduite. La principale conséquence est que le nombre de sous-produits d'ozonation diminue [8].

II.1.2.2 .Charbon actif en grain (CAG)

La forme du CAG est irrégulière et sa taille est comprise entre 0.2 – 5 mm. Il est majoritairement utilisé pour l'élimination des micro-polluants organiques et de la matière organique des eaux, mais il est également appliqué au traitement des gaz.

Les caractéristiques physiques du CAG varient considérablement selon les matériaux constitutifs et le mode de fabrication [17]

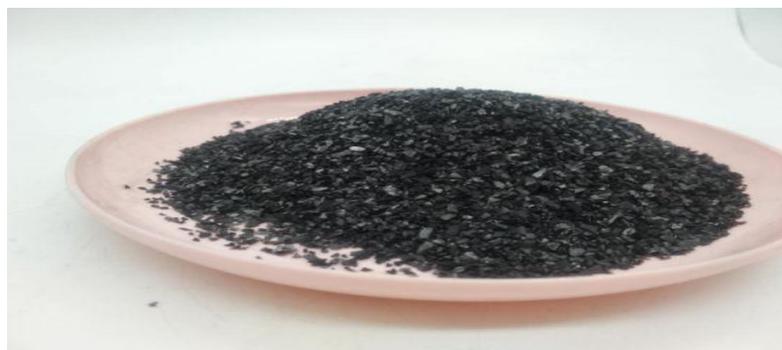


Figure II.2. Charbon actif en grain.

II.1.2.2.1. Utilisation du charbon actif granulé

Le charbon actif granulé est utilisé dans des différents types de traitements des eaux pour la réduction des oxydants chlorés résiduels et une très faible élimination de certains sous produits de des infections tels que les bromates et les chlorates, et aussi utilisé pour enlever les turbidités et pour dissoudre des composés organiques, l'odeur, les taches, les colorants. Le traitement au charbon actif granulé est reconnu comme étant le procédé le plus efficace contre les goûts et les odeurs. Ce composé de faible poids moléculaire favorise une durée de vie prolongée [8].

Il est utilisé pour l'élimination des micropolluants organiques et de la matière organique sous forme de carbone dissous [8].

Il est utilisé en filtration pour des traitements de finition, car il permet l'amélioration de nombreux paramètres liés à la matière organique naturelle (MON) : couleur, goût, odeur et demande en des infectant. En outre, son utilisation en filtration biologique permet d'obtenir des rendements d'élimination du carbone organique biodégradable (CODB) pouvant aller jusqu'à 80 % à 18 °C, mais ne dépassant pas 30 % à 8°C [8].

Dans ce travail nous avons utilisé un charbon actif (1/2 ; 500 °C ; 2h) préparé déjà au niveau de laboratoire à partir d'un déchet végétarien.

III.1. Caractérisation de l'absorbant

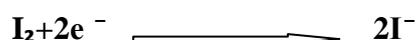
III.1.1. indice d'iode

III.1.1.1.définition

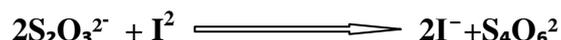
L'indice d'iode fournit une indication sur la microporosité du l'adsorbant. C'est le nombre de milligrammes d'iode adsorbé par gramme d'adsorbat à une concentration résiduelle de 0,02 N.

III.1.1.2.Méthode iodométrique

L'odométrie concerne la réaction avec une solution titrée d'iode. L'odométrie est reliée au titrage de l'iode libère dans les réactions chimiques :



L'analyse par odométrie est basée sur les phénomènes d'oxydoréduction, si l'on ajoute de l'iode libre a une solution de thiosulfate de sodium (réducteur), il se produit la réaction suivante :



III.1.1.3.Préparation des solutions

Pour préparer une solution d'iode de concentration 0,1 N. On pèse 19,1 g d'iodure de potassium cristallise et on les dissout dans la quantité d'eau, la plus faible possible. Après, on pèse 12,69 g d'iode sublime et on le rajoute a l'iodure de potassium se trouvant dans la fiole jaugée, ensuite on agite, la fiole étant fermée, jusqu'à ce que l'iode se dissolve, on complète alors avec de l'eau distillée jusqu'au trait déjauge (1L). Enfin, on laisse la solution à l'abri de la lumière.

Pour préparer une solution de thiosulfate de sodium $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$, de concentration 0,1 N, on introduit 24,817 g de ce sel dans une fiole jaugée à litre. On ajoute un peu d'eau distillée jusqu'à ce que le thiosulfate se dissolve, puis on complète jusqu'au trait de jauge.

III.1.1.4.Détermination de l'indice d'iode

Pour déterminer l'indice d'iode de l'adsorbant, il faut :

- 1-Une solution d'acide chlorhydrique de concentration 5%.
- 2- Une solution d'iode 0,1 N.

3- Une solution de thiosulfate de sodium de concentration 0,1 N.

Peser 0.2 g de l'échantillon qui a été sèche auparavant a 150 °C dans l'étuve pendant 3 heures, le transposer dans un flacon, ajouter 10 cm³ de HCl et remuer doucement jusqu'à ce que l'échantillon soit complètement mouille, porter à ébullition pendant 30 secondes, laisser refroidir à température ambiante, transposer 100 cm³ de la solution d'iode dans le flacon, le boucher immédiatement et agiter pendant 30 secondes rigoureusement, filtrer, ensuite écarter les 20 a 30 cm³ du filtrat et récupérer le reste dans un bécher. Pipeter 50 cm³ du filtrat dans un erlenmeyer propre de 250 cm³, titrer avec Na₂S₂O₃ jusqu'à ce que la solution devienne jaune pale, ajouter 2 cm³ d'amidon fraîchement préparé et titrer goutte à goutte jusqu'à ce que la solution devienne transparente, noter le volume V' et finalement calculer la molarité du filtrat R à partir de l'équation suivante :

$$I = \frac{(V-V')*12,693}{m} \dots\dots(12)$$

Avec :

m : la masse de l'échantillon (g).

Tableau III.1. Résultat de l'indice d'iode de notre charbon actif préparé.

Charbon actif préparé	
Indice d'iode (mg/g)	626 ,86

Le résultat obtenu indique que l'indice d'iode de notre charbon actif est élevé. D'une façon générale. L'indice d'iode est une grandeur essentielle pour indiquer la performance. Il donne une conception sur la surface complète pour l'adsorption des micropolluants.

III.1.2 : Indice bleu de méthylène

La valeur de bleu de méthylène est la quantité de bleu de méthylène (colorant aromatique hétérocyclique) adsorbée par le charbon actif dans des conditions définies. Ce paramètre est une indication de la structure méso poreuse du charbon actif.

$$\frac{x}{m} = \frac{C_0 - C_{eq}}{m * 1000} * v \dots\dots(13)$$

Tableau III.2 : Résultat de l'indice de bleu de méthylène de charbon actif préparé.

Charbon actif préparé.	
Indice de bleu de méthylène (mg/g)	146,053

III.2.détermination de la courbe d'étalonnage

III.2.1. préparation de la solution mère

Une solution mère a été préparé en pesant 1g de colorant « Rouge Erionyl » est dissout dans une fiole de 1000 mL, puis on a complété avec de l'eau distillée, la concentration correspondante est de 1000 mg/L.

III.2.2. préparation des solutions filles

A partir de la solution de mère, des étalons avec des concentrations allant de 1 à 10 mg/L ont été préparés.

III.2.3. Etablissement de la courbe d'étalonnage

Chaque étalon a été analyse dans le domaine de visible par spectrophotométrie à la longueur d'onde de 497 nm, qui a été déterminée par balayage.

Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau III.3.et représentés graphiquement sur la figure III.1

Tableau III.3 : établissement de la courbe d'étalonnage d' Rouge Erionyl

C (mg/L)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Abs	0	0.008	0.02	0.028	0.039	0.04	0.05	0.057	0.073	0.08	0.091

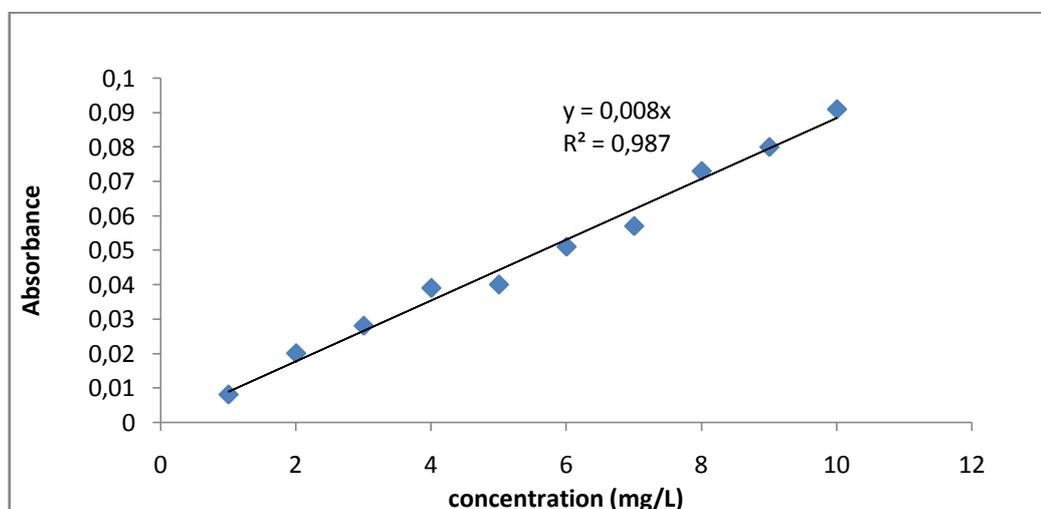


Figure III.1 : courbe d'étalonnage de Rouge Erionyl.

On constate que la courbe est une droite avec un coefficient de régression égale à $R^2=0,987$ représentant un bon ajustement linéaire.

L'équation de la droite donnant l'absorbance en fonction de la concentration du Rouge Erionyl $Abs = 0.008 * C$.

III.3. Application a l'adsorption du colorant «Rouge Erionyl »

III.3.1.Détermination du temps d'équilibre

Afin d'étudier le temps de contact pour atteindre l'équilibre d'adsorption nous avons préparé une solution de concentration de 200 mg/L.

Dans une série de béchers (6 béchers), on a introduit successivement 0.1 g de charbon actif et 25 mL de solution de colorant Rouge Erionyl. L'ensemble est agité a des temps d'agitation de 10 ; 20 ; 30 ; 60 et 90 minutes, puis centrifuger et analyser par spectrophotométrie à une longueur d'onde de 497 nm.

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau III.4 et représenté graphiquement sur la figure III.2.

Tableau III.4 : Résultats de l'effet du temps de l'adsorption de Rouge Erionyl par CA

Temps (min)	10	20	30	60	90
Ceq (mg/L)	112,75	94,875	89,375	81,25	76,375
% élimination	43,63	52,56	55,94	59,38	61,81

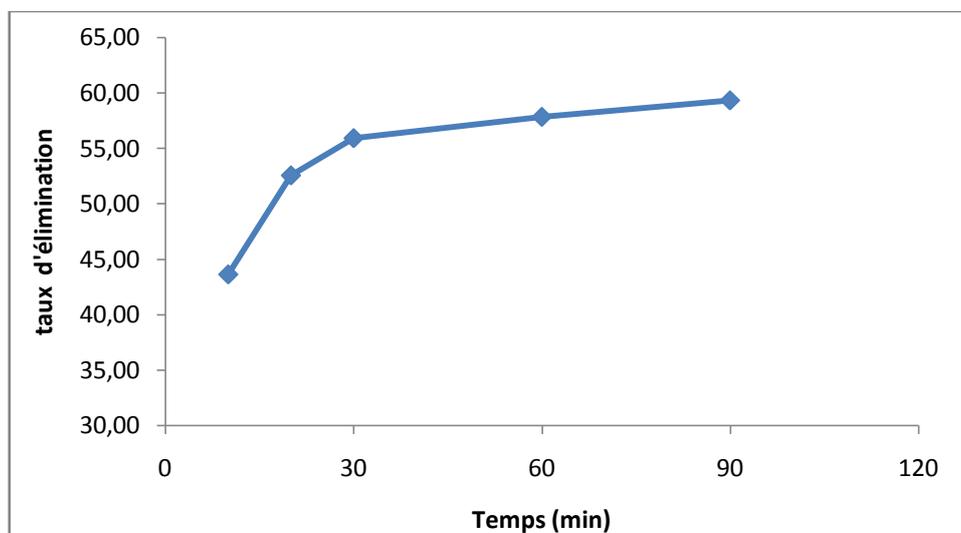


Figure III.2. Taux d'élimination de Rouge Erionyl en fonction du temps.

Le tracé des quantités éliminées du colorant Rouge Erionyl sur le CA en fonction du temps de contact montrent que le taux d'élimination augmente avec l'augmentation du temps, l'équilibre est atteint à 30 min ce temps est considéré comme optimum pour ce processus.

III.3.2. Etude de l'effet de dose

On introduit dans une série de béchers contenant successivement des masses de 0,025 ; 0,050 ; 0,075 ; 0,1 et 0,150 gramme de notre charbon actif et 25 mL ($C = 200$ mg/L) de la solution de Rouge Erionyl, l'ensemble est agité pendant 30 min puis centrifugé et analysé.

Les résultats de ses mesures sont regroupés dans le tableau III.5 et représentés graphiquement sur la figure III.3.

Tableau III.5 : Résultat de l'effet de dose sur l'adsorption de Rouge Erionyl par CA

La masse (g)	0,025	0,05	0,075	0,1	0,150
Ceq (mg/L)	105	80,625	86,750	91,875	88
% d'élimination	47,50	59,69	56,63	55,94	56

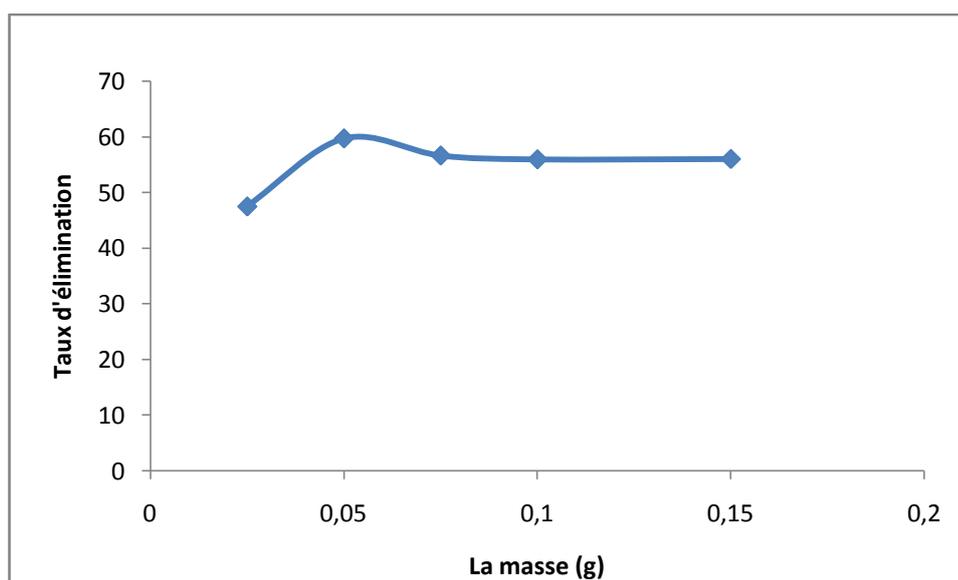


Figure III.3 : taux d'élimination Rouge Erionyl en fonction de masse

La figure III.3 montre que le taux d'élimination augmente avec l'augmentation de la masse de l'adsorbant jusqu'à la saturation, donc le pourcentage d'élimination le plus élevé est de 0,05 g

III.3.3: l'effet de pH de la solution sur l'adsorption de Rouge Erionyl

pH signifie le potentiel d'hydrogène .c'est la mesure qui nous permet de déterminer si une solution est acide ou alcaline. le pH influe sur l'adsorption du fait de la nature de l'adsorbant dont les sites comportent des groupements fonctionnels organiques qui peuvent être chargés et se dissocier suivant la valeur du pH [8].

Aussi dans une séries de béchers, on a introduit successivement 25 mL de la solution de Rouge Erionyl de concentration 200 mg/L au quelle on a ajouté une masse de 0.05 g de charbon actif, et on ajusté le pH initial de la solution de rouge erionyl. En utilisant les deux solutions NaOH (0.1N) et HCL (0.1N) pour les différents valeurs de pH étudiées (2,4, pH de solution, 7,9 et 11,5).

Le mélange est agité magnétiquement pendant 30 min, puis la suspension est séparée par la centrifugation, l'adsorption de colorant est déterminée par spectrophotométrie à la longueur d'onde de 497 nm.

Tableau III.6. Les résultats de l'effet de pH de l'adsorption de Rouge Erionyl

pH	2	4	6,52 (solution)	7	9	11,5
Ceq (mg/L)	0,25	38,38	13	11,75	20,25	21,88
% d'élimination	99,88	80,81	92,50	94,125	89,88	89,06

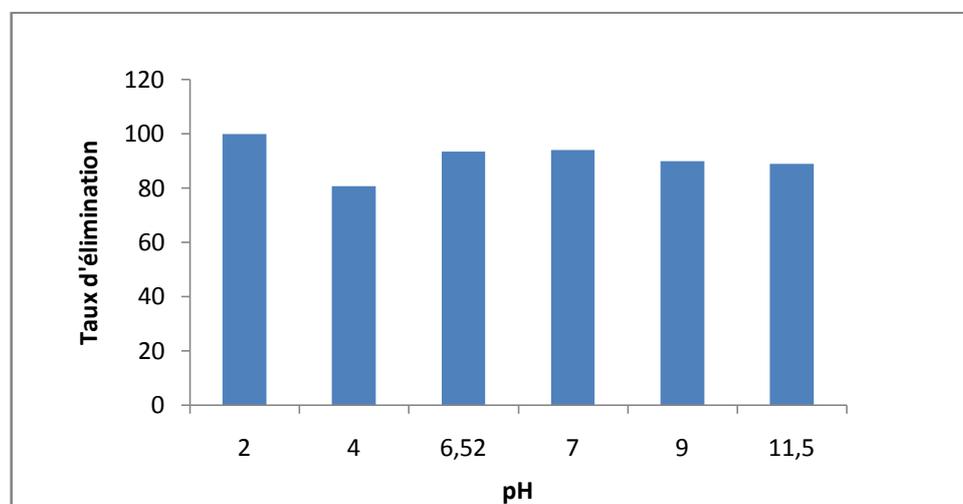


Figure III.4 : taux d'élimination en fonction de pH.

Les résultats d'adsorption sont résumés dans le tableau III.6 et représentés graphiquement par la figure III.4. On peut observer de cette figure que le meilleur taux d'élimination est obtenu à pH=2. On pourrait expliquer ce phénomène par le fait qu'à une forte valeur acide du pH, une attraction électrostatique importante existe entre la surface de l'adsorbant chargé positivement et le colorant.

III.3.4 .Etude l'effet de température sur d'adsorption Rouge Erionyl

Pour étudier l'effet de la température sur d'adsorption du colorant étudié, nous avons choisi les températures suivantes 35, 40, 45 °C.

Ces études ont montré que la relation entre la température et l'adsorption dépend essentiellement du couple adsorbant/adsorbat.

Dans des flacons contenant 25 mL de solution de Rouge Erionyl de concentration 50 mg/L, puis 0,05 g de l'adsorbant et régler le pH=2, le flacon de la concentration de 50 mg/L placés a des températures 35, 40, 45 °C dans un bain marie muni d'un thermostat permettant de contrôler la température, chaque flacon est agité pendant 30 min puis centrifuger et analyser par spectrophotométrie.

Les résultats de ces mesures sont dans le tableau (III.7) et représenté sur la figures (III.5).

Tableau III.7. Résultat de l'effet de température sur l'adsorption de l'Rouge Erionyl à C=50 mg/L.

C=50 mg/L			
T (°C)	35	40	45
T (°K)	308	313	318
1000/T (°K)	3,333	3,195	3,145
Ceq (mg/L)	9,125	15,625	18,875
% d'élimination	81,750	68,750	62,250
K _d	4,48	1,10	0,82
LnK _d	1,500	0,095	-0,193

D'après le tableau (III.7) les résultats obtenus peuvent montrer que l'augmentation de la température a provoqué une diminution de la capacité d'adsorption, nous pouvons dire que l'élévation de la température a défavorisé le déroulement du phénomène d'adsorption.

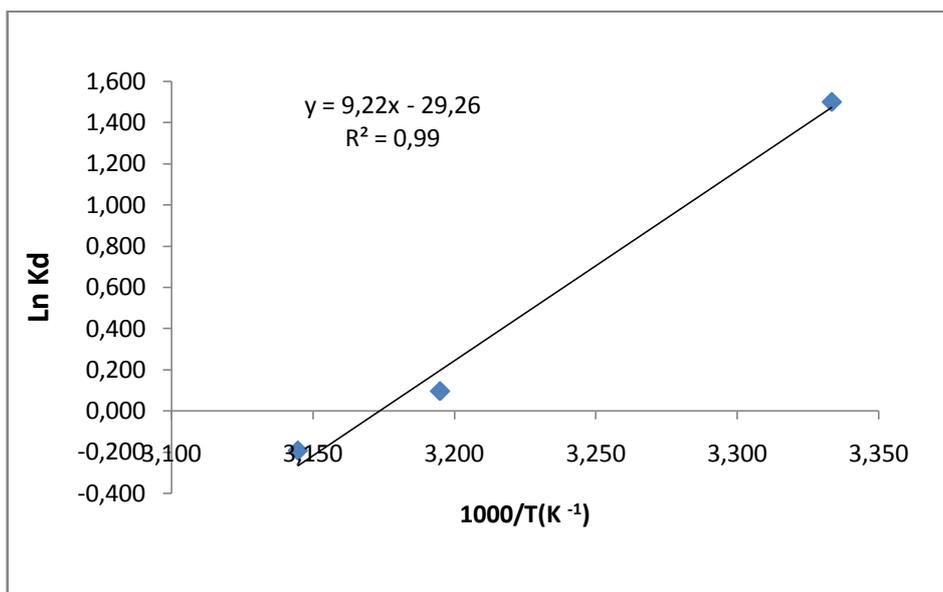


Figure III.5: Evolution de LnKd en fonction de 1000/T pour l'adsorption C=50 mg/L.

Donc l'évolution de Ln(Kd) en fonction de (1000/T) figure(III.5) nous a permis de réduire les grandeurs thermodynamique relatives aux systèmes adsorbant/adsorbant étudiés.

Tableau III.8: paramètre thermodynamique d'adsorption du Rouge Erionyl.

Concentration	Equation	ΔG (KJ/mol)			ΔH (KJ/mol)	ΔS (KJ/mol.K)
		T=308 (K)	T=313 (K)	T=318 (K)		
50 mg/L	Y=7,641x-24,25	-1501,17	-248,02	510,20	76,67	-243,27

D'après le tableau ci-dessus, la valeur d'enthalpie ΔH° confirme que la réaction d'élimination Rouge Erionyl par charbon actif suit un processus endothermique. La valeur négative de l'enthalpie ΔG° pour les températures 35 °C et 40 °C montre que le processus d'adsorption du Rouge Erionyl est spontané et favorable. À la température 45 °C le processus d'adsorption du Rouge Erionyl n'est pas favorable.

III.3.5 : Isotherme d'adsorption

L'isotherme d'adsorption est une caractéristique représentative de l'équilibre thermodynamique entre adsorbant et adsorbat. Il caractérise le processus d'adsorption, et exprime la quantité d'adsorbat présente sur l'adsorbant x/m (exprimée en mg par g d'adsorbant).

Dans une série de béchers contenant 25 mL de solution de concentration qui varie entre 100 mg/L à 1000 mg/L, l'ensemble est agité pendant un temps de contact déterminé 30 min (temps de contact déterminé), puis centrifuger et analyser.

La quantité x/m (masse adsorbée par gramme d'adsorbant) est déterminée par l'équation suivante :

$$\frac{x}{m} = \frac{(C_0 - C_{eq})}{m \cdot 1000} * v \dots \dots \dots (14)$$

Avec :

C_0 : concentration initiale de l'adsorbat (mg/L)

C_{eq} : concentration à l'équilibre de l'adsorbat (mg/L)

m : masse d'adsorbant (mg)

v : volume d'adsorbant (mL)

1000 : coefficient de conversion.

Les valeurs de cette étude sont récapitulées dans le tableau III.9 et représentées graphiquement sur les figures III.6:

Tableau III.9. Résultat de l'isotherme de Rouge Erionyl

C (mg/L)	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
C_{eq} (mg/L)	9,38	11,88	12,38	29,50	37,13	60,63	76,25	112,25	141,38	186,25
Q_e (mg/g)	45,31	94,06	143,81	185,25	231,44	269,69	311,88	343,88	379,31	406,88
C_{eq}/Q_e (g/L)	0,21	0,13	0,09	0,16	0,16	0,23	0,24	0,33	0,37	0,46
Ln C_{eq}	0,97	1,07	1,09	1,47	1,57	1,78	1,88	2,05	2,15	2,27
Ln Q_e	1,66	1,97	2,16	2,27	2,36	2,43	2,49	2,54	2,58	2,62

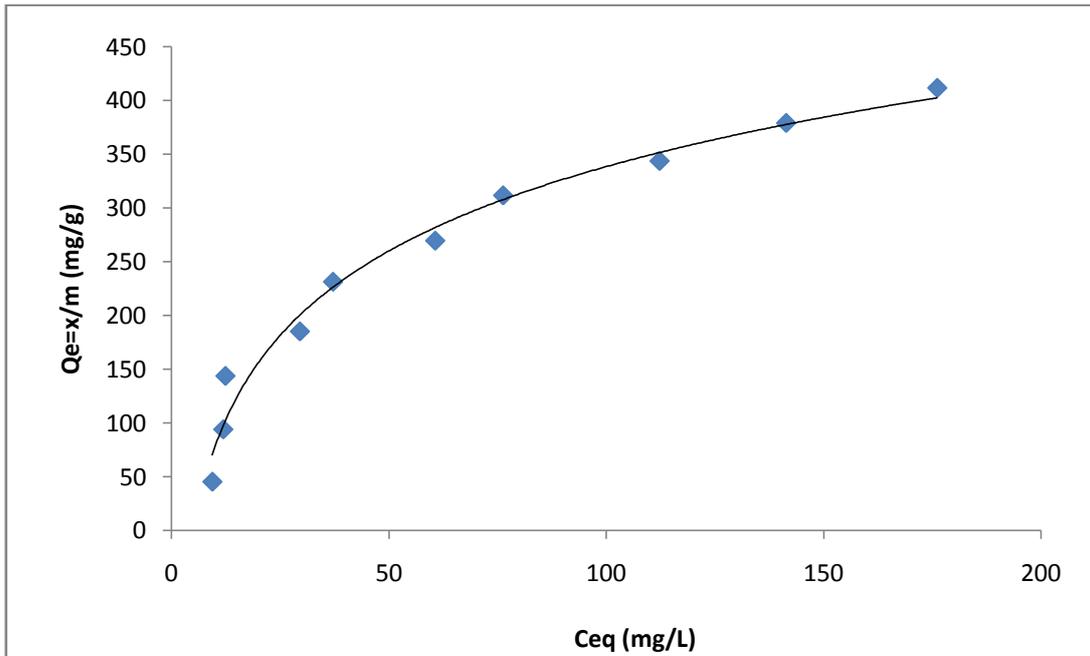


Figure III.6 : Isotherme d'adsorption.

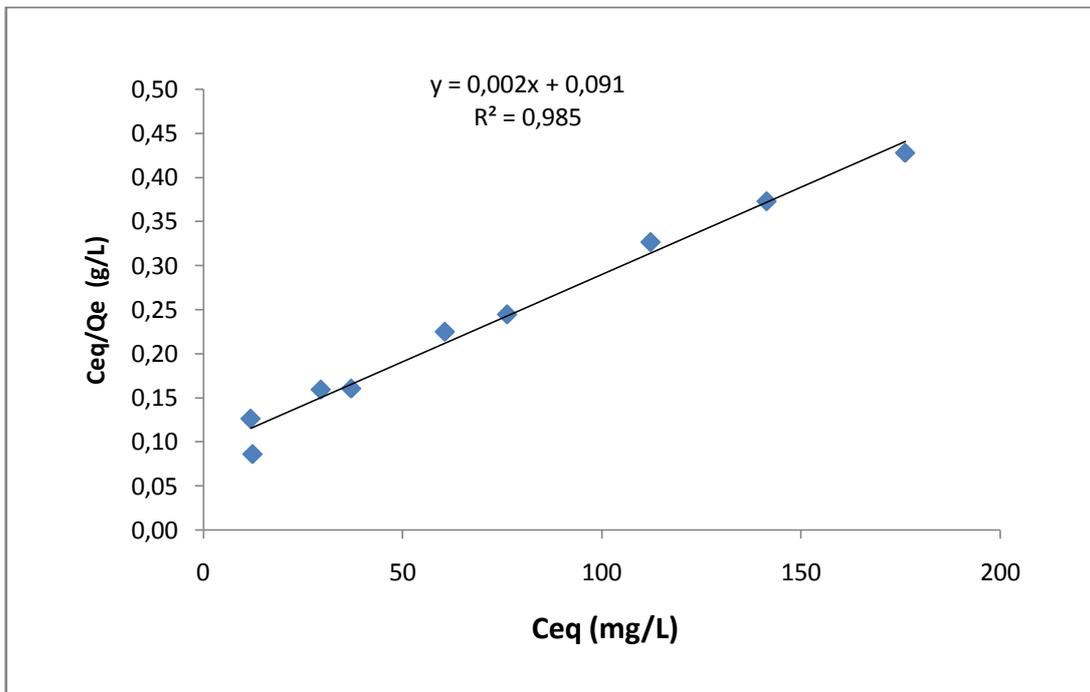


Figure III.7: Application de modèle de Langmuir pour l'adsorption de Rouge Erionyl.

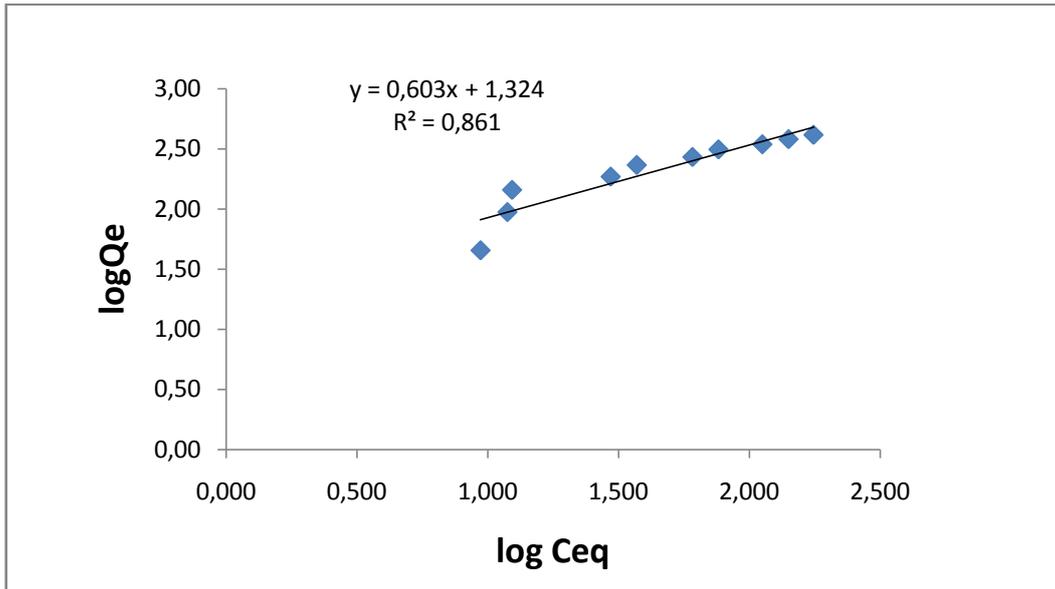


Figure III.8 : Application du modèle de Freundlich pour l’adsorption de Rouge Erionyl.

Les figures III.6, III.7 et III.8 nous montre que :

- La capacité d’adsorption du Rouge Erionyl par l’adsorbant augmente remarquablement avec l’augmentation de la concentration initiale.
- L’isotherme présente un palier indiquant la saturation des sites de la surface et donc formation de la monocouche.
- La linéarité de droite de la figure III.7. avec un coefficient de régression $R^2=0,985$ montre que le système appliqué est le modèle de Langmuir.
- La pente et l’ordonnée à l’origine déterminent la capacité maximale d’adsorption b ainsi que la constante K pour l’adsorbant étudié.

Tableau III .10 : constantes Freundlich et Langmuir d’adsorption du Rouge Erionyl.

Langmuir				
système	Equation	b (mg/g)	KL (L/mg)	R ²
CA	Y=0,002+0,091	500,000	0,022	0,985
Freundlich				
Système	Equation	n	Kf (L/g)	R ²
CA	Y=0,603x+1,324	1,658	21,086	0.861

Le tableau III.10 donne les équations des droites obtenues ainsi que les constantes et les coefficients de corrélationnel confirmant que ce système est bien décrit par le modèle de Langmuir.

III.3.6 .Cinétique d'adsorption de Rouge Erionyl

Les cinétique sont pris en considération afin d'étudier le processus d'adsorption du Rouge Erionyl, en prenant des temps de contact inférieurs au temps d'équilibre, avec les doses et pH optimum trouvés au paravent.

L'étude de la cinétique d'adsorption de Rouge Erionyl sur l'adsorbant à l'état brut a été suivie en appliquant les modèles de Lagergren (pseudo-premier et pseudo-deuxième ordre) et le modèle de diffusion intra particulaire. Nous citons les modèles cinétiques étudiés pour l'élimination du Rouge Erionyl par l'adsorbant.

Dans une série des béchers nous avons introduit 25 mL de solution du Rouge Erionyl et nous avons ajouté 0,05 g d'adsorbant, l'ensemble est agité à des temps de 5 ; 10 ; 15 ; 20 ; 25 et 30 minutes puis centrifuger et analyser par spectrophotométrie.

Les résultats de ces mesures sont mentionnés dans le tableau III.11 représentés sur la figure III.9, III.10, III.11.

Tableau III.11 : Résultat de la cinétique d'adsorption de l' Rouge Erionyl.

C ₀ =200 mg/L						
t (min)	5	10	15	20	25	30
C _{eq} (mg/L)	14,500	13,620	13,625	13,125	13,750	10,625
Q _e (mg/g)	92,750	93,187	93,187	93,438	94,125	94,688
Q _e -Q _t (g/L)	1,938	1,500	1,500	1,250	0,653	0
T/Q _t (min.g/mg)	0,054	0,107	0,161	0,214	0,266	0,317
Ln(Q _e -Q _t)	1,661	1,500	1,500	1,250	0,653	

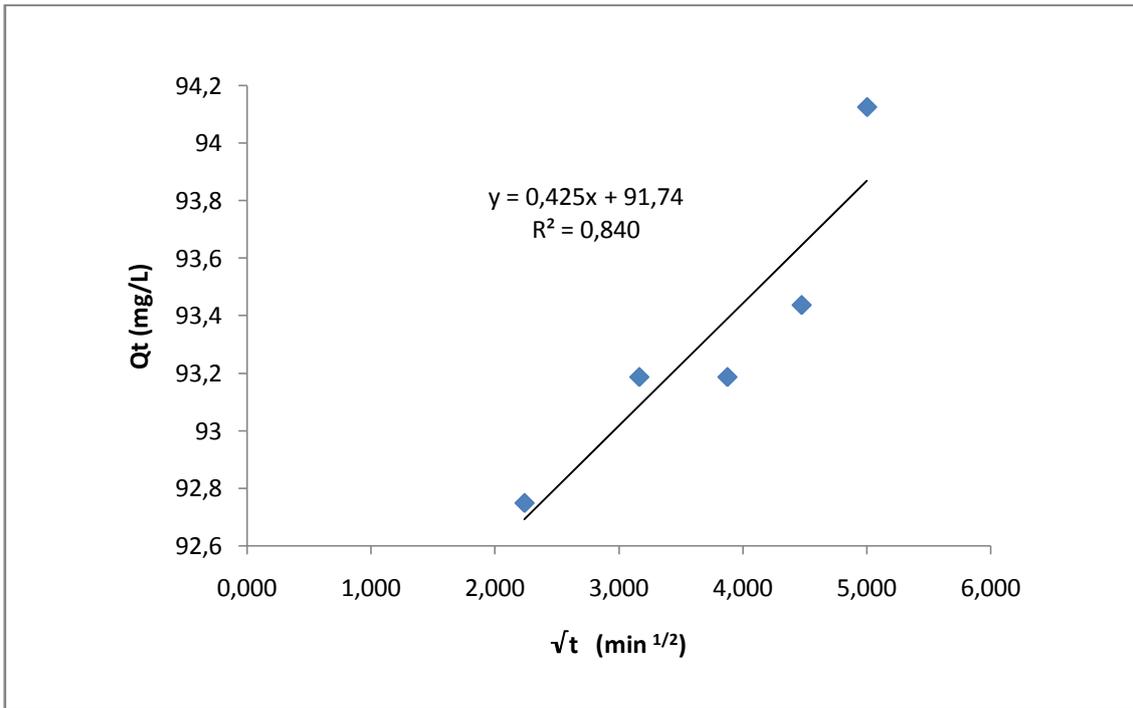


Figure III.10 : Modèle de la cinétique selon la diffusion.

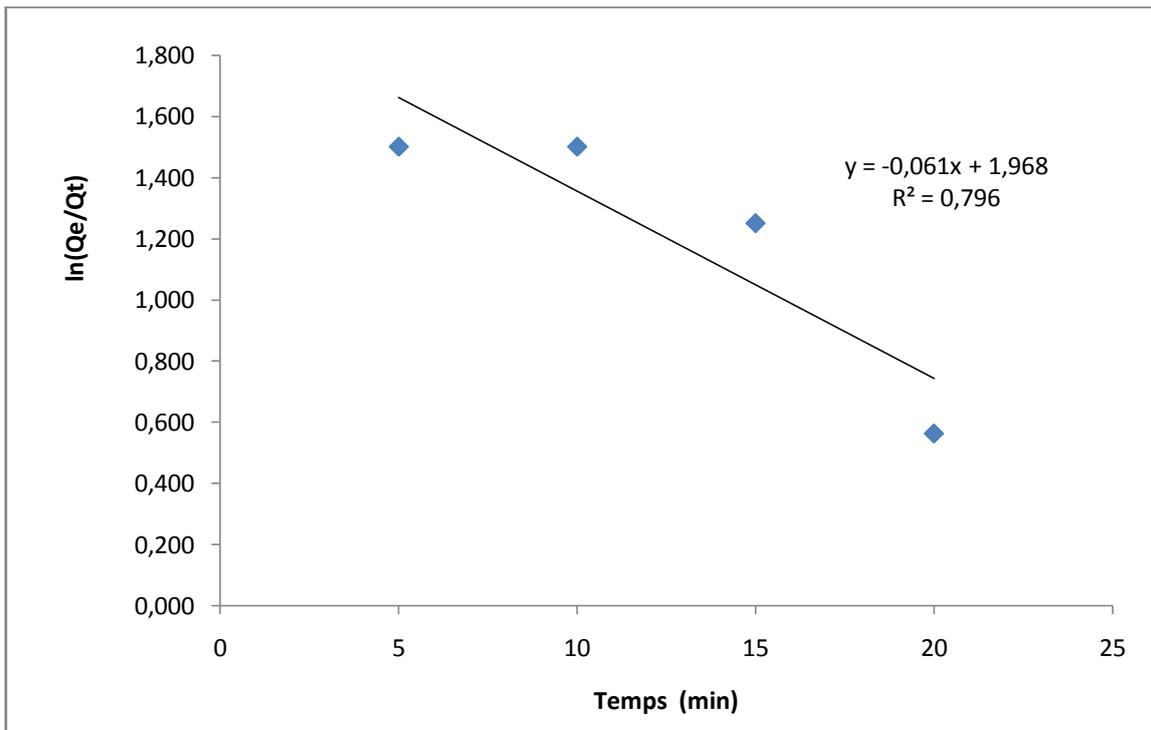


Figure III.11 : modèle de cinétique selon le pseudo-premier ordre.

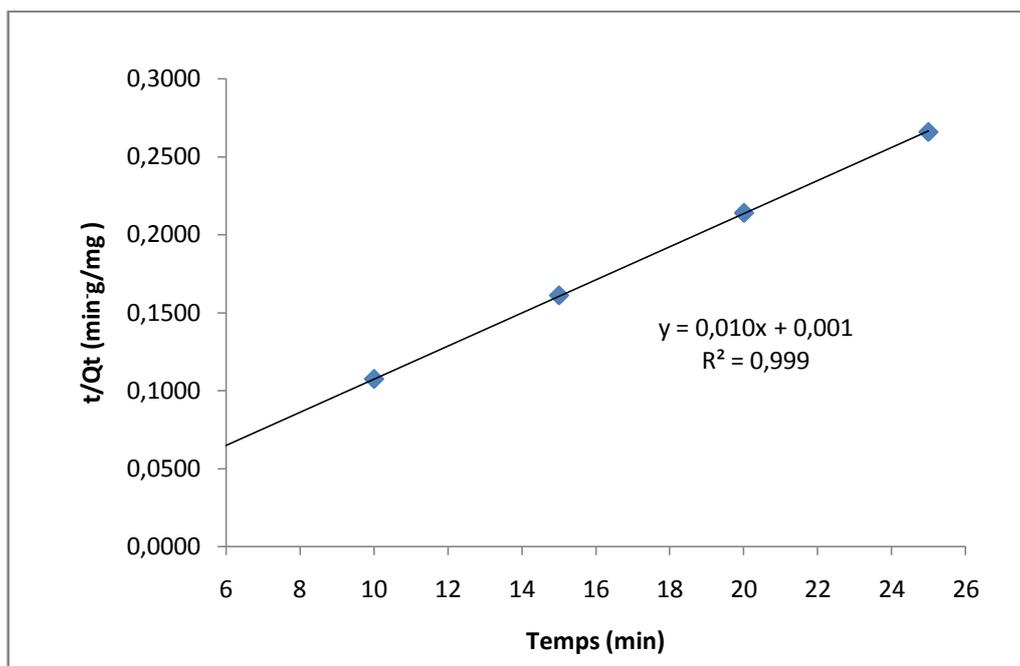


Figure III.12 : modèle de la cinétique selon le pseudo –seconde ordre.

Tableau III.12. Les paramètres cinétique d'adsorption du Rouge Erionyl par l'absorbant

$Q_{exp} = 94,688 \text{ (mg/g)}$				
Modèle	Equation	$Q_e \text{ (calc) (mg/g)}$	k_1	R^2
Pseudo 1 ^{er} ordre	$Y = -0,061 + 1,968x$	0,94082324	0,968	0,796
Pseudo 2 ^{ème} ordre	$Y = 0,010x + 0,001$	100	0,1	0,999

D'après ces résultats on remarque que l'application du modèle pseudo premier ordre pour l'adsorption de Rouge Erionyl donne de coefficient de détermination (R^2) est faible. Donc l'adsorption du Rouge Erionyl par l'adsorbant étudié n'est pas un processus pseudo premier ; par contre le coefficient de détermination R^2 du pseudo second ordre est élevé $R^2 = 0,994$. On peut conclure que l'adsorbant suit bien le modèle du pseudo second ordre.

Conclusion générale

Notre travail a été effectué au laboratoire de la faculté de la science et technologie à l'université de MOSTAGANEM SEA2M.

Cette étude a été réalisée en deux étapes, la première étape est la caractérisation de charbon actif et la 2^{ème} étape est l'étude de l'élimination de colorant textile « Rouge Erionyl ».

Étude l'évaluation de certains paramètres tels que : le temps de contact, le pH de solution, rapport solide sur solution. Pour revenir à l'isotherme d'adsorption.

Différents modèles mathématiques tels que (Langmuir, Freundlich, pseudo premier ordre, et pseudo deuxième ordre), ont été appliqués.

Les principaux résultats de cette étude montrent que :

- La valeur de l'indice d'iode pour notre charbon actif est 626,86 mg/g.
- La valeur de l'indice de bleu de méthylène pour le charbon actif est 146,053 mg/g.
- La modélisation de la cinétique a montré que le modèle de pseudo second ordre est le plus adéquat pour décrire la cinétique d'élimination du colorant (Rouge Erionyl).
- La modélisation des isothermes d'adsorption montre que le modèle de Langmuir est le modèle le plus applicable pour décrire l'isotherme du colorant avec une valeur du coefficient de détermination supérieure à 0,98 pour notre charbon actif.
- L'effet de température sur l'élimination du colorant par le charbon actif a montré que le processus est endothermique ($\Delta H > 0$). La valeur négative de l'énergie de Gibbs ($\Delta G < 0$) indique que le processus d'élimination de ce polluant par le charbon actif est favorable et spontané.

De cette étude, nous pouvons conclure que notre charbon actif est efficace à l'élimination de notre colorant textile Rouge Erionyl avec une microporosité et mésoporosité importante.

Les références bibliographiques

- [1]. « pollution de l'environnement » ; cours 3^{ème} année licence ; département eau, environnement et développement durable ; université de chlef
- [2]. W. GUERMAZ « pollution et nuisance », cours de licence fondamentale science de la nature et applications, université de gibs, tenu,2016-2017
- [3]. F. Benamraoui, « Elimination des colorants cationiques par des charbons actifs synthétisés à partir des résidus de l'agriculture», Thèse Magister, Université Ferhat Abbas Sétif-1. (2014)
- [4]. N. Wibowo et L. Setyadi, D. Wibowo, J. Setiawan, S. Ismadji. « Adsorption of benzene and toluene from aqueous solution onto activated carbon and its acid heat treated forms: Influence of surface chemistry on adsorption». Journal of Hazardous Materials 146 (2007) 237-242
- [5]. B.K. Nandi, A. Goswami, M.K. Purkait. Adsorption characteristics of brilliant green dye on kaolin, Hazard. Mater. 161 (2009) 387-395.
- [6]. F. Colak, N. Atar, A. Olgun. « Biosorption of acidic dyes from aqueous solution by Paenibacillus macerans», kineti, thermodynamic and equilibrium studies, Chem. Eng. J. 150 (2009) 122-130.
- [7]. B.H. Hameed, « Evaluation of papaya seed as a novel non-conventional low-cost adsorbent for removal of methylene blue », J. Hazard. Mater. 162 (2010) 939-994.
- [8]. F.Z. ZITOUNI et Z. BENCHAA, « étude de fixation de colorants de l'industrie textile par un charbon actif préparé », mémoire de master environnement, université des sciences et technologies de mostaganem ,2018/2019)
- [9]. C.Chitour, « physico-chimie des surfaces volume 2 les interfaces gaz - solide etliquide ». OPU 2004.
- [10]. D. Guignard, « L'essentiel de la cinétique et de la thermodynamique chimique », Edition Eyrolles, 85-96, Paris, 1992.

Les références bibliographiques

- [11]. E.G. Dégréement, « Polyamines adsorbées sur silice caractérisation physico-chimique: Application au traitement des eaux » : Etude préliminaire, Thèse de Doctorat de l'Université des Sciences et Technologies de Lille, France, 1996.)
- [12]. Vincent Rocher, «Synthèse et caractérisation de billes d'alginate magnétiques pour l'élimination de polluants organique dans les effluents par séparation magnétique », thèse doctorat, Université de pierre et Marie Curie (2008)
- [13]. L.M. Sun et F. Meunier, Adsorption Aspects théoriques, techniques de l'ingénieur J2730, 2007
- [14]. N. Lamri, « Elimination du colorant orange II en solution aqueuse par voie photochimique et par adsorption ». Mémoire de Magistère, Université de Constantine, 2010.
- [15]. H. Zerouali et H. Bessha, « Elimination de deux colorants par une bentonite modifiées » Mémoire de fin d'étude. Université de Mostaganem, 2009
- [16]. Ikhllass M.T. « Etude de l'élimination du chrome (VI) par adsorption sur l'alumine activée et par dialyse ionique croisée », Thèse de Doctorat, Université Paris-EstCréteil ICMPE, 22/12/2012
- [17]. JINYAN.LU, « étude compative sur le charbon actifs », Office international de l'eau-snide, février 2005

Liste des abréviations et symboles

Liste des abréviations et symboles

Q_e : Quantité de substance adsorbée par unité de masse de l'adsorbant à l'équilibre.

Q_t : Quantité d'adsorbat par gramme d'adsorbant à un temps t (mg/g).

Q_{max} : Capacité maximale d'adsorption (mg/g).

C_0 : Concentration à initiale de l'adsorbat en (mg/L).

C_e : Concentration à l'équilibre de l'adsorbat en (mg/L).

V : Volume de l'adsorbat (mL).

m : Masse du solide (l'adsorbat) en (g).

b : Constante correspondant à l'énergie d'adsorption.

K_L : le facteur de séparation

K_f : Constante de Freundlich associée à la capacité d'adsorption.

n : paramètre énergétique de Freundlich.

K_1 : Constante de vitesse d'adsorption du pseudo premier ordre (min^{-1}).

K_2 : Constante de vitesse d'adsorption du pseudo deuxième ordre ($\text{g/mg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$).

t : Temps de contact (min).

K_d : Coefficient de distribution (l/g).

ΔG° : Energie libre (KJ/mol).

ΔH° : Enthalpie (KJ/mol).

ΔS° : Entropie (J/mol.K).

T : Température (Kelvin).

CA: Charbon Actif

Liste des abréviations et symboles

Résumé :

L'augmentation sensible du pourcentage de pollution de l'environnement ces dernières années due à diverses activités industrielles peut inévitablement conduire à la mort, il faut donc rechercher des techniques pour s'en débarrasser.

Dans ce travail de recherche, nous avons testé l'élimination des colorants de l'eau des usines textiles par le charbon actif.

Nous avons fait une étude analytique de l'adsorption par spectrophotométrie, et nous avons également étudié l'indice d'iode et l'indice de bleu de méthylène.

Divers paramètres tels que. L'effet du temps, de la masse, du pH et de la cinétique d'adsorption est en accord avec le système de langmuir. Les valeurs de ΔH° et ΔG° montrent que l'adsorption est spontanée et endothermique.

Mots clés : adsorption, charbon actif, colorant azoïque, élimination de colorant.

Abstract :

The noticeable increase in the percentage of environmental pollution in recent years due to various industrial activities may inevitably lead to death. Therefore, techniques must be sought to get rid of them.

In this research work, we tested the removal of colorants from textile factory water by activated charcoal.

We did an analytical study of adsorption by spectrophotometry, and we also studied the iodine index and methylene blue.

Various parameters such as . The effect of time, mass, pH and adsorption kinetics is in agreement with the langmuir system. The values of ΔH and ΔG show that the adsorption is spontaneous and endothermic.

Key words: adsorption, activated carbon, azo dye, dye removal.

ملخص

زيادة نسبة تلوث البيئي الملحوظ في السنوات الأخيرة بسبب مختلف الأنشطة الصناعية قد تؤدي الى تدمير صحة الانسان و الحيوان و البيئة و التي تؤدي بنا حتما للبحث عن طريقة للتخلص من التلوث .
في هذا العمل البحثي قمنا بتجربة إزالة ملون من المياه المصانع النسيجية بواسطة الفحم المنشط .
قمنا بدراسة تحليلية للامتزاز بواسطة قياس الطيف الضوئي كما قمنا بدراسة مؤشر اليود و ازرق الميثيلان .
وقد تمت دراسة مختلف المعايير مثل تأثير الزمن و الكتلة و درجة الحموضة و حركية الامتزاز موافقة لنظام لانغمير الامتزاز عفوي و ماص للحرارة.

الكلمات المفتاحية: الامتزاز ، الكربون المنشط ، صبغة الأزو ، إزالة الصبغة.