

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLICQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة عمار تليجي بالأغواط
UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT
كلية العلوم
FACULTE DES SCIENCES
قسم علوم المادة

DEPARTEMENT Sciences de la Matière



Mémoire de Master

Domaine : Sciences de la Matière

Filière : Chimie

Option : Chimie Inorganique

Par :

Mlle. BENHORMA Fatima Zohra

Mlle. KHOUCHNI Fattoum

THEME

Etude du procédé de l'adsorption d'un colorant cationique sur un biomatériau.

Soutenu publiquement devant le jury composé de :

Mr. BOUROUROU Yahia	MCB	Président
Mlle. SOLTANI Amel	MAA	Examinatrice
Mr. BOURAS Hadj Daoud	MCA	Promoteur
Mlle. BATANA Fatima Zohra	MCB	Co-promotrice

Année Universitaire 2020/2021

Dédicace

*A l'homme de ma vie, mon soutien moral et
source de joie et de bonheur, à toi mon père
« Mohammed ».*

*A la lumière de mes jours, la source de mes efforts,
flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur ;
« Khadidja » maman que j'adore.*

*Mes adorables soeurs : « Hadjer et Hadil ».
et mon chère frère « Ahmed »*

A mes amis, ...

*Au nom de l'amitié qui nous réunit,
Et au nom de nos souvenirs inoubliables
A tous ceux qui me sont chers.*

Fettoum .kh

إهداء

الحمد لله الذي أعاننا بالعلم وزيننا بالحلم وأكرمنا بالتقوى وأجملنا بالعافية

أهدي هذا العمل إلى :

والداي الكريمين أطال الله في عمرهما ومتعهما بالصحة والعافية،

والذين كانا بعد الله عز وجل سببا في إمدادي بالقوة والعزيمة وبدعواتهما الخالصة،

لأكمل مشواري الدراسي وأصل إلى ما أنا فيه الآن،

إلى إختي الأعزاء إلى كل أصدقاء الدرب دون استثناء .ولله الحمد والمنة

إلى كل من علمني ولو حرفا واحداً

وإلى كل من رفع من معنوياتي في ساعة الضيق والعسرة

. بالكلمة الطيبة وشجعني إلى المضي قدما بكل صدق وإلى جميع الذين أحبهم

إلى كل هؤلاء أهدي ثمرة جُهدِي.

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce Modeste travail.

Le travail présenté dans ce mémoire a été réalisé au laboratoire de ENS.

En second lieu, Nous adressons le grand remerciement à notre encadreur:

Mr. BOURAS Hadj Daoud qui a proposé le thème de ce mémoire, et aussi pour ses conseils et ses directives du début à la fin de ce travail.

Toutes nos gratitudes et nos remerciements au Co-encadreur Mlle. BATANA Fatima. Zohra pour ses conseils et on aide, pour les encouragements et le soutien durant toute la réalisation de ce travail.

Nous tenons à remercier très sincèrement Monsieur HAMDIAhmed, Chef de département sciences de la matière ainsi que : Mr. BOUROUROU Yahia président de jury et Mlle SOLTANI Amel Membre du jury pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant d'évaluer notre travail

Enfin, nous remercions aussi tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la concrétisation de ce travail.

Table des matières

INTRODUCTION GENERALE.....	1
CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	3
PARTIE I : GENERALITES SUR LES COLORANTS : TOXICITE ET IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX	4
I.1 DEFINITION DES COLORANTS.....	5
I.2 COLORANTS SYNTHETIQUES	5
I.3 CLASSIFICATION DES COLORANTS	5
I.3.1 Classification Chimique	6
I.3.1.1 Colorants azoïques	6
I.3.1.2 Les colorants triphénylméthanes.....	6
I.3.1.3 Colorants xanthènes.....	6
I.3.1.4 Colorants anthraquinoniques.....	6
I.3.1.5 Colorants indigoïdes.....	6
I.3.1.6 Colorants nitrés et nitrosés.....	6
I.3.2 Classification tinctoriale.....	6
I.3.2.1 Colorants acides ou anioniques	8
I.3.2.2 Colorants basiques ou cationiques	8
I.3.2.3 Colorants réactifs	8
I.3.2.4 Colorants dispersés	8
I.3.2.5 Colorants directs	8
I.3.2.6 Colorants mordants.....	8
I.3.2.7 Colorants de cuve	9
I.4. TOXICITE DES COLORANTS.....	9
I.4.1. Dangers évidents.....	9
I.4.2. Dangers à long terme.....	10
I.5. PROCEDES D'ELIMINATION DES COLORANTS	10
I.5.1. Méthodes biologiques	10
I.5.2. Méthodes physiques.....	10
I.5.2.2. Filtration sur membrane.....	10
I.6.3 Méthode physico- chimique : coagulation – floculation	11
I.6.4 Méthodes chimiques	11
I.6.4.1 Les procédés d'oxydation classique.....	11
I.6.4.2 Les procédés d'oxydations avancées (POA)	11
PARTIE II : PROCEDES DE TRAITEMENT DES EAUX PAR BIOSORPTION	12
II.1 ORIGINE DES BIOSORBANTS.....	13
II.2 CLASSIFICATION DES BIOSORBANTS.....	13
II.2.1 Biosorbants d'origine aquatique.....	13
II.2.2 Déchets de l'industrie agro-alimentaire	13
II.3 POLYSACCHARIDES	13
II.4 DESCRIPTION DU MECANISME DE LA BIOSORPTION.....	14
II.5 CRITERES DE SELECTION DES ADSORBANTS	15
Sélectivité.....	15
Capacité.....	15
Résistances mécanique, chimique et thermique.....	15
Coûts de fabrication.....	15
Régénéralité	15
II.6 CINETIQUE D' ADSORPTION	15
II.6.1 Cinétique du pseudo premier ordre.....	16
II.6.2 Cinétique du pseudo-second ordre.....	16
II.6.3 Modèle de la diffusion intra particulaire.....	16

II.7	FACTEURS INFLUENÇANT A L'EQUILIBRE D'ADSORPTION.....	17
II.7.1.1	Température.....	17
II.7.1.2	Nature de l'adsorbant.....	17
II.7.1.3	Nature de l'adsorbat.....	17
II.7.1.4	Surface spécifique.....	17
II.8	ISOTHERMES D'ADSORPTION.....	17
II.8.1	Modèle de Langmuir.....	18
II.8.2	Modèle de Freundlich.....	19
II.8.3	Modèle de Temkin.....	19
PARTIE III : GENERALITES SUR LES CHAMPIGNONS.....		21
III.1	INTRODUCTION.....	22
III.2	STRUCTURE DES CHAMPIGNONS.....	22
III.3	CLASSIFICATION DES CHAMPIGNONS.....	22
III.3.1	Classification traditionnelle.....	22
III.3.2	Classification phylogénétique.....	22
CHAPITRE II : MATERIELS ET METHODES.....		23
II.1.	INTRODUCTION.....	24
II.2.	PREPARATION DE L'ADSORBANT.....	24
II.2.1.	Microorganisme (micro-champignon).....	24
II.2.2.	Milieu de culture synthétique.....	24
II.2.3.	Conditions de cultures en Erlenmeyers.....	24
II.2.4.	Préparation de la biomasse.....	25
II.3.	PREPARATION DE L'ADSORBAT.....	26
II.4.	METHODES D'ANALYSES.....	26
II.4.1.	Etude paramétrique.....	26
II.4.2.	Etude cinétique.....	27
II.4.3.	Etude des isothermes.....	27
II.4.4.	Effet du pH de la solution.....	28
CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS.....		29
III.1.	ETUDE DE LA COURBE D'ETALONNAGE DU COLORANT.....	30
III.2.	INFLUENCE DE QUELQUES PARAMETRES SUR LA CAPACITE D'ADSORPTION.....	31
III.2.1.	Effet du temps de contact.....	31
III.2.2.	Isotherme de sorption du colorant Fuchsine Basique.....	32
III.2.3.	Effet de pH sur l'adsorption du colorant Fuchsine Basique.....	32
III.3.	VALIDATION DES MODELES CINETIQUES.....	33
III.3.1.	Cinétique de pseudo-premier ordre.....	33
III.3.2.	Cinétique de second-premier ordre.....	34
III.3.3.	Diffusion intra-particulaire de Weber et Morris.....	35
III.4.	ETUDE D'ISOTHERME D'ADSORPTION.....	36
III.4.1.	Modèle de Langmuir.....	36
III.4.2.	Modèle de Freundlich.....	37
III.4.3.	Modèle de Temkin.....	37
CONCLUSION GENERALE.....		41
RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUES.....		42

Liste des figures

Figure I-1.: Exemple de colorant à mordant.....	9
Figure I-2.: Exemple de colorant de cuve.....	9
Figure I-3.: Schéma du mécanisme de transport d'un adsorbant au sein d'un grain.....	14
Figure I-4.: Classes des isothermes d'après Gilles et al.	18
Figure II-5.: Incubation des cultures du champignon dans l'étuve.....	25
Figure II-6.: La biomasse étudiée <i>Fusarium oxysporum</i>	25
Figure II-7.: Dispositif expérimental des essais d'adsorption.	27
Figure III-8.: Courbe d'étalonnage de Fuchsine Basique.....	30
Figure III-9.: Evolution de la quantité adsorbée de FB par la biomasse en fonction de temps de contact ($[Biomasse] = 1 \text{ g.L}^{-1}$; $\text{pH}=6$; $V_{\text{agitation}} 250 \text{ tr.min}^{-1}$; $T=30 \text{ }^{\circ}\text{C}$).	31
Figure III-10.: Isotherme d'adsorption du colorant FB sur le champignon <i>Fusarium oxysporum</i> ($[Biomasse] = 1 \text{ g.L}^{-1}$; $\text{pH}=6$; $V_{\text{agitation}} 250 \text{ tr.min}^{-1}$; $T=30 \text{ }^{\circ}\text{C}$).....	32
Figure III-11.: Effet du pH de la solution sur l'adsorption de colorant FB.....	33
Figure III-12.: Cinétique d'adsorption de pseudo premier-ordre de Fuchsine Basique sur le champignon <i>Fusarium oxysporum</i>	34
Figure III-13.: Cinétique d'adsorption de pseudo premier-ordre de Fuchsine Basique sur le champignon <i>Fusarium oxysporum</i>	34
Figure III-14.: Graphique de la Cinétique d'adsorption de Fuchsine Basique sur le champignon <i>Fusarium oxysporum</i> suivant le modèle de diffusion intraparticulaire	36
Figure III-15.: Modélisation par l'équation de Langmuir de l'isotherme d'adsorption de Fuchsine Basique par le champignon <i>Fusarium oxysporum</i>	37
Figure III-16.: Modélisation par l'équation de Freundlich de l'isotherme d'adsorption de Fuchsine Basique par le champignon <i>Fusarium oxysporum</i>	37
Figure III-17.: Modélisation par l'équation de Temkin de l'isotherme d'adsorption de Fuchsine Basique par le champignon <i>Fusarium oxysporum</i>	38

Liste des tableaux

Tableau I-1.: Principaux groupes chromophores et auxochromes.	5
Tableau I-2.: Classification chimique des colorants.....	7
Tableau I-3.: Représentatif d'isothermes.....	20
Tableau II-4.: Principales caractéristiques physico-chimiques du Fuchsine Basique.	26
Tableau III-5.: Comparaison des constantes des modèles cinétiques de pseudo-premier-ordre, pseudo-second ordre, et de diffusion intraparticulaire et valeurs de q_e théoriques et expérimentales obtenues pour le champignon <i>Fusarium oxysporum</i>	35
Tableau III-6.: Constantes des modèles des isothermes calculées pour l'adsorption de Fuchsine Basique sur le champignon <i>Fusarium oxysporum</i>	39

Liste des abréviations

FO : *Fusarium oxysporum*.

FB : Fuchsine Basique.

C_0 : Concentration initiale de l'adsorbat (mg.L^{-1}).

C_e : Concentration de l'adsorbat à l'équilibre (mg.L^{-1}).

m : Masse du biosorbant (mg).

q_e : Capacité d'adsorption à l'équilibre (mg.g^{-1}).

q_m : Capacité d'adsorption maximale (mg.g^{-1}).

q_t : Capacité d'adsorption à l'instant t (mg.g^{-1}).

R : Constante des gaz parfaits ($8,314 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$).

V : Volume de la solution de l'adsorbat (mL).

R^2 : Coefficient de corrélation.

K_L : Constante d'équilibre d'adsorption de Langmuir (L.mg^{-1}).

K_F : Constante de Freundlich.

K_T : Constante de l'isotherme de Temkin (L.mg^{-1}).

b_T : Constante de Temkin liée à la chaleur de sorption (kJ.mol^{-1}).

k_1 : Constante cinétique de pseudo-premier-ordre (min^{-1}).

k_2 : Constante cinétique de pseudo-second-ordre ($\text{g.mg}^{-1} \text{ min}^{-1}$).

K_{di} : Constante de vitesse de diffusion dans les pores ($\text{mg.g}^{-1}.\text{min}^{-1/2}$).

Introduction générale

Introduction générale

Le secteur industriel est considéré comme une locomotive de croissance économique de plusieurs pays, malheureusement, il génère de diverses catégories de déchets qui polluent l'environnement. Les colorants synthétiques organiques sont des composés utilisés dans de nombreux secteurs industriels tels que le domaine automobile, la papeterie et plus particulièrement le secteur du textile. Ces colorants sont évacués avec les effluents liquides qui sont la plupart du temps, directement rejetés vers les cours d'eaux sans traitement préalable.

Ces polluants possèdent la capacité de se concentrer le long de la chaîne alimentaire et s'accumuler dans certains organes du corps humain. Il est donc indispensable d'éliminer ces éléments toxiques présents dans les différents effluents industriels ou de réduire leur quantité en dessous des seuils admissibles définis par les normes.

Cependant, la décoloration des rejets de textiles a fait l'objet de très nombreuses études afin d'éliminer ou de récupérer ces composés. Toutefois, l'adsorption demeure la technique classique la plus préconisée en raison de sa simplicité, son efficacité, sa facilité de mise en œuvre et son faible coût. Dans ce contexte, notre étude a porté sur l'élimination du colorant: le Fuchsine Basique qui était choisi en tant que colorant cationique inhibe la croissance des algues et des petits crustacés pour des concentrations minimales de 1 mg.L^{-1} et 20 mg.L^{-1} respectivement **(1)**, et peut également exercer des actions néfastes sur l'organisme humain, en provoquant l'eczéma et des troubles gastriques (diarrhées), des effets cancérigènes (cancer de la vessie) suite à leur ingestion répétée .synthétique

Dans cette étude, nous avons opté pour le procédé d'adsorption qui est considéré comme l'une des techniques de traitement les plus utilisées pour enlever de l'eau les composés organiques et les ions métalliques en général. Depuis longtemps, le matériau le plus sollicité pour ce procédé est le charbon actif. Certes les coûts de traitement par ce support sont intéressants; néanmoins plusieurs inconvénients limitent son emploi fréquent. En effet, la saturation et la régénération du charbon, son adsorption sélective pose problème aux industriels qui sont en recherche permanente **(2)**. Les recherches sont alors orientées vers l'exploitation de biomasses sous ses différentes origines bactérienne, fongique, animale ou végétale pour ses propriétés exceptionnelles d'élimination de polluants en solution aqueuse.

Le choix de la biomasse est motivé à la fois par ses propriétés de rétention des éléments à décontaminer, mais également par son abondance et son faible coût de production.

En se basant sur ces objectifs, nous avons, en effet, subdivisé l'ensemble de notre travail en trois chapitres principaux:

Le premier chapitre: Titré sous l'appellation " Synthèse bibliographique". Il est subdivisé en trois parties :

Partie I: est consacrée à l'étude des colorants, nous présentons quelques généralités sur les colorants, leurs classifications, utilisations, traitements et quelques notions sur leurs toxicités et impacts environnementaux.

Partie II: Dans cette partie nous avons donné quelques généralités sur l'adsorption pour mieux définir l'importance de ce processus, il aborde principalement les types d'adsorption et les facteurs y influençant, les isothermes, la cinétique d'adsorption et les modèles utilisés pour la description de ce phénomène.

Partie III : présente des généralités sur les champignons utilisés dans notre étude, leurs structures et leurs classifications.

Le second chapitre: fait une description du matériel de travail, la méthode utilisée et l'analyse des échantillons.

Le troisième chapitre: présente les résultats et la discussion qui en résulte.
Le mémoire s'achève par une conclusion générale et des perspectives de recherche.

Chapitre I : Synthèse Bibliographique

*Partie I : Généralités sur les colorants : toxicité et
impacts environnementaux*

I.1 Définition des colorants

Les matières colorantes se caractérisent par leur capacité à absorber les rayonnements lumineux dans le spectre visible (de 380 à 750 nm). La transformation de la lumière blanche en lumière colorée par réflexion sur un corps, ou par transmission ou diffusion, résulte de l'absorption sélective d'énergie par certains groupes d'atomes appelés groupes chromophores. De façon générale, les matières colorantes consistent en un assemblage de groupes chromophores, auxochromes et de structures aromatiques conjuguées (cycles benzéniques, anthracène, pérylène, etc.).

Le tableau (I-1.) présente les groupes chromophores et auxochromes classés par intensité décroissante (3).

Tableau I-1.: Principaux groupes chromophores et auxochromes.

Groupes Chromophores	Groupes auxochromes
Azo (-N=N-)	Amino (-NH ₂)
Nitroso (-NO ou -N-OH)	Méthylamino (-NHCH ₃)
Carbonyl (=C=O)	Diméthylamino (-N(CH ₃) ₂)
Vinyl (-C=C-)	Hydroxyl (-OH)
Nitro (-NO ₂ ou =NO-OH)	Alkoxyl (-OR)
Sulfure (>C=S)	Groupes donneurs d'électrons

I.2 Colorants synthétiques

Les colorants synthétiques, dont leurs propriétés peuvent être précisément adaptées à leur utilisation, dominent aujourd'hui le marché. Ce sont des composés ayant comme matières premières des molécules telles que le benzène, issu de la distillation de la houille. C'est grâce à une série de procédés chimiques, qui correspondent en général à la substitution d'un ou plusieurs atomes d'hydrogène du produit de départ par des éléments ou des radicaux particuliers, que sont fabriqués les intermédiaires. Ces derniers serviront par la suite à la fabrication du colorant final.

I.3 Classification des colorants

Les colorants synthétiques sont classés selon leur structure chimique et leur méthode d'application aux différents substrats (textiles, papier, cuir, matières plastiques, etc.). On distingue deux catégories de classification (chimique et tinctoriale).

I.3.1 Classification Chimique

Le classement des colorants selon leur structure chimique repose sur la nature du groupement chromophore qui consiste le squelette nécessaire à la coloration de la molécule (Tableau I-2.).

I.3.1.1 Colorants azoïques

Sont caractérisés par le groupe fonctionnel azo ($-N=N-$) unissant deux groupements alkyles ou aryles identiques ou non (azoïque symétrique et dissymétrique). Cette catégorie de colorants est actuellement la plus répandue sur le plan de l'application puisqu'elle représente plus de 50% de la production mondiale des matières colorantes (4).

I.3.1.2 Les colorants triphénylméthanes

On retrouve cette structure de base dans un grand nombre de composés organiques colorés. Les colorants triphénylméthanes et leurs dérivés hétérocycliques ont une valeur commerciale certaine, car ils permettent de couvrir la totalité de la gamme de nuances (5).

I.3.1.3 Colorants xanthènes

Ce sont des composés qui constituent les dérivés de la fluorescéine halogénée. Ils sont dotés d'une intense fluorescence. Peu utilisés en tant que teinture, leur propriété de marqueurs lors d'accidents maritimes ou de traceurs d'écoulement pour des rivières souterraines est bien établie. Ils sont aussi utilisés comme colorants en alimentaire, cosmétique, textile et impression.

I.3.1.4 Colorants anthraquinoniques

Leur structure est dérivée du p-quinone, où le noyau quinonique est un groupe chromophore substitué par des groupements OH et NH_2 . Ces colorants sont les plus couramment utilisés après les colorants azoïques.

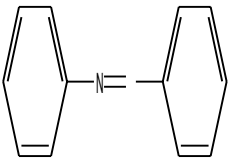
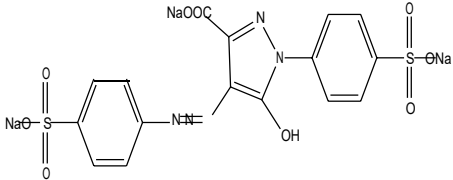
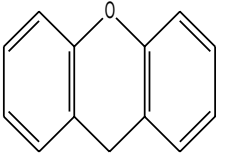
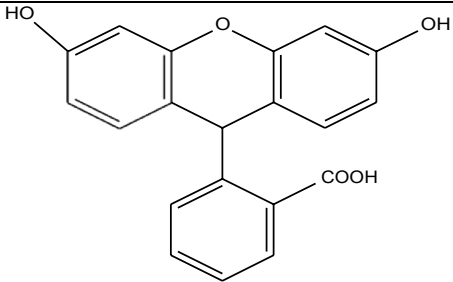
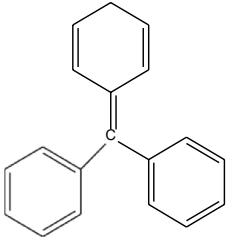
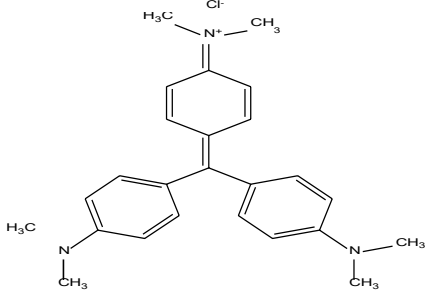
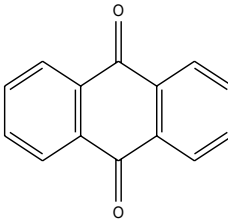
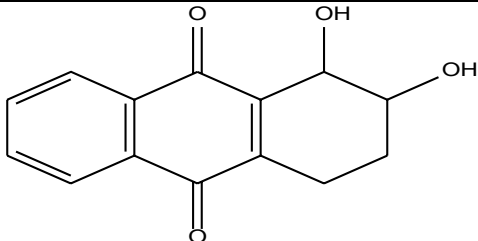
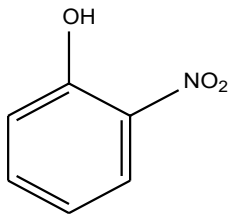
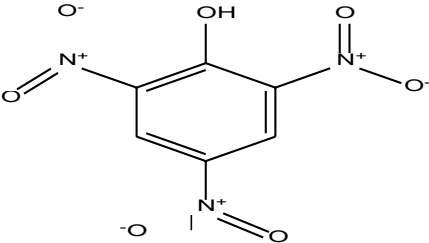
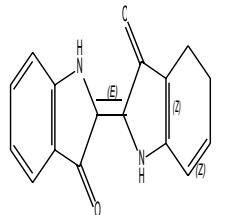
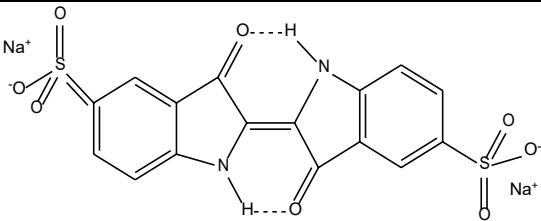
I.3.1.5 Colorants indigoïdes

Les colorants indigoïdes sont utilisés comme colorant en textile, comme additifs en produits pharmaceutiques, la confiserie, ainsi que dans des diagnostics médicales.

I.3.1.6 Colorants nitrés et nitrosés

Ils sont actuellement encore utilisés, du fait de leur prix très modéré lié à la simplicité de leur structure moléculaire caractérisée par la présence d'un groupe nitro ($-NO_2$) en position ortho d'un groupement électrodonneur (hydroxyle ou groupes aminés).

Tableau I-2.: Classification chimique des colorants.

Les colorants	Structure de base	Exemple	Structure
Azoïque		Tartrazine	
Xanthènes		Fluorescéine	
Triphénylméthane		Méthyl Violet 6B	
Anthraquinonique		Alizarine	
Nitrés et nitrosés		Acide picrique	
Indigoïdes		le carmin d'indigo	

I.3.2 Classification tinctoriale

Si la classification chimique présente un intérêt pour le fabricant de matières colorantes, le teinturier préfère le classement par domaines d'application. On distingue différentes catégories tinctoriales (6).

I.3.2.1 Colorants acides ou anioniques

Solubles dans l'eau grâce à leurs groupes sulfonâtes ou carboxylates, ils sont ainsi dénommés parce qu'ils permettent de teindre les fibres animales (laine et soie) et quelques fibres acryliques modifiées (nylon, polyamide) en bain légèrement acide.

I.3.2.2 Colorants basiques ou cationiques

Les colorants basiques ou cationiques sont des sels d'amines organiques, ce qui leur confère une bonne solubilité dans l'eau. Les liaisons se font entre les sites cationiques des colorants et les sites anioniques des fibres.

I.3.2.3 Colorants réactifs

Les colorants réactifs contiennent des groupes chromophores issus essentiellement des familles azoïques, anthraquinoniques et phtalocyanine. Leur appellation est liée à la présence d'une fonction chimique réactive, de type triazinique ou vinylsulfone assurant la formation d'une liaison covalente forte avec les fibres. Solubles dans l'eau, ils entrent dans la teinture du coton et éventuellement dans celle de la laine et des polyamides.

I.3.2.4 Colorants dispersés

Les colorants dispersés sont très peu solubles dans l'eau et sont appliqués sous forme d'une fine poudre dispersée dans le bain de teinture. Ils sont en mesure, lors d'une teinture à haute température, de diffuser dans les fibres synthétiques puis de s'y fixer.

I.3.2.5 Colorants directs

Les colorants directs contiennent ou sont capables de former des charges positives ou négatives électro statiquement attirées par les charges des fibres.

I.3.2.6 Colorants mordants

Les colorants à mordants contiennent généralement un ligand fonctionnel capable de réagir fortement avec un sel d'aluminium, de chrome, de cobalt, de cuivre, de nickel ou de fer pour donner différents complexes colorés avec le textile (Figure I-1.).

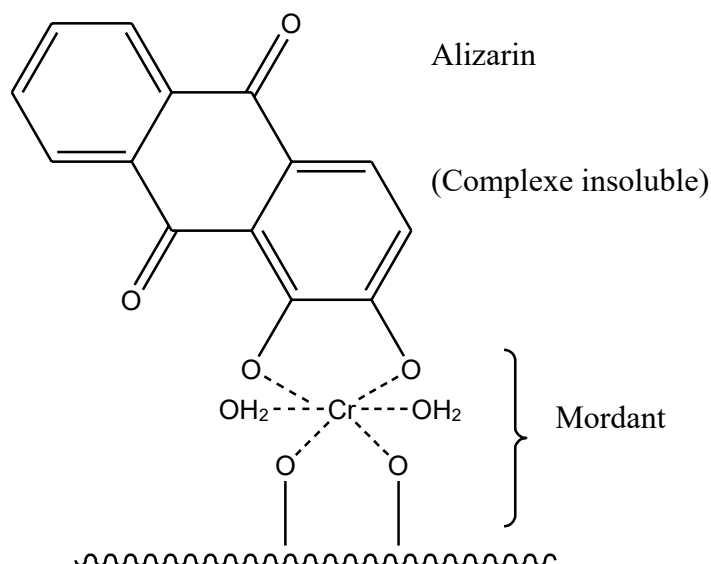


Figure I-1.: Exemple de colorant à mordant

I.3.2.7 Colorants de cuve

Les colorants de cuve sont insolubles et doivent être transformé en leuco-dérivés par réduction alcaline. La teinture se termine par la ré-oxydation in situ du colorant sous sa forme insoluble initiale (Figure I-2.).

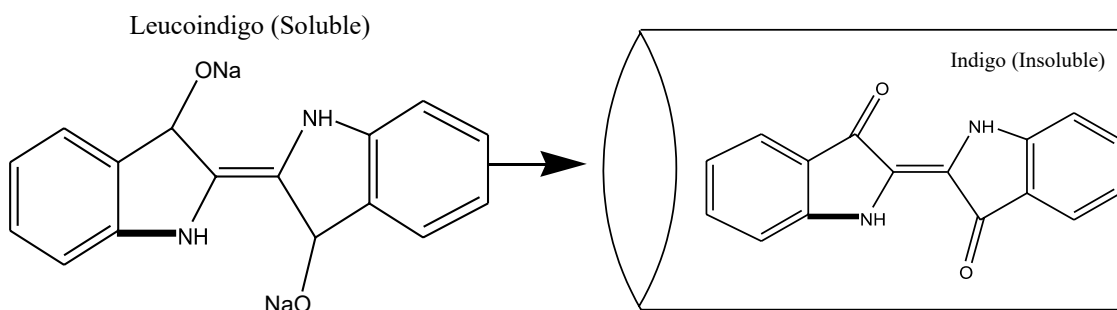


Figure I-2.: Exemple de colorant de cuve

I.4. Toxicité des colorants

I.4.1. Dangers évidents

L'accumulation des matières organiques dans les cours d'eau induit l'apparition de mauvais goûts, prolifération bactérienne, odeurs pestilentielles et colorations anormales. Une coloration peut être perçue par l'œil nu à partir de 5×10^{-6} g.L⁻¹ (5). Ainsi que sous l'action des microorganismes, les colorants libèrent des nitrates et des phosphates dans le milieu naturel. Leur consommation par les

plantes aquatiques accélère leur prolifération anarchique et conduit à l'appauvrissement en oxygène par inhibition de la photosynthèse dans les strates les plus profondes des cours d'eau et d'eaux stagnantes.

I.4.2 Dangers à long terme

Si un organisme ne dispose pas de mécanismes spécifiques pour empêcher la résorption d'une substance ou pour l'éliminer une fois qu'elle est absorbée, alors cette substance s'accumule. Les espèces qui se trouvent à l'extrémité supérieure de la chaîne alimentaire, y compris l'homme, se retrouvent exposées à des teneurs en substances toxiques pouvant être jusqu'à mille fois plus élevées que les concentrations initiales dans l'eau.

I.5 Procédés d'élimination des colorants

De nombreuses techniques de dépollution des effluents chargés en colorants sont développées au cours de ces dernières années. Parmi ces techniques on peut citer quelques procédés:

I.5.1. Méthodes biologiques

La présence dans les eaux ou dans le sol, de polluants organiques a toujours existé. Leur élimination par des microorganismes constitue le moyen biologique que la nature a utilisé pour l'épuration des milieux naturels. Ces procédés biologiques se produisent selon deux modes:

- ✓ Traitements en aérobie; ils sont effectués en présence de l'oxygène.
- ✓ Traitement en anaérobie; dans ce cas les microorganismes dégradent la matière organique en absence de l'oxygène.

I.5.2. Méthodes physiques

I.5.2.1. Adsorption sur charbon actif et autres matériaux

L'adsorption est un procédé d'élimination des polluants organiques ou minéraux présents dans des effluents aussi bien liquides que gazeux. Plusieurs modèles théoriques ont été élaborés pour décrire les mécanismes de ces phénomènes. Nous y reviendrons par la suite. Par ce procédé, le polluant est transféré de la phase fluide vers la surface du solide. Même avec le charbon actif considéré comme l'adsorbant le plus efficace, ce mode de traitement reste très limité pour l'élimination de tous les colorants. Seuls les cationiques, colorant à mordant, dispersés ou dits de cuve et réactifs sont éliminés par cette technique.

I.5.2.2. Filtration sur membrane

Dans ce procédé, les polluants sont retenus par une membrane semi perméable dont le diamètre des pores est inférieur à celui des molécules à éliminer. Cette technique est largement utilisée dans le dessalement de l'eau de mer. Selon la qualité de l'eau désirée, on distingue la micro filtration, l'ultrafiltration ou la nanofiltration ou encore l'osmose inverse. La nanofiltration s'applique

surtout au traitement des bains de teinture de colorants réactifs en agissant comme un filtre moléculaire tandis que la microfiltration retient les matériaux colloïdaux tels que les colorants dispersés ou de cuve grâce à une «membrane écran». L'ultrafiltration ne s'applique qu'à la réduction de DCO et des solides en suspension, et ne se montre réellement efficace qu'en combinaison avec la coagulation/floculation.

I.5.3 Méthode physico- chimique : coagulation – floculation

Sous le terme de coagulation – floculation, on entend tous les processus physicochimiques par les quelles des particules colloïdales ou des solides en fine suspension sont transformés par des flocculants chimiques en espèces plus visibles et séparables (les floccs). Les floccs formés sont ensuite séparés par décantation et filtration puis évacués. Les coagulants inorganiques tels que l'alun donnent les résultats les plus satisfaisants pour la décoloration des effluents textiles contenant des colorants dispersés, de cuve et soufrés, mais sont totalement inefficaces pour les colorants réactifs, azoïques, acides et basiques (7) (8). Par ailleurs, la Coagulation –floculation ne peut être utilisée pour les colorants fortement solubles dans l'eau. D'importantes quantités de boue sont formées avec ce procédé: leur régénération ou réutilisation reste la seule issue mais demande des investissements supplémentaires

I.6.3 Méthodes chimiques

I.6.3.1 Les procédés d'oxydation classique

Ces méthodes de traitement sont couramment utilisées pour l'épuration d'effluents contenant des polluants organiques, y compris des colorants, en raison de leur mise en œuvre relativement facile. Ces procédés utilisent des oxydants puissants et variés tels que l'hypochlorite de sodium (NaClO), l'ozone (O_3), ou encore le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2), en présence ou non de Catalyseur (9).

I.6.3.2 Les procédés d'oxydations avancées (POA)

Les POA regroupent des méthodes chimiques, photochimiques ou électrochimiques leur développement est en plein essor depuis environ trois décennies. Elles consistent à dégrader les molécules de colorants en CO_2 et H_2O (10).

*Partie II : Procédés de traitement des eaux par
biosorption*

II.1 Origine des biosorbants

Les biosorbants sont des squelettes organiques, constitués pour la plupart de polysaccharides, de formule brute générale $C_x(H_2O)_y$. Ces derniers désignent une grande variété de polymères, initialement appelés hydrates de carbone, dont les principaux sont, selon leur abondance dans la nature. Ils sont pour la plupart des déchets agricoles et industriels ayant des propriétés intrinsèques qui leur confèrent une capacité d'adsorption. Ce sont des déchets végétaux tel que l'écorce de pin, l'écorce d'êtré, la bagasse de canne à sucre, le vétiver, les pulpes de betterave, les fibres de jute, de noix de coco, de coton, les noyaux de tamarin, le sagou, les cosses de riz; où des déchets d'animaux, comme la biomasse bactérienne morte ou vivante, les algues, les levures, les champignons, les mousses (11).

II.2 Classification des biosorbants

Les biosorbants peuvent être regroupés en deux catégories : les biosorbants d'origine aquatique et déchets de l'industrie agro-alimentaire.

II.2.1 Biosorbants d'origine aquatique

Les biosorbants d'origine aquatique désignent la biomasse, constituée à la fois d'espèces animales et végétales. Il est prouvé que la biomasse (vivante ou morte) possède de très bonnes capacités d'adsorption dues particulièrement à ses caractéristiques physicochimiques. Toutefois, il est préférable d'utiliser la biomasse morte car elle élimine les problèmes d'alimentation de toxicité, et de maintenance du milieu de culture.

II.2.2 Déchets de l'industrie agro-alimentaire

Les déchets résultant de la transformation des matières premières ont en général peu ou pas de valeur marchande. Les matériaux les plus recherchés sont ceux ayant une teneur élevée en tannins et en lignine, tels que l'écorce et la sciure de bois. Les récentes décennies ont en effet vu la publication de nombreux travaux relatifs à l'utilisation des sous-produits industriels et des déchets agricoles comme supports d'adsorption, tels que l'écorce de pin pour le traitement d'effluents contenant des métaux lourds.

II.3 Polysaccharides

Les polysaccharides constituent la famille de biopolymères les plus répandus et les plus utilisés. Ils entrent dans la composition de la plupart des cellules (végétales, animales et microbiennes). Ils sont arbitrairement définis comme des polymères de haut poids moléculaire. Elles sont largement utilisées dans l'industrie comme agents de suspension, épaississants, stabilisants, émulsifiants, gélifiants, filmogènes, liants, lubrifiants, floculants, agents d'aération, de texture et de structuration (12).

II.4 Description du mécanisme de la biosorption

Le processus d'adsorption est l'un des transferts de matière qui s'effectue entre le fluide et l'adsorbant. Il se produit principalement en plusieurs étapes. Au cours de l'adsorption d'une espèce sur un solide, le transfert de matière a lieu de la phase fluide vers les sites actifs de l'adsorbant en passant par les étapes suivantes (13). La figure (I-3.) représente les étapes du mécanisme de transport d'un adsorbat au sein d'un grain.

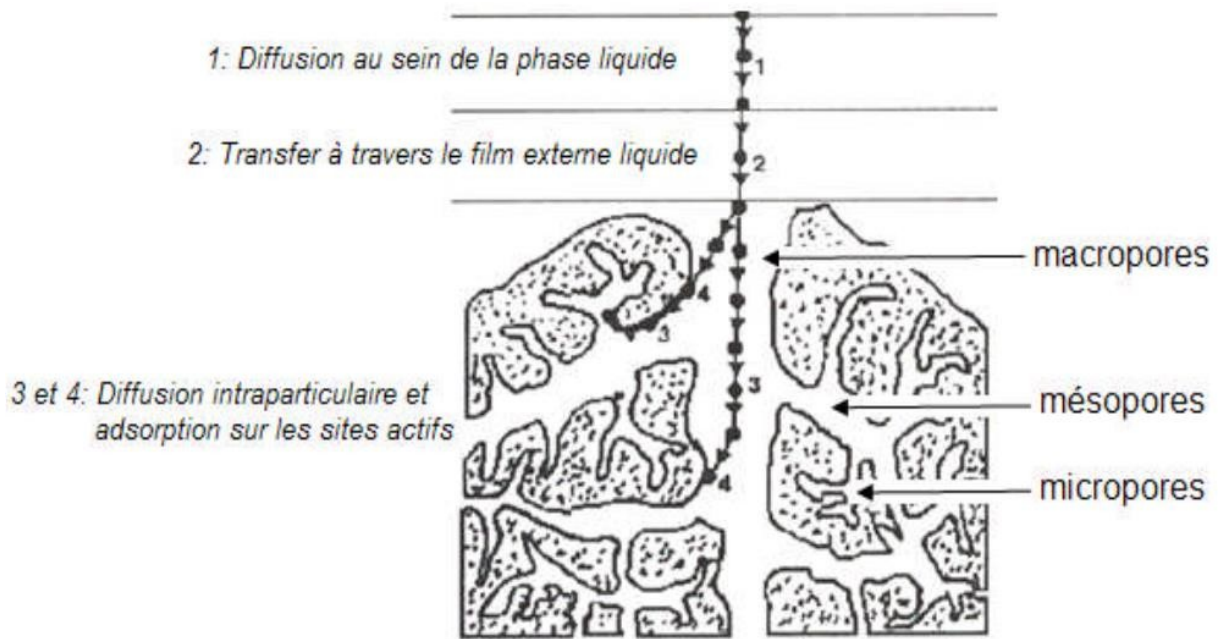


Figure I-3.: Schéma du mécanisme de transport d'un adsorbat au sein d'un grain.

- ✓ Diffusion de l'adsorbat de la phase liquide externe vers celle située au voisinage de la surface de l'adsorbant ;
- ✓ Diffusion extragranulaire de la matière (transfert du soluté à travers le film liquide vers la surface des grains) ;
- ✓ Transfert intragranulaire de la matière (transfert de la matière dans la structure poreuse de la surface extérieure des grains vers les sites actifs) ;
- ✓ Interaction d'adsorption du colorant au contact des sites actifs. Une fois adsorbée, la molécule est considérée comme immobile.

II.5 Critères de sélection des adsorbants

La recherche des meilleurs couts pour les procédés d'adsorption conduit à l'utilisation de cycles d'adsorption de plus en plus rapides afin d'augmenter les productivités horaires et de diminuer les investissements.

Sélectivité

Les sélectivités sont des capacités relatives à l'adsorption des constituants par rapport à d'autres constituants.

Capacité

Il s'agit des quantités adsorbées des constituants à éliminer.

Résistances mécanique, chimique et thermique

Les adsorbants doivent être résistants à l'attraction, au changement de conditions opératoires et aux éventuelles attaques des différentes impuretés présentes pour assurer des durées de vie suffisantes.

Coûts de fabrication

Le coût des adsorbants peut représenter une part importante de l'investissement global d'un procédé et il peut même devenir un critère primordial dans certaines applications de traitement des eaux.

Régénérabilité

Pour les procédés avec régénération, les adsorbants doivent être faciles à régénérer.

II.6 Cinétique d'adsorption

La cinétique d'adsorption présente un intérêt pratique considérable pour la mise optimale à un adsorbant dans un procédé d'adsorption. Elle permet de mettre en évidence la spécialité des interactions physico-chimique entre le soluté et l'adsorbant et d'obtenir la vitesse initiale d'adsorption. La quantité adsorbée à l'instant t est calculée selon l'équation suivante :

$$q_t = \frac{(c_0 - c_e) V}{m} \quad (I-1)$$

- ✓ q_e : est la quantité d'espèce adsorbée par masse de l'adsorbant (mg.g^{-1}).
- ✓ C_e : est la concentration résiduelle de l'espèce en solution à l'équilibre (mg.L^{-1}).
- ✓ C_0 : est la concentration initiale de l'espèce en solution (mg.L^{-1}).
- ✓ V : est le volume de la solution introduit au départ (L).
- ✓ m : est la masse initiale de l'adsorbant (g).

II.6.1 Cinétique du pseudo premier ordre

Le modèle de pseudo-premier ordre présenté par la relation de Lagergren (14), est la première équation de vitesse établie pour décrire la cinétique d'adsorption. Il est décrit par l'équation suivante (I-2) :

$$\frac{dq}{dt} = k_1 (q_e - q_t) \quad (I-2)$$

- ✓ k_1 : Constante cinétique de pseudo-premier-ordre (min^{-1}).
- ✓ q_t : Capacité d'adsorption à l'instant t (mg.g^{-1}).
- ✓ q_e : Capacité d'adsorption à l'équilibre (mg.g^{-1}).
- ✓ t : temps (min).

L'intégration de l'équation (I-2) donne :

$$\text{Ln}(q_e - q_t) = -k_1 t + \text{Ln} q_e \quad (I-3)$$

En traçant $\text{Ln}(q_e - q_t)$ en fonction du temps t , on peut obtenir et déterminer la constante de vitesse d'adsorption k_1 .

II.6.2 Cinétique du pseudo-second ordre

Ce modèle de Ho et McKay (15), supposant une vitesse d'adsorption proportionnelle au carré de la quantité adsorbée, s'écrit par l'équation (I-4) :

$$\frac{dq}{dt} = k_2 (q_e - q_t)^2 \quad (I-4)$$

L'intégration de l'équation (I-4) donne :

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{k_2 q_e^2} + \frac{1}{q_e} t \quad (I-5)$$

Où

k_2 : Représente la constante cinétique de pseudo-second-ordre ($\text{g.mg}^{-1}.\text{min}^{-1}$).

II.6.3 Modèle de la diffusion intra particulaire

Le modèle de la diffusion intra particule a été proposé par Weber et Morris (16). Généralement se fait à plusieurs étapes, pour déterminer la constante k_{di} et C_d . Il est représenté par l'équation suivante (I-6):

$$q = k_{di} t^{\frac{1}{2}} + C_d \quad (I-6)$$

- ✓ k_{di} : Constante de vitesse de diffusion dans les pores ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{min}^{-1/2}$).
- ✓ C : L'épaisseur de la couche limite ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$).

II.7 Facteurs influençant à l'équilibre d'adsorption

Quand un solide est mis en contact avec une solution, chaque constituant de cette dernière, le solvant et le soluté, manifeste une tendance à l'adsorption à la surface de solide. Donc la quantité adsorbée, dépend de nombreux facteurs dont les principaux sont:

II.7.1.1 Température

L'adsorption est un phénomène endothermique ou exothermique suivant le matériau adsorbant et la nature des molécules adsorbées.

II.7.1.2 Nature de l'adsorbant

L'adsorption d'une substance donnée croît avec la diminution de la taille des particules de l'adsorbant, ce qui permet aux composés de la solution de pénétrer dans les capillaires de la substance, donc la subdivision de la particule du solide influe directement sur les pores de ce dernier ainsi que sur sa surface spécifique qui va être développée. Cependant, si les dimensions des pores sont inférieures, aux diamètres des molécules de l'un des composants de la solution, l'adsorption de ce composé ne se fait pas, même si la surface de l'adsorbant a une grande affinité pour ce composé.

II.7.1.3 Nature de l'adsorbat

Pour qu'il y'ait une bonne adsorption il faut qu'il y'ait d'abord une affinité entre le solide et le soluté. En règle générale, les solides polaires adsorbent préférentiellement d'autres corps polaires. Par contre, les solides non-polaires adsorbent préférentiellement des substances non polaires et l'affinité pour le substrat croît avec la masse moléculaire de l'adsorbat. Ceci a été déjà énoncé par la règle de Traube et complété par Freundlich en écrivant que l'adsorption de substance organique, à partir de solutions aqueuses, augmente fortement et régulièrement quand la longueur de la chaîne croît à l'intérieur d'une série homologue.

II.7.1.4 Surface spécifique

La surface spécifique est une donnée essentielle de la caractérisation des solides et des matériaux poreux. Il est clair que l'on cherche à conférer aux adsorbants une grande surface spécifique, cette grandeur désigne la surface accessible rapportée à l'unité de poids d'adsorbant.

II.8 Isothermes d'adsorption

L'allure de la courbe isotherme varie selon le couple adsorbat adsorbant étudié. Les isothermes d'adsorption de solutés à solubilité limitée ont été classées par Giles et al en quatre principales classes (Figure I-4.) (17) qui sont :

Les isothermes de Types S: s'obtiennent lorsque les molécules du soluté ne s'accrochent au solide que par l'intermédiaire d'un seul groupement.

Les isothermes de type L : (dites de Langmuir), sont les plus fréquentes. Ce comportement se rencontre dans le cas où l'adsorption du solvant est faible, et lorsque les molécules de l'adsorbant sont orientées à plat.

Les isothermes de type H : (haute affinité) s'obtiennent lorsqu'il y a une chimisorption du soluté indiquant une forte affinité entre l'adsorbant et l'adsorbant.

Les isothermes de type C : sont sous forme de ligne droite, Ce type de courbes est obtenu lorsqu'il y a une compétition entre le solvant et le soluté pour occuper les sites de l'adsorbant.

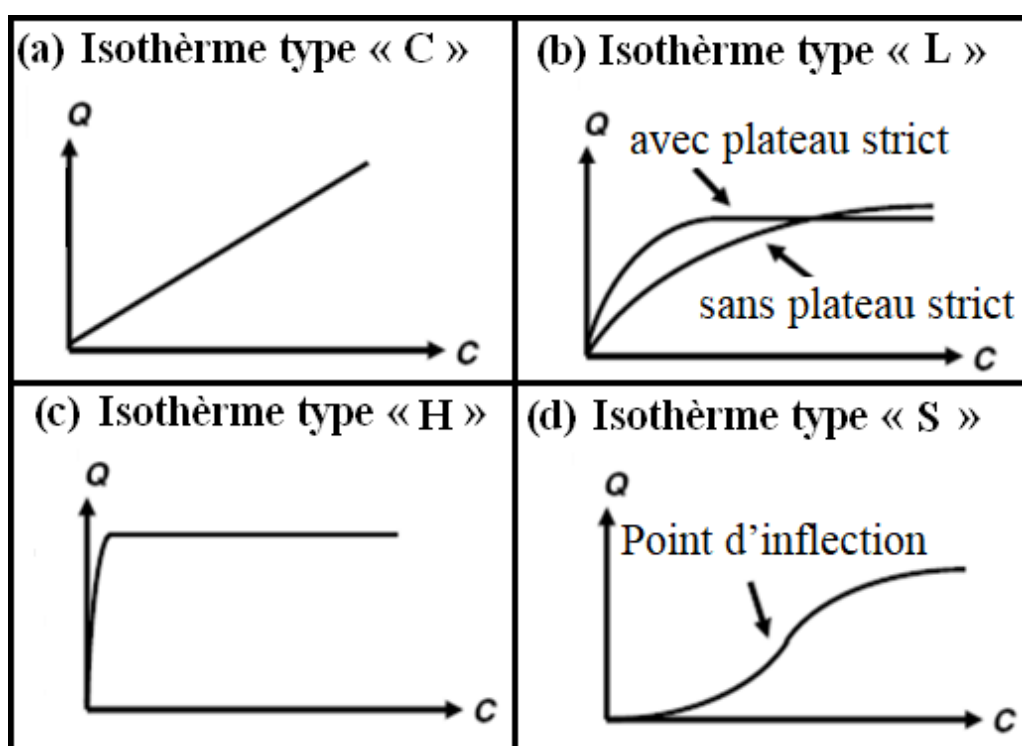


Figure I-4.: Classes des isothermes d'après Gilles et al.

Plusieurs modèles d'isotherme ont été mis en évidence. Parmi les isothermes d'adsorption les plus utilisés nous pouvons citer les modèles de Langmuir, Freundlich et de Temkin (18) (19) (20).

II.8.1 Modèle de Langmuir

C'est le modèle le plus utilisé pour commenter les résultats trouvés au cours de l'adsorption des composés organiques en solution aqueuse. Nous résumons ci-dessous ses principales caractéristiques.

A une température constante, la quantité adsorbée q est liée à la capacité maximale d'adsorption q_m , à la concentration à l'équilibre C_e du soluté et à la constante d'affinité K par l'équation:

$$q = \frac{q_{\max} K_L C_e}{1 + K_L C_e} \quad (I-7)$$

- ✓ q_e : Quantité adsorbée à l'équilibre (mg).
- ✓ q_m : Quantité adsorbée maximale (mg.g^{-1}).
- ✓ C_e : Concentration du polluant à l'équilibre (mg.L^{-1}).
- ✓ K_L : Constante d'équilibre d'adsorption de Langmuir (L.mg^{-1}).

II.8.2 Modèle de Freundlich

C'est une équation empirique largement utilisée pour la représentation pratique de l'équilibre d'adsorption. 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. Elle se présente sous la forme:

$$q_e = K_F \cdot C_e^{1/n_F} \quad (1-8)$$

- ✓ C_e : Concentration du polluant à l'équilibre (mg.L^{-1}).
- ✓ q_e : Quantité adsorbée à l'équilibre (mg.g^{-1}).
- ✓ $K_F, 1/n$: Constante de Freundlich caractéristique à l'efficacité et la capacité d'adsorption.

II.8.3 Modèle de Temkin

Ce modèle est applicable pour une distribution uniforme des énergies de liaison en surface, il tient compte du fait que la chaleur d'adsorption des molécules de la couche de recouvrement diminue linéairement avec le recouvrement en raison de la diminution des interactions adsorbant-adsorbat. L'isotherme est exprimée comme suit :

$$q_e = \frac{RT}{b_T} \ln(K_T C_e) \quad (I-9)$$

- ✓ b_T : Constante de Temkin liée à la chaleur de sorption (J.mol^{-1}).
- ✓ : Constante de l'isotherme de Temkin (L.mg^{-1}).

✓ R : Constante des gaz parfaits ($8.314 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$).

✓ T : Température (K).

Le tableau (I-3.) récapitule les transformées linéaires de ces modèles.

Tableau I-3 : Représentatif d'isothermes.

Isotherme	Expression non linéaire	Expression linéaire
Langmuir	$q_e = \frac{q_{\max} K_L C_e}{1 + K_L C_e}$	$\frac{1}{q_e} = \frac{1}{K_L q_m} \frac{1}{C_e} + \frac{1}{q_m}$
Freundlich	$q_e = K_F \cdot C_e^{1/n_F}$	$\ln q_e = \ln K_F + \frac{1}{n} \ln C_e$
Temkin	$q_e = \frac{RT}{b_t} \ln(K T C_e)$	$q_e = \frac{RT}{b_T} \ln K + \frac{RT}{b_T} \ln C_e$

Partie III : Généralités sur les champignons

III.1 Introduction

D'après les estimations, il y a environ 1,5 millions d'espèces fongiques; le nombre de champignons dans le monde représente, après les insectes, et probablement les bactéries, des grands nombres de ressources utilisées. Ils sont des organismes thalassémiques répandus dans différents milieux. On les trouve dans les sols humides et secs, dans l'eau douce et salée et dans l'air. Les champignons sont très importants sur le plan économique. Ils ont également une importance environnementale, car ils sont les principaux décodeurs d'animaux et de plantes morts dans de nombreux écosystèmes.

III.2 Structure des champignons

Les champignons sont considérés comme des organismes eucaryotes. Ils ont un système de membrane interne qui entoure le noyau et d'autres organismes cytoplasmiques, et ils ont également une paroi cellulaire composée de quantités de polysaccharides "cellulosiques" et de chitine. Les champignons diffèrent par leur taille, leur vie et leur forme.

III.3 Classification des champignons

III.3.1 Classification traditionnelle

La classification des champignons a été constamment remaniée. Les champignons étaient classés sur la base de leur morphologie, selon leurs caractères phénotypiques (morphologiques et/ou biochimiques), leurs mécanismes de reproduction et également selon leurs habitats, leurs localisations géographiques et leurs modes de vie. Whittaker (1969) propose pour la première fois la séparation du règne des champignons du règne végétal et un remaniement de la classification du vivant par un système taxonomique basé sur le mode de nutrition, en particulier, chez les organismes pluricellulaire et multi nucléés, plantes (photosynthèse), les animaux (ingestion) et champignons (absorption).

III.3.2 Classification phylogénétique

Avec l'avènement de la Biologie moléculaire, la classification des organismes vivants a été révisée et modifiée. On utilise maintenant de plus en plus une classification dite phylogénétique qui regroupe les êtres vivants sur la base d'homologies de leur ADN (génotype); tandis que la classification traditionnelle établit des groupes ou taxons en fonction d'un simple critère de ressemblance globale (phénotype). Il a été montré que les champignons forment un groupe monophylétique qui a une place bien individualisée dans l'arbre phylogénétique du vivant. Ils sont aujourd'hui érigés en règne autonome, au même titre que les Procaryotes ((Archéobactéries, Bactéries, Cyanobactéries), les Protistes, les Végétaux et les Animaux.).

Chapitre II : Matériels et Méthodes

II.1. Introduction

Ce chapitre est réalisé au laboratoire pédagogique de l'Ecole Normale Supérieure Taleb Abderrahmane de Laghouat. Nous étudierons les différents aspects pratiques de notre étude, à savoir les méthodologies employées pour la préparation de l'adsorbant utilisé. Nous décrirons ensuite le mode de préparation des solutions et les techniques de mesure et d'analyse ainsi que le mode opératoire suivi pour l'étude de la cinétique d'adsorption de l'adsorbat utilisé en système batch.

II.2. Préparation de l'adsorbant

II.2.1. Microorganisme (micro-champignon)

Nous nous sommes intéressés au procédé de biosorption de colorant Fuschine Basique (FB) par le champignon filamenteux microscopique *Fusarium oxysporum* (FO).

II.2.2. Milieu de culture synthétique

Le milieu de culture synthétique (liquide) utilisé dans ce travail est le milieu Sabouraud. Il est composé de:

- Peptone	:	7 g
- Saccharose (sucrose)	:	10 g
- Eau distillée	:	1000 mL

L'ajustement du pH à 6,8-7,0 se fait à l'aide de solutions de HCl ou de NaOH à 0,1 N.

Les Erlenmeyers de 500 mL, contenant 200 mL de milieu, sont misent dans l'autoclave et stérilisées à 120 °C pendant 20 min.

II.2.3. Conditions de cultures en Erlenmeyers

L'inoculation par les spores de la souche de champignon doit être suffisante dans le but d'assurer un démarrage rapide de la croissance et un ensemencement homogène du substrat.

On effet, 60 µL du champignon étudié : *Fusarium oxysporum* est ensemencé dans des Erlenmeyers 500 mL contenant un milieu de culture synthétique liquide (200 mL). Les cultures des champignons sont incubées pendant 19 jours dans l'étuve à 30 °C sans agitation (Figure II-5.).



Figure II-5 : Incubation des cultures du champignon dans l'étuve.

II.2.4. Préparation de la biomasse

Après 19 jours d'incubation, la biomasse obtenue est filtrée et rincée plusieurs fois avec de l'eau de robinet puis de l'eau distillée afin d'éliminer les différents impuretés collées au champignon. La biomasse est ensuite séchée à l'étuve à 80 °C pendant 24 heures. Après refroidissement dans un dessiccateur, le poids sec (PS) (m_0 en g) de la biomasse est calculé. La biomasse obtenue nommée FO (*Fusarium oxysporum*) est conservée dans des dessiccateurs pour une utilisation ultérieure après la détermination du poids sec (m en g) de ces fractions des grains (Figure II-6.).

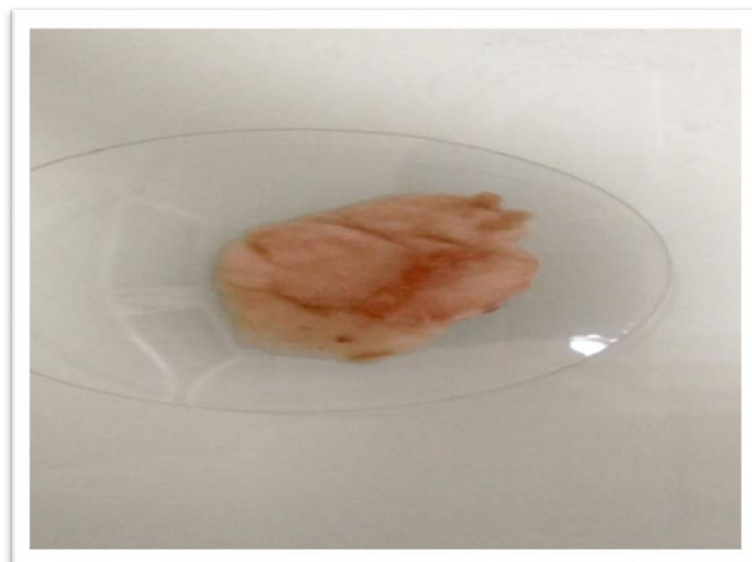


Figure II-6 : La biomasse étudiée *Fusarium oxysporum*.

II.3. Préparation de l'adsorbat

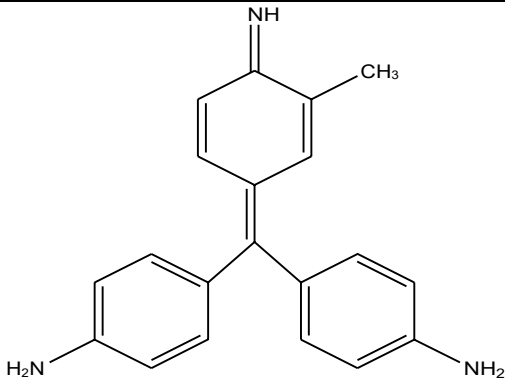
Le choix du colorant étudié répond aux critères suivants :

- ✓ Solubilité élevée dans l'eau,
- ✓ Analyse par spectrophotomètre UV/visible,
- ✓ Modèle de structure cationique,
- ✓ Tension de vapeur faible.

La solution mère de Fuschine Basique (FB) a été préparée par dissolution de 100 mg de FB dans un litre de l'eau distillée. C'est à partir de laquelle nous préparons, par dilution, des solutions filles de concentrations : 5, 10, 20, 30 et 40 mg.L⁻¹, afin d'établir la courbe d'étalonnage de ce colorant (l'absorbance en fonction de la concentration du colorant). L'absorbance a été mesurée par un spectrophotomètre UV-Visible 1800 (SHIMADZU).

L'ensemble des propriétés de Fuschine Basique (FB) est récapitulé dans le tableau (II-4.).

Tableau II-4 : Principales caractéristiques physico-chimiques du Fuschine Basique.

	Nom	Fuschine Basique (FB)
Propriétés Chimiques	Structure	
	Formule Brute	C ₂₀ H ₂₀ ClN ₃
	Masse molaire (g/mole)	337.86 g.mole ⁻¹
	λ _{max}	543 nm
Propriétés Physiques	Temperature de fusion	235 °C
	Soubilité dans l'eau	g.L ⁻¹ à 25 °C

II.4. Méthodes d'analyses

II.4.1. Etude paramétrique

Les expériences expérimentales ont été effectuées à l'aide d'un secoueur à une vitesse de 250 tr.min⁻¹ et une température de 30 °C (Figure II-7.). Dans le but d'optimiser les conditions en faveur d'une meilleure adsorption du FB par la biomasse *Fusarium oxysporum*, plusieurs expériences ont

été effectuées pour étudier l'influence de différents paramètres tels que : le temps de contact, l'effet de la concentration et l'effet du pH de traitement. Pour réaliser tous ces essais, nous avons introduit dans des tubes en verre une quantité de 5 mg de la biomasse étudiée dans un volume de 5 mL de la solution du colorant FB avec une agitation pendant 2 h qui permet une bonne mise en contact entre l'adsorbant et l'adsorbat. Les échantillons sont filtrés et analysés pour mesurer en fin les concentrations résiduelles du colorant FB par spectrophotomètre UV-Visible 1800 (SHIMADZU) à la longueur d'onde 543 nm qui correspondant au maximum d'absorption de ce colorant.



Figure II-7 : Dispositif expérimental des essais d'adsorption.

II.4.2. Etude cinétique

La détermination de l'étude de l'adsorption a été réalisée à la température de 30 °C et au pH de la solution sur une suspension de 5 mg de la biomasse *Fusarium oxysporum* dans 5 mL de solution aqueuse de colorant Fuschine Basique contenant 5 et 40 mg.L⁻¹. Les concentrations ont été sélectionnées après quelques tests d'adsorption. Les échantillons ont été agités pendant 02 heures.

II.4.3. Etude des isothermes

Dans une série de tubes en verre, on introduit 5 mL de solution colorée FB, avec des concentrations variant de 0 à 40 mg.L⁻¹, auxquels on ajoute une masse de 5 mg de la biomasse *Fusarium oxysporum*. Le tout est agité pendant 2 h à la température 30 °C. Les suspensions sont filtrées puis les surnageant sont analysés par UV-Visible 1800 (SHIMADZU).

II.4.4. Effet du pH de la solution

L'effet du pH a été étudié dans la gamme des valeurs de 2 à 10 sur des suspensions de 5 mg de solide dans 5 mL d'une solution de colorant de concentration de 40 mg.L⁻¹. Ce dernier est ajusté le cas échéant avec l'hydroxyde de sodium et de l'acide chlorhydrique concentrés. La mesure du pH a été effectuée au moyen d'un pH mètre à affichage numérique de marque (INOLAB). Les suspensions sont agitées sous agitation constante pendant 2 heures. La concentration résiduelle des échantillons prélevés a été déterminée au moyen d'un spectrophotomètre UV-Visible 1800 (SHIMADZU).

Chapitre III : Résultats et discussions

Introduction

Ce chapitre consiste à étudier du procédé par l'adsorption de la fuchsine basique sur le champignon et de déterminer les isothermes d'adsorption ainsi que les paramètres cinétiques des réactions réalisées. Nous présentons les résultats issus de l'étude menée expérimentalement ainsi que leurs discussions.

III.1. Etude de la courbe d'étalonnage du colorant

Les analyses des solutions de Fuchsine Basique sont effectuées par spectrophotomètre UV-visible au moyen d'un spectrophotomètre UV-visible 1800 (SHIMADZU). La longueur d'onde utilisée pour le Fuchsine Basique est de 543 nm, à cette valeur de λ_{\max} nous avons établi la courbe d'étalonnage de Fuchsine Basique dans un domaine de concentration compris entre 0 et 40 mg.L⁻¹. La courbe d'étalonnage de Fuchsine Basique est donnée par la courbe de la figure (III-8.).

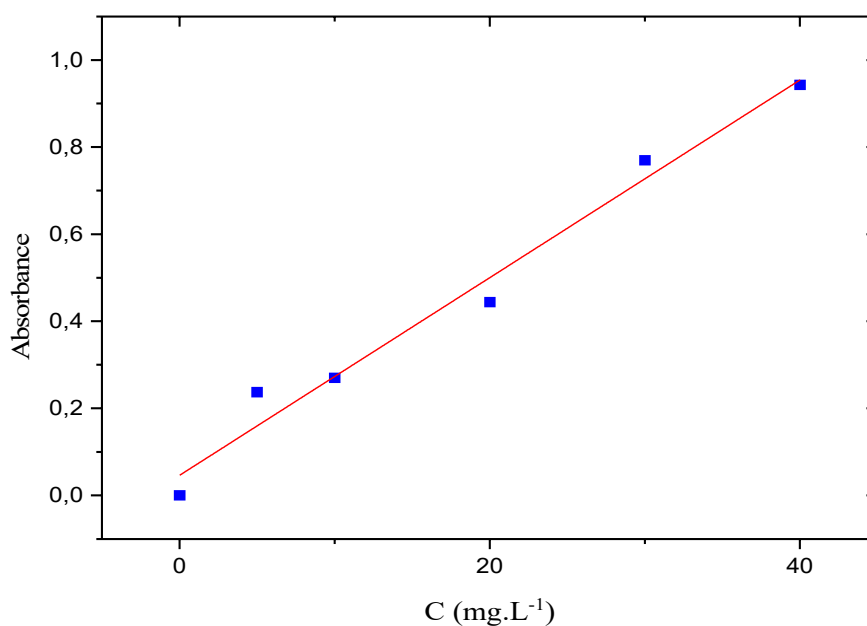


Figure III-8 : Courbe d'étalonnage de Fuchsine Basique.

Dans un domaine de concentration allant de 0 à 40 mg.L⁻¹, la courbe d'étalonnage de Fuchsine Basique est linéaire après un calcul de régression. Celle-ci obéit à la loi de Beer-Lambert :

$$A = \epsilon \times l \times c \quad (\text{III-10})$$

La droite obtenue est une équation linéaire sous la forme :

$$Y = 0.0227x + 0.04678 \quad (\text{III-11})$$

III.2. Influence de quelques paramètres sur la capacité d'adsorption

III.2.1. Effet du temps de contact

Nous avons étudié ce paramètre en suivant le teneur résiduelle de la fuchsine durant une période de traitement allant de 0 à 120 minutes (Figure III-9.).

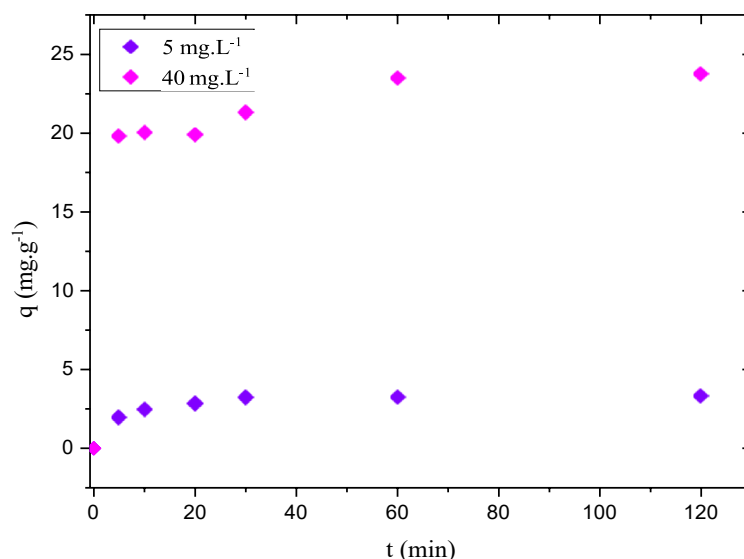


Figure III-9 : Evolution de la quantité adsorbée de FB par la biomasse en fonction de temps de contact ($[Biomasse] = 1 \text{ g.L}^{-1}$; $\text{pH}=6$; $V_{agitation} 250 \text{ tr.min}^{-1}$; $T=30 \text{ }^{\circ}\text{C}$).

D'après les résultats illustrés sur la figure (III-9.), le temps nécessaire pour que la surface du biomatériau *Fusarium oxysporum* devient saturée par le colorant, c.à.d. le temps d'équilibre d'adsorption, est supérieur à 60 min pour les différentes concentrations du colorant FB. La quantité du colorant FB adsorbée à partir de ce temps, appelée quantité à l'équilibre (q_e) est constante et est égale à $3,3 \text{ mg.g}^{-1}$ et $23,8 \text{ mg.g}^{-1}$ pour une concentration initiale de $C_0 = 5 \text{ mg.L}^{-1}$ et une concentration de $C_0 = 40 \text{ mg.L}^{-1}$, respectivement. L'adsorption est rapide pendant les premières minutes de la réaction, ceci peut être interprété par le fait qu'en début d'adsorption, le nombre des sites actifs disponibles à la surface de l'adsorbant, sont beaucoup plus importants que celui des sites restant après un certain temps **(21)**. Pour les temps de contact élevés la molécule elle besoin de temps pour diffuser à l'intérieur de pore de l'adsorbant **(22)**, pour le reste de la quantité non adsorbée est interprété par la saturation de la surface de l'adsorbant (tous les sites d'adsorption sont occupés).

III.2.2. Isotherme de sorption du colorant Fuchsine Basique

L'isotherme de fixation du Fuchsine Basique sur le *Fusarium oxysporum* est portée sur la figure (III-10).

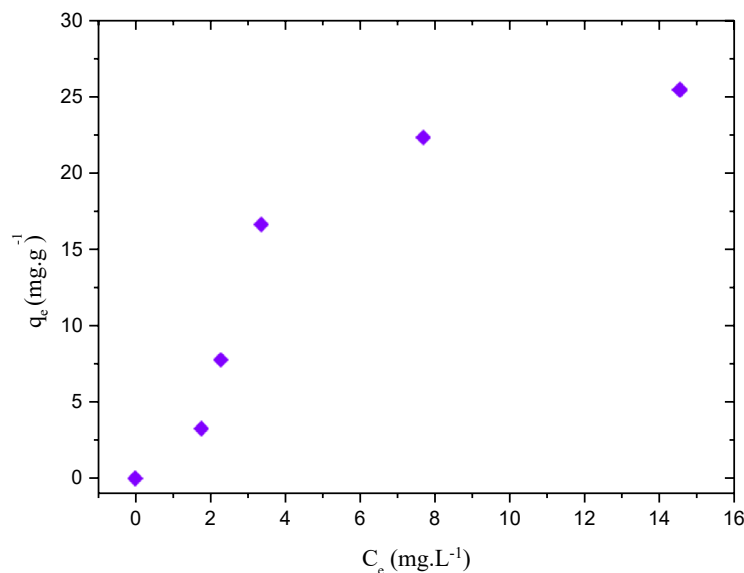


Figure III-10 : Isotherme d'adsorption du colorant FB sur le champignon *Fusarium oxysporum* ([Biomasse] = 1 g.L⁻¹ ; pH=6 ; V_{agitation} 250 tr.min⁻¹ ; T=30 °C).

A partir des résultats expérimentaux obtenus, nous constatons que la capacité d'adsorption augmente progressivement avec la concentration initiale de colorant sans atteindre la saturation remarquable. D'après l'allure de la courbe, nous pouvons dire que l'isotherme est de type S selon la classification de Giles (23). Ce type d'isotherme est généralement obtenu quand les molécules de soluté sont adsorbées verticalement (cas des molécules possédant un seul groupe fonctionnel) et d'autre part, quand les molécules se trouvent en compétition d'adsorption forte avec le solvant (24).

III.2.3. Effet de pH sur l'adsorption du colorant Fuchsine Basique

De nombreuses études ont montré que le pH est un facteur important dans la détermination du potentiel d'adsorption des composés organiques cationiques et anioniques. Les résultats de l'adsorption de FB en fonction du pH sont présentés sur la figure (III-11.).

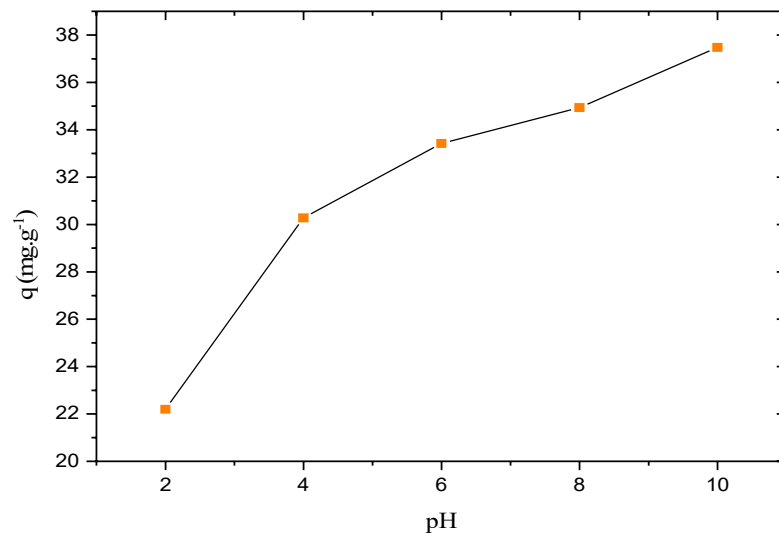


Figure III-11 : Effet du pH de la solution sur l'adsorption de colorant FB

(($[C_0] = 40 \text{ mg.L}^{-1}$ en colorant; $[Biomasse] = 1 \text{ g.L}^{-1}$; $V_{agitation} 250 \text{ tr.min}^{-1}$; $T=30 \text{ }^\circ\text{C}$).

On peut observer sur la figure (III-11) que le meilleur pourcentage d'élimination du Fuchsine Basique est obtenu à la valeur du pH de 10 pour le matériau issu de biosorbant *Fusarium oxysporum*, un rendement de 93,70% est atteint. Cela peut être expliqué par le fait qu'à des faibles valeurs du pH, la surface de l'adsorbant serait entourée par les ions H^+ ce qui diminue l'interaction des ions du Fuchsine Basique (polluant cationique) avec les sites de l'adsorbant, par contre au pH élevé, la concentration en H^+ diminue ce qui engendre une bonne interaction entre les ions du colorant et les sites de la surface (25). Avec l'augmentation du pH, la surface globale de l'adsorbant devient négative d'où une augmentation de l'adsorption. Nous déduisons donc que la capacité de fixation d'un colorant par un adsorbant est tributaire de la charge surfacique de l'adsorbant (26).

III.3. Validation des modèles cinétiques

Trois modèles ont été appliqués pour décrire le mécanisme de la cinétique d'adsorption : le pseudo-premier ordre (PPO), le pseudo-second ordre (PSO) et la diffusion intra-particulaire.

III.3.1. Cinétique de pseudo-premier ordre

Le modèle de pseudo-premier-ordre donné par Lagergren et la linéarisation de l'équation (I-2) (Voir Chap. I) conduit à l'équation (I-3). Cette dernière permet d'étudier la validation du modèle cinétique de pseudo-premier ordre vis-à-vis les résultats cinétique expérimentaux, montrés sur la figure (III-9.), à travers la représentation graphique de $\ln(q_e - q_t)$ en fonction du temps (t) figure (III-12.). Les résultats obtenus sont récapitulés dans le tableau (III-5.)

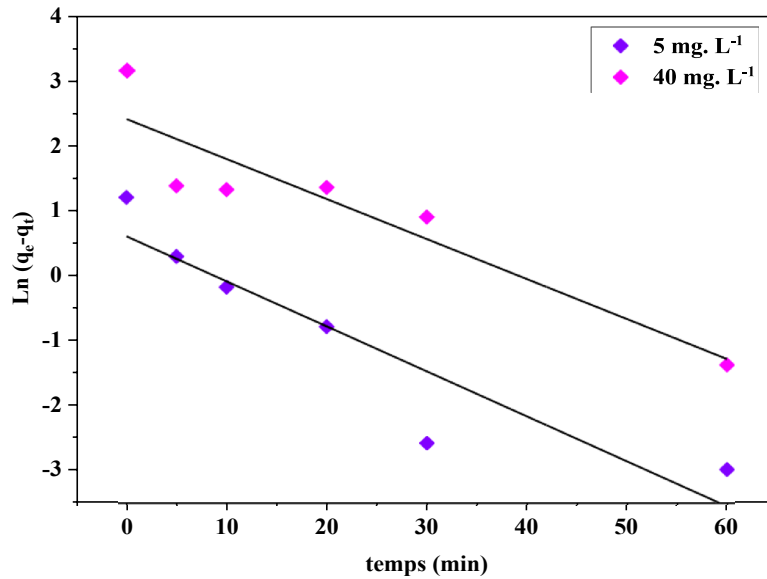


Figure III-12 : Cinétique d'adsorption de pseudo premier-ordre de Fuchsine Basique sur le champignon *Fusarium oxysporum*.

III.3.2. Cinétique de pseudo-second ordre

Contrairement au modèle de pseudo-premier ordre, celui de pseudo-second ordre a été vérifié via le tracé de $\frac{t}{q_t}$ en fonction du temps t , (l'équation (I-5), chapitre I) de chacune des concentrations de FB étudiées et le calcul des paramètres caractéristiques lui correspondants (k_2 , q_e). Les droites et les résultats obtenus sont illustrés sur la figure (III-13.) et le tableau (III-5.) respectivement.

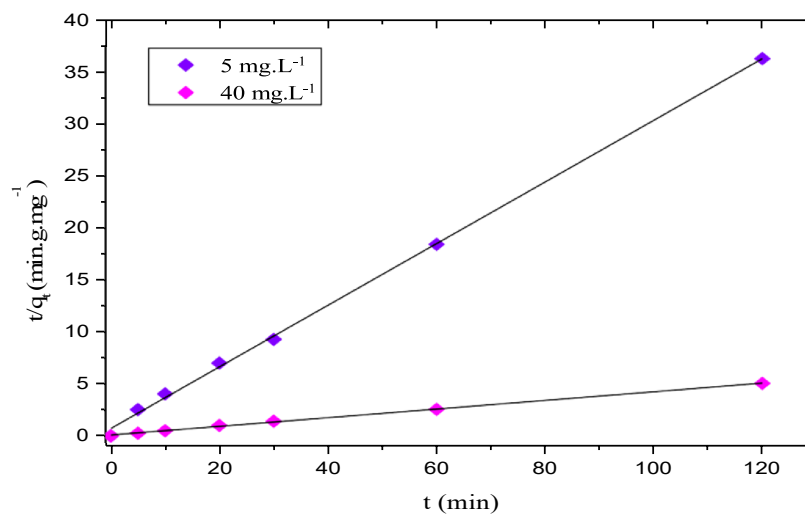


Figure III-13 : Cinétique d'adsorption de pseudo second-ordre de Fuchsine Basique sur le champignon *Fusarium oxysporum*.

Tableau III-5 : Comparaison des constantes des modèles cinétiques de pseudo-premier-ordre, pseudo-second ordre, et de diffusion intraparticulaire et valeurs de q_e théoriques et expérimentales obtenues pour le champignon *Fusarium oxysporum*.

Colorant	Fuchsine Basique	
Adsorbant	<i>Fusarium oxysporum</i>	
Concentration mg. L ⁻¹	5	40
Pseudo-premier ordre		
k_1 (min ⁻¹)	6.9×10^{-2}	6.1×10^{-2}
$q_{e,exp}$ (mg.g ⁻¹)	3,31	23,80
$q_{e,cal}$ (mg.g ⁻¹)	1,82	11,04
R ²	0,859	0,861
Pseudo-second ordre		
k_2 (g.mg ⁻¹ .min ⁻¹)	0,124	0,021
$q_{e,cal}$ (mg.g ⁻¹)	3,38	24,10
R ²	0,999	0,999
Diffusion intra-particulaire		
k_{di1}	0,884	8,85
C ₁	0	0
R ₁ ²	1	1
k_{di2}	0,09	0,56
C ₂	2,43	18,15
R ₂ ²	0,805	0,928

Les résultats de la cinétique d'élimination du Fuchsine Basique par la biomasse montrent que la cinétique d'élimination suit beaucoup plus le modèle de pseudo-second ordre que celui du pseudo-premier ordre. Une bonne corrélation a été observée entre la valeur expérimentale et calculée de la capacité de sorption à l'équilibre avec une valeur du coefficient de corrélation R² de l'ordre de 0,99 dans le cas de pseudo-premier ordre qui est supérieur à celui calculé pour le modèle de pseudo-premier ordre.

III.3.3. Diffusion intra-particulaire de Weber et Morris

Afin d'avoir une meilleure idée sur la cinétique et l'étape qui contrôle l'adsorption, le modèle intra-particulaire de Morris et Weber, représenté par l'équation (Eq I-6, chapitre I) a été réalisé par le tracé de la courbe q_t en fonction de $t^{1/2}$ pour la biomasse étudiée. Figure(III-14.).

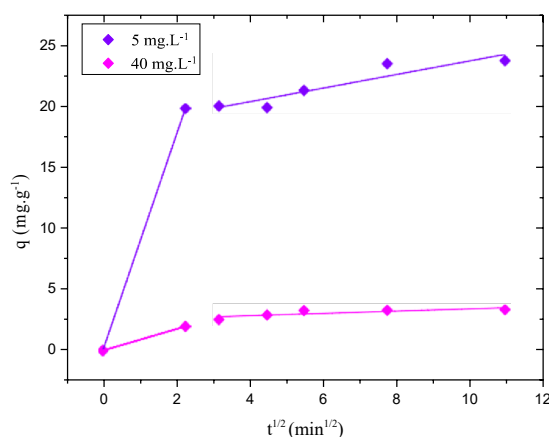


Figure III-14 : Graphique de la Cinétique d’adsorption de Fuchsine Basique sur le champignon *Fusarium oxysporum* suivant le modèle de diffusion intraparticulaire.

Les résultats de la figure (III-14) montrent que les courbes ne sont pas linéaires sur tous les points. La figure montre, pour un temps de contact allant jusqu'à 5 minutes, les courbes sont linéaires. La linéarité de ces courbes est due à la diffusion intraparticulaire. Au-delà de ce temps, il existe d'autres phénomènes qui régissent le processus d'adsorption. Le même phénomène a été cité par G. Annadurai et al. (27) dans la sorption du colorant Rhodamine 6G sur le charbon active.

III.4. Etude d'isotherme d'adsorption

Les isothermes d'adsorption sont souvent exploitées pour déterminer les capacités maximales de fixation des polluants et pour l'identifier le type d'adsorption. Les résultats obtenus en utilisant les modèles mathématiques de Langmuir, Freundlich et Temkin, ont permis de calculer la capacité maximale d'adsorption ainsi que les paramètres d'adsorption.

III.4.1. Modèle de Langmuir

La droite est obtenue en traçant $1/q_e$ en fonction de $1/C_e$, figure (III-15.). Les valeurs numériques de K_L et de q_m calculées respectivement, à partir de l'intersection avec l'ordonnée à l'origine et la pente de la droite, sont représentées sur le tableau (III-6.).

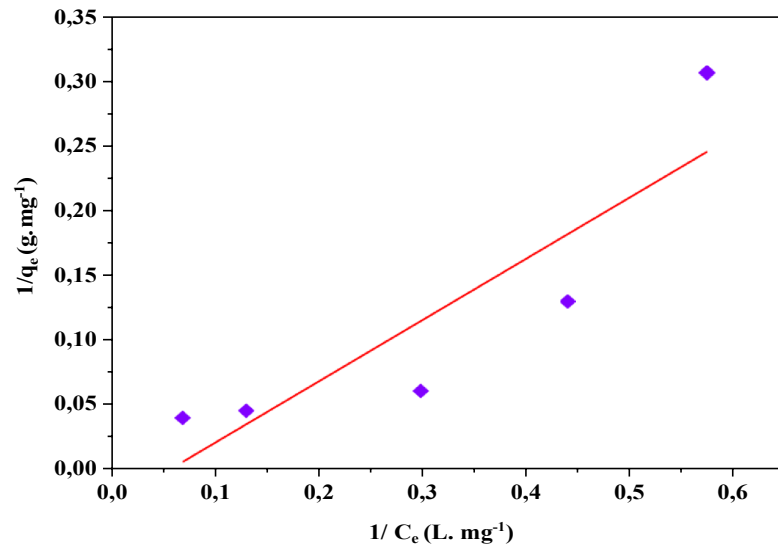


Figure III-15 : Modélisation par l'équation de Langmuir de l'isotherme d'adsorption de Fuchsine Basique par le champignon *Fusarium oxysporum*.

III.4.2. Modèle de Freundlich

La représentation graphique de $\ln(q_e)$ en fonction de $\ln(C_e)$ est une droite de coefficient directeur $1/n$ et d'ordonnée à l'origine $\ln(K_F)$, figure (III-16.). Les valeurs numériques de K_F et de n_F calculées respectivement, à partir de l'intersection avec l'ordonnée à l'origine et la pente de la droite, sont représentées sur le tableau (III-6.).

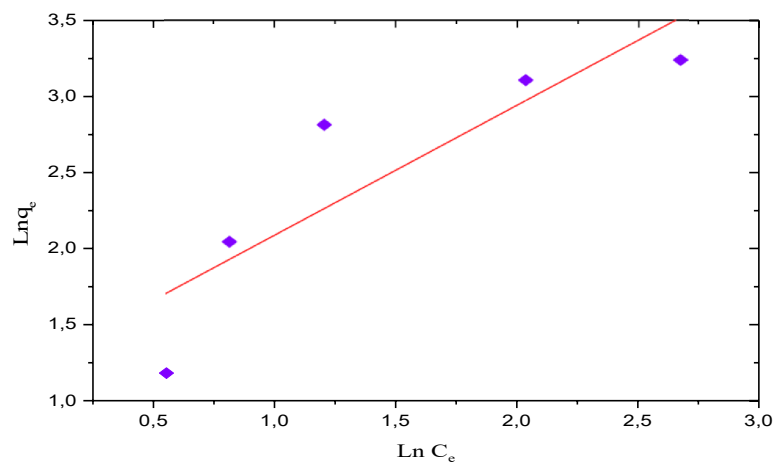


Figure III-16 : Modélisation par l'équation de Freundlich de l'isotherme d'adsorption de Fuchsine Basique par le champignon *Fusarium oxysporum*.

III.4.3. Modèle de Temkin

Cette isotherme d'adsorption peut être obtenue par la représentation graphique de (q) en fonction de $\ln(C_e)$, figure (III-17.). Les valeurs numériques de K_T et de b_T calculées respectivement, à partir

de l'intersection avec l'ordonnée à l'origine et la pente de la droite, sont représentées sur le tableau (III-6.).

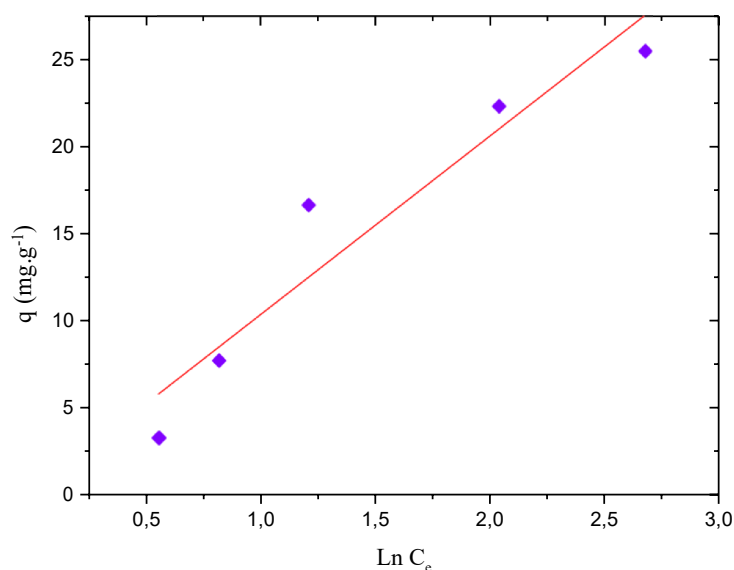


Figure III-17 : Modélisation par l'équation de Temkin de l'isotherme d'adsorption de Fuchsine Basique par le champignon *Fusarium oxysporum*.

D'après les résultats obtenus à partir du tableau (III-6.), le modèle de Langmuir n'a pas été approprié, tandis que les deux modèles Freundlich et Temkin ont pu décrire l'équilibre de biosorption du colorant Fuchsine Basique sur la biomasse fongique (28). D'après le tableau (III-6.), nous observons que la valeur de $n > 1$. Cela signifie que l'adsorption du FB par le *Fusarium oxysporum* est favorable.

Tableau III-6 : Constantes des modèles des isothermes calculées pour l'adsorption de Fuchsine Basique sur le champignon *Fusarium oxysporum*.

Colorant	FB
Adsorbant	<i>Fusarium oxysporum</i>
Langmuir	
q_m (mg.g ⁻¹)	-
K_L (L.mg ⁻¹)	-
R^2	-
Freundlich	
K_F (mg/g) (mg/L) ^{1/n}	3,34
n	1,17
R^2	0,768
Temkin	
K_T (L.g ⁻¹)	0.033
b_T (kJ.mole ⁻¹)	0,245
R^2	0,915

Conclusion générale

Conclusion générale

Le but de ce travail est d'étudier l'adsorption d'un colorant cationique (Le Fuchsine Basique) sur une biomasse fongique non vivante *Fusarium oxysporum* afin de déterminer les points optimaux de quelques paramètres physico-chimiques.

- ✓ L'étude de l'influence des paramètres physico-chimique (temps de contact, concentration initiale de colorant en solution et le pH) sur la capacité d'adsorption du FB sur le champignon a montré que :
- ✓ L'équilibre d'adsorption du colorant est atteint en moins de 60 minutes de temps de contact adsorbat-adsorbant.
- ✓ La capacité d'adsorption augmente avec l'augmentation de la concentration initiale du FB.
- ✓ L'adsorption est favorable en milieu basique.
- ✓ L'isotherme d'adsorption du FB sur la biomasse est de type S selon la classification de Gill; les molécules du FB s'adsorbent en couche mono-moléculaire. Les isothermes de Freundlich et Temkin sont comparables. Ils simulent le procédé d'adsorption du FB sur la biomasse mieux que le modèle de Langmuir.
- ✓ L'adsorption du FB suit une cinétique de pseudo-second ordre et la diffusion intra-particelle est la seule étape limitante.

D'une façon globale, ces résultats montrent la capacité d'adsorption intéressante du champignon *Fusarium oxysporum* vis-à-vis le colorant Fuchsine Basique. Celle-ci peut jouer un rôle important dans la dépollution des effluents colorés.

Recherche Bibliographiques

1. O. Aoumria, Etude de la biosorption de certains colorants basiques. (Thèse de Doctorat) Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem (2013).
2. D. Mohan, C.U. Pittman, P.H. Steele, *Journal Colloid interface Science*, 297 (2006) 489-504.
3. N. Azbar, T. Yonar, K. Kestioglu, *Chemosphere* 55 (2004) 35-43.
4. M.N. Crepy, *Dermatoses professionnelles aux colorants*. Fiche d'allergologie dermatologie professionnelle hôpital Cochin, INRS, 2004.
5. T. Robinson, B. Chandran, P. Nigam, From an artificial textile dye effluent by two agricultural waste residues, corncorb and barley husk. *Environment International*, 28 (2002) 29.
6. S. Chetioui. « Structures et propriétés physico-chimiques de substances colorantes de synthèse ». Magister, Université Mentouri Constantine (2010).
7. E. Zawlotzki Guivarch, traitement des polluants organiques en milieu aqueux par procédé électrochimique d'oxydation avancée " Electro-Fenton" Application à la minéralogie des colorants synthétiques, Thèse de doctorat en Chimie, Université de Marne-La-Vallée, France (2004).
8. R. Enriquez, P. Pichat, *Langmuir*, 17 (2001) 6132-6137.
9. T. Robinson, G. McMullan, R. Marchant, P. Nigam. Remediation of dyes in textile effluent: a critical review on current treatment technologies with a proposed alternative. *Bioresource Technology* 77 (2001) 247-255.
10. M.M. Lou, B. Zhu, I. Muhammad, B. Li, G.L. Xie, Y.L. Wang, H.Y. Li, G.C. Sun, Antibacterial activity and mechanism of action of chitosan solutions against apricot fruit rot pathogen *Burkholderia seminalis*. *Carbohydrate Research.*, 346 (2011) 1294-1301.
11. A. Demirbas, Heavy metal adsorption onto agro-based waste materials. *Journal of Hazardous materials*, 157 (2-3) (2008) 220-229.
12. K. Norris, O.I. Mishukova, A. Zykwinska, S.C.-Jouault, C. Siquin, A. Koptioug, S. Cuenot, J.G. Kerns, M.A. Surmeneva, R.A. Surmenev, T.E.L. Douglas. Marine Polysaccharide Collagen Coatings on Ti6Al4V Alloy Formed by Self-Assembly. *Micromachines*, 10 (1) (2019) 68.
13. B.K. Nandi, A. Goswami, M.K Purkait, *Journal of Hazardous Materials* 161 (2009) 387-395.
14. S. Lagergren. About the theory of so-called adsorption of soluble substance, *Handlingar*, 16 (1998) 1-39.

15. Y.S. Ho, G. McKay, Pseudo-second order model for sorption processes, *Process Biochem.* 34 (1999) 451–465.
16. W.J. Weber, J.C. Morris, Kinetics of adsorption on carbon from solution. *Journal of the Sanitary Engineering Division*, 89 (1963) 31-60.
17. G.H. Giles, T.H. MacEwan, S.N. Nakhwa, D. Smith, *Journal of the Chemical Society.* 10 (1960) 3973.
18. H.D. Bouras, A.R. Yeddou, N. Bouras, D. Hellel, M.D. Holtz, N. Sabaou, A. Chergui, B. Nadjemi. Biosorption of Congo red dye by *Aspergillus carbonarius* M333 and *Penicillium glabrum* Pg1: Kinetics, equilibrium and thermodynamic studies. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers* 80 (2017) 915-923.
19. H.D. Bouras, O. Benturki, N. Bouras, M. Attou, A. Donnot, A. Merlin, F. Addoun, M.D. Holtz. The use of an agricultural waste material from *Ziziphus jujuba* as a novel adsorbent for humic acid removal from aqueous solutions. *Journal of Molecular Liquids* 211 (2015) 1039-1046
20. M. Daoud, O. Benturki, P. Girods, A. Donnot, & S. Fontana. Adsorption ability of activated carbons from *Phoenix dactylifera* rachis and *Ziziphus jujube* stones for the removal of commercial dye and the treatment of dyestuff wastewater. *Microchemical Journal.* 148 (2019) 493-502.
21. D. Chabasse, J.P. Bouchara, L. De Gentile, S. Brun, B. Cimon, P. Penn. Les moisissures d'intérêt médical. *Cahier de formation n° 25, Bioforma* (2002) 159.
22. A.R. Dincer, Y. Guner, N. Karakaya. Coal-based bottom ash (CBBA) waste material as adsorbent for removal of textile dyestuffs from aqueous solution, *Colloid and interface science* 293 (2006) 303-311.
23. F. Benamraoui. Elimination des colorants cationiques par des charbons actifs synthétisés à partir des résidus de l'agriculture, Thèse de Magister, Université du Sétif (2014).
24. H. Bouyarmane, Etude des processus d'adsorption et de photodégradation des polluants organiques supportés sur les composites TiO₂-Apatite, Thèse de Doctorat, Université de Agdal, Maroc, (2014).
25. B.H. Hameed, Equilibrium and kinetic studies of methyl violet sorption by agricultural waste. *Journal of Hazardous Materials* 154 (2008) 204–212.
26. M.N. Yeddou, Z. Bensaadi, H. Lagha, A. Bensmaili; Etude de l'adsorption d'une mixture de composé biorécalcitrant en milieu aqueux. n°11 (2012) 7-16.
27. G. Annadurai, R.-S., Juang, & D.-J. Lee, Adsorption of rhodamine 6g from aqueous solutions on activated carbon. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, 36(5) (2001) 715–725.

28. G. Bayramođlu, G. Çelik, & M.Y. Arica, Biosorption of Reactive Blue 4 dye by native and treated fungus *Phanerocheate chrysosporium*: Batch and continuous flow system studies. *Journal of Hazardous Materials*, 137 (3) (2006)1689–1697.

Résumé

L'objectif de ce travail est d'étudier le phénomène de biosorption du Fuchsine Basique sur le *Fusarium oxysporum*. L'effet de certains paramètres opératoires (temps de contact, pH de solution et la concentration initiale du colorant) sur la capacité d'adsorption de colorant par la biomasse choisie a été étudié et évalué. Les expériences ont montré que, pour le Fuchsine Basique, la capacité d'adsorption maximale est obtenue à pH = 10. Le taux de décoloration est de 93% pour une masse d'adsorbant de 1 g.L⁻¹. Le modèle de pseudo second ordre semble adéquat pour modéliser la cinétique d'adsorption avec des coefficients de régression linéaires bien élevés et proches de l'unité. L'étude d'isotherme montre que le modèle de Temkin décrit mieux le processus de l'adsorption du FB sur le champignon *Fusarium oxysporum*.

Mots clés : Traitement des eaux, Fuchsine Basique, *Fusarium oxysporum*, cinétique d'adsorption, isothermes.

Abstract

The main objective of this work was to study the possibility of improving the biosorption of textile dye basic model, Basic Fuchsin (FB) by dead fungal biomass, *Fusarium oxysporum*. The best adsorption conditions were determined by varying various physico-chemical parameters such as agitation time, adsorbate concentration and initial solution pH. The maximum elimination percentage of FB was found to be 93% at pH 10. The adsorption kinetic was found to follow the pseudo-second-order kinetic model. The equilibrium data were well fitted to the Temkin isotherm.

Key words : Water treatment, Basic Fuchsin, *Fusarium oxysporum*, kinetics, isotherms.

ملخص:

الهدف من هذا العمل هو تميمين ودراسة ونمذجة عملية الامتزاز للصبغ الفوشين القاعدي الموجود في المحاليل المائية وذلك باستعمال الفطر المجهري *Fusarium oxysporum*. تم دراسة بعض العوامل المختلفة التي تؤثر على الامتزاز (زمن التماس، درجة الحموضة والتركيز الأولي للمحلول). أظهرت النتائج أن الوسط القاعدي pH=10 يؤدي إلى أعلى نسبة إزالة بالنسبة للفوشين القاعدي. بينت اختبارات الامتزاز في ظل ظروف مخبرية محددة أن نسبة إزالة صبغ الفوشين القاعدي تصل إلى 93%. أن حركية الامتزاز توافق نموذج شبه الدرجة الثانية كما تم إنشاء توازنات الامتزاز و اعتبار نموذج Temkin هو الأفضل مقارنة إلى النماذج الأخرى المستعملة.

الكلمات المفتاحية: معالجة المياه، الفوشين القاعدي، الفطر المجهري *Fusarium oxysporum*، الامتزاز، الحركية.