

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DES SCIENCES DE
LA NATURE ET DE LA VIE

N° :



DOMAINE : SCIENCES DE LA
NATURE ET DE LA VIE

FILIERE : ECOLOGIE ET
ENVIRENMENT

OPTION : ECOLOGIE DES ZONES
ARIDES ET SEMI-ARIDES

Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique

Par :

ROBEI Barkahoum

Intitulé

Etude de l'effet des conditions opératoires sur
l'élimination des colorants dans les eaux usées

Soutenu devant le jury composé de :

NOUIDJEM Yassine Pr		Université de M'Sila	Président.
DILMI Oualid	MCB	Université de Jijel	Rapporteur.
TERCHI Smail	MCA	Université de M'Sila	Co-Rapporteur.
DRIF Seif Eddine	MAA	Université de M'Sila	Examineur.

Année universitaire : 2022 /2023

Sommaire

Remerciement	
Dédicace	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction générale	1

Chapitre I : Revue bibliographique

I. introduction	4
I.1. Définition de la pollution.....	4
I.2. Les différents types de pollution	4
I.3. La pollution de l'eau.....	5
I.3.1. Les sources de pollution de l'eau.....	5
I.3.2. Les principaux polluants de l'eau	5
I.4. Les colorants synthétiques.....	6
I.4.1. Généralités.	6
I.4.2. Propriétés	7
I.4.3. Classification	7
I.4.4. Toxicité des colorants	10
I.5. Les méthodes d'élimination des colorants	11
I.5.1. La procédé d'oxydation avancée (POA).....	11
I.5.2. La coagulation-précipitation.....	13
I.5.3. Les techniques membranaire.....	13
I.5.4. L'échange d'ions	13
I.5.5. L'adsorption.....	13

I.6. La méthode d'adsorption	14
I.6.1. Définition	14
I.6.2. Types.....	14
I.6.3. Isothermes adsorption.....	15
I.6.4. Application	15
I.7. Les adsorbants.....	17
I.7.1. Propriétés	17
I.7.2. Types.....	18
I.8. Le charbon actif	18
I.8.1. Définition	18
I.8.2 structure	19

Chapitre II : La partie expérimentale

II.1. Introduction	20
II.2. Matériel et produit utilisés	20
II.3. Préparation des solutions	23
II.4. Dosage des colorants par spectrophotométrie UV-Visible.....	23
II.5. Protocole expérimental	24

Chapitre III : Résultats et discussion

III.1. Introduction.....	25
III.2. L'adsorption du Blue de méthylène sur le charbon actif.....	25
III.3. L'adsorption du vert de malachite sur le charbon actif	28
III.4. L'adsorption du rouge de phénol sur le charbon actif.....	30
III.4. L'adsorption du noir eriochrome T sur le charbon actif.....	33
III.5. L'effet du pH.....	36

III.6. L'effet de la température	40
Conclusion générale	45
Références bibliographiques.....	46
Résumé	

Remerciements



قال الله تعالى : { يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ }

Avant tout, je remercie Dieu pour tout le courage et la force qu'il m'a donné pour faire ce travail.

Mes remerciements spéciaux vont au Dr. DILMI Oualid mon encadreur de mémoire pour sa gentillesse, pour ses conseils et de m'avoir guidé pas à pas dans mon travail et je remercie également mon coencadreur Dr. TERCHI Smail

Je tient à remercier également Dr. NOUIDJEM Yassine, et Mr. DRIF Seif Eddine d'avoir accepter d'examiner ce travail.

Merci du fond du cœur aux membres du Laboratoire et spécialement Mr. Kamel, Mme. Samiha, Mme. Lila, Mme. Firoze pour leur aide et leur patience.

Enfin, je remercie, tous mes amis en particulier Nour Eddine , Mohamed Kamel , et toutes les personnes qui m'ont encouragé et soutenu de près ou de loin durant la réalisation de ce travail

اهداء

الى بؤرة النور التي عبرت بي نحو الأمل والأمانى الجميلة واتسعى قلبه ليحتوي حلمي
حين ذاقت الدنيا فروض الصعاب لأجلي وصار في حنكة الدرب ليغرس معاني النور
والصفاء في قلبي الى الغالي ابي (عمر)
الى نور الفجر ..مصباح الحياة..وهج الحب ورمز الحنان مصدر السعادة والعطاء الذي
لاينضب صنعت من قسوة الظروف نجاحات وروايات لشرف والكبرياء أمي الغالية كل
العمل مهدي اليك (نورة)

الى من رزقتي الله بك وأيقنت أنك أجمل وأعظم اختياري للأبد أنت جمعي أنت نعيمي أنت
كفايتي التي لأبالي بعدها بأي نقصان الى الغالي زوجي (ثامر)

الى من تزرعن بساتين الورد حولي أنتن نصفى الثاني أنتن ضلي انتن امتداد الروح
والبلسم المجروح أنتن ضحكتي أنتن يامن لامثيل لكن في قلبي (صورية- رزيقة- حفيظة-
عفاف- أنوسة)

ماهوى على ضلع الوسامة أمراء يرقو على ضلع المراحل ملوك يكفي لو قالو أساميهم
رفعت رأسي وقلت هذان أخويا الغوالي عزوتي وتاج رأسي (صلاح الدين - علاء
الدين)

هناك أناس كالمعدن النفيس صحبتهم شرف وصدقتهم كنز لايلو المقام إلا بوجودهم
ولايأنس القلب إلا لحديثهم أولئك هم خير الاصحاب نحبهم ونعم الأحباب (أشواق- رشيدة-
نسرين- إبتسام)

إهداء خاص لأنسابي كنتم بجانبى كنتم لي خير عون وسند وناصح سعادتي كبيرة بكم
دمتم لي فخر (حكيم- عصام - نبيل-عمار)

Liste des abréviations

UV-Visible : ultraviolet- visible

UV : Ultraviolet fournie par la lampe UV

Min : Minute

I, I₀ : intensité du faisceau émergent et incident

A : absorbance

C : concentration massique du composé dosé

R : Rendement d'adsorption

V : Volume de la solution

T : Température

m : Masse d'adsorbant

C_e : Concentration à l'équilibre

C₀ : concentration initial en colorant

PH: Potentiel d'hydrogène

λ : Longueur d'onde

ε : Coefficient d'extinction

Liste des figures

Figure I.1 : spectre de lumières	6
Figure I.2 : Structure moléculaire d'un colorant azoïque	7
Figure I.3 : Structure moléculaire d'un colorant anthraquinoniques.....	8
Figure I.4 : Structure moléculaire d'un colora indigoïde.....	8
Figure I.5 : Structure moléculaire d'un colorant xanthènes.....	8
Figure I.6 : Structure moléculaire d'un colorant phtalocynines.....	9
Figure I.7 : Structure moléculaire d'un colorant nitrés et nitrosés	9
Figure I.8 : Les types d'adsorption.....	14
Figure I.9 : Structure de charbon actif.....	19
Figure II.1 : Spectrophotomètre UV- visible	21
Figure II.2 : Dosage d'une espèce chimique en solution.....	24
Figure II .3 : Montage expérimentale	24
Figure III.1. la courbe d'étalonnage du bleu de méthylène.....	25
Figure III. 2 : Isotherme de Freundlich (a) et de Langmuir (b) pour l'adsorption du bleu de méthylène sur le charbon actif	27
Figure III.3 : courbe d'étalonnage du vert de malachite	28
Figure III.4 : Isotherme de Freundlich (a) et de Langmuir (b) pour l'adsorption du bleu de méthylène sur le charbon actif	29
Figure III.5 : La courbe d'étalonnage du rouge de phénol	31
Figure III.6 : Isotherme de Freundlich (a) et de Langmuir (b) pour l'adsorption du rogue de phénol sur le charbon actif	32

Figure III.7 : La courbe d'étalonnage pour le noir eriochrome T.....	34
Figure III.8 : Isotherme de Freundlich (a) et de Langmuir (b) pour noir eriochrome T de sur le charbon actif	35
Figure III. 9 : Isotherme de Freundlich (a) et de Langmuir (b) pour bleu de méthylène sur le charbon actif (à température ambiante et pH acide 2.97).....	37
Figure III. 10 : Isotherme de Freundlich (a) et de Langmuir (b) pour l'adsorption du bleu de méthylène sur le charbon actif (à température ambiante et pH basique 12.5)	39
Figure III. 11 : Isotherme de Freundlich (a) et de Langmuir (b) pour noir eriochrome T de sur le charbon actif (à température 47°C et pH neutre)	41
Figure III. 12 : Isotherme de Freundlich (a) et de Langmuir (b) pour noir eriochrome T de sur le charbon actif (à température 59 °C et pH neutre).....	43

Liste des tableaux

Tableau I .1 : Principaux groupes chromophores et autochromes.....	6
Tableau I .2 : Avantages et inconvénients des méthodes d'élimination des colorants.....	12
Tableau I .3 : Résume la classification des colorants.....	16
Tableau II.1 : Accessoires et verreries	20
Tableau II.2 : produits utilisés.....	22
Tableau III.1 : Les valeurs de la concentration à l'équilibre C_e , de la quantité adsorbée par gramme de solide X et du taux d'élimination du colorant R%.....	27
Tableau III.2 : Les valeurs de la concentration à l'équilibre C_e , de la quantité adsorbée par gramme de solide X et du taux d'élimination du colorant R%.....	30
Tableau III.3 : Les valeurs de la concentration à l'équilibre C_e , de la quantité adsorbée par gramme de solide X et du taux d'élimination du colorant R%.....	33
Tableau III.4 : Les valeurs de la concentration à l'équilibre C_e , de la quantité adsorbée par gramme de solide X et du taux d'élimination du colorant R%.....	36
Tableau III.5 : Les valeurs de la concentration à l'équilibre C_e , de la quantité adsorbée par gramme de solide X et du taux d'élimination du colorant R%.....	38
Tableau III .6 : Les valeurs de la concentration à l'équilibre C_e , de la quantité adsorbée par gramme de solide X et du taux d'élimination du colorant R%.....	40
Tableau III.7 : Les valeurs de la concentration à l'équilibre C_e , de la quantité adsorbée par gramme de solide X et du taux d'élimination du colorant R%.....	42
Tableau III.8 : Les valeurs de la concentration à l'équilibre C_e , de la quantité adsorbée par gramme de solide X et du taux d'élimination du colorant R%.....	44

Introduction

L'eau est l'une des ressources naturelles les plus précieuses de la planète, couvrant plus des deux tiers de la surface de la planète, c'est pourquoi la pollution de l'eau par les produits chimiques organiques et inorganiques est un grand problème environnemental (**Aluyor et Badmus, 2008**).

Les activités humaines, qu'elles soient industrielles, urbaines ou agricoles, génèrent de grandes quantités de polluants divers qui sont sources de différents types de pollution, qui peuvent être permanentes, cycliques, voire occasionnelles ou aiguës.

Une eau est considérée comme polluée lorsque son équilibre est durablement altéré par l'ajout de quantités importantes de substances plus ou moins toxiques d'origine naturelle ou produites par les activités humaines (**Rodier et al, 1984**). L'un des contaminants les plus importants est le colorant dissous dans l'eau. Ils peuvent être difficiles à traiter car ils sont d'origine synthétique et ont des structures moléculaires complexes très stables et résistantes à la biodégradation (**Capon et al, 1999**) (**Rang et al, 2013**)

Ils peuvent donc présenter des risques pour notre santé et nuire à l'environnement. Par conséquent, des installations de traitement appropriées telles que des usines de blanchiment doivent être installées pour minimiser ces polluants (**Demirbas ,2009**). Une large variété de techniques physiques, chimiques et biologiques a été développée et testée dans le traitement des effluents chargés en colorants. Ces procédés incluent la floculation, la précipitation, l'échange d'ions, la filtration sur membrane, l'irradiation et l'ozonation (**Robinson et al , 2001**)

Le processus d'adsorption est largement utilisé comme technologie pour éliminer les contaminants organiques dans le traitement des eaux usées, et il est considéré comme l'une des méthodes les plus accessibles. Le charbon actif est l'adsorbant le plus couramment utilisé (**HACHEMI et MORTAD 2019**), en raison de ses excellentes capacités d'adsorption, de sa rapide cinétique d'adsorption et de sa relative facilité de régénération (**HACHEMI et MORTAD 2019**).

Dans cette étude, nous intéressons spécifiquement à l'effet des conditions opératoires sur l'élimination des colorants des eaux usées. Les conditions opératoires font référence aux paramètres et aux variables contrôlables dans le processus de traitement des eaux usées, tels que la température, le pH, la concentration du réactif utilisé, le temps de réaction, la vitesse d'agitation, etc.

L'objectif de cette recherche est de comprendre comment ces conditions opératoires influencent sur l'efficacité de l'élimination des colorants. En identifiant les paramètres les plus influents, nous pourrons optimiser les processus de traitement et obtenir des résultats plus performants.

Ce travail est subdivisé en trois chapitres et une conclusion générale

Le premier chapitre comprend toutes les définitions et concepts généraux des colorants, les différentes techniques de décontamination et les méthodes d'adsorption.

Les matériels utilisés sont décrits dans le deuxième chapitre expérimental. Cette section décrit également les méthodes utilisées pour analyser les échantillons contaminés et la mise en œuvre de la méthode d'adsorption des colorants sélectionnés sur l'adsorbant (charbon actif).

Le troisième chapitre est consacré à la présentation des différents résultats expérimentaux obtenus et à leur discussion.

La conclusion générale présente l'intérêt de notre travail et résume les principaux résultats obtenus.

Chapitre I : revue bibliographique

I.1. Introduction :

L'élimination des colorants dans les eaux usées par l'adsorption des ces derniers sur le charbon actif nécessite la connaissance de quelques informations sur les colorants et le procédé d'adsorption. Dans ce premier chapitre nous avons présenté une revue bibliographique comporte les types des colorants et leurs caractéristiques ainsi que les différents méthodes d'élimination des colorants et particulièrement la technique d'adsorption, les isothermes d'adsorption et les différents adsorbant.

I.2. Définition de la Pollution :

La pollution est la présence de substances ou de facteurs nocifs dans l'environnement qui peuvent causer des dommages à la santé des êtres vivants, aux écosystèmes et à la qualité de l'air, de l'eau ou du sol. Elle peut résulter de diverses sources, notamment les émissions industrielles, les déchets non traités, les produits chimiques toxiques, les gaz d'échappement des véhicules et d'autres activités humaine.

I.3. Les différents types de pollution :

La pollution est l'introduction de substances étrangères nocives dans un écosystème provoqué directement ou indirectement sa dégradation physique et chimique. Il existe trois principaux types de pollution : la pollution de l'eau, la pollution des sols et la pollution de l'air :

.Pollution de l'eau : L'eau est le moyen que les humains ont choisi pour éliminer la plupart de leurs déchets. Différentes applications de l'eau par les humains produiront des eaux usées avec des concentrations différentes. D'autre part, presque tous les procédés industriels et artisanaux consomment de l'eau et émettent Eaux usées.

.Pollution des sols : La dégradation des sols peut être considérée comme l'accumulation des multiples effets des polluants humains sur les différentes transformations physiques, chimiques et biologiques qui s'opèrent dans le sol (**Emilion, 2004**). De nombreuses substances sont absorbées par les plantes et, dans certaines conditions, peuvent s'accumuler en grande quantité, causant des dommages aux animaux et aux humains tout au long de la chaîne alimentaire (**Perraud ,2009**).

.Pollution de l'air : La pollution de l'air désigne l'ensemble des composés toxiques rejetés dans l'atmosphère par l'homme, ainsi que les substances malodorantes qui, bien que n'étant

pas immédiatement dangereuses pour les organismes vivants, ont également un effet perturbateur sur l'environnement (**Emilion, 2004**).

I.4. Pollution de l'eau :

L'eau est la deuxième substance la plus importante après l'air pour la vie humaine sur terre. La pollution de l'eau est toute altération qui rend son utilisation dangereuse et/ou détruit la vie aquatique. Il peut s'agir d'eaux de surface (rivières, masses d'eau) et d'eaux souterraines (**Jeng, 2007**).

I.4.1. Sources de pollution de l'eau :

La pollution de l'eau a des sources naturelles telles que les sources. Toxines, marées noires, érosion et dépôts. Cependant, la majeure partie du débat sur la pollution de l'eau est liée aux changements induits par l'homme affectant la qualité de l'eau et l'utilisation de l'eau (**Cunningham et al, 1998**).

I.4.2. Principaux polluants de l'eau :

a. Les polluants chimiques :

La pollution chimique de l'eau est causée par le rejet de certains minéraux toxiques dans les cours d'eau, tels que les nitrates, les phosphates, l'ammoniac et d'autres sels, ainsi que les ions métalliques. Ces substances ont un effet toxique sur les matières organiques et les rendent plus dangereuses (**Boudjelal, 2008**). Les polluants chimiques sont actuellement classés en cinq catégories : les produits chimiques dits indésirables, les pesticides, les produits apparentés, les détergents et colorants, et les autres éléments toxiques (**Bouzaini, 2000**).

b. Les polluants physiques :

C'est un type de pollution qui se traduit par la présence de particules de différentes tailles et substances dans l'eau, ce qui lui confère une caractéristique inquiéter. Une distinction est également faite entre la matière qui coule (plus lourde que l'eau elle-même), la matière flottante (plus légère que l'eau elle-même) et la matière inséparable (même densité que l'eau) (**Bouzaini, 2000**).

c. Les polluants biologiques :

Les humains sont les polluants biologiques les plus importants de la planète : les polluants fécaux sont parmi les polluants biologiques les plus importants de la planète sources d'eau potable; ainsi, les humains et les animaux domestiques sont fréquemment contaminés par des micro-organismes pathogènes (Trevors et Saier , 2007).

I.5. Colorants synthétique :

I.5.1 Généralités :

Un colorant est un composé dont la propriété est d'absorber une partie du rayonnement lumineux dans le spectre visible (entre 380 et 750). la couleur est donnée par la fraction de non absorbée par la teinture (Auta et Hameed ,2014).

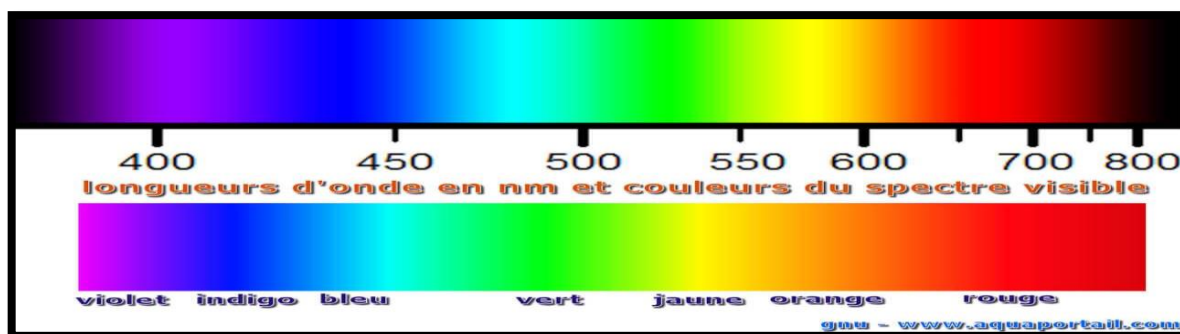


Figure I.1 : spectre de lumière

Tableau : I.1. Principaux groupes chromophores et auxochromes (Auta et Hameed, 2014).

Groupement auxochromes	Groupements chromophores
Amino (-NH ₂)	AZO (-N=N-)
Méthylamino (-NHCH ₃)	Nitroso (-NO ou -N-OH)
Diméthylamino (-H(CH ₃) ₂)	Carbonyl (=C=O)
Hydroxyl (-HO)	Vinyl (-C=C-)
Alkoxy (-OR)	Sulfure (> C=S)

I.5.2. Propriétés :

À quelques exceptions près, les colorants au soufre sont utilisés pour teindre les fibres de cellulose. Ils sont Insoluble dans l'eau et réduit à une forme leuco soluble dans l'eau pour l'application Utilisez une solution de sulfure de sodium sur le substrat. Les colorants au soufre sont eux-mêmes Formé dans les pores des fibres par oxydation atmosphérique ou chimique. Colorant au soufre Est une classe importante de colorants pour la production de teintures tertiaires économiques, Principalement noir, sur fibres de cellulose. L'un des colorants les plus importants est C.I. Sul- phur Black 1, préparé en chauffant du 2,4-dinitrophénol et du polysulfure de sodium (**Hunger, 2007**).

I.5.3. Classification des colorants :

Il existe seulement une dizaine de colorants naturels, alors qu'il existe des milliers de colorants synthétiques. Les colorants sont classés de diverses manières par leur structure chimique et par leur champ d'application (**Kushwaha et al ,2011**).

I.5.3.1 Classification chimique :

Le colorant ont une structure très variée et sont classifiés de plusieurs façons, selon leur composition chimique, tinctoriale et technique.

a. Les Colorants azoïques : sont caractérisé par la fonction azoïque (NH₂, NR₂) comme de groupes allyliques semblables ou différentes (**Saidi ,2013**).



Figure I.2 : Structure moléculaire d'un colorant azoïque

b. Les colorants anthraquinoniques : L'anthraquinone est un Colorants chromogène très important, qui conduit a' la coloration par l'introduction de radicaux OH, NH₂, NR₂ (**Saidi ,2013**).

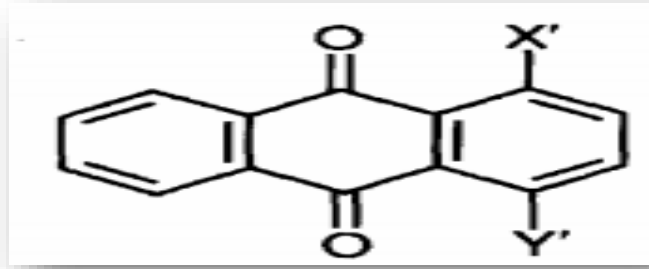


Figure I.3 : Structure moléculaire d'un colorant anthraquinoniques

c. Les colorants indigoïdes : Leur principe actif est l'indole (composé bi-cyclique) que l'on retrouve chez certains escargots marins et plantes indigo. Les colorants indigènes dérivent leur nom de l'indigo ils d'un dérivent. Ainsi, la sélénié, le soufré et l'homologue oxygéné du bleu indigo, provoquent des effets hypsochromiques significatifs avec des couleurs variant de l'orange à la turquoise (Sahnoun, 2011).

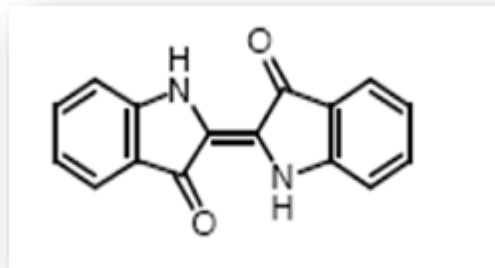


Figure I.4 Structure moléculaire d'un colorant indigoïde

d. Les colorants xanthènes : Ces colorants constituent la base d'une série de colorants tels que la fluorescéine. Moins utilisés comme colorants, ils sont utilisés comme marqueurs pour les accidents en mer ou comme traceurs pour les rivières souterraines (Tavlieva ,2013).

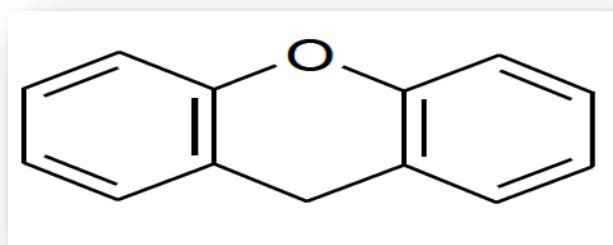


Figure I.5 : Structure moléculaire d'un colorant xanthènes.

e. Les colorants phtalocynines : Ces colorants ont une structure basée sur l'atome central de cuivre ou autre métal transitionnel. Les colorants de ce groupe sont sélectionnés par réaction dicyanobenzén en présence d'un halogène métallique (Cu, NU, CO, PT, etc. (Stolte et Vieth, 2001).

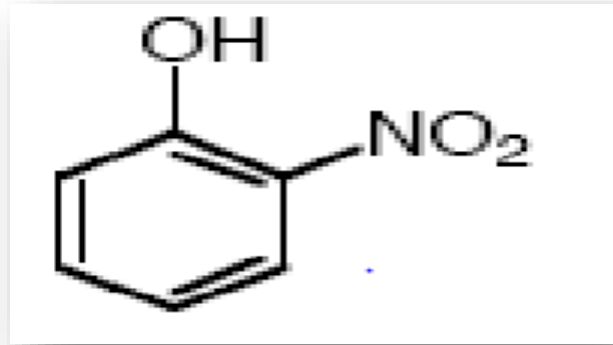


Figure I.6: Structure moléculaire d'un colorant phtalocynines

f. les colorants nitrés et nitrosés : Ces composés forment une classe de colorants dont le nombre est très limité et qui sont relativement vieux. Leur structure moléculaire est caractérisée par la présence d'un groupe nitrogène (-NO₂) dans l'ortho-position d'un groupe électro donneur (Galindo et al ,2001).

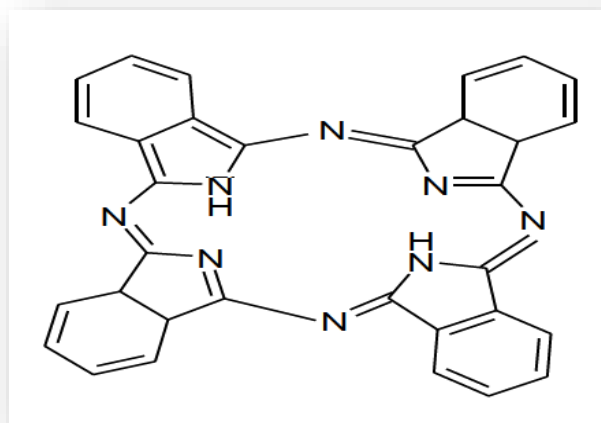


Figure I.7 : Structure moléculaire d'un colorant nitrés et nitrosés

I .5.3.2 Classification tinctoriale :

Concerne la solubilité du colorant dans le bain de teinture, son affinité pour les différentes fibres et la nature de la fixation. Plusieurs catégories différentes sont définies dans ce cas comme des autochromes (**Solozhenko et al, 1995**).

a. Les colorants à mordant : ces colorants contiennent habituellement un ligand fonctionnel qui peut agir fort avec le sel d'aluminium , de chrome, de cobalt, de cuivre, de nickel, ou de fer pour former différents complexes colorés de textile (**Galindo et al, 2001**).

b. Les colorants acides ou anioniques : solubles dans l'eau, ces colorants permettent de teindre des fibres animales (laine et soie) ou des fibres acryliques modifiées dans le bain acide (**Solozhenko et al, 1995**).

c. Les colorants basiques ou cationiques : les colorants cationiques(ou basiques) sont des cations. Ils sont principalement utilisés pour la coloration de la liane, de la soie ainsi que du nylon et du polyester. Les colorants de base sont des dérivés monozycliques ou diazoïques de dérivés d'azions (**Chawki, 2014**).

d. Les pigments : les pigments sont des molécules insolubles dans le milieu dans lequel ils sont appliqués, ce qui requiert l'ajout de liants pour garantir la cohésion avec le substrat (**Chawki, 2014**).

e. Les colorants de cuve : les colorants en cuve sont des colorants insolubles dans l'eau, ils sont couramment utilisés sur le coton, le lin et d'autres fibres cellulosiques (**Venkata aman, 1977**)

I .5.4 Toxicité des colorants :

Les colorants sont des composés difficiles à biodégrader par les micro-organismes, qu'ils sont toxiques ou nuisibles à l'homme et aux animaux (**Lachheb ,2018**).

.Toxicité sur la santé humaine :

Plusieurs recherche sur les effets toxiques des colorants sur la santé humaine ont été élaborées et ont démontré que les colorants le sont :

- Génotoxiques ;
- Mutagènes ;

- Peuvent entraîner des cancers de la thyroïde ;
- Peuvent entraîner des tumeurs des glandes surrénales ;
- Contiennent des substances cancérigènes ;
- Peuvent avoir des actions sur le système nerveux central ;
- Inhibent certaines enzymes ;
- Augmentent la perméabilité intestinale (**Saidi, 2013**).

. Impacts environnementaux :

De nombreux colorants sont visibles dans l'eau même à de très faibles concentrations (<à1mg/L). Par conséquent, ils provoquent des problèmes de pollution associés à la production de grandes quantités d'eaux usées contenant des colorants résiduels. Le rejet de ces effluents dans les écosystèmes est une source importante de pollution biologique aquatique, d'eutrophisation et de perturbations inesthétiques, et a donc le potentiel de se bio accumuler, affectant les humains par transport en chaîne (**Zhenwang et al, 2000**).

I.6. Les méthodes d'élimination des colorants :

I.6.1. Les procédés d'oxydation avancée POA :

Les procédés d'oxydation avancée comportent des méthodes chimiques, photochimiques ou électrochimiques. Le développement de ces méthodes bat son plein depuis un trentaine d'années. Ces méthodes de traitement consistent à décomposer les molécules de colorants en CO₂ et H₂O à l'aide d'un rayonnement UV en présence de peroxyde d'hydrogène (**Kumar et Barakat, 2013**).

•Procédé d'oxydation avancée chimique :

La possibilité de l'utilisation du Fenton dans le domaine de l'environnement, en particulier dans le traitement des eaux usées, a été abrogé au cours des vingt dernières années. Ce réactif n'est autre que du peroxyde d'hydrogène activé au moyen d'un sel ferreux et constitue un agent oxydant adéquat pour le traitement des effluents contenant des colorants résistants à la biodégradation ou toxiques vis-à-vis des microorganismes (**Tavlieva et al, 2013**).

• Procédés d'oxydation avancée électrochimique :

Traitement des effluents colorés par électrochimie semble plus intéressant, dans la mesure où le procédé en l'espèce fait preuve d'une bonne efficacité technique et économique. En fait, les effluents recueillis à la décharge ne posent généralement aucun danger aux organismes vivants (**Ghaedi et al, 2011**).

• Procédés d'oxydation avancée photochimique

La photo dégradation des teintures peut survenir en présence ou en l'absence de catalyseurs et/ou d'agents oxydants, tels que le peroxyde d'hydrogène, ou l'ozone. La réaction peut entraîner la minéralisation totale de la molécule polluante. Ce phénomène est dû en particulier l'action des radicaux hydroxyles (**Kumar et Baraka, 2013**).

Tableau I .2 : Avantages et inconvénients des méthodes d'élimination des colorants

Méthode d'élimination	Avantage	Inconvénient	Référence
Electrocoagulation	Économiquement faisable	Production de boues abondante	(Daneshvar et al, 2003)
Electrochimique	Les composés de dégradation n'ont rien de dangereux	Coût très élevé	(Sbai et Loukili ,2015)
Oxydation par le procédé de Fenton	Economique, facile, ne produit pas de composés toxiques	Coût de réactifs	(Liu et al , 2011)
Filtration membranaire	Elimination des différents types de colorants	Production de boues concentrées	(Alves et Pinho ,2000)
Echange ionique	Rénovation	N'applique à tous les colorants	(Lohmann et al ,2002)

Adsorption	Réduction efficace des couleurs, technologie simple, peu de frais d'utilisation pour certains	Formation de boues	(Lohmann et al ,2002)
------------	---	--------------------	-----------------------

I.6.2. La coagulation-précipitation :

Cette technique permet d'enlever les colorants par coagulation-floculation-décantation, grâce, à l'addition de cations trivalents, comme Fe^{3+} ou Al^{3+} (Venkat et al, 2011). Cette méthode consiste à annuler le potentiel zêta par l'addition d'un actif chimique qui déstabilise les particules colloïdales, puis à les agglomérer en micro floccs, puis en flocons volumineux et décan tables. La neutralisation de la charge superficielle (potentiel zêta) est effectuée au moyen de coagulants minéraux basés sur des cations trivalents, comme sulfate et chlorure d'alumine, chlorure et sulfate ferrique, ou organiques de synthèse à caractère cationique, comme l'épichlorhydrine diméthylamine.

I.6.3. Les techniques membranaires :

Les processus membranaires sont des techniques de séparation par perméation à travers une membrane, sous l'effet d'un gradient de pression. La séparation est basée sur les tailles moléculaires des composés, mais également sur leur forme, structure, polarité, solubilité, présence de Co-solutés, du matériau ainsi que la configuration de la membrane, les paramètres fonctionnement, les phénomènes d'obstruction, etc... Les techniques incluent membranaires a microfiltration, l'ultrafiltration, la nano filtration et l'osmose inverse. Parmi celles –ci, l'ultrafiltration et la nano filtration sont des techniques efficaces pour éliminer toutes les catégories de teintures (Sahnoun, 2011).

I.6.4. L'échange d'ions :

L'échange d'ions est un procédé par lequel, dans certaines conditions, une solide attire matière attire un ion positif ou négatif à une solution et rejette un autre ion de même signe. Ce procédé est appliqué aux effluents contenant des colorants (Ghaedi et al ,2011).

I.6.5 .L'adsorption :

L'adsorption est un processus de transfert de matière entre une phase liquide (ou phase gazeuse) chargée dans des composés organiques ou inorganiques et une phase solide,

adsorbant. Depuis des décennies, les charbons actifs commerciaux sont les principaux, si ce n'est les seuls adsorbants utilisés dans les systèmes de traitement des eaux. Les avantages de l'adsorption sur les charbons sont multiples : il permet la dénonciation d'un large éventail de polluants, y compris différents types de colorants, mais également d'autres polluants organiques et sont inorganiques, comme les phénols, les ions métalliques, les pesticides, les substances humiques, les détergents, ainsi que les composés responsables du goût et de la lutte. A l'inverse, l'adsorption est plutôt efficace dans les régions où concentrations sont faibles (Dincer et al, 2007) .

I.7.Le méthode d'adsorption

I.7.1.Définition d'adsorption

L'adsorption est le processus que permet aux molécules d'un fluide (gaz ou liquide) de se lier à la surface d'un solide. La phase consistant en molécules adsorbées est appliquée « soluté » ou « adsorbat » et le solide est nommé « adsorbant ». La surface du solide comprend les surfaces externes et internes générées par l'échange des pores et de cavités au sein de l'adsorbant (Kostelitz, et al ,1973).

I.7.2 Types d'adsorption :

Selon l'importance des énergies impliquées entre adsorbant et adsorbat, les forces responsables des phénomène d'adsorption peuvent être physiques ou chimiques , qui donne lieu à deux types d'adsorption: l'adsorption physique « physisorption » et l'adsorption chimique « chimisorption ».

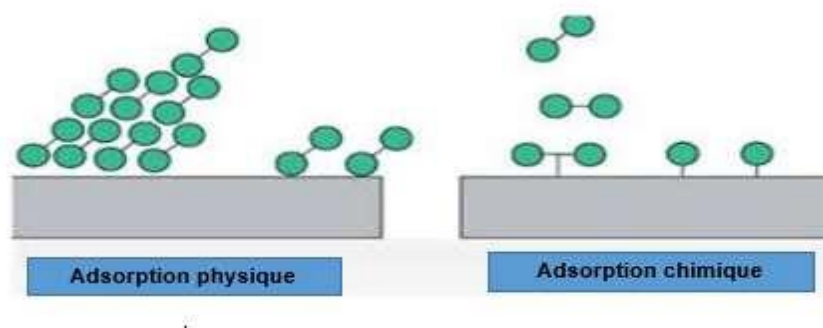


Figure I.8 : Les types d'adsorption

. Adsorption physique

L'adsorption physique ou physisorption implique de très faibles interactions entre les entités moléculaires telles que les forces d'attraction de Van der Waal et des forces dues aux interactions électrostatiques de polarisation, elle est réversible et non très spécifique, L'adsorption physique est rapide et généralement limitée par des phénomènes de diffusion (Bouziane, 2007).

. Adsorption chimique

Connu sous le nom de chimisorption, est un phénomène irréversible en raison d'un lien chimique covalente fort entre les atomes de surface du solide et les molécules adsorbées. Ce type d'adsorption implique des attractions à haute énergie, qui conduisent à une forte adsorption thermique (Bouziane, 2007).

I.7.3. Isothermes d'adsorptions :

Une isotherme d'adsorption est la variation $q_{eq} = f(C_{eq})$ de la quantité adsorbée à un solide à l'équilibre relativement à la concentration d'équilibre du composé adsorbable à une température donnée. La quantité adsorbée à l'équilibre peut être exprimée en différentes unités ; dans le cas de l'adsorption en phase liquide, mg /g est principalement utilisé (Belaid et Kacha, 2011).

I.7.4. Application :

Le tableau 1.3 résume la classification des colorants selon leur utilisation, Celui-ci est organisé selon le classement des candidatures. Ça montre Principaux substrats, méthodes d'application et types chimiques représentatifs pour chaque type d'application. Bien qu'ils ne soient pas répertoriés dans le tableau 1.3, les colorants sont également utilisés dans des applications de haute technologie telles que la médecine, l'électronique et en particulier dans l'industrie de l'impression sans impact. Par exemple, ils sont utilisés dans l'électrographie (copieur et impression laser), l'impression à jet d'encre et l'impression par transfert direct et thermique avec toner et photoconducteurs organiques (Hunger, 2007).

Tableau : I.3. Résumé la classification des colorants

Classe	Principal substrats	Méthode d'application	Types de produits chimiques
Acid	nylon, laine, soie, papier, encres et cuir	Généralement de pré neutre à acide bains de colorants	azoïque (compris pré métallisé), anthraquinone, triphénylméthane, azine, xanthènes, intro et nitroso
Azoïque compos ants et compositions	coton, rayonne acétate de cellulose et polyester	Fiber imprégné avec accouplement component et traité avec un solution de stabilisé diazonium sel	Azo
Basique	Papier, poly acrylonitrile, nylon modifié, polyester et encres	Appliqué à partir de bains de colorants acides	cyanine, hémicyanine, diazahemi-cyanine, diphénylméthane, triaryl-méthane, azoïque, azine, xanthéne, l'acridine, l'oxazine, et l'antraqui – aucun
Direct	Coton, rayon, papier, cuir et nylon	Appliqué à partir de neutre ou légèrement bains alcalins contenant des addi – national électrolyte	Azoïque, phtalocyanine, le stilbéne, et Oxazine
Disperser	polyester, polyamide, acétate, acrylique et plastiques	fine aqueuse dispersions souvent appliqué par haute température/ pression ou inférieur température méthodes de transport ; le colorant peut être tamponné sur le tissu et cuit ou thermo fixé	azo, anthraquinone, styryl, nitro, and benzodifuranone
Azurants fluorescents	Savons et détergents, toutes fibres, huiles , peintures ,et plastiques	À partir d'une dispersion ou d'une suspension dans une masse	stilbéne, pyrazoles, coumarine, et naphthalimides
Nourriture, Drogue et cosmétique	Aliments , médicaments et Cosmétiques		azoïque, anthraquinone, caroténoïde et triarylméthane
Mordant	Laine, cuir et anodisé aluminium	appliqué en conjonction avec Cr sels	azoïque et anthraquinone
Oxidation Socles	cheveux, fourrure, et coton	aromatique amines et phénols oxydé sur le substrat	Noir d'aniline et indéterminé Structures
Réactif	Laine de Coton,	Site réactif sur le	azo, anthraquinone, phtqalo – neuf

	soie, et nylon	colorant réagit avec groupe fonctionnel sur la fibre le colorant de manière covalente sous l'influence de la chaleur et du pH	, formazan, oxazine, et de base
Solvant	Plastiques, essence, vernis, lacques, teintures, encres, graisses, huiles, et cires	dissolution dans la substrat	azoïque, triphénylméthane, anthraqui- aucun, et phtalocynines
Soufre	cotton et rayon	Aromatique substrat encuvé avec sulfure de sodium et réoxydé insoluble soufre-contenant produits sur fibre	structures indéterminées
Vat T.V.A	cotton, rayonne , et laine	Insoluble dans l'eau colorant soluble - Isé par réduire avec sodium hydrogènesulfite, puis épuisé sur la fibre et réoxydé	anthraquinone (dont poly – quinines cycliques) et indigoïdes

I.8. Les adsorbants :

Tous les solides utilisés comme adsorbants ont une structure microporeuse, ce qui leur confère une très grande surface de masse active. Les adsorbants utilisés en pratique sont soit de nature organique (végétale ou animale) soit de nature minérale. Ils peuvent être utilisés tels quels ou après un traitement d'activation visant à augmenter la porosité. Les adsorbants les plus couramment utilisés dans les applications de traitement de l'eau sont les argiles activées : des produits naturels activés avec de meilleures propriétés d'adsorption. (Aksas, 2013).

I.8.1. Les Propriétés d'adsorbants :

a-Propriétés physiques :

forme (poudres, granulés)

dimensions

surface spécifique ($m^2 \cdot g$)

distribution des diamètres de pores

volume poreux

densités (apparente , réelle ...)

tenue en température , etc. (**Selon la définition de l'Office québécois de la langue française, 1987**)

b-Propriétés chimiques :

affinités polaires (hydrophiles /phobe)

teneur en eau

teneur en composés solubles

taux de cendres

tenue aux gaz vecteurs (O₂ ...)

désorbabilité

propriétés catalytiques , etc. **Selon la définition de l'Office québécois de la langue française, 1987**

I.8.2. Les type d'adsorbants :

La majorité des solides sont des adsorbants, mais seuls les adsorbants dont la surface spécifique est suffisante (surface par unité de masse) peuvent présenter des intérêts pratiques. Le choix d'un adsorbant est fonction de plusieurs critères, à commencer par sa capacité d'adsorption et sa cinétique d'adsorption. La capacité d'adsorption est elle-même fonction de la concentration de l'adsorbat et des conditions de fonctionnement au moment de l'adsorption. Le prix de l'adsorbant constitue également l'un des principaux critères pour choisir un adsorbant (**Visser et al.,1974**). Ainsi, pour l'élimination des polluants organiques et inorganiques, on opte pour des adsorbants à grande surface et porosité et montrant une cinétique d'adsorption rapide.

I .9. Le charbon actif :

I.9.1. Définition :

Le charbon actif ou charbon activé est une matière carbonée à structure poreuse, ayant subi une préparation spéciale et possède, par conséquent, à un degré élevé, la capacité de fixer et de retenir les liquides mis en contact avec elle. C'est une structure amorphe composée en grande partie d'atomes de carbone et généralement obtenus après un stade de carbonisation à haute température, avec une surface spécifique très large qui confère une forte puissance adsorbant (**Barani et Benbouzid, 2011**)

I.9 .2. Structure du charbon actif :

Le charbon actif peut être défini comme une forme rudimentaire de graphite présentant une structure aléatoire ou amorphe hautement poreuse sur un large éventail de tailles de pores, de fissures et de crevasses qui sont visibles à l'œil nu à ceux de taille moléculaire. L'épuration active du charbon de bois est principalement basée sur un phénomène appelé adsorption, dans lequel les molécules d'un liquide ou d'un gaz sont emprisonnées par sa surface externe ou interne (**Bamba et al, 2009**).

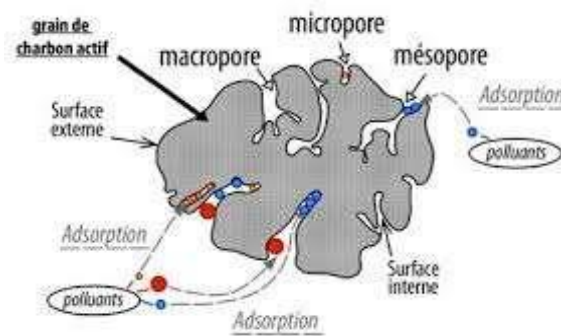


Figure I.9 : structure du charbon actif













Chapitre II : la partie expérimentale

II .1 Introductions :

Dans ce chapitre, nous avons mentionné le matériel et les outils que nous avons utilisés dans notre recherche scientifique. Nous avons également expliqué la méthode de dosage des colorants à l'aide d'un spectrophotomètre UV-Visible, et nous avons décrit le protocole expérimental.

II .2 Matériels et appareillages

Tableau : II .1 : Accessoires et verreries


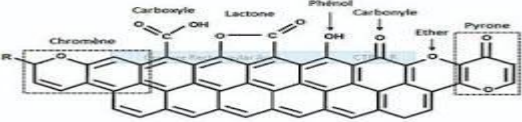

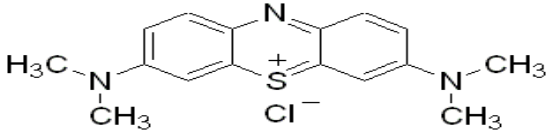

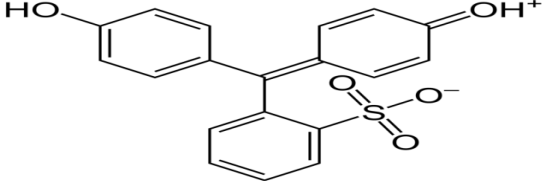

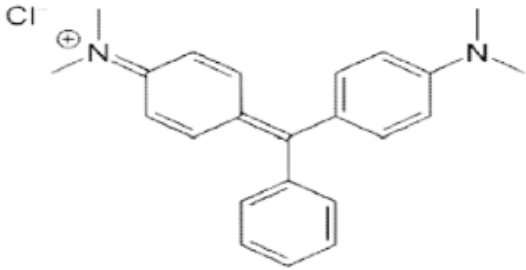

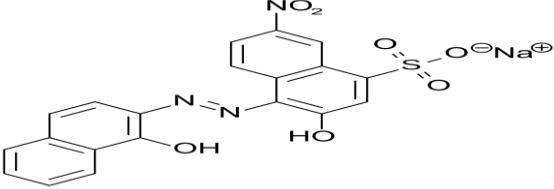
<p>Fioles jaugées</p> 	<p>Bécher</p> 	<p>Eprouvette graduée</p> 
<p>Verre de montre</p> 	<p>Entonnoir</p> 	<p>Spatules</p> 
<p>Pissette pour l'eau distillée</p> 	<p>Barreau magnétique</p> 	<p>Papier filtre</p> 
<p>Balance électronique</p> 	<p>Agitateur magnétique</p> 	<p>Electrode pH mètre</p> 

Appareillage : Un spectrophotomètre est un instrument de laboratoire utilisé pour mesurer l'absorbance ou la transmission de la lumière par une substance en fonction de la longueur d'onde.



Figure II.1 : Spectrophotomètre UV- visible

Tableau II .2 : produits utilisés

Produit	Image	Structure	λ_{max}
Charbon actif			
Bleu de méthylène			655 nm
Rouge de phénol			440 nm 570 nm
vert malachite			617 nm
noir Eriochrome			525 nm

II. 3 Préparation des solutions :

On prépare une solution aqueuse avec une concentration de 100 mg/l et $V = 1$ L en ajoutant des colorants comme le bleu de méthylène, vert malachite, noir ériochrome, rouge de phénol.

On mesure le pH puis on prépare une série de solutions (où nous versons de l'eau distillée jusqu'à le trait de jauge) à partir de la solution mère selon le tableau suivant (nous avons dilué dans des flacons de 100 ml, selon la loi de dilution, qui est écrite dans la phrase suivante) $C_0V_0 = C_1V_1$

II. 4 Dosage des colorants par spectrophotométrie UV – Visible

Le dosage des colorants par spectrophotométrie UV-Visible (Dosage of colorants by UV-Visible spectrophotométrie) est un processus utilisé pour mesurer la concentration des colorants dans divers produits (Skoog et al, 2007). Il est particulièrement utilisé dans l'industrie chimique, l'alimentation, les boissons et les produits pharmaceutiques afin d'assurer la qualité et la reproductibilité des produits finis (Skoog et al, 2007).

La méthode de spectrophotométrie UV-Visible repose sur la mesure de l'absorption de la lumière par les colorants dans la plage des ultraviolets et du visible.

Un spectrophotomètre UV visible, l'analyse par cet instrument s'appuie sur le fait que toute solution colorée traversée par un faisceau de lumière laisse passer une fraction de lumière incidente, la quantité de lumière absorbée est proportionnelle à la concentration du composé coloré comme le montre la loi de Beer– Lambert (Metra, 2020).

$$A = \epsilon LC / A = \log \frac{I_0}{I}$$

A : absorbance.

C : concentration massique du composé dosé.

I, I₀ : intensité du faisceau émergent et incident.

ϵ : Coefficient d'extinction.

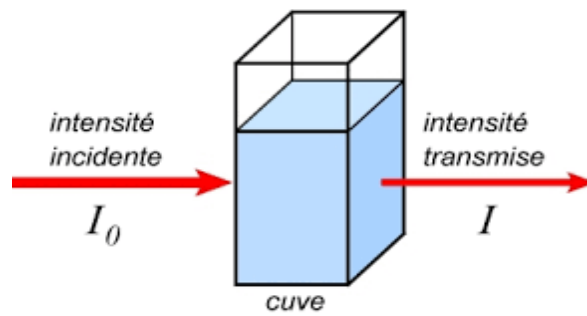


Figure II .2 : Dosage d'une espèce chimique en solution

II.5. Protocole expérimentale :

Pour chaque solution, nous avons utilisé 50 mg de charbon actif dans des fioles coniques, on verse la moitié du contenu de la fiole et on ajoute le charbon actif (et on note la température) sous agitation modérée. Pendant ce temps, nous on a mesuré l'absorbance de quelques solutions pour tracer la courbe d'étalonnage. Après 60 minutes, on filtre les suspensions, jette les premières gouttes du filtrat et on mesure l'absorbance de chaque solution à l'aide d'un spectrophotomètre.

Solution	1	2	3	4	5	6	7	8
La concentration C (mg/l)	10	20	30	40	50	60	70	80
DO(ou absorbance, A)								

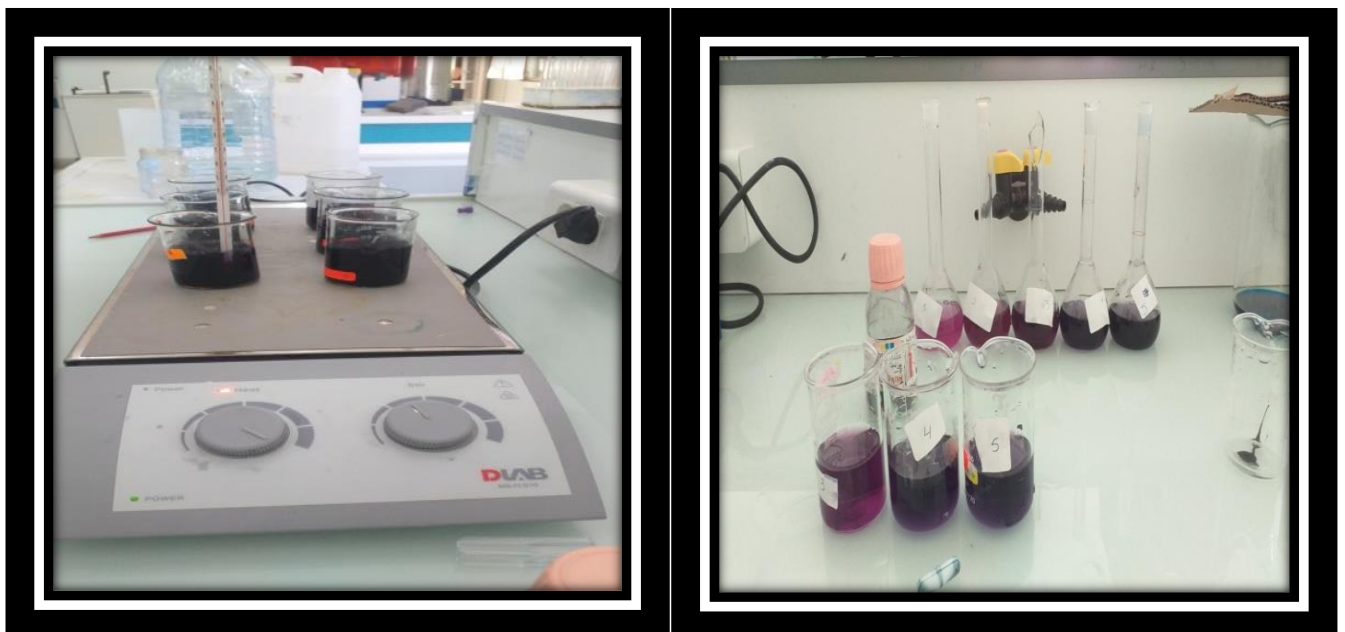


Figure II .3 : Montage expérimentale

Chapitre 3 : résultats et discussion

III.1. Introduction

Ce dernier chapitre concerne la présentation de tous les résultats obtenus pour l'adsorption de quelques colorants (Blue de méthylène, violet de gentiane, verre de malachite et le rouge de phénol) ainsi que l'exploitation et la discussion de tous ces résultats ; la courbes d'étalonnage, l'isotherme d'adsorption et le taux d'élimination de chaque colorant par le charbon actif.

III.2. L'adsorption du Blue de méthylène sur le charbon actif

III.2.1. la courbe d'étalonnage

La figure III.1 présente la courbe d'étalonnage du bleu de méthylène afin de doser ce colorant après son adsorption par le charbon actif. Cette courbe $A=f(C)$ tracé suivant la loi de Beer-Lambert $A = \epsilon.l.C$ est une droite passe par l'origine de pente 0.006

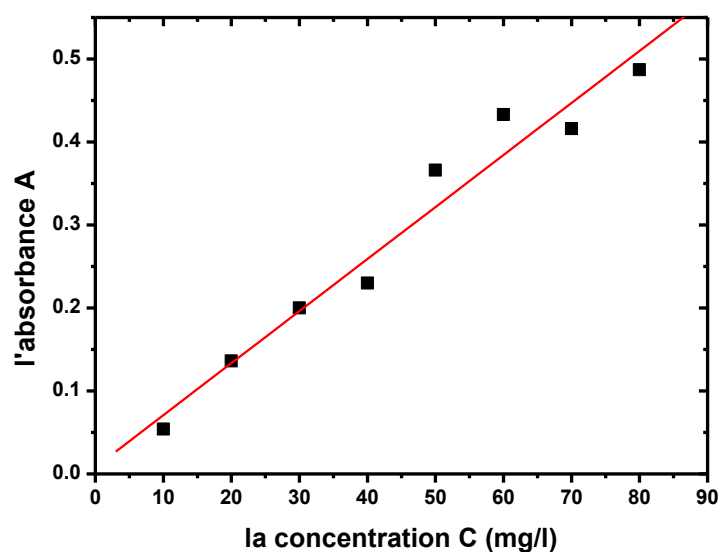


Fig.III.1. la courbe d'étalonnage du bleu de méthylène

III.2.2. L'isotherme d'adsorption

La figure III.2 présente les tracés de l'isotherme de Freundlich (a) et de l'isotherme de Langmuir(b) pour l'adsorption du BM sur le charbon actif selon les équations au-dessous (Freundlich ,1907) (Burke et al. ,1991) (Langmuir, 1918) (Meshko et al. ,2001) (Voegel et al., 1989). D'après cette figure on peut observer que les deux tracés ont une allure loin de la linéarité, ce qui signifie que l'adsorption du bleu de méthylène sur le charbon actif dans les

conditions opératoires (la température ambiante et PH neutre) ne suit ni l'isotherme de Freundlich ni l'isotherme de Langmuir. Mais il est bien clair qu'il est proche de l'isotherme de Langmuir que l'isotherme de Freundlich

a- Modèle de Freundlich

$$X = K(C_e)^n$$

$$\text{Log } X = \log K + n \log C_e$$

$$\text{Log } X = f(C_e)$$

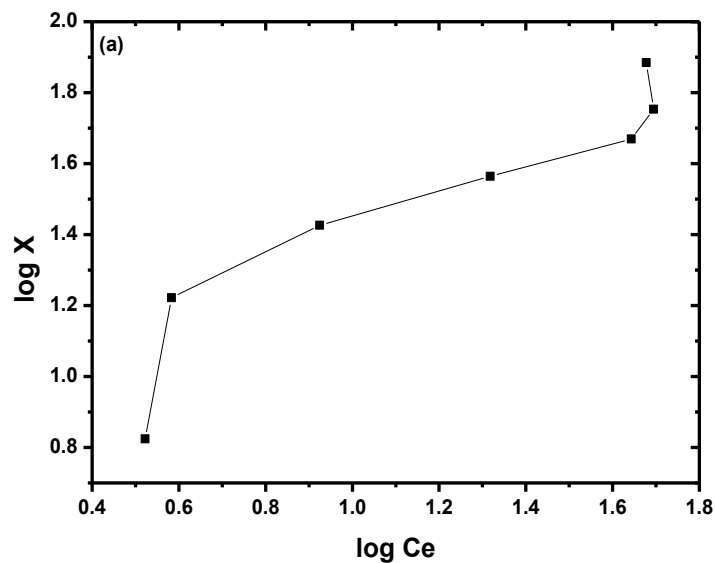
b- Modèle de Langmuir

$$X = X_m \frac{bC_e}{1 + bC_e}$$

$$\frac{1}{X} = \frac{1 + bC_e}{bC_e} \frac{1}{X_m}$$

$$\frac{C_e}{X} = \frac{1}{bX_m} + \frac{1}{X_m} C_e$$

$$\frac{C_e}{X} = f(C_e)$$



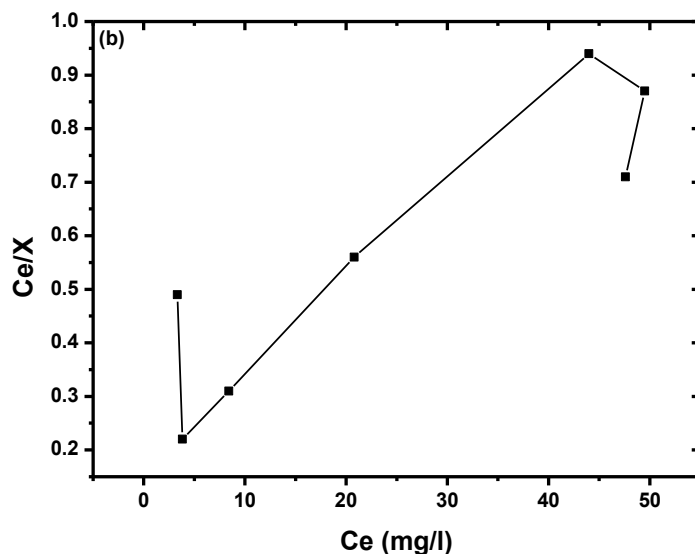


Figure III.2. Isotherme de Freundlich (a) et de Langmuir (b) pour l'adsorption du bleu de méthylène sur le charbon actif

Le tableau III.1 regroupe les valeurs de la concentration à l'équilibre C_e (après adsorption), la quantité adsorbé par gramme de solide X et le taux d'élimination du bleu de méthylène de la solution R où on trouve que ce dernier est très notable et peut aller jusqu'à 80 % pour la solution 2.

Tableau III. 1: Les valeurs de la concentration à l'équilibre C_e , de la quantité adsorbée par gramme de solide X et du taux d'élimination du colorant R%.

Solution	1	2	3	4	5	6	7
DO après adsorption	0,054	0,136	0,200	0,230	0,366	0,433	0,416
C après adsorption C_e (mg/l)	3,33	3,83	8,41	20,8	44	49,5	47 ; 6
C initial (Avant adsorption) C_0 (mg/l)	10	20	30	40	50	60	70
X (mg/g)= $(C_0 - C_e)$ v/m v=0,05L	6,67	16,67	26,67	36,67	46,67	56,67	76,67

R%	66,7	80,85	71,96	48	12	17,5	32
Log C_e	0,52	0,58	0,92	1,31	1,64	1,69	1,67
Log x	0,82	1,22	1,42	1,56	1,66	1,75	1,88
C_e/x	0,49	0,22	0,31	0,56	0,94	0,87	0,71

III.3. l'adsorption du Bleu de vert de malachite sur le charbon actif

III.3.1. la courbe d'étalonnage

La figure III.3 représente la courbe d'étalonnage du vert de malachite tracé pour le but de doser le vert de malachite par la spectrophotométrie UV-Visible après l'adsorption de ce dernier sur le charbon actif. On peut observer que cette courbe est une ligne droite qui passe par l'origine de pente 0.03

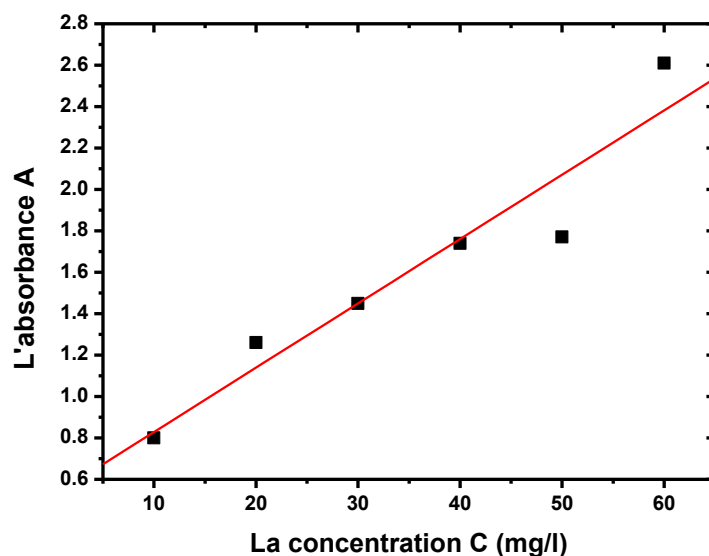


Figure III.3. Courbe d'étalonnage du vert de malachite

III.3.2. L'isotherme d'adsorption

La figure III.4 porte les tracés des isothermes d'adsorption de Freundlich et de Langmuir (a) et (b) respectivement concernant l'adsorption du vert de malachite sur le charbon actif, selon

cette figure ; il est clair que le mécanisme d'adsorption du vert de malachite proche de l'isotherme de Freundlich que l'isotherme de Langmuir.

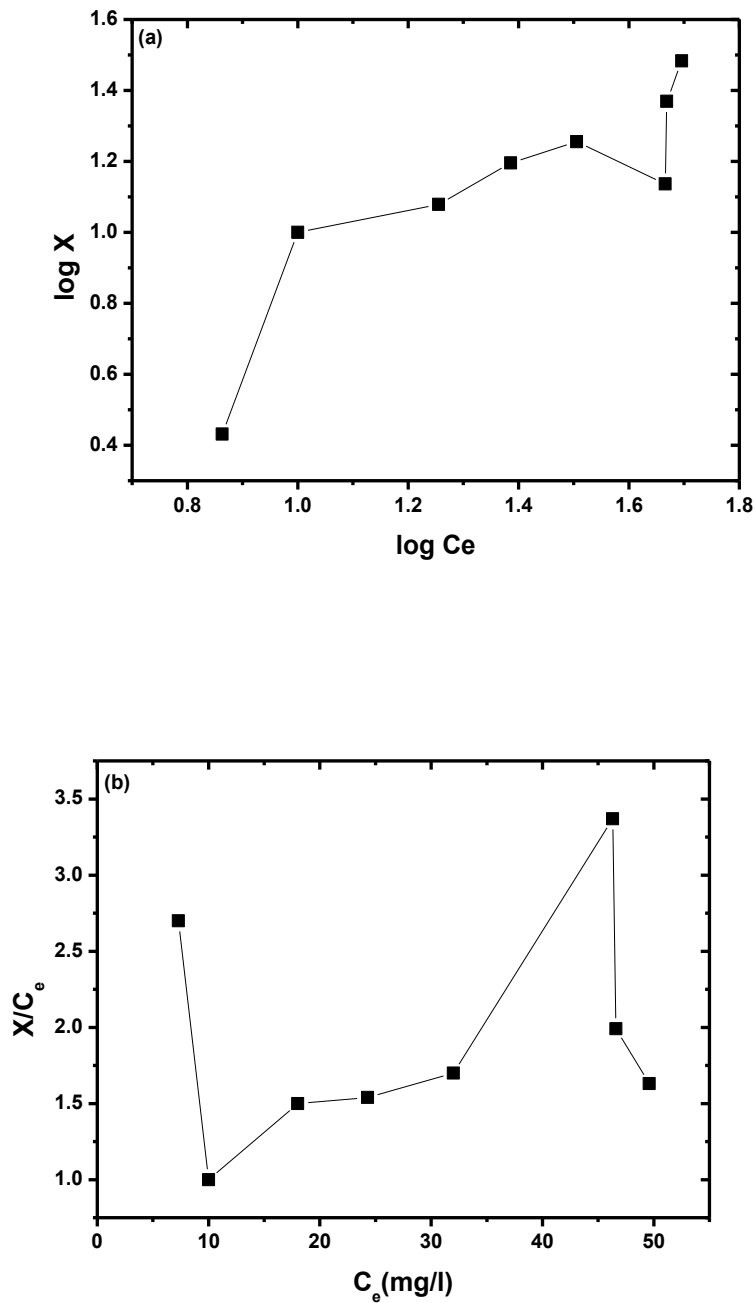


Figure III.4. Isotherme de Freundlich (a) et de Langmuir (b) pour l'adsorption du vert de malachite sur le charbon actif

Le tableau III.2. Résume les valeurs de la concentration du vert de malachite après adsorption C_e ; la quantité adsorbé par gramme de solide X et le taux d'élimination de du vert de malachite R ; ce dernier a une valeur est très considérable (vers 98) pour la solution 3

Tableau III. 2 : Les valeurs de la concentration à l'équilibre C_e , de la quantité adsorbée par gramme de solide X et du taux d'élimination du colorant R%.

Solution	1	2	3	4	5	6	7
DO après adsorption	0, 80	1, 26	1, 45	1 ,77	2, 61	2, 54	1, 80
C après adsorption C_e (mg/l)	7, 3	10	0, 54	24, 3	32	46	46, 9
C initial (Avant adsorption) C_0 (mg/l)	10	20	30	40	50	60	70
$X(\text{mg/g})=(C_0-C_e)v/m$ $V=0,05L$	2, 7	1	1 ,5	1. 54	1, 7	3 . 37	1. 99
R%	27	50	98 ,2	39, 25	36	23, 33	33, 42
Log C_e	0 ,863	1	1 ,255	1, 385	1, 505	1, 665	1, 668
Log X	0, 431	1	1, 07	1, 19	1, 25	1, 13	1, 36
C_e /X	2, 70	10	0, 36	15, 7	18, 8	13, 6	23 , 4

III.4. L'adsorption du rouge de phénol sur le charbon actif

III.4.1.La courbe d'étalonnage

La figure III.5 présente la courbe d'étalonnage du rouge de phénol tracé dans le but de calculer la concentration à l'équilibre C_e (après adsorption) suivant la loi de béer-Lambert. Il est claire que cette courbe est une ligne droite passe par l'origine de pente 0.04 La concentration à l'équilibre peut être déterminée facilement par la division de la valeur de l'absorbance mesurée sur cette valeur de pente

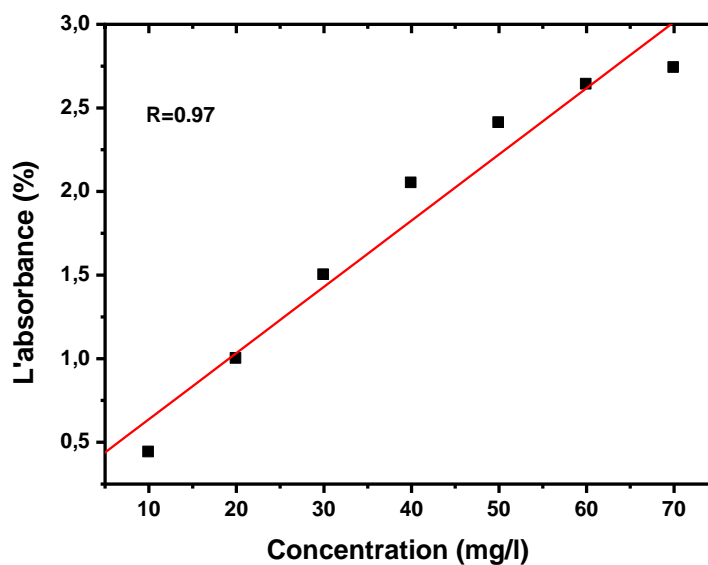


Figure III .5. La courbe d'étalonnage du rouge de phénol

III.4.2. L'isotherme d'adsorption

La figure III.6 présente les tracés des isothermes d'adsorption du rouge de phénol sur le charbon actif dans les mêmes conditions opératoire précédentes (température ambiante et pH neutre). On peut observer clairement que ce colorant est adsorbé sur la surface du charbon actif suivant l'isotherme de Freundlich, c.-à-d. qu'il est fixé sur la surface du charbon actif sous forme de multicouches (Adamson et Morris, 1997).

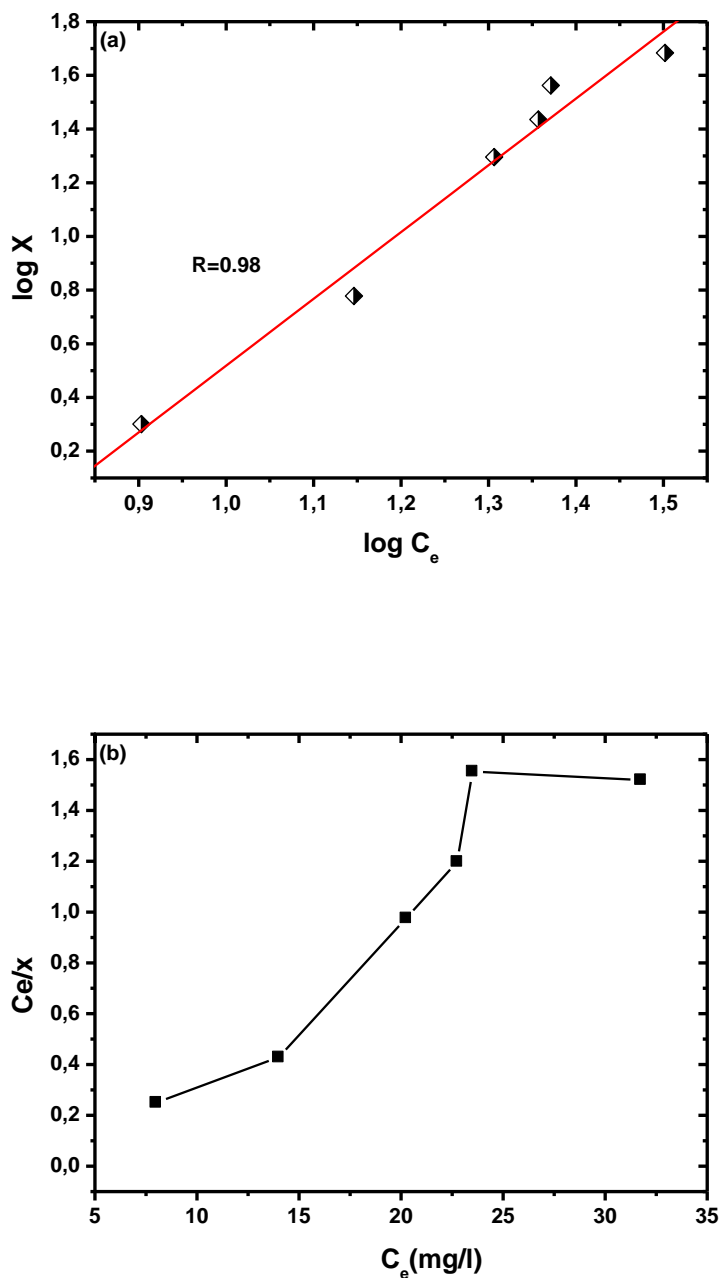


Figure III.6. Isotherme de Freundlich (a) et de Langmuir (b) pour l'adsorption du rogne de phénol sur le charbon actif

Les valeurs de la concentration à l'équilibre (après adsorption) ; la quantité adsorbé et le taux d'élimination du colorant R sont présentés dans le tableau III.3

Tableau III. 3 : Les valeurs de la concentration à l'équilibre C_e , de la quantité adsorbée par gramme de solide X et du taux d'élimination du colorant R%.

Solution	1	2	3	4	5	6
DO après adsorption	0,438	1,001	1,506	2,058	2,418	2,699
C après adsorption C_e (mg/l)	2	6	19,75	27,25	36,5	48,25
C initial (Avant adsorption) C_0 (mg/l)	10	20	30	40	50	60
X (mg/g) = $(C_0 - C_e) v/m$ $V=0,05$	8	14	20,25	22,75	23,5	31,75
R %	80	70	34,16	31,87	27	19,58
Log C_e	0,30	0,77	1,29	1,43	1,56	1,68
Log x	0,90	1,14	1,30	1,35	1,37	1,50
C_e/x	0,25	0,42	0,97	1,19	1,55	1,51

III.4. L'adsorption du noir ériochrome T sur le charbon actif

III.4.1. la courbe d'étalonnage

La figure III.7 porte la courbe d'étalonnage du noir ériochrome T tracée pour la détermination de la concentration à l'équilibre (après adsorption). Cette courbe est une ligne droite qui passe par l'origine de pente 0.05

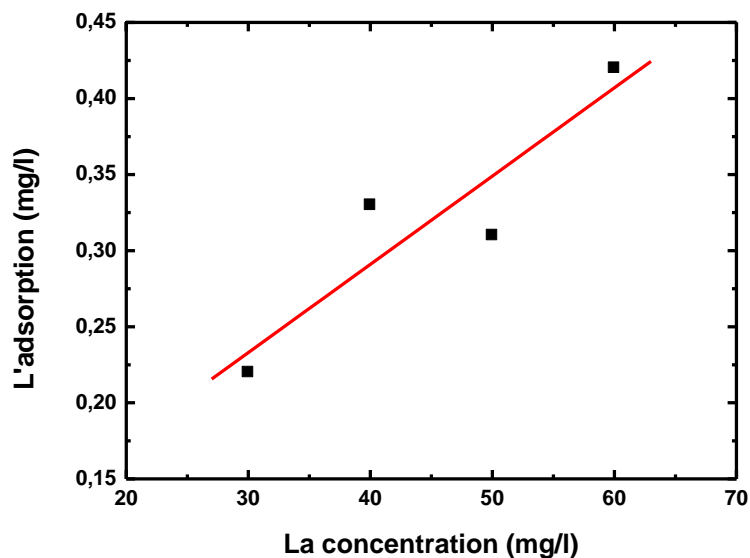


Figure III .7 . La courbe d'étalonnage pour le noir ériochrome T

III.4.2. L'isotherme d'adsorption

La figure III.8 relatifs aux tracés des isothermes d'adsorption de Freundlich (a) et de Langmuir (b) du noir ériochrome T sur le charbon actif dans les mêmes conditions opératoires (température ambiante et PH neutre). D'après cette figure on peut noter que ces deux courbes ne sont pas des lignes droites. Ce qui montre que l'adsorption du noire eriochrome T sur le charbon actif est très loin des isothermes d'adsorption de Freundlich et Langmuir.

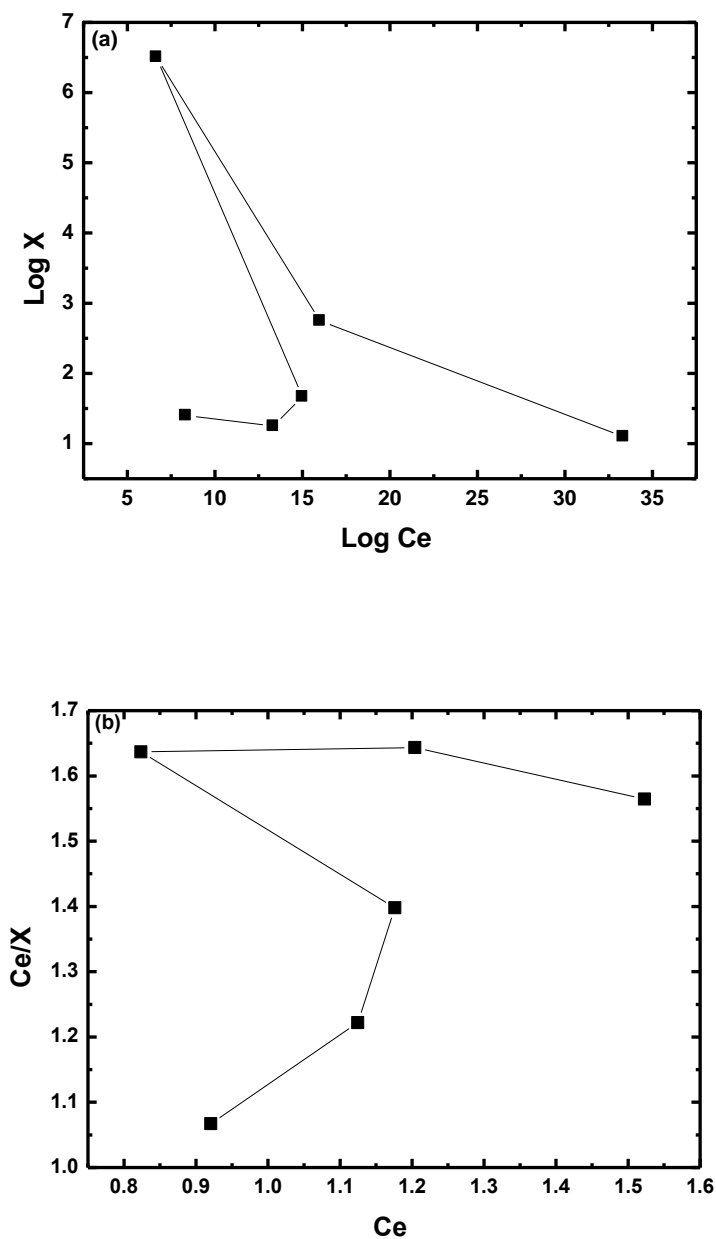


Figure III.8. Isotherme de Freundlich (a) et de Langmuir (b) pour l'adsorption du noir ériochrome T sur le charbon actif

Dans le tableau III.4 on peut trouver les valeurs de la concentration d'équilibre C_e (après adsorption) ; les valeurs de la quantité adsorbé et le taux d'élimination du noir ériochrome T. Il est évident que ce dernier est très petit par rapport aux colorants précédents.

Tableau III. 4 : Les valeurs de la concentration à l'équilibre C_e , de la quantité adsorbée par gramme de solide X et du taux d'élimination du colorant R%.

Solution	1	2	3	4	5	6
DO après adsorption	0,17	0,38	0,22	0,33	0,31	0,42
C après adsorption C_e (mg/l)	11,67	16,67	25	43,34	44	36,67
C initial (Avant adsorption) C_0 (mg/l)	10	20	30	40	50	60
X (mg/l) = $(C_0 - C_e)v/m$ $V=0,05L$	8,33	13,33	15	6,66	16	33,33
R%	16,7	33,3	50	8,35	12	38,88
Log c_e	1,06	1,22	1,37	1,63	1,64	1,56
Log x	0,92	1,12	1,17	0,82	1,20	1,52
C_0/X	1,40	1,25	1,66	6,50	2,75	1,10

III.5. L'effet du pH

III.5.1. Milieu acide (PH=2.97)

La figure III.9 présente les tracés des isothermes de Langmuir et de Freundlich de l'adsorption du bleu de méthylène sur le charbon actif dans un milieu acide (pH =2.97). Il est clair que l'adsorption dans ce cas suit le modèle de Freundlich ; ce qui traduit par la linéarité du tracé $\log X$ vs. $\log C_e$. Ce résultat montre clairement que le pH du milieu influe fortement sur le mécanisme de fixation des molécules de l'adsorbat sur la surface du solide (par comparaison avec le résultat précédent en milieu neutre)

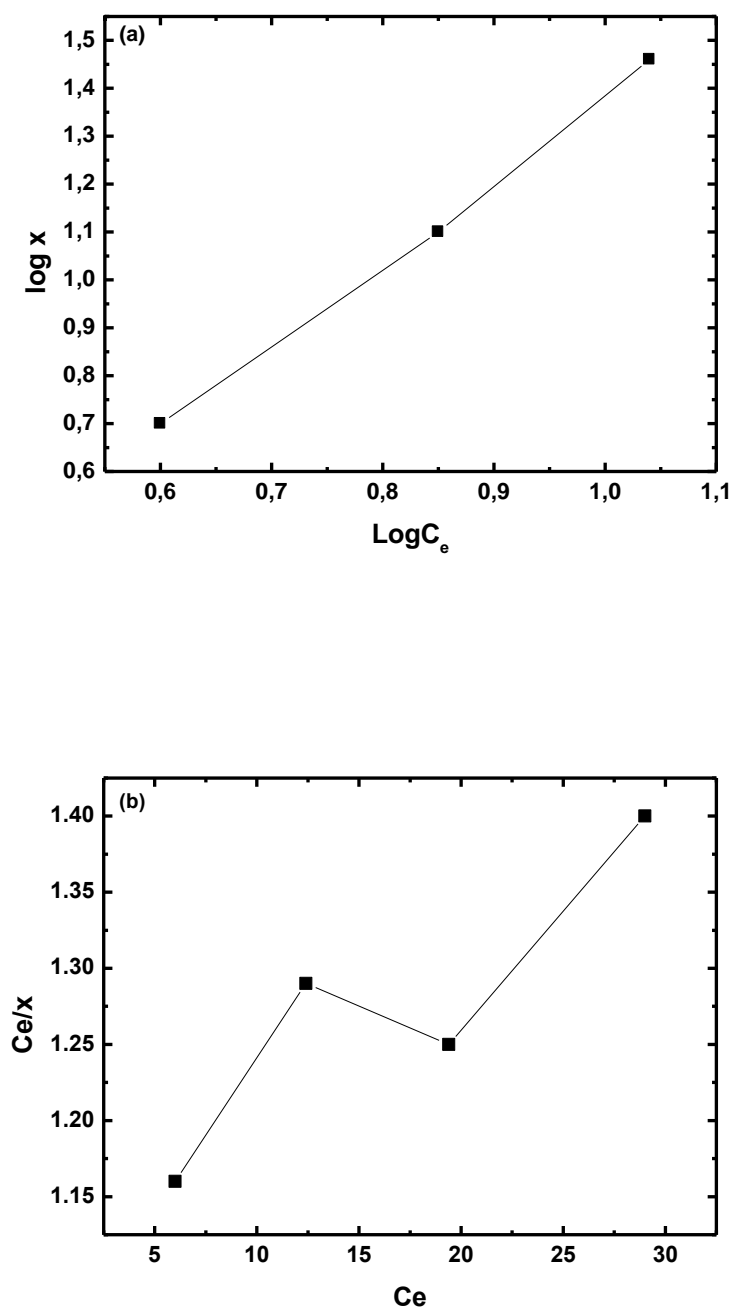


Figure III. 9. Isotherme de Freundlich (a) et de Langmuir (b) pour le bleu de méthylène sur le charbon actif (à température ambiante et pH acide 2.97)

Le tableau suivant porte les valeurs de la concentration à l'équilibre (après adsorption) avec les valeurs de la quantité adsorbé du colorant (BM) et le taux d'élimination de ce colorant de la solution. Dans ce cas, le taux d'élimination est devenu plus petit par rapport au milieu neutre.

Tableau III. 5 : Les valeurs de la concentration à l'équilibre C_e , de la quantité adsorbée par gramme de solide X et du taux d'élimination du colorant R%.

Solution	1	2	3	4
DO après adsorption	1, 14	2, 21	2, 53	2, 63
C après adsorption C_e (mg/l)	6	12, 4	19, 4	29
C initial (Avant adsorption) C_0 (mg/l)	10	20	30	40
X (mg/g)= ($C_0 - C_e$) v/m v=0.05	4	7, 2	10, 6	11
R(%)	40	36	35	27
Log C_e	0, 7	1, 10	1, 28	1, 46
Log x	0, 6	0, 85	1, 02	1, 04
C_e/x	1,16	1, 29	1, 25	1, 40

III.5.2. Milieu basique (PH=12.05)

Les tracés des isothermes de Freundlich (a) et de Langmuir (b) de l'adsorption du Blue de méthylène sur le charbon actif à température ambiante dans un milieu basique (pH=12.05) sont présentés dans la figure III.10 où on observe que le tracé Log X vs. Log C'est une ligne droite indiquant que l'adsorption dans ces conditions est suivant l'isotherme de Freundlich. Ce qui montre que la valeur du pH de la solution a une influence notable sur le mécanisme d'adsorption en comparant ce résultat avec celle obtenu à pH neutre.

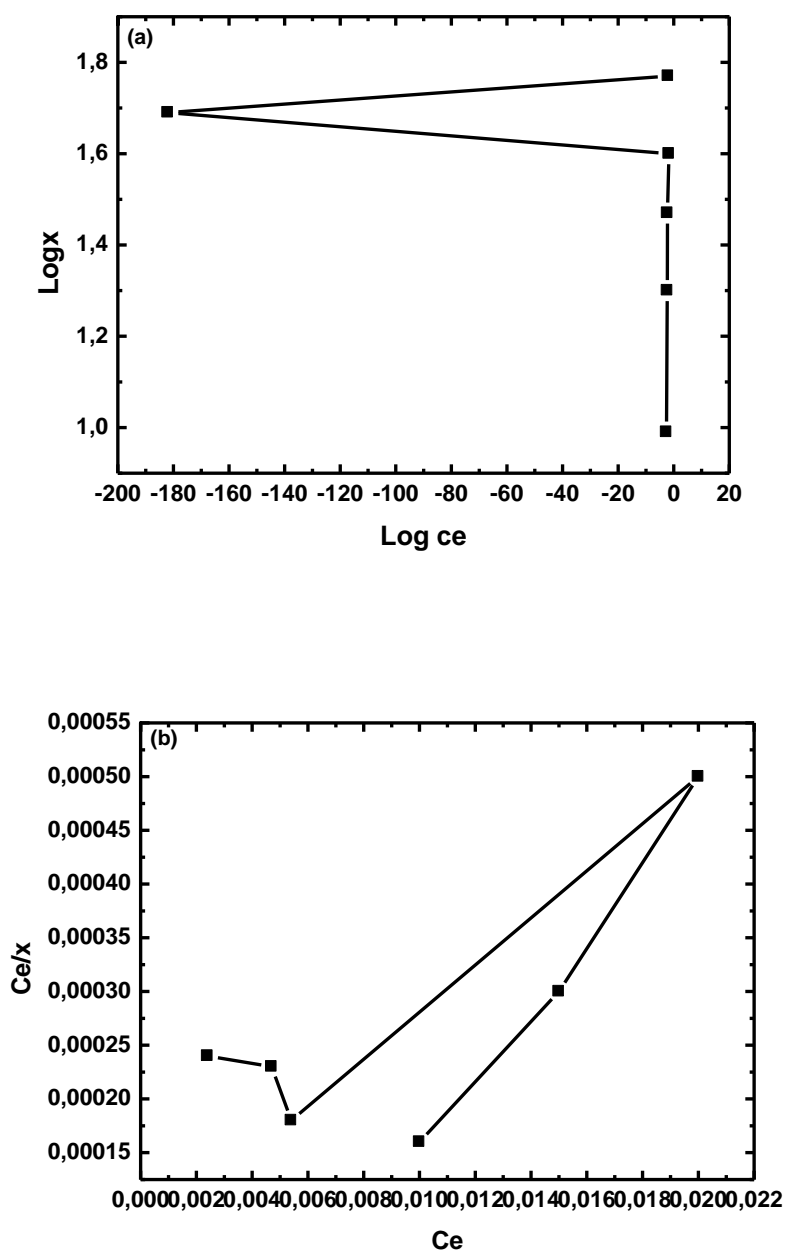


Figure III. 10. Isotherme de Freundlich (a) et de Langmuir (b) pour l'adsorption du bleu de méthylène sur le charbon actif (à température ambiante et pH basique 12.5)

Le tableau suivant regroupe les valeurs de la concentration à l'équilibre C_e avec la quantité adsorbée et le taux d'élimination du colorant (bleu de méthylène) par le charbon actif R%. Ce dernier prend une valeur maximale dans ce cas ($\approx 100\%$), ce résultat signifie clairement qu'on peut éliminer le bleu de méthylène de la solution par adsorption sur le charbon actif en allant jusqu'à un pH plus basique.

Tableau III. 6 : Les valeurs de la concentration à l'équilibre C_e , de la quantité adsorbée par gramme de solide X et du taux d'élimination du colorant R%.

Solution	1	2	3	4	5	6
DO après adsorption	0.98	1.08	1.34	1.63	1.69	1.72
C après adsorption C_e (mg/l)	0.0024	0.0047	0.0054	0.020	0.015	0.010
C initial (Avant adsorption) C_0 (mg/l)	10	20	30	40	50	60
X (mg/g)= ($C_0 - C_e$) v/m v=0.05	9.99	19.99	29.99	39.98	49.98	59.99
R(%)	99.97	99.97	99.98	99.95	99.97	99.98
Log C_e	-2.61	-2.32	-2.25	-1.69	-1.82	-2
Log x	0.99	1.30	1.47	1.60	1.69	1.77
C_e/x	0.00024	0.00023	0.00018	0.00050	0.00030	0.00016

III.6. L'effet de la température

III.6.1. Température T=47°C

La figure III.11 présente les tracés des isothermes de Freundlich(a) et de Langmuir(b) pour l'adsorption de noir ériochrome T sur le charbon actif en milieu neutre à température T=47°C. D'après cette figure on peut dire que l'adsorption dans ces conditions opératoire suit le modèle de Freundlich (log X vs. Log C_e est une ligne droite)

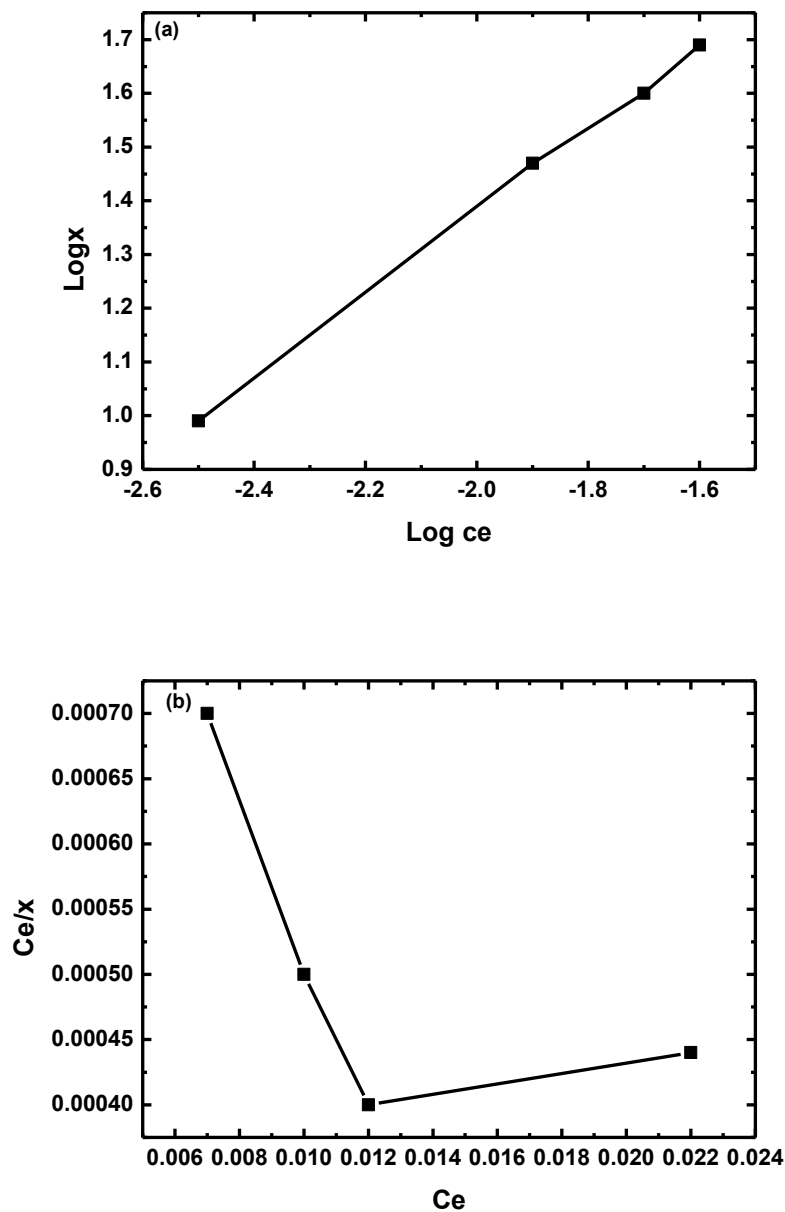


Figure III. 11. Isotherme de Freundlich (a) et de Langmuir (b) pour noir ériochrome T de sur le charbon actif (à température 47°C et pH neutre)

Le tableau III.7 présente les valeurs de la concentration à l'équilibre C_e avec la quantité adsorbée et le taux d'élimination du colorant (noir ériochrome T) par le charbon actif R%. Ce dernier prend une valeur maximale dans ce cas ($\approx 100\%$), ce résultat signifie clairement qu'on peut éliminer le noir ériochrome T de la solution par adsorption sur le charbon actif en élevant la valeur de la température entre 40 et 50 °C.

Tableau III. 7 : Les valeurs de la concentration à l'équilibre C_e , de la quantité adsorbée par gramme de solide X et du taux d'élimination du colorant R%.

Solution	1	2	3	4	5
DO après adsorption	0.2	0.50	0.69	0.96	1.51
C après adsorption C_e (mg/l)	0.007	0.01	0.012	0.020	0.022
C initial (Avant adsorption) C_0 (mg/l)	10	20	30	40	50
X (mg/g)= ($C_0 - C_e$) v/m v=0.05	9.99	19.99	29.98	39.98	49.97
R(%)	99.93	99.95	99.96	99.95	99.95
Log C_e	-2.5	-2	-1.9	-1.7	-1.6
Log x	0.99	1.30	1.47	1.60	1.69
C_e/x	0.0007	0.00050	0.00040	0.00050	0.00044

III.5.2. Température T=59 °C

La figure III.11 présente les tracés des isothermes de Freundlich (a) et de Langmuir (b) pour l'adsorption de noir ériochrome T sur le charbon actif en milieu neutre à température T=59 °C. D'après cette figure on peut dire que l'adsorption dans ces conditions opératoire suit le modèle de Freundlich (log X vs. Log C_e est une ligne droite)

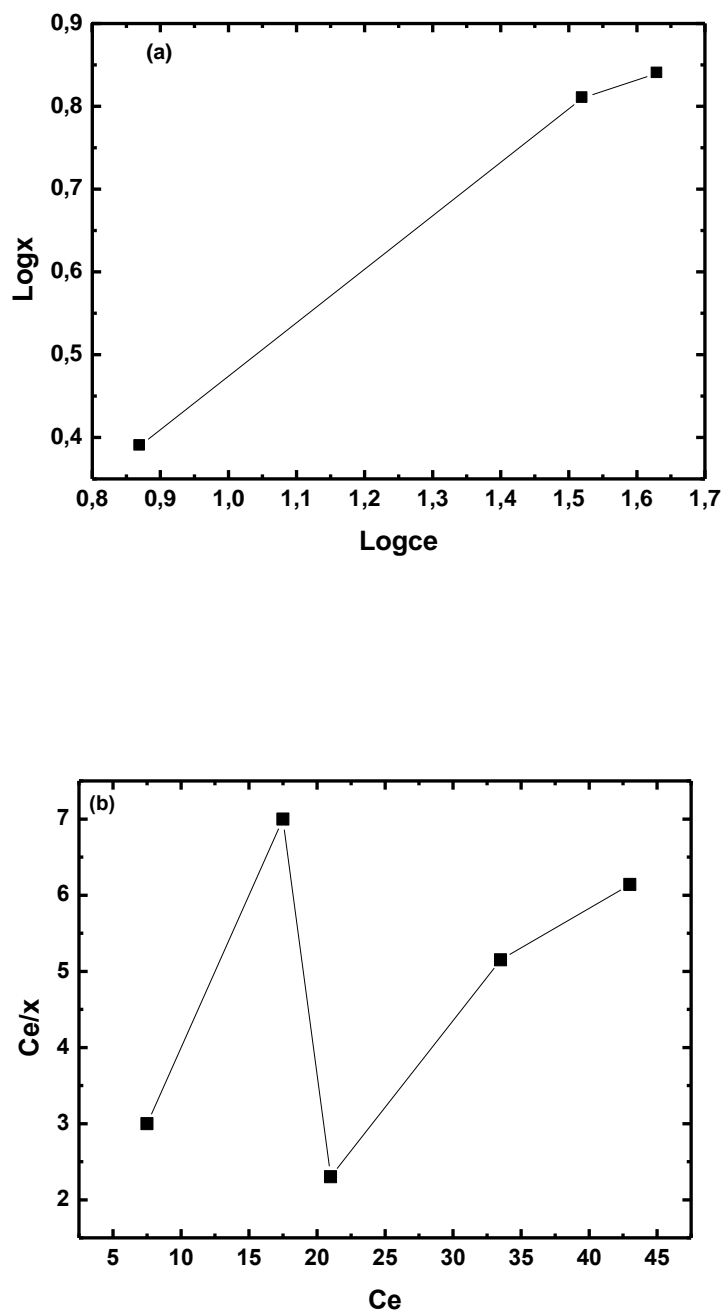


Figure III. 12. Isotherme de Freundlich (a) et de Langmuir (b) pour noir ériochrome T de sur le charbon actif (à température 59 °C et pH neutre)

Le tableau suivant porte les valeurs de la concentration à l'équilibre (après adsorption) avec les valeurs de la quantité adsorbé du colorant (noir ériochrome T) et le taux d'élimination de

ce colorant de la solution. Dans ce cas, le taux de purification est devient plus petits par rapport à la température précédente.

Tableau III. 8 : Les valeurs de la concentration à l'équilibre C_e , de la quantité adsorbée par gramme de solide X et du taux d'élimination du colorant R%.

Solution	1	2	3	4	5
DO après adsorption	0.11	0.29	0.41	0.65	0.97
C après adsorption C_e (mg/l)	7.5	17.5	21	33.5	43
C initial (Avant adsorption) C_0 (mg/l)	10	20	30	40	50
X (mg/g)= $(C_0 - C_e) v/m$ $v=0.05$	2.5	2.5	9	6.5	7
R(%)	25	12.5	30	16.25	14
Log C_e	0.87	1.24	1.32	1.52	1.63
Log x	0.39	0.39	0.95	0.81	0.84
C_e/x	3	7	2.3	5.15	6.14

Conclusion générale

La pollution de l'eau est considérée comme l'un des grands problèmes mondiaux dans notre vie. La pollution des eaux d'origine industrielle représente la majeure partie de contaminations des eaux dans le monde et particulièrement par les colorants synthétiques.

Ces colorants représentent un groupe relativement large de composés organiques rencontrés pratiquement dans tous les domaines de notre vie quotidienne. Le présent travail concerne l'étude de l'élimination des différents colorants (Blue de méthylène, vert de malachite, rouge de phénol et le noir eriochrom T) par l'adsorption sur le charbon actif ainsi que l'influence des conditions opératoires (pH et température) sur l'élimination de ces colorants. D'après cette étude on peut enregistrer les points suivants.

- ◆ L'adsorption du bleu de méthylène et le vert de malachite dans un milieu neutre et à température ambiante se fait suivant les deux modèles de Langmuir et Freundlich.
- ◆ Dans un milieu de pH neutre et température ambiante le rouge de phénol est adsorbé sous forme de multicouches suivant le modèle de Freundlich.
- ◆ Le mécanisme d'adsorption du noir d'eriochrom T ne suit aucun des deux modèles de Langmuir et de Freundlich dans les mêmes conditions (pH neutre et température ambiante).
- ◆ La valeur du pH du milieu et la température de travail influent fortement sur le mécanisme d'adsorption et le taux d'élimination du colorant.
- ◆ Le travail dans un milieu fortement basique ou à température légèrement élevée conduit à l'élimination totale du colorant par le charbon actif.

Références bibliographiques :

Adamson, B. & Morris, P. (1997). The English curriculum in the People's Republic of China. *Comparative Education Review*, 41(1), 3-26.

Aksas, H. (2013). Etude cinétique et thermodynamique de l'adsorption des métaux lourds par l'utilisation des adsorbants naturels (Doctoral dissertation, Université de Boumerdès-M'hamed Bougara).

Aluyor, E. & Badmus, O. (2008). COD removal from industrial wastewater using activated carbon prepared from animal horns. *Africa in Journal of Biotechnology*, 7(21), 3887.

Alves, A. & Pinho, M. (2000). Ultra filtration for colour removal of tannery dyeing wastewaters. *Desalination*, 130(2), P.147-154.

Auta, M. & Hameed, B. (2014). Chitosan–clay composite as highly effective and low-cost adsorbent for batch and fixed-bed adsorption of méthylène blue. *Chemical engineering journal*, 237, 352-361 by waste materials of *Daucus carota*. *Journal of Saudi Chemical Society*, 18(3), 200-207..

Bamba, D. & Trokourey, A. & Zoro, G. & Athéba, G. & Robert, D. & Wéber, J. (2009). Etudes comparées des méthodes de préparation du charbon actif, suivies d'un test de dépollution.

Barani, D. & Benbouzid, M. (2011). Préparation d'un charbon actif à partir d'un bitume routier issu du raffinage du pétrole par activation acide

Belaid, K. D. & Kacha, S. (2011). Étude cinétique et thermodynamique de l'adsorption d'un colorant basique sur la sciure de bois. *Revue des Sciences de l'eau*, 24(2), 131-144. u contaminée au diuron. *J. soc. Ouest-Afr. Chim*, 28, P.41-52.

Boudjelal, H. (2008). Pollution de l'oued boussellem par les eaux usées urbaines et industrielle et impact de leur utilisation dans l'irrigation. Thèses ing, tatho desécosystèmes universitaires, Sétif, p : 6-13

Bouzaini, M. (2000). L'eau de la pénurie maladie. Ed. I BN-KHALDOUN, Oran, p59-64

Bouziane, N. (2007). Élimination du 2-mercaptobenzothiazole par voie photochimique et par adsorption sur la bentonite et le charbon actif en poudre, Mémoire de Master, Université Mentouri-Constantine.

Burke, G. & Wurster, D. & Buraphacheep, V. & Berg, M. & Veng-Pedersen P. & Schottelius, D. (1901). *Model selection for the adsorption of phenobarbital by activated charcoal. PharmRes*, (PMID 2023872, DOI 10.1023/a:1015800322286).

Capon, M. & Courilleau-Haverlant, V. & Valette, C. (1993). *Chimie des couleurs et des odeurs. Cultures et techniques.*

Chawki, D. (2014). *EXPERIMENTATION, MODELISATION ET OPTIMISATION DE L'ADSORPTION DES EFFLUENTS TEXTILES* (Doctoral dissertation).

Cunningham, W. & Cooper, T. & Gorham, E. & Hepworth, M. T. (1998). Environmental encyclopedia.

Daneshvar, N. & Salari, D. & Khataee, A. (2003). Photocatalytic degradation of azo dye acid red 14 in water: investigation of the effect of operational parameters. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 157(1), P.111-116.

Demirbas, A. (2009). Agricultural based activated carbons for the removal of dyes from aqueous solutions: a review. *Journal of hazardous materials*, 167(1-3), 1-9.

Dinçer, A. & Güneş, Y. & Karakaya, N. (2007). Coal-based bottom ash (CBBA) waste material as adsorbent for removal of textile dyestuffs from aqueous solution. *Journal of Hazardous Materials*, 141(3), P.529-535.

Emilion, K. (2004). Traitement des pollutions industrielles Eau-Air-Déchet-Sols boues. Du mode. p,177,7.

Freundlich, H. (1907) Über die Adsorption in Lösungen. «Zeitschrift für Physikalische Chemie – Stöchiometrie und Verwandtschaftslehre, p. 392 et 385–470

Galindo, C. & Jacques, P. & Kalt, A. (2001). Photooxidation of the phenylazonaphthol AO20 on TiO₂: kinetic and mechanistic investigations. *Chemosphere*, 45(6-7), 997-1005.

Ghaedi, M. & Hassanzadeh, A. & Kokhdan, S. (2011). Multiwalled carbon nanotubes as adsorbents for the kinetic and equilibrium study of the removal of alizarin red S and morin. *Journal of Chemical & Engineering Data*, 56(5), P.2511-2520.

Ghaedi, M. & Hossainian, H. & Montazerzohori, M. & hokrollahi, A. & Shojaipour, F. & Soylak, M. & Purkait, M. (2011). A novel acorn based adsorbent for the removal of brilliant green. *Desalination*, 281,P. 226-233.

Hachemi, F. & Mortda, W. (2019). *Elimination des deux colorants par adsorption sur un matériau issu de la coquille d'escargot.*

Hunger, K. (2007). **Industrial dyes: chemistry, properties, applications. John Wiley & Sons.**

Jeng, H. (2007). Encyclopedia of Cancer and Society. Ed. Graham Colditz. Los Angeles: Sage Publications Inc., 2, 695-697.

Kostelitz, M. Domange, J. & Oudar, J. (1973). Étude par la diffraction des électrons lents et la spectroscopie auger de l'adsorption du soufre sur l'or. *Surface Science*, 34(2), P.431-449.

Kumar, R. & Barakat, M. (2013). Decolorization of hazardous brilliant green from aqueous solution using binary oxidized cactus fruit peel. *Chemical engineering journal*, P.226, 377-383.

Kushwaha, A. & Gupta, N. & Chattopadhyaya, M. (2011). Removal of cationic methylene blue and malachite green dyes from aqueous solution

Lacheheb, M. & Sadoudi, R. (2018). ETUDE D'ADSORPTION DE VIOLET DE GENTIANE SUR LA SCIURE DE BOIS (Doctoral dissertation, université Akli Mouhand Oulhadje-Bouira).

Lamaka, S. & Zheludkevich, M. & Yasakau, K. & Serra, R. & Poznyak, S. & Ferreira, M. (2007). Nanoporous Titania interlayer as reservoir of corrosion inhibitors for coatings with self-healing ability. *Progress in organic coatings*, 58(2-3), P.127-135

Langmuir, I. (1918). The adsorption of gases on plane surfaces of glass, mica and platinum, *Journal of the American Chemical Society*, vol. 40 (9), p. 1361-1403 (1918).

Liu, J. & Chen, C. & Lin, C. & Tsai, H. & Chen, C. & Kamogawa, M. (2011). Ionospheric disturbances triggered by the 11 March 2011 M9. 0 Tohoku earthquake. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 116(A6).

Lohmann, U. & Kärcher, B. (2002). First interactive simulations of cirrus clouds formed by homogeneous freezing in the ECHAM general circulation model. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 107(D10), AAC-8

Meshko, V. & Markovska, L. & Mincheva, M. & Rodrigues, A. (2001). Adsorption of basic dyes on granular activated carbon and natural zeolites, *Water Research*, vol. 35 (14), p. 3357-3366.

Metral, B. (2020). *Systèmes photoamorceurs et modèle pour la fabrication additive par photopolymérisation* (Doctoral dissertation, Université de Haute Alsace-Mulhouse).

Perraud, B. (2009). *Chimie de l'environnement : Air, eau, sols, déchets*, 2^{ème} Edition Français de Boeck : p : 7-360.

Ranga, S. & Anu, N. & Selvaraju, N. (2013). Sequestration of dye from textile industry wastewater using agricultural waste products as adsorbents. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 1(4), 629-641.

Robinson, T. & McMullan, G. & Marchant, R. & Nigam, P. (2001). Remediation of dyes in textile effluent: a critical review on current treatment technologies with a proposed alternative. *Bioresource technology*, 77(3), 247-255.

Rodier, J. & Geoffroy, C. & Rodi, L. (1984). *L'analyse de l'eau: eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer: chimie, physico-chimie, bactériologie, biologie.*

Sahnoun, S. (2011). Synthèses, caractérisation et application des argiles organophiles. Université de Ferhat Abbas Sétif

Saidi, F. (2013). *Élimination du Bleu de Méthylène par des Procédés d'Oxydation Avancée* (Doctoral dissertation)

Sbai, G. & Loukili, M. (2015). Traitement des margines par un procédé couplant la coagulation floculation et la voie électrochimique. *European Scientific Journal*, 11(9), P.158-169.

Selon la définition de l'Office québécois de la langue française,(1987) — « carbone activé » [archive], sur gdt.oqlf.gouv.qc.ca (consulté le 15 février 2022).

Skoog, D. & Holler, F. & Crouch, S. (2007). *Principles of instrumental analysis*. Thomson Brooks. *Cole, Canada*.

Solozhenko, E. & Soboleva, N. & Goncharuk, V. (1995). Decolourization of azodye solutions by Fenton's oxidation. *Water Research*, 29(9), 2206-2210.

Tavlieva, M. & Genieva, S. & Georgieva, V. & Vlaev, L. (2013). Kinetic study of brilliant green adsorption from aqueous solution onto white rice husk ash. *Journal of Colloid and Interface Science*, 409, 112-122.

Trevors, J. & Saier M. (2007). *Regulation of Pollution*. Water Air Soil Pollution.

Venkat, V. & Thong, J. & Chan, F. & Brown, S. (2011). Extending the two-stage information systems continuance model: Incorporating UTAUT predictors and the role of context. *Information systems journal*, 21(6), 527-555.

Vieth, M., & Stolte, M. (2001). Fundic gland polyps are not induced by proton pump inhibitor therapy. *American journal of clinical pathology*, 116(5), 716-720.

Visser, C. & Zuidwijk, J. & Ponec, V. (1974). Reactions of hydrocarbons on palladium-gold alloys. *Journal of Catalysis*, 35(3), P.407-416.

Voegel, J. & Behr, S. & Mura, M. & Aptel, J. (1989). Kinetics and equilibrium of human albumin adsorption onto biological apatite beads, *Colloids and Surfaces*, vol. 40, p. 307-321.

Zhenwang, L. & ZhenLu, C. & Jianyan, L. (2000). The PT dye molecular structure and its chromophoric luminescence's mechanism. In 15th World Conference on Non-Destructive Testing pp. 15-21

ملخص :

يهدف هذا العمل إلى دراسة إزالة الصبغات في الماء عن طريق الامتزاز على الكربون النشط وكذلك دراسة تأثير ظروف العمل على هذه الطريقة. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن امتزاز الميثيلين الأزرق وأخضر المالاكيت يتم وفقاً لنموذجي لانجموير وفريوندليش في وسط محايد وفي درجة حرارة الغرفة ، بينما يمتص الفينول الأحمر وفقاً لفريوندليش في نفس الظروف ، في حين أن إيريوكروم الأسود تي لا يتبع أيًا من النموذجين. يؤثر الأس الهيدروجيني ودرجة حرارة الوسط بقوة على آلية الامتزاز ومعدل إزالة الصبغة. يؤدي العمل في وسط أساسي أو في درجة حرارة عالية قليلاً إلى القضاء التام على الصبغة بواسطة الكربون المنشط

الكلمات المفتاحية : الصبغات , الاهتزاز, الميثيلين الأزرق, اخضر الملاكيت , لانجمير, فريوندليش , الفينول الأحمر , الاريكروم الاسود تي , الكربون المنشط .

Résumé :

Ce travail a pour but d'étudier l'élimination des colorants dans les eaux par l'adsorption sur le charbon actif ainsi que l'effet des conditions opératoires sur cette méthode. Les résultats obtenus montrent que l'adsorption du Blue de méthylène et le vert de malachite se fait suivant les deux modèles de Langmuir et Freundlich dans un milieu neutre et à température ambiante, tandis que le rouge de phénol adsorbé suivant l'isotherme de Freundlich dans les mêmes conditions, alors que le Noir ériochrome T ne suit aucun des deux modèles. Le pH et la température du milieu influent fortement sur le mécanisme d'adsorption et le taux d'élimination du colorant. Le travail dans un milieu fortement basique ou à température légèrement élevé conduit à l'élimination totale du colorant par le charbon actif

Mots clés : Blue de méthylène, Vert de malachite, Langmuir, Freundlich, Rouge de phénol, Noire ériochrome T, Charbon actif, Colorant.

Abstract:

This work aims to study the elimination of dyes in water by adsorption on activated carbon as well as the effect of operating conditions on this method. The result so obtained show that the adsorption of methylene blue and malachite green is done according to the two Langmuir and Freundlich models in a neutral medium and at room temperature, while the phenol red adsorbed according to the Freundlich isotherm in the same conditions, whereas the quarter note of ériochrome black T does not follow either of the two models. The pH and the temperature of the medium strongly influence the mechanism of adsorption and the rate of elimination of the dye. Working in a strongly basic environment or at a slightly high temperature leads to the total elimination of the dye by the activated carbon.

Keywords: Methylene blue, Malachite green, Langmuir , Freundlich , Phenol red , ériochrome black T , Adsorption , Activatedcarbon , Colorants .