REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
UNIVERSITE YAHIA FARES DE MEDEA
Faculté des Sciences et de la Technologie

MEMOIRE DE MASTER

En vue de l'obtention du diplôme de Master en chimie
Option : Normes et Contrôle de Qualité

Thème

Contrôle de qualité des eaux de barrage Ghrib

Présenté par :

- **KIHAL Messaouda**

proposé et dirigé par :

- **Mme YOUS R**
- **Mme CHIRIFI H**

Promotion 2015-2016

Remerciement

Je tiens tout d'abord à remercie Allah, qui ma donnée la santé et la volonté pour accomplir ce travail.

Le présent travail à été réalisé au sein du hall technologie de l'université yahia fares de Médéa sous la direction de Mme YOUS et notre Co-promotrice Mme CHIRIFI

Je tiens tout particulièrement à exprimer mes sincères remercîment à ma promotrice pour m'avoir encadré tout au long de mon travail. Je suis très reconnaissante pour son aide, son soutien, sa compréhension et sa modeste.

Je tiens à exprimer mess vifs remerciements :

A Mme DJAZARE d'avoir nous accueille dans le laboratoire ADE. Médéa ainsi Toute l'équipe de laboratoire de ADE.

A Mme LACHNANI Amel l'ingénieur du laboratoire chimie 03 pour sa gentillesse et sa collaboration durant toute la période de stage.

Mes remerciements vont aussi au Membres du jury pour avoir accepter de juger mon travail

En fin à tous ceux qui ont contribué de prés ou loin à la réalisation de ce projet de fin d'étude.



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail en signe de respect et de reconnaissance à :

Ma chère mère qui m'a protégé pendant toute ma vie, et qui éclaircit le chemin de la vie et ne cesse de m'encourager.

Mon père qui ne cesse de me soutenir dans tous les domaines s de la vie.

Tous mes frères et sœurs.

Toute ma famille.

Mes très chères amies : Samia, Amina, Hafida, Houria, Imane, Nassima, Djaouda

Tous les collègues de section de l'option normes et contrôle qualité.

Tous ceux qui m'ont aidé de prés ou de loin dans ma formation.

ملخص

يهدف عملنا إلى تحديد نوعية مياه سد غريب لولاية عين الدفلى من خلال اجراء التحاليل الفيزيائية و الكيمائية بالإضافة إلى استعمال المعلمات الحسية لأربعة عينات.

وقد قمنا بدراسة التغييرات لبعض العوامل الفيزيائية و الكيميائية التي هي في المقام الأول :درجة الحرارة، درجة الحموضة، الناقلية الكهربائية ، الصلابة النترات والنتريت، الأمونيوم، الكبريتات والفوسفات، الكلوريدات، والمواد العضوية.

اعتمدنا في هذه المذكرة على تجربة نوع من أنواع الطين (البنتونيت) لمنطقة مستغانم و تم استعمالها لتنقية مياه سد غريب ومن خلال هذا العمل تم تحديد الطين (البنتونيت) في قدرتها العالية على امتصاص (امتزاز) المواد الملوثة, وهذا على حسب تأثير الخصائص (زمن التلامس , درجة الحرارة)

ومن هذا اظهرت النتائج المحصل, عليها مخبريا على ان الطين(البنتونيت) فعال جدا في مجال معالجة المياه المخصصة للاستهلاك

الكلمات الدالة :الطين ، البنتونيت ، مياه سد غريب ، معالجة ، الامتزاز، النوعية الفيزيوكميائية ، والجودة الحسية

صبغ حمض بالفوكسن

Résume

Notre travail de recherche consiste à déterminer la qualité de l'eau de barrage Ghrib de la ville d'Ain-Deflla par la réalisation de certaines analyses physico-chimiques et ainsi qu'un examen des paramètres organoleptiques de 4 échantillons.

Nous avons étudié les variations de quelques paramètres physico-chimiques qui sont principalement: la température, le pH, la conductivité électrique, la dureté, les concentrations nitrates et les nitrites, l'ammonium, les sulfates, le Fer, les résidus secs, les phosphates, les chlorures et la matière organique.

Nous avons adopté dans ce travail à étudier un type d'argile très abondants en Algérie (bentonite), " l'argile deMAGHNIA ", et cela pour purifier les eaux.

A travers ce travail nous avons montré la haute capacité d'adsorption de l'argile (bentonite) vis-à-vis des contaminants organiques en particuliers des colorants issue des industries. Les résultats obtenus en laboratoire ont montrés que l'argile (bentonite), est très efficace dans le domaine de traitement des eaux destinée a la consommation

Mots clés: argile, bentonite, eaux de barrage Ghrib, traitement, adsorption, qualité physicochimique, qualité organoleptique, colorant, Fuchsine acide .

Summary

Our research work is first to determine the quality of dam Ghrib water in the city of Ain-Deflla by achieving the physical, chemical ,and organoleptica examinations

We studied the changes of some physicochemical parameters that areprimarily: the temperature, pH,electrical conductivity, hardness, nitrates and nitrites, ammonium, sulfates, Fer phosphates, chlorides, and organic matter.

We have adopted in this paper the experience of studying a specific type of clay (bentonite), “clay of Mestghanem”, and that purifying water,Through this work we show the high adsorption capacity of clay (bentonite) with the contaminants. The study is followed by the influence of experimental parameters (temperature and contact time).

The results obtained in the laboratory have shown that the clay (bentonite), is very effective in the field of wastewater treatment.

Keywords: clay, bentonite, dam water physicochemical quality, organoleptique quality traitement, adsorption, colorant, Fuchsin acid.

LISTE DES ABREVIATIONS

A : l'absorbance (paramètre optique sans dimension).

ADE : Algérienne des eaux.

b : Constant de Freundlich et Langmuir.

C_B : Concentration initiale d'adsorbat (mg/L).

C_0 : Concentration initiale du colorant (g/L).

C_e : Concentration d'adsorbat a l'équilibre (mg/L).

dp : Diamètre moyen du grain de la bentonite (m).

DPD : N-N Diméthyle-p .phynelene.

H(%) :Taux Humidité.

L : l'épaisseur de la solution traversé ou trajet optique (cm).

IR : Infrarouge.

ISO : International standard organisation.

M_0 : Masse de la bentonite avant séchage (g).

M_1 : Masse de la bentonite après le séchage (g).

M_E: Masse de l'éthanol(g).

M_O : Matière organique.

n: constant de Freundlich et Langmuir.

NTU : Néphlomérique turbidité unité.

OMS : Organisation mondiale de la santé.

$\int_{app}$: Masse volumique apparente de la bentonite (g/Cm^2).

$\int_{réel}$: Masse volumique réelle de la bentonite (g/Cm^2).

Ɛ:Coefficient d'absorption moléculaire (l. mol -1 .cm -1).

K_1 et $K_{a1}K_2$ etK_{a2} : Constants des vitesses de premier et deuxième ordre.

qe : quantité adsorbé à l'équilibre (mg/g).

qt : quantité adsorbé au cours du temps (mg/L).

q_m : quantité adsorbé maximale de la fuchsine (mg/g).

R(%) Rendement.

R^2 : coefficient de corrélation.

S : Surface spécifique de la bentonite par unité de volume (m^2/m^3).

S_1 : Surface spécifique de la bentonite par unité de masse (m^2/g).

Sal : Salinité.

T : température (C°).

TDS : Taus des sels dissous.

UV : uvi-visible.

W : Vitesse d'agitation (tr/min).

λ : longueur d'onde (nm).

Liste des figures

Figure I.1 : Colorant azoïque…… …….	16
Figure I.2 : Colorant hraquinonique……	17
Figure I.3 : Colorant triphénylméthane……..…….	17
Figure I.4 : Colorant Diphénylamine……...	17
Figure I.5 : Colorant polyméthiniques…….……..	18
Figure I.6 : Colorant Phtalocyanines……..……..	18
Figure I.7 : Colorant Indigoïde……	19
Figure I.8 : Colorant anthrène……...……..	19
Figure I.9 : Colorant Nitrés et Nitrosé……...……	20
Figure II.1: Mécanisme de transport de l'adsorbat au sein d'un grain……	25
Figure II.2 : Représente classification des isothermes d'adsorption…….……	29
Figure II. 3 : Structure cristalline de la kaolinite……..……	33
Figure II.4 : Représente la structure cristalline de 'illite…….……...	34
Figure II.5 : Représente la structure cristalline du chlorite…….	35
Figure II.6 : Représente le cristalline d'une smectites……..…….	36
Figure II.7: Représentation d'une vermiculite…….……...	37
Figure II.8 : Représente la structure de la montmorillonite……..……...	42
III.2 : L'agitation de la bentonite ……..……..	Annexe(4)
Figure III.3 : L'élimination de la phase surnagent…..…… ……	Annexe(4)
Figure III .4 : La montmorillonite séchée ……	Annexe(4)

Figure III.5 : Le broyage de la montmorillonite……. ……	Annexe(4)
Figure III.6 : la fuchsine après l'adsorption …….…….	Annexe(4)
Figure (IV.1) : Spectre IR de la montmorillonite avant et après l'adsorption……..…	71
Figure(IV.2) : La courbe d'étalonnage…….	Annexe(1)
Figure (IV.3) : cinétique d'adsorption de la fuchsine par l'argile……..……..	62
Figure (IV. 4): présentation du premier ordre de la cinétique d'adsorption……..…..	64
Figure (IV.5): présentation du deuxième ordre……	64
Figure(IV.6): rendement de l'adsorption de la fuchsine sur la biomasse…….…..…..	65
Figure(IV.7) : quantité adsorbée en fonction de la concentration initiale d'absorbant	66
Figure (III.8): représente l'effet de la température sur l'adsorption optimale de la fuchsine……	67
Figure(IV.9) : Représente les isothermes d'adsorption ……..……	68
Figure(IV.10): Modèle de Langmuir des isothermes d'adsorption du colorant…..…..	69
Figure(IV.11) : Modèle de Freundlich des isothermes d'adsorption du colorant…….	69

Liste de figures

Tableau (I.1): Normes physicochimiques de potabilité des eaux de consommation	12
Tableau (I.2): Propriétés physico-chimiques de la fuchsine	18
Tableau (II.1): Représente la déférence entre l'adsorption physique et l'adsorption chimique	25
Tableau (IV.1) : valeurs caractéristiques de la montmorillonite	61
Tableau (IV.2) : Bande IR d'absorption de la montmorillonite	59
Tableau IV.4 : La variation de la quantité d'adsorption de la fuchsine sur la montmorillonite en fonction du temps	Annexe(01)
Tableau (IV. 5) Valeurs des constantes de vitesse de la biosorption de la fuchsine sur la Montmorillonite	65
Tableau(IV.6) : Constantes relatives aux deux modèles	69
Tableau(IV.13) : Résultats des analyses physicochimiques	70

Sommaire

Introduction générale

Chapitre I : Généralités sur les eaux

I .1 Introduction……. 04
I.2 Ressources en eaux ……. 04
I.2.1 Eaux de surface …… 04
I.2.2 Les eaux souterraines…….. … 04
I .3 Définition des eaux……. 05
I.3.1 Eau minérale naturelle……... 05
I.3.2 Eau de source…… 05
I.3 .3 Eau du robinet……. 06
I.4 Définition de l'eau potable ……. 06
I.5 Critères de la qualité d'une eau potable…… 06
I.5.1 Critères organoleptiques …….. 07
I.5.2 Critères physico-chimiques…….. 07
I.5.2.1 Les paramètres physiques……... 08
I.5.2.2 Les paramètres chimiques…….. 09
I.5.3 Paramètres de pollution…… 10
I.5.4 Quelques métaux lourds présents dans l'eau……. 11
I.5.5 La qualité microbiologique ……. 12
I.6 Pollution des eaux de consommation ……. 13
I.6.1 Les différents types de pollution…….. 14
I.6.2 Principaux types de polluants…… 15
I.6.3 Les colorants…… 16
I.6.4 Classification des colorants …….. 16
I.6.4.1 Classification chimique…….. 16
I.6.2 Colorant étudié…….. 22
I.7 Généralités sur le traitement des eaux……. 20
I.7.1 Etages de traitement……. 21
I.7.2 Le principe du traitement physico-chimique …… 22
I.7.3 Le principe du traitement biologique …… 22

Conclusion…….....

Chapitre II : Généralité sur l'adsorption et les argiles 24

II.1 Introduction……. 24

4II.1.2 Les types d'adsorption……... 24

II.1.3 Mécanisme et cinétique d'adsorption…… 26

II.1.4 Facteurs influençant le phénomène d'adsorption…… 27

II.1.5 : Classification des isothermes d'adsorption ……... 28

II.1.6 Les modèles d'adsorption…… 30

II.2 Généralité sur les argiles……..... 31

II.2.1 Origine……. 31

II .2.2 Classification des argiles…… 32

II.2. 3 : Propriétés des argiles…… 38

II.3 Généralités sur la bentonite …….. 39

II.3.1 Définition …… 39

II.3.2 Origine de la bentonite …… 40

II. 3.3 Structure de la bentonite …… 40

II.3.4 Application de la bentonite ……. 40

II.3.5 LA montmorillonite…… 41

II.3.6 Structure de la montmorillonite…….. 42

II.3.7 Propriétés et caractéristiques de la montmorillonite…… 42

II.3.8 Domaines d'application de la Montmorillonite…… 45

Conclusion……. 44

chapitre III : Méthodes et matériel

Introduction……. 46

III. 1Matériel …….. 46

III.12.Le matériel utilisé pour l'étude du phénomène d'adsorption……... 46

III.1. 3 Matériels utilisé pour les analyses physico-chimiques……... 47

III.2.1Méthodes …… 48

II.2.1 Purification de la montmorillonite…… 48

III .3 Caractérisation de la montmorillonite …….. 49

III.3.1 : Caractérisation physicochimique…….. 49

III.3.2 Caractérisation par le spectre IR…… 52

III.3.2 la Courbe d'étalonnage…… 52
III.4 Traitement de l'eau par l'argile « la montmorillonite »……... 53
III .4.1 le traitement d'eau par l'argile…….. 53
III.4.2 analyses physico-chimiques …… 53
A . Analyses physiques…….. 53
B.Analyses chimiques…… 55
III.5 Paramètres de pollution ……. 56
Conclusion…….. 57

Chapitre IV : Résultats et discussion

Introduction…… 59
IV.1 Caractérisation physicochimique de la bentonite……... 59
IV.2 Caractérisation spectrale de la montmorillonite…… 60
IV.3 La courbe d'étalonnage ……. 61
I.4 La cinétique d'adsorption de la fuchsine par la montmorillonite…….. 62
IV.5 Modalisation de la cinétique……. 63
IV.5.1 Modèle cinétique …… 65
IV.6 Effet de la concentration initiale de l'adsorbat sur l'adsorption…… 66
VI.7 Influence de la concentration initiale de l'adsorbant sur l'adsorption ……... 66
IV .8 Influence de température sur l'adsorption optimale de la fuchsine…….. 67
IV.9 Les isothermes d'adsorption …….. 68
IV.10 Les résultats des analyses physicochimiques et organoleptiques……. 71
IV.10.1 Résultats des analyses organoleptiques……. 72
IV.10.2 Résultats des analyses physicochimiques……. 72
IV.10.2.1 Paramètres physique……... 72
Conclusion……. 73
IV.10. 3 Paramètres de pollution 73
Conclusion 74
Conclusion générale 75

Introduction générale

INTRODUCTION

La pollution des eaux et accidentellement ou volontairement, par certains produits chimiques d'origine industrielle (hydrocarbures, colorants, fuchsine,...) ou agricole
(Pesticides, engrais,…) constitue une source de dégradation de l'environnement et suscite à l'heure actuelle un intérêt particulier à l'échelle internationale.**[1]**

La qualité de l'eau qu'elle soit destinée à la consommation humaine, à l'irrigation ou tout simplement rejetée dans la nature, vers les rivières,barrage, les océans ou le sol, est devenue un problème capital et un souci majeur pour les pouvoirs publics, les instances et organismes nationaux et internationaux. Les propriétés physico chimiques de l'eau sont certainement une des principales conditions qui ont permis la naissance de la vie il y a environ trois milliards d'années, mais à cause de son utilisation irrationnelle par l'homme, elle a subi de graves agressions avec la dégradation de ses qualités, entamant ainsi son rôle de garante de la vie. Ceci a donc stimulé et encouragé l'amélioration des techniques de dépollution existantes et le développement de nouveaux procédés, permettant de satisfaire et de se conformer aux normes internationales de plus en plus restrictives.**[2]**

Différentes techniques ont été utilisées pour l'élimination de certains polluants solubles dans les effluents industriels ou domestiques. Elles sont différentes les unes par rapport aux autres et peuvent être citées à titre d'illustration l'adsorption, l'électrolyse, la flottation, la Précipitation, les échanges d'ions, l'extraction liquide-liquide, la filtration membranaire etc.

L'adsorption est l'une des techniques les plus adoptées pour cette élimination de polluants, à cause de sa fiabilité dans le traitement des polluants présents à faible concentration. Le charbon actif est l'adsorbant le plus couramment utilisé mais reste très onéreux et nécessite en plus une régénération, constituant un facteur limitant. Ceci a donc encouragé des travaux de recherche en les orientant vers des procédés de traitement faisant appel à des matériaux naturels moins couteux et largement disponibles comme l'argile.**[3]**

L'objectif de notre travail est la caractérisation d'argile (bentonite) de la région de Meghnia puis l'utilisé comme une matrice d'adsorption naturelle pour le traitement des eaux de barrage Ghrib pour cella, nous avons étudié l'influence du temps de contact, et de la température sur l'adsorption de la fuchsine sur la bentonite, pour déterminer la capacité maximale d'adsorption de l'argile.

Le présent document est structuré en quatre chapitres :

- Le premier chapitre : est une synthèse bibliographique qui présente une généralité sur les eaux.
- Le deuxième chapitre : c'est une Généralité sur l'adsorption et l'argile.
- Le Troisième chapitre : note la méthodologie de travail nécessitant un matériel spécifique à chaque type d'analyse, tout en respectant les protocoles des études qui on à appliqué sur la bentonite et différentes analyses organoleptiques et physicochimiques de barrage Ghrib de la ville de Ain-Edflla.
- Le dernier chapitre : est réservé à l'interprétation et la discussion des résultats d'analyses organoleptique et physico-chimiques de l'eau de barrage Ghrib retenus pour cette étude avant et après le traitement.

Enfin une conclusion générale et des perspectives achèvent la présente étude.

Chapitre I

Généralité sur les eaux

I. Introduction

Il n'existe pas de définition unique du terme « eau » le terme eau désigne non seulement une molécule qui formé de deux atomes d'hydrogène et d'un atome d'oxygène sous le symbole H_2O, mais elle définit aussi comme un solvant universel, il se congèle à 0C°, elle peut vapeur à100C°qu'elle a déférentes ressources.

Les recherches s'attachent plutôt aux critères de potabilité des eaux soit la qualité organoleptique, physicochimique, et la qualité microbiologique qui relié directement avec le degré de pollution qui soit d'origine physique, chimique, organique, microbiologique, ce dernier doit éliminer par l'adaptation de déférentes étapes de traitement.

I.2 Ressources en eaux

I.2.1 Eaux de surface

Ce sont des eaux circulantes (courantes), ou des eaux stagnantes (dormeuses).Il s'agit des cours d'eau, rivières ou fleuves, du bien des lacs ou retenues de barrages. Dans les pays bien pourvus en lacs et rivières, la plupart des municipalités recourent aux eaux de surface pour leur approvisionnement en eau. **[5]**

La composition chimique des eaux de surface dépend de la nature des terrains traverses par l'eau durant son parcours dans l'ensemble des bassins versants ou hydrologiques.

Au cours de son cheminement, l'eau dissout et se charge des différents éléments constitutifs des terrains. Par échange à la surface eau-atmosphère, l'eau va se charger en gaz dissous (oxygène, gaz carbonique, azote). **[6]**

I.2.2 Les eaux souterraines

On trouve les eaux souterraines sous la plupart des terres émergées du globe. Leur origine est due à l'accumulation des infiltrations dans le sol qui varie en fonction de sa porosité et de sa structure géologique.

Les eaux souterraines sont généralement d'excellente qualité physico-chimique et bactériologique .Elles restent jusqu'a présent les meilleurs ressources en eau potable **[7]**

- Les nappes d'eau souterraine : ne sont ni des lacs ni des cours d'eau souterrains : C'est de l'eau contenue dans les roches poreuses saturées par les eaux de pluie qui se sont infiltrées.

- Les nappes libres : communiquent avec la surface car une couche perméable les recouvre; les pores de la roche sont partiellement remplis d'eau, le sol n'est pas sature et les eaux de pluies peuvent imprégner la nappe par toute la surface. Son niveau monte ou baisse en fonction des précipitations. Elle se renouvelle rapidement. Les nappes phréatiques appartiennent à cette catégorie.
    - Les nappes captives : sont recouvertes par au moins une couche géologique Imperméable qui confine l'eau. Sous pression, celle-ci peut jaillir dans des forages dits artésiens.

Les nappes captives sont souvent profondes. Elles se renouvellent plus lentement. Leur alimentation provient pour partie de zones affleurâtes. Lorsque moins de 5 % de ces eaux sont renouvèles a l'année, ces nappes sont dites fossiles. **[8]**

I .3 Définition des eaux

I.3.1 Eau minérale naturelle

Une eau minérale naturelle ne peut être que d'origine souterraine, et s'être constituée à l'abri de tout risque de pollution. Microbiologiquement saine dès l'origine, elle n'est perturbée par aucune contamination d'origine humaine. La principale caractéristique de l'eau minérale naturelle réside dans sa pureté originelle qui est une exigence de la réglementation. Les eaux minérales naturelles ont une composition physicochimique stable qui peut leur permettre de se voir reconnaître des propriétés favorables à la santé humaine.

En résumé, l'eau minérale naturelle est définie règlementairement par trois critères majeurs : absence de tout traitement ou d'addition de produits chimiques, sa pureté originelle à la source et donc l'absence de tout polluant d'origine humaine et enfin une composition minérale définie, parfaitement stable et garantie.

I.3.2 Eau de source

Les eaux de source sont comme les eaux minérales naturelles, exclusivement d'origine souterraine, microbiologiquement saines, préservées de la pollution d'origine humaine, et aptes à la consommation humaine sans traitement ni adjonction.

Contrairement aux eaux minérales naturelles, leur composition. N'est pas systématiquement stable. Les eaux de sources répondent aux mêmes critères de potabilité que l'eau du robinet.

Par ailleurs, leur nom commercial n'est souvent pas spécifique à une source. Tout en restant conforme aux règles de l'étiquetage, une même marque peut parfois recouvrir plusieurs sources et donc avoir des compositions minérales différentes.

I.3 .3 Eau du robinet

Les eaux du robinet sont souvent constituées d'eaux souterraines puisées dans des nappes phréatiques et même dans certains cas dans des sources, ou d'eaux de surface prélevées dans les lacs, rivières, fleuves, retenues, etc. Mais elles peuvent aussi être ou constituées d'un mélange des deux origines selon les disponibilités saisonnières et la situation géographique. **[9].**

I.4 Définition de l'eau potable

Selon l'organisation mondiale de sante(OMS), l'eau potable définit comme étant celle dont la consommation est sans danger pour la sante. Pour que l'eau soit qualifiée de potable, elle doit satisfaire à des normes relatives aux paramètres organoleptiques, physicochimiques, microbiologiques, et à des substances indésirables et toxiques. **[10]**

I.5 Critères de la qualité d'une eau potable

I.5.1 Critères organoleptiques

Les paramètres organoleptiques correspondent à l'appréciation de la qualité de l'eau par le sens essentiellement la vue, le goût et l'odorat .ces paramètres sont importants pour le plaisir du consommateur mais peuvent également dans certains cas, être en relation avec la qualité hygiénique du produit ces différents caractères doivent être apprécié au moment de prélèvement : certaines odeurs peuvent par exemple disparaître pendant le transport ,ou l'aspect de l'échantillon se modifie au cours de stockage (apparition d'une coloration, de précipités….etc.).

- **Couleur** :

La couleur des eaux est due généralement, à des substances colorées d'origines variées:

- Substances humiques ou fulviques provenant de la décomposition de la matière végétale.
- Algues pouvant donner une coloration variable en fonction des pigments qu'elles contiennent.
- Substances minérales, en particulier le fer et le manganèse, dont les formes précipitées sont colorées. **[11].**

- **Odeur**

C'est l'ensemble de sensations perçu par l'organe olfactif et flairant certaines substances volatiles. Seul le sens olfactif peut renseigner sur l'odeur de l'eau, certains organismes vivant (animaux, végétaux) peuvent se trouver dans les canalisations et après leur mort et leur putréfaction influence sensiblement l'odeur de l'eau.

- **Goût et flaveur**

C'est l'ensemble de sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique commune perçu lorsque l'eau est dans la bouche.

Les échantillons doivent être prélevés dans des récipients en verre convenablement nettoyés, les flacons doivent être rincés avec de l'eau à prélever puis remplis complètement, l'examen doit être pratiqué le plus rapidement possible ; l'échantillon peut être éventuellement conservé sous réfrigération pendant 24 heurs, mais par au-delà de 48 heurs.

- **Turbidité**

C'est la mesure de l'aspect plus ou moins trouble de l'eau, c'est l'inverse de la Limpidité. Elle est causée par diverses matières particulaires ou colloïdales composées de limon, d'argiles, de composés organiques ou inorganiques ainsi que du plancton et d'autres micro-organismes.

I.5.2 Critères physico-chimiques

Il existe de nombreux paramètres permettent de qualifier les éléments physiques ou chimique. Plusieurs indicateurs de la charge Polluante, résultant des activités humaines.

I.5.2.1 Les paramètres physiques

- **La température (T°)**

La température est un paramètre qu'en doit absolument mesurer sur le terrain parce qu'elle tend à s'ajuster rapidement à la température ambiante. Il est important de connaître la température de l'eau avec de bonne précision.

En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la détermination du pH.

- **Le potentiel d'hydrogène (pH)**

Le pH est la mesure de la concentration en ions hydrogène (H^+), exprimant la quantité d'ions acides dans un milieu, donc l'acidité ou de l'alcalinité d'une solution. Il est mesuré directement à l'aide d'une électrode de pH combinée.

Le pH d'une eau naturelle peut varier de 4 à10 en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés, des pH faibles (eau acides) augmentent notamment le risque de présence de métaux sous une forme ionique plus toxique et aussi des risques de corrosion. Des pH élevés augmentent les concentrations d'ammoniac, toxique pour les poissons. En générale le pH agit sur le goût d'eau.

- **La conductivité électrique (C.E)**

C'est la capacité d'une eau à conduire l'électricité. La conductivité des eaux dépend de leur concentration ionique et de leur température. Elle donne une bonne indication des changements de la composition des eaux, et spécialement de leurs concentrations en minéraux. Cette mesure permet d'évaluer rapidement le degré de minéralisation d'une eau.

La conductivité est influencée par divers facteurs naturels et anthropiques dont:

- la géologie du bassin versant (la composition des roches).
- les apports d'eau souterraine.
- la température de l'eau

- l'évaporation de l'eau (qui augmente ou diminue la concentration d'ions dans l'eau).
  - les variations de débit des ruisseaux et des rivières qui alimentent le lac (la conductivité augmente lorsque le débit est faible, car il y a une plus grande concentration d'ions, et diminue lorsque le débit est élevé).

Les apports d'eaux contaminées provenant des activités industrielles.

- **Les résidus secs (minéralisation totale)**

Parmi les éléments présents dans l'eau en quantité notable, on trouve les ions Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+, HCO_3^-,Cl^-,NO_2^-,NO_3^-,. Ce sont des éléments qui déterminent la minéralisation de l'eau, après une évaporation à100-105°C d'une eau débarrassée de ses matière en suspension, on obtient un résidu sec dont le poids est presque égal à la somme des poids des ions déterminés par l'analyse chimiques complète le résidu sec donne une idée sur la teneur des sels minéraux présent dans l'eau.

I.5.2.2 Les paramètres chimiques

- **Calcium**:

Le calcium est un élément de la dureté de l'eau, les eaux chargées de calcium sont dures et celles qui sont faiblement chargés sont douces.

- **Magnésium**:

Est un élément de la dureté de l'eau .A partir de certaines teneurs il donne à l'eau un goût désagréables, il se trouve dans les même formes que le calcium.

- **Sodium**:

Le sodium est élément constant de l'eau, toutefois, les concentrations peuvent être extrêmement variable allant de quelques dizaines de milligramme à 500 mg l .

Indépendamment de la lixiviation du formateur géologique contenant de chlorure de sodium et d'aluminium. Certains eaux en contiennent beaucoup de sodium et de ce fait sont d'un goût désagréable.

- **Potassium:**

Le potassium est un élément naturel des eaux ou sa concentration est plus ou moins constante, ne dépasse habituellement pas 10 à 15 mg/l, sauf dans certains ca**s**.

- **Les Chlorures**

Les chlorures sont des anions inorganiques importants contenus en concentrations variables dans les naturelles, généralement sous formes de sels de sodium (NaCl) et de potassium (KCL) .Ils sont utilisés comme un indice de pollution. Ils ont une influence sur la faune et la flore aquatique ainsi que la croissance des végétaux.

Les eaux contient toujours de chlorure, mais en proportion très variable. La teneur en chlorure augmente avec le degré de minéralisation d'une eau.

- **Sulfate**

La concentration des sulfates est très faible, dans la plus part des eaux douces .Elle peut atteindre 30 à 50 mg/l dans les terrains ne contenant pas une proportion importante de minéraux sulfatés. La teneur en sulfate dans les eaux est élevée dans les zones contenant du gypse .Pour les eaux destinées à la consommation humaine, en raison du goût et de l'odeur, l'OMS recommande comme valeur limite 250mg/l.

I.5.3 Paramètres de pollution

- **Nitrate**

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote, et représentent la forme d'azote au degré d'oxydation le plus élevé présent dans l'eau. Leurs concentrations dans les eaux naturelles sont comprises entre 1 et 10 mg/l**.**

Les nitrates dans l'eau proviennent généralement des engrais azotés, de la décomposition des matières végétales et animales.

- **Nitrite**

Les nitrites sont considérés comme étant des ions intermédiaires entre le nitrate et l'azote ammoniacal, ce qui explique les faibles concentrations rencontrées en milieu aquatique (quelques micromoles par litre d'azote nitreux)**.**

- **L'ammonium ou l'azote ammoniacal**

L'ammonium n'est pas d'effet appréciable sur la santé des consommateurs, mais sa présence dans les eaux de surface est un indicateur de pollution. Il doit être éliminé dans les eaux de consommation.

- **Phosphate:**

Il peut être d'origine organique ou minérale, le plus souvent sa teneur dans les eaux naturelles résulte de son utilisation en agriculture de son emploi comme additifs dans le détergent.

- **Fer**

Le fer est retrouvé dans les roches épuratives et dans les minérales argiles. Il se trouve de manière plus importante dans les eaux souterraines car le fer est un élément de la croûte terrestre.

I.5.4 Quelques métaux lourds présents dans l'eau

Les métaux lourds ont un effet cumulatif. Leur fixation sélective sur les organes et tissus sensibles peut être dangereux aux concentrations élevées.

- **Cuivre**

C'est un excellent conducteur d'électricité et de chaleur. Ainsi, les êtres humains sont exposés au cuivre à travers plusieurs vecteurs surtout l'eau potable, la nourriture, la terre et les poussières.

- **Cadmium**

Le cadmium est présent dans l'eau et provient du sol, il provoque chez l'homme une diminution du taux d'hémoglobine et des pertes de calcium.

- **Plomb**

Il présente une toxicité élevée (dose tolérable selon les normes de l'OMS : 0.001mg/l).

- **Arsenic**

L'arsenic est un élément naturel très répondu dans la croûte terrestre, il S'infiltre naturellement dans les lacs ou les eaux souterraine .

La dose létale est comprisenentre70 et 180 mg.

- **Zinc**

C'est un Oglio- élément pour l'Homme, l'animal et les végétaux, il se place en $26^{ème}$ position parmi les éléments les plus fréquent dans la nature, il entre dans la composition de la croûte terrestre.

I.5.5 La qualité microbiologique

- **Les coliformes totaux et fécaux**

Les deux groupes de microorganismes les plus utilisés comme indicateurs de contamination bactérienne sont les coliformes totaux et les coliformes fécaux.

Le groupe des coliformes comprend toutes les bactéries aérobies et anaérobies facultatives, gram négatives, non sporulées, cytochrome oxydase négative en forme ce bâtonnet, qui fait fermenter le lactose avec dégagement de gaz en moins de 48 h à 35°C.

Le groupe des coliformes fécaux comprend les coliformes pouvant former des gaz en moins de 24 h à 44,5 C°.

On retrouve les bactéries coliformes fécales en grand nombre dans les intestins et les excréments des animaux à sang chaud.

Etant donné que cette particularité, est associée à la contamination fécale, on utilise de préférence les coliformes fécaux comme indicateurs de la qualité des eaux brutes, ce qui permet de déceler la présence d'organismes pathogènes à la source. [11]

- **Les coliformes totaux**

Etant largement repartis dans la nature. Ils n'indiquent pas nécessairement qu'il y a contamination. Par ailleurs. Ces organismes survivent plus Longtemps dans l'eau et résistent mieux à la chloration que les coliformes fécaux ou les bactéries pathogènes communes.

On utilise donc de préférence les coliformes totaux comme indicateurs de l'efficacité du traitement de l'eau potable.

La présence d'un organisme coliforme quelconque dans l'eau traitée révèle en effet que le traitement a été inefficace ou qu'il y a eu contamination après traitement.

- **Les streptocoques fécaux**

Les streptocoques fécaux (ou streptocoques de groupe D ou entérocoques) sont des témoins de contamination fécale sensible, spécifiques et assez résistants (y compris en milieu salé).

Ils n'ont pas généralement de pouvoir pathogène important. Streptococcus faecalis est omni présent (ubiquitaire) dans le gros intestin des hommes et des animaux, les égouts, le fumier **[11**]

Tableau I.1: Normes physicochimiques de potabilité des eaux de consommation (ADE- Médéa)**[12]**

Groupement de paramètres	**paramètres**	**Unité**	**Valeurs indicatives**
Paramètres Organoleptiques	Couleur	Mg/Platine	15
	Turbidité	NTU	5
	Odeur à 25°C	Taux de dilution	4
	Saveur à 25°C	Taux de dilution	4
Paramètres Physicochimique En relation avec La structure naturelle des eaux	Alcalinité	Mg/L $caco_3$	65pour les eaux dessalées ou déminéralisées (valeur limite)
	Chlorure	Mg/L	500
	Concentration des ions hydrogène	Unité pH	$\geq$ 6,5 $\leq$ 9
	Conductivité à 25°C	µS/Cm	2800
	Dureté (TH)	mg/l en CaCo3	500
	Fer total	mg/l	0,3
	Manganèse	µg/l	50
	Phosphore	mg/l	5
	Sodium	mg/l	200
	Sulfate	mg/l	400
	Température	°C	25
	Nitrate	mg/l	50
	Nitrite	mg/l	0,5
	Ammonium	mg/l	0,5
	Potassium	mg/l	12
	Calcium	mg/l	200

I.6 Pollution des eaux de consommation

Le terme pollution est un terme général qui désigne toute modification du milieu naturel qui s'exerce dans un sens défavorable sous l'effet des activités humaines en milieu urbain, industriel ou agricole**.**

Plus spécifiquement, la pollution des eaux est le fait de divers types de rejets, ponctuels ou diffus, qui apportent au milieu soit des calories (pollution thermique), soit des substances minérales ou organiques (pollution chimique), soit des micro-organismes pathogènes (pollution microbienne).

La pollution de l'eau souterraine est le risque permanent de limitation de la ressource en eau dans un proche avenir.

I.6.1 Les différents types de pollution

La pollution de l'eau est presque toujours due à l'activité humaine, même si cette pollution est parfois accidentelle. Les quatre principaux types de pollution sont:

- **Pollution domestique**

Provenant des habitations, elle est en général véhiculée par le réseau d'assainissement jusqu'à la station d'épuration; la pollution domestique se caractérise par:

- ✓ Des germes fécaux.
- ✓ Des fortes teneurs en matières organiques.
- ✓ Des sels minéraux.
- ✓ Des détergents.

- **Pollution agricoles:**

L'agriculture moderne est aussi devenue une cause importante de pollution des sols et des eaux, par suite de l'usage systématique des engrais chimiques et des pesticides, dont certains présentent une telle toxicité qu'ils s'apparentent aux armes chimiques.

- **Phénomènes naturels:**

Certains auteurs considèrent que divers phénomènes naturels sont aussi à l'origine de pollution (par exemple, une irruption volcanique, le contact avec des filons géologiques (métaux, arsenic, source thermo -minérale…) L'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumées industrielles) puis en ruisselant sur les toits et les chaussées des villes, de produits divers (huiles de vidange, carburants, métaux lourds, etc...)

I.6.2 Principaux types de polluants

On désigne sous le terme polluant, une substance naturelle ou d'origine strictement anthropogénique que l'homme introduit dans un biotope donné dont elle était absente ou dont il modifie et augmente la teneur dans l'eau, l'air ou les sols dans le cas ou elle y était spontanément présentée.

- **Polluants physiques**

Les trois principaux agents physiques de la pollution sont:

- **La chaleur**

Par élévation de la température de l'eau surtout de surface, provoque des effets écologiques sur la vie aquatique (développement des microorganismes comme les algues).Elle diminue la solubilité de l'oxygène, déficit renforcé par l'accroissement de l'activité biologique qui en consomme.

- **Les matières solides en suspension**

Ont introduites par les précipitations et les eaux de surface. Certaines particules, très petites de l'ordre du micron, peuvent ainsi transiter.

- **La radioactivité**

Est potentiellement le plus dangereux des polluants physiques. C'est pourquoi tous les rejets sont sévèrement réglementés et contrôlés.

- **Polluants chimiques**

L'eau, par son pouvoir dissolvant élevé, dissout les substances rejetées par l'activité humaine. Les polluants chimiques sont nombreux et d'origine diverses: sels, minéraux dissous, métaux lourds, pesticides, détergents et hydrocarbures les colorants.

I.6.3 Les colorants

Un colorant est défini comme étant un produit capable de teindre une substance d'une manière durable. Il possède des groupements qui lui confèrent la couleur: appelés chromophores et des groupements qui permettent sa fixation: auxochromes.

I.6.4 Classification des colorants : Les colorants synthétiques sont classés selon leur structure chimique et leur méthode d'application sur différents substrats (textiles, papier, cuir, matières plastiques, etc.)

I.6.4.2 Classification chimique

Le classement des colorants selon leur structure chimique repose sur la nature du groupement chromophore

- **Les colorants azoïques** Les colorants azoïques sont caractérisés par la présence au sein de la molécule d'un groupement azoïque (-N=N-) reliant deux noyaux benzéniques Figure I.1. Cette catégorie de colorant est actuellement la plus répandue sur le plan de l'application, puisqu'ils représentent plus de 50% de la production mondiale de matières colorantes **[13,14].** Les colorants azoïques se répartissent en plusieurs catégories: les colorants basiques, acides, directs et réactifs solubles dans l'eau, et les azoïques dispersés et à mordant non-ioniques insolubles dans l'eau. Il est estimé que 10-15 % des quantités initiales sont perdues durant les procédures de teinture et sont évacués sans traitement préalable dans les effluents **[14].** Or ces composés organiques cancérigènes sont réfractaires aux procédés de traitements habituellement mis en œuvre et sont très résistants à la biodégradation **[14].**

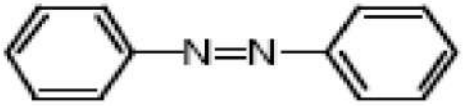


Figure I.1 : Colorant Azoïque**[14]**

- **Les colorants Anthraquinoniques** Les colorants Anthraquinoniques sont d'un point de vue commercial, les plus, importants après les colorants azoïques. Leur formule générale dérivée de l'anthracène (figure I.2), montre que le chromophore est un noyau quinonique sur lequel peuvent s'attacher des groupes hydroxyles ou amino. Ces produits sont utilisés pour la coloration des fibres polyester, acétate et tri acétate de cellulose.

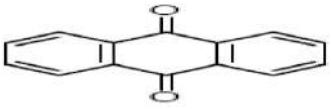


Figure I.2 : Colorant Anthraquinonique**[14]**

Les colorants du diphénylamine et du triphénylméthane

Les colorants triphénylméthanes dérivent du triphénylméthane, qui est un hydrocarbure possédant trois cycles phényle liés à un carbone central (figure I.3). On retrouve cette structure de base dans un grand nombre de composés organiques colorés. Les colorants triphénylméthanes et leurs dérivés hétérocycliques constituent la plus ancienne classe de colorants synthétiques. Actuellement bien moins importants que les colorants azoïques et Anthraquinoniques, ils ont conservé une certaine valeur commerciale, car ils permettent découvrir la totalité de la gamme de nuances. Les triphénylméthanes sont utilisés intensivement dans les industries papetières et textiles pour teindre le nylon, la laine, la soie et le coton. Leur utilisation ne se limite pas à l'industrie. On les retrouve également dans le domaine médical comme marqueur biologique et comme agent antifongique chez les poissons et la volaille.

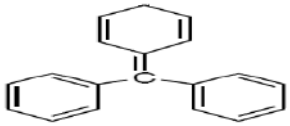


Figure I.3 : Colorant Triphénylméthane**[14]**

Un exemple d'un tel colorant diphénylamineest representé sur la figure I.4.

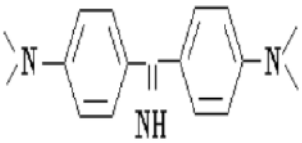


Figure I.4 : Colorant Diphénylamine**[14]**

Les colorants polyméthiniques

Un exemple important de colorant polyméthinique pour lequel le groupe chromophore est (**-CH=)** ou (**-CR=)**

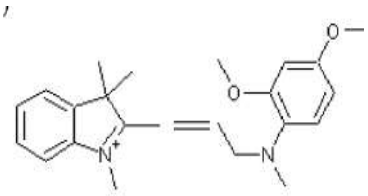


Figure I.5 : Colorant Polyméthiniques**[14]**

- **Les colorants au soufre :** Ce sont des colorants de haut poids moléculaire, obtenus par la sulfuration de combinaisons organiques. Ils sont transformés en leuco dérivé sodique par réduction à l'aide de sulfure de sodium. Les colorations obtenues ont une bonne résistance à la lumière ainsi qu'à l'eau ; par contre, ces colorants ne sont pas résistants au chlore **[15]**.
- **Les colorants d'alambic :** Ces colorants donnent une couleur bleue (bleu ciel intense), stable à la lumière et à différentes actions chimiques et thermiques. Ayant des groupements carbonyles, ils sont insolubles dans l'eau. La forme énolique est appelée leyco-composé et, sous l'action d'une base, se transforme en forme soluble, alors utilisable **[16].**
- **Colorants Phtalocyanines :** Les phtalocyanines ont une structure complexe possédant un atome métallique central. Les colorants de ce groupe sont obtenus par réaction du dicyanobenzène en présence d'un halogénure métallique (Cu, Ni, Co, Pt, etc.).

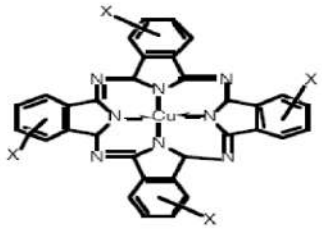


Figure I.6 : Colorant Phtalocyanines**[16]**

- **Les colorants quinoléiques** La structure principale des colorants quinoléiques est basée sur les aryles substitués de n-quilonéine et n-quilondiamine. Cependant, les deux produits sont insolubles seulement lors de la substitution de l'hydrogène des groupements amino par les radicaux suivie de l'acquisition d'une coloration à l'action des acides et des bases **[16]**. On les utilise dans le domaine de l'industrie du cuir et de la fourrure (tanneries).
- **Les colorants indigoïdes** Les colorants indigoïdes tirent leur appellation de l'indigo dont ils dérivent(figure I.7). Ainsi, les homologues séléniés, soufrés et oxygénés du bleu indigo provoquent d'importants effets hypochromes avec des coloris pouvant aller de l'orange au turquoise. Les colorants indigoïdes sont utilises comme colorant en textile, comme additifs en produits pharmaceutiques, la confiserie, ainsi que dans des diagnostiques médicales **[17].**

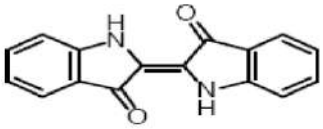


Figure I.7 : Colorant Indigoïde**[17]**

- **Les colorants xanthènes :** Les colorants xanthènes sont des composés qui constituent les dérivés de la fluorescéine halogénée. Ils sont dotés d'une intense fluorescence. Leur propriété de marqueurs lors d'accident maritime ou de traceurs d'écoulement pour des rivières souterraines est malgré tout bien établie. Ils sont aussi utilisés comme colorant en alimentaire, cosmétique, textile et impression **[19].**

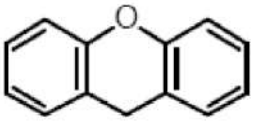


Figure I.8 : Colorant Xanthènes**[19]**

- **Les colorants nitrés et nitrosés :** Les colorants nitrés et nitrosés forment une classe de colorants très limitée en nombre et relativement ancienne. 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 électro donneur (hydroxyle ou groupes aminés).

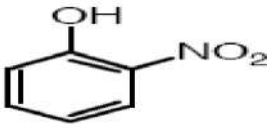
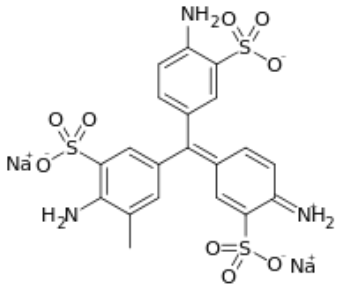


Figure I.9 : Colorant Nitrés et Nitrosé**[19]**

I.6.2 Colorant étudié

Dans ce travail, nous sommes intéressés à l'étude du colorant Fuchsine acide(FA). il existe comme une poudre rouge foncé, Il est couramment utilisé comme dans la coloration de gram

Tableau I.1 : Propriétés physico-chimiques de la fuchsine

Dénomination	Fuchsine acide
Appellation chimique	Disodium 2-amino-5-[(*Z*)-(4-amino-3-sulfonatophenyl)(4-iminio-3-sulfonato-2,5 cyclohexadien-1-ylidene)methyl]-3-methylbenzenesulfonate.
Famille	Fuchsine acide
Formule brute	$C_{20}\ H_{19}\ N_3\ O_9\ S_3$
Masse molaire	585.53 g·mol
PH	4.25
λ_{max} (nm)	544
Structure	

➢ polluants organiques

Selon **Boeglin,** (2001) il ya:

- Composés de dégradation finaux et intermédiaires: acide gras, acétates, alcools, sucres.
- Composés indésirables : hydrocarbures volatiles ou non, phénols, cyanures, cytosanitaires, solvants.

➢ Polluants bactériologiques

La qualité d'un produit alimentaire est une notion en partie subjective, puisque le principal instrument d'évaluation est le consommateur.

La qualité de l'eau destinée à la consommation humaine doit répondre à des normes strictes de même que les matériaux utilisée pour la produire et la distribuer.

I.6 Généralités sur le traitement des eaux

En général, le traitement des eaux usées se fait en plusieurs étapes. Ce traitement a pour objectif de débarrasser l'eau de certaines matières organiques, matières solides, nutriments, organismes pathogènes et autres polluants, ou d'en réduire la quantité, avant d'être rejetées dans l'environnement ou réutilisée **[12]**

I.6.1 Étapes de traitement

La dépollution des eaux usées nécessite une succession d'étapes faisant appel à des traitements physiques, physico-chimiques et biologiques. En dehors des plus gros déchets présents dans les eaux usées, l'épuration doit permettre, au minimum, d'éliminer le majeur parti de la pollution carbonée.

Selon le degré d'élimination de la pollution et les procédés mis en œuvre, trois niveaux de traitements sont définis.

Il existe plusieurs filières, mais le choix d'un procédé de traitement doit être adéquat du point de vue climatique, des applications attendues et de l'investissement.
Les différents procédés nécessitent un ensemble cohérent d'étapes.

- **Les prétraitements :**

De traitements effectués après des prétraitements tels que le dégrillage, le dessablage et le dégraissage. Parmi ces filières, on trouve :

- **Les traitements primaires :**

Regroupent les procédés physiques ou physico-chimiques visant à éliminer par décantation une forte proportion de matières minérales ou organiques en suspension. A l'issue du traitement primaire, seules 50 à 60 % des matières en suspension sont éliminées. Ces traitements primaires ne permettent d'obtenir qu'une épuration partielle des eaux usées. Ils ont d'ailleurs tendance à disparaitre en tant que seul traitement, notamment lorsque l'élimination de la pollution azotée est requise. Pour répondre aux exigences réglementaires, une phase de traitement secondaire doit être conduite

- **Les traitements secondaires**

Recouvrent les techniques d'élimination des matières polluantes solubles (carbone, azote, et phosphore). Ils constituent un premier niveau de traitement biologique. Pour satisfaire à la réglementation actuelle, les agglomérations de plus de 2 000 équivalents

habitants devront être raccordées à des stations d'épuration permettant un traitement secondaire des eaux usées. Le traitement secondaire est donc désormais le niveau minimal de traitement qui doit être mis en œuvre dans les usines de dépollution.

I.6.2 Le principe du traitement physico-chimique

Utilisation d'adjuvants chimiques pour éliminer les matières en suspension. Il comporte une phase de coagulation (agglomération des colloïdes par addition par exemple de sels de fer ou d'aluminium), une phase de floculation et une phase de décantation pour assurer la séparation entre solide et liquide suite à l'injection des agents floculats tel le charbon actif en poudre. Ces traitements acceptent les variations brutales de charges polluantes, mais ils sont très coûteux en exploitation selon les adjuvants chimiques utilisés.

I.6.3 Le principe du traitement biologique : il permet la biodégradation des matières organiques des eaux usées grâce à des bactéries aérobies ou anaérobies dans des systèmes suivants :

- **Système intensif :** à cultures fixes telles que les lits bactériens et les disques biologiques ou à cultures libres telles que les boues activées.
- **Système extensif :** dont le plus répandu et le plus classique est le lagunage surtout dans les pays à climat chaud et où le terrain est disponible à coût raisonnable. Il consiste en un lent écoulement de l'affluent dans un ou plusieurs réservoirs plus ou moins profonds. [24]

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté les eaux d'une façon générale, on peut classer les eaux selon leurs ressources dans la nature ; en ressources eaux de surface, eaux souterraine. Ces ressources contient déférent types des eaux (eau, minérale, eau ressource). I ls ont des critères physicochimique, organoleptique, microbiologique de potabilité déférentes relié a son degré de pollution.

La pollution des eaux est causé par des polluent d'origine physique, chimique, ou bien organoleptique , pour l'élimination ces dernier nous avons adopté déférentes étapes de traitement.

Chapitre II

Généralité sur l'adsorption et l'argile

Introduction

L'adsorption est un phénomène physico-chimique de transfert de matière d'un fluide vers la surface d'un solide. La substance qui se fixe est appelée adsorbat, le solide qui est le siège de l'adsorption est nommé adsorbant. Ce phénomène spontané provient de l'existence de forces non compensées à la surface de l'adsorbant**.** Il se traduit en particulier par une modification de concentration à l'interface de deux phases non miscibles (gaz /solide ou liquide/solide) **[26].**

II.1.2 Les types d'adsorption

Les interactions adsorbat-adsorbant mettent en évidence deux types d'adsorption :

- **L'adsorption physique**

L'adsorption physique est un phénomène réversible gouverné par des forces attractives de nature physique, comprenant les forces de Wander Waals. Ces forces ne détruisent pas l'individualité des molécules adsorbées et lorsqu'elles opèrent, elles correspondent à des énergies faibles qui sont de l'ordre de 10 Kcal par mole.

Ce phénomène consiste essentiellement en la condensation de molécules sur la surface du solide est favorisé par un abaissement de la température.

- **L'adsorption chimique**

Dans ce cas, l'adsorption met en jeu des interactions de nature chimique entre les atomes superficiels du solide et les molécules d'adsorbat. Il s'agit d'un transfert de charges et d'une distribution de celles-ci entre l'espèce adsorbée et l'adsorbant. Ceci aboutit à la formation de liaisons fortes à caractère covalent ou ionique.

Dans ce cas, l'énergie est plus grande et la distance entre la surface et les molécules adsorbées est plus courte que dans le cas de la physisorption. **[27]**

L'adsorption chimique a lieu sur certains groupes fonctionnels ou sites particuliers à la surface du substrat. Les énergies mises en jeu sont généralement comprises entre 20 et 100 kcal/mol et l'adsorption est irréversible **[27]**

Tableau 1: Représente la déférence entre l'adsorption physique et l'adsorption chimique **[27]**

Propriétés	Adsorption physique	Adsorption chimique
Température du processus	Relativement basse	Plus élevé
Chaleur d'adsorption	5kcal/mol environ	10kcal/mol environ
Liaisons	Physique : Wander Waals	Chimiques
Cinétique	Rapide, réversible	Lente, irréversible
Spécificité	Processus non spécifique	Processus très spécifique
Désorption	Facile	Difficile
Couches formées	Mono ou multicouche	Uniquement monocouche

II.1.3 Mécanisme et cinétique d'adsorption

Le transfert d'une phase liquide contenant l'adsorbat vers une phase solide avec rétention de soluté à la surface de l'adsorbant se fait en plusieurs étapes **(FigII.1)** dont une ou plusieurs peuvent être déterminante de la cinétique globale du processus :

1. Transfert de masse externe (diffusion externe) qui correspond au transfert du soluté du sein de la solution à la surface externe des particules.
2. Transfert de masse interne dans les pores (diffusion interne) qui a lieu dans le fluide remplissant les pores. En effet, les molécules se propagent de la surface des grains vers leur centre à travers les pores.
3. Diffusion de surface : pour certains adsorbants, il peut exister également une contribution de la diffusion des molécules adsorbées le long des surfaces des pores à l'échelle d'un grain d'adsorbant**.**
4. Adsorption proprement dite**. [28]**

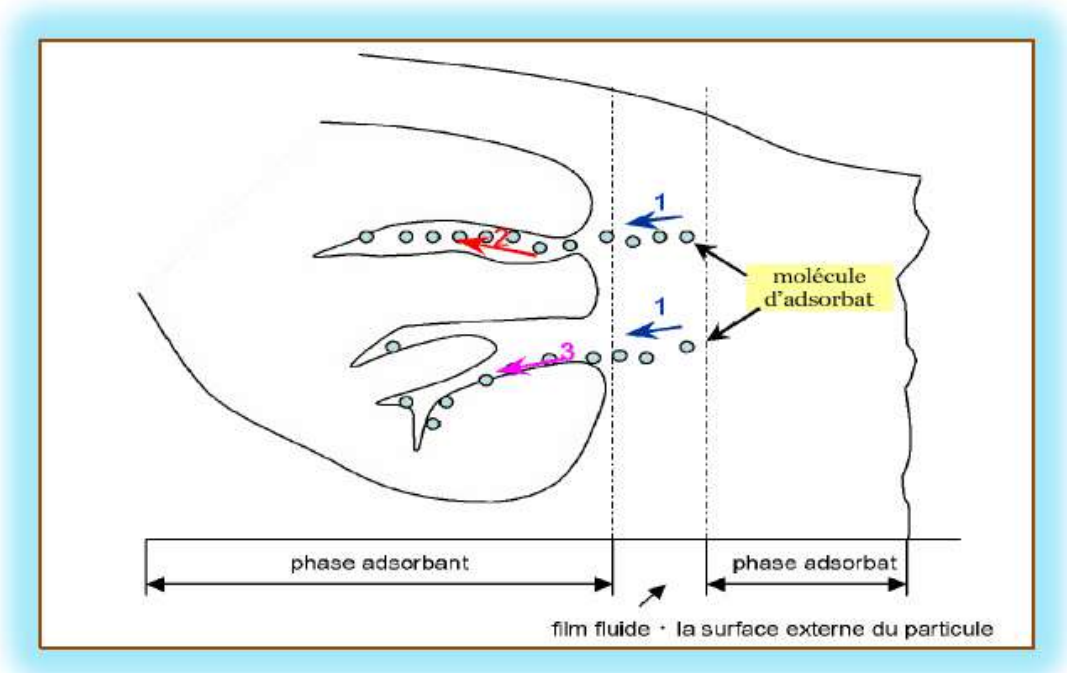


Figure II.1: Mécanisme de transport de l'adsorbat au sein d'un grain**[28]**

II.1.4 Facteurs influençant le phénomène d'adsorption

L'équilibre d'adsorption dépend de nombreux facteurs dont les principaux sont :

- **Température**

L'adsorption physique s'effectue à des basses températures (phénomène exothermique), alors que l'adsorption chimique demande des températures plus élevées (phénomène endothermique).

Ce qui nécessite de fixer la température du processus dés le départ. En pratique, il n'y a pas de modification significative dans l'intervalle 5-20°C

- **pH**

Le pH est un facteur important dans toute étude d'adsorption du fait qui 'il peut influencer à la fois la structure de l'adsorbant et de l'adsorbat ainsi que le mécanisme d'adsorption. Ce facteur dépend de l'origine des eaux à traiter et du procédé de leurs traitements (coagulation, floculation, oxydation …). Donc, il est judicieux de connaitre l'efficacité de l'adsorption à différents pH. Selon, l'élimination optimale de la tyrosine sur charbon actif en grains et en poudre est observée à des pH acides inférieurs à 6.

- **Présence d'espèces compétitives**

En générale, la présence de la compétition diminue la capacité de chaque espèce sur l'adsorbant. Ont étudié l'influence d'alcools aliphatiques sur l'adsorption d'acides aminés (phénylalanine et tyrosine) sur charbon actif en poudre.

Cette étude à montré que les alcools ramifies provoquent l'inhibition de l'adsorption de ces acides aminés de l'ordre de 85%.

- **Surface spécifique**

L'adsorption lui est proportionnelle. La dépendance de la cinétique d'adsorption à la dimension de la surface externe des particules est fondamentale pour l'utilisation d'un adsorbant.

Cette surface spécifique externe ne représente pourtant qu'une portion minime de la surface totale disponible à l'adsorption. Cette surface totale peut être augmentée par un broyage de la masse solide qui multiplie encore sa porosité totale.

- **Masse de l'adsorbant**

La capacité d'adsorption est d'autant plus grande que la masse de l'adsorbant dans la solution est importante.

De fait du cout élevé des adsorbants, le choix d'un rapport liquide-solide optimal est recommandé.

II.1.5 : Classification des isothermes d'adsorption

Un grand nombre de modèles d'isothermes d'adsorption ont été développés par différents chercheurs et les isothermes ont été classées suivant leur forme par Brunauer, Emmet et Teller en 1938 (d'où le nom de classification BET). La (**figure II.2**) reproduit les principaux types d'isothermes d'adsorption recensés dans la classification BET. La plupart de ces isothermes ont d'abord été proposée en phase gaz, puis adaptées aux phénomènes en phase liquide.

TYPE I *:* Isotherme dite « de Langmuir ». Le type d'isotherme le plus simple a été défini par Langmuir. La surface du solide adsorbant est assimilée à un nombre de sites d'adsorption définis.

Les sites sont occupés au fur et à mesure par les composés adsorbables présents en solution jusqu'à la formation d'une monocouche de molécules occupant les sites disponibles du matériau adsorbant. Quand tous les sites d'adsorption du matériau sont occupés, l'augmentation de la concentration d'adsorbat en solution n'augmentera pas la quantité adsorbée ; la quantité maximale adsorbée est atteinte. Il y a apparition d'un plateau sur la courbe isotherme, indiquant la saturation de l'adsorbant.

TYPE II : Adsorption multicouche (ou multilayer), représente de nombreux cas. Le point B est considéré comme le point où la monocouche est atteinte. Contrairement à l'isotherme décrite par Langmuir, dans ce cas, une fois la monocouche atteinte, si la concentration d'adsorbat augmente il y a formation d'une nouvelle couche recouvrant la première couche adsorbée.

TYPE III : Cette isotherme est observée lors de l'adsorption de certains gaz sur des solides. Elle traduit une énergie d'adsorption égale ou plus petite que l'énergie de liquéfaction du gaz (ex : azote adsorbé sur de la glace).

TYPE IV et V : Ces isothermes sont, comme celles du type III, observées lors de l'adsorption de gaz sur des solides. Ces deux types d'isothermes traduisent des phénomènes de condensation capillaire induisant un retard ou une précocité de l'atteinte du plateau de saturation. Lors de la désorption, l'isotherme peut être différente de l'isotherme d'adsorption, toujours à cause de ces phénomènes de retard/précocité dus à la condensation de gaz dans les pores de l'adsorbant (effet d'hystérésis) **[29]**

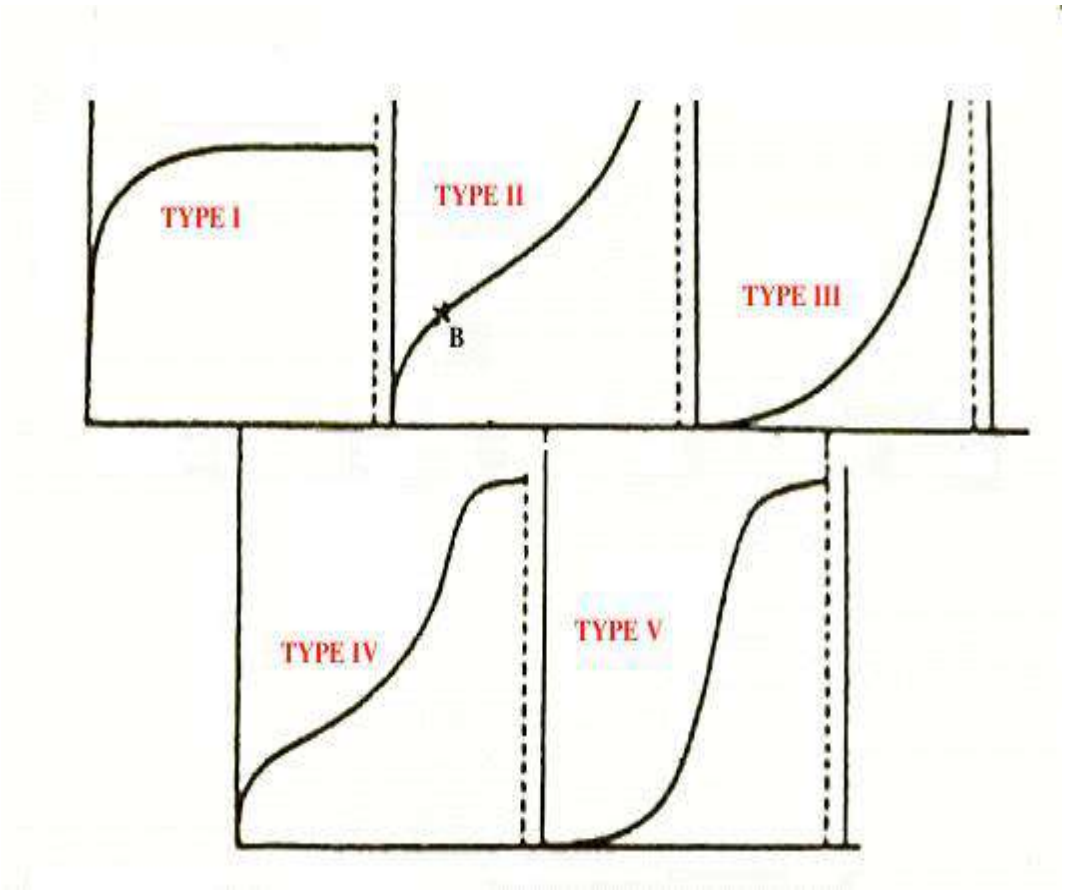


Figure II.2 : Représente classification des isothermes d'adsorption**[29]**

II.1.6 Les modèles d'adsorption

Différents modèles mathématiques ont été établis pour représenter l'équilibre d'adsorption. Les modèles les plus souvent utilisés sont :

- **Le modèle de Langmuir**

Etabli en 1918, ce modèle d'adsorption en monocouche est basé sur les hypothèses suivantes :

- La molécule est adsorbée sur un site bien défini de l'adsorbant (adsorption localisée).
- Chaque site ne peut fixer qu'une molécule.
- L'énergie d'adsorption est identique pour chaque site et indépendante de la présence de molécules adsorbées sur les sites voisins (pas d'interaction entre les molécules) **[29]**.

L'équation de Langmuir s'écrit comme suit :

$$qe = x/m = \frac{qmxbcg}{(1+bce)} \quad \text{.....(II.1)}$$

Où

- **qe**: quantité de l'adsorbat adsorbée par unité de masse de l'adsorbant ($mg.g^{-1}$).
- **X** : masse de l'adsorbat adsorbés (mg).
- **m**: masse de l'adsorbant (g).
- **qm**: capacité maximale de l'adsorbant appelée aussi capacité ultime ($mg.g^{-1}$)
- **b**: constante de Langmuir (l/mg).
- **Ce** : concentration de l'adsorbat dans la phase liquide à l'équilibre ($mg.L^{-1}$). linéarisation de cette équation donne

$$\frac{Cc}{Qe} = \frac{Ce}{qm} = \frac{1}{qmb} \quad \text{.....(II.2)}$$

➢ **modèle de Freundlich**

En 1926, Freundlich a établi une isotherme très satisfaisante qui peut s'appliquer avec succès à l'adsorption des gaz, mais qui a été principalement utilisée pour l'adsorption en solution dilués. Il a constaté que le mécanisme de ce processus est assez complexe, du fait de l'hétérogénéité de la surface, ce qui rend la chaleur d'adsorption variable. L'équation de Freundlich s'écrit comme suit :

$$Qe = \frac{X}{m} = K_f C_e^{1/n} \quad \text{.(II.3)}$$

K_f et n sont des constantes de Freundlich qu'il faut évaluer pour chaque solution et pour chaque température et sont uniques pour un composé donné. K_f caractérise le pouvoir adsorbant du support et 1/n l'affinité du soluté pour l'adsorbant

L'équation de Freundlich est cependant utile sous sa forme logarithmique, soit

$$\log(Qe) = \log(K_f) + \frac{1}{n}\log C_e \quad \text{(II.4)}$$

II.2 Généralité sur les argiles

L'argile est une matière première utilisée depuis l'antiquité. Le mot argile vient la couleur du « argilos » dérivé de « argos » qui vient dire blanc ou du latin « argila ». **[30]**

L'argile est un mélange de minéraux argileux et d'impuretés cristallines sous forme des débris rocheux de formule générale (Al_2O3, SiO_2, H_2O).

L'argile brute est constituée généralement d'un composant minéral de base (kaolinite,Montmorillonite, etc…) et de certaines impuretés.

Les impuretés sont constituées de :

- Oxydes et hydroxydes de silicium : (le quartz et la cristobalite).
- Minéraux ferrifères : l'hématite Fe_2O_3, la magnétite Fe_3O_4.
- Ccarbonates : la calcite $CaCO_3$, la dolomite Ca Mg $(CO_3)_2$.
- Oxydes et hydroxydes d'aluminium : La gibbsite Al $(OH)_3$.
- Matières organiques. **[31]**
-

II.2.1 Origine

Les argiles proviennent la de composition des roches primaire causées :

- Soit par une action chimique : oxydation, carbonatation par CO_2 de l'air.
- Soit par une action mécanique : variation de température, humidité, du gel, et d'érosion Ces phénomènes produisent d'épaisses couches d'argiles plus moins pures. Elles proviennent aussi de la destruction des minéraux silicates par l'eau ou des fluides hydrothermaux selon la réaction :

Roche + eau ⟶ argiles + ions en solution **[31]**

II .2.2 Classification des argiles

Selon DION. P, Il existe différentes classification des argiles. La plus classique est basée sur l'épaisseur et la structure du feuillet. On distingue ainsi quatre groupes :

- **Selon l'épaisseur des feuilles**

a) **Minéraux à7 A :** Le est constitué d'une couche tétraédrique et d'une couche tétraédrique. Il est qualifié de T : O ou de type 1 :1. Son épaisseur est d'environ est 7A Dans ce groupe d'argiles figurent les minéraux de type Kaolinite et les familles voisines dickite, nacrite et halloysite.

Dans la kaolinite, les espaces inter-foliaires sont vides .Les feuillets sont liés directement entre eux par des liaisons de hydroxyle.

b) **Minéraux à 10A :** Le feuillet est constitué de deux couches tétraédriques et épaisseur est d'environ 10.Dans ce groupe d'argiles figures les minéraux de type smectites et les familles voisines talcs, vermiculites et micas.

c) **Minérauxà14A :** Ce troisième type de feuillet est constitué par deux couches tétraédriques et deux couches octaédriques. La structure consiste en couches alternées de feuillets T : O : T et d'une couche octaédrique non liée (couche de brucite, $Mg(OH)_2$, avec substitution Mg-Al) ou de type 2 :1 :1 Cette couche octaédrique inter - foliaire neutralise les charges portées par les feuillets T :O :T Le minéral type de ces phyllosilicates est la chlorite.

d) **Minéraux inter -stratifiés** Les minéraux inters -stratifiés sont formés d'empilement régulier ou irrégulier de feuillets de deux types différents (Ainsi, lorsque l'un des feuillets set type smectites, le comportement s'avérera gonflant .C'est le cas de la montmorillonite-kaolinite, la saponite- chorite, la montmorillonite-mica et l'illite montmorillonite**.[33]**

- **selon la structure de feuille**
  - **Kaolinite : $Al_2Si_2O_5(OH)_5$**

Le feuillet de la kaolinite est toujours neutre, di- octaédrique et alumineux, de composition$(Si)_2(Al)_2O_5(OH)_4$ par demi-maille .

Morphologiquement, la kaolinite se présente sous forme de particules hexagonales constituées par des empilements de feuillets. **Figure(II.3)**

La faible capacité d'échange des kaolinites est due à des sites de surface amphotères **[29]**

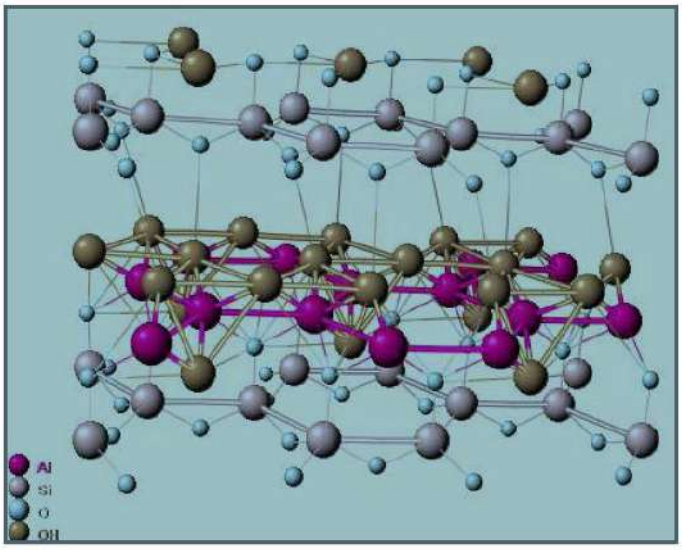


Figure II. 3 : Structure cristalline de la kaolinite**[29]**

- **Illite : $(K,H_2O)(Al,Mg,Fe)_2(Si,Al)4O_{10}[(OH)_2,(H2O)$**

L'illite appartient à la famille des phyllo silicates 2:1. Les feuillets possèdent une charge Globale négative, plus élevée que celle des smectites, qui est compensée par des ions Potassium.

La différence fondamentale avec les smectites réside dans le fait que les ions Compensateurs (potassium) ne sont que très faiblement échangeables: l'illite a une capacité d'échange cationique faible. Il n'y a pas d'hydratation des espaces inter foliaires **(Fig. II.4).**

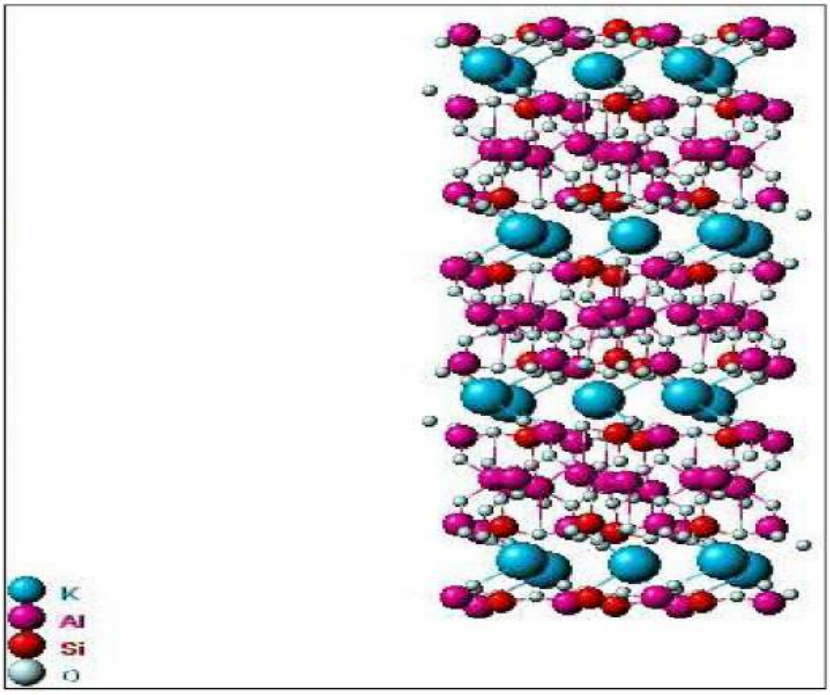


Figure II.4 : Représente la structure cristalline de l'illite**[29]**

Les chlorites $(Mg, Al, Fe)_6$ $[(Si,Al)_4O_{10}](OH)_8$

Les chlorites appartiennent à la famille des phyllo silicates 2 :1 :1. Leur structure se compose d'un feuillet 2:1 entre lequel s'insère un feuillet de brucite (**Fig. II.05**).

Les chlorites peuvent être présents en quantité non négligeable dans la fraction fine de sols peu évoluées.

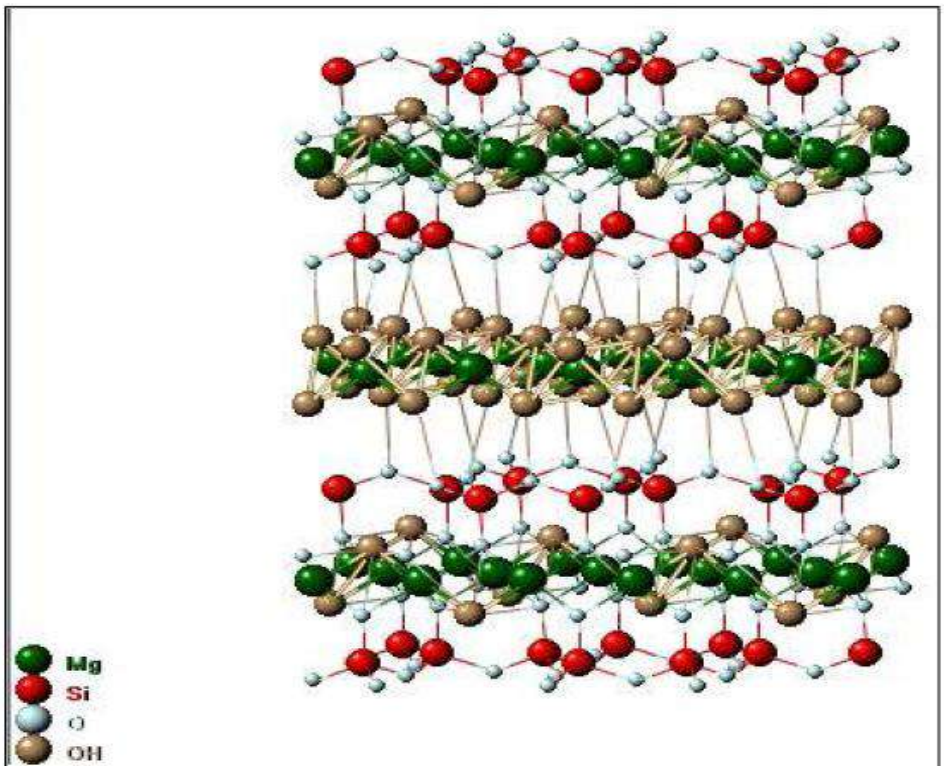


Figure II.5 : Représente la structure cristalline du chlorite**[29]**

Les smectites $(OH)_8$ $Si_8(Al_{10}/, Mg_2/_3)$ O_{20}, nH_2O.

Les smectites se sont des phyllo silicates constitues des deux couches tétraédriques
En cadrant une couche octaédrique (phyllosilicates2:1).
Les minéraux les plus importants de cette famille sont la montmorillonite, la beidellite, l'hecto -rite et la Saponite. La charge élevée des feuillets est due pour l'essentiel à des substitutions iso morphiques. Cette charge est donc permanente, négative et dépendante du pH.

Des cations compensateurs se placent dans l'espace interfoliaire pour combler le déficit de charge.

Ces argiles ont une capacité d'échange cationique élevée. Des molécules d'eau sont susceptibles de s'intercaler dans l'espace interfoliaire. Cette possibilité de gonflement des espaces interfoliaire conduit a designer ces argiles par le terme d'argiles gonflantes.

D’un point de vue textural, les smectites sont généralement constituées de feuillets de grande extension latérale, associes, les uns aux autres en nombres variables (**Fig.II.06).**

Le degré d’hydratation dépend de la nature du cation hydrate et de l’humidité relative ambiante.

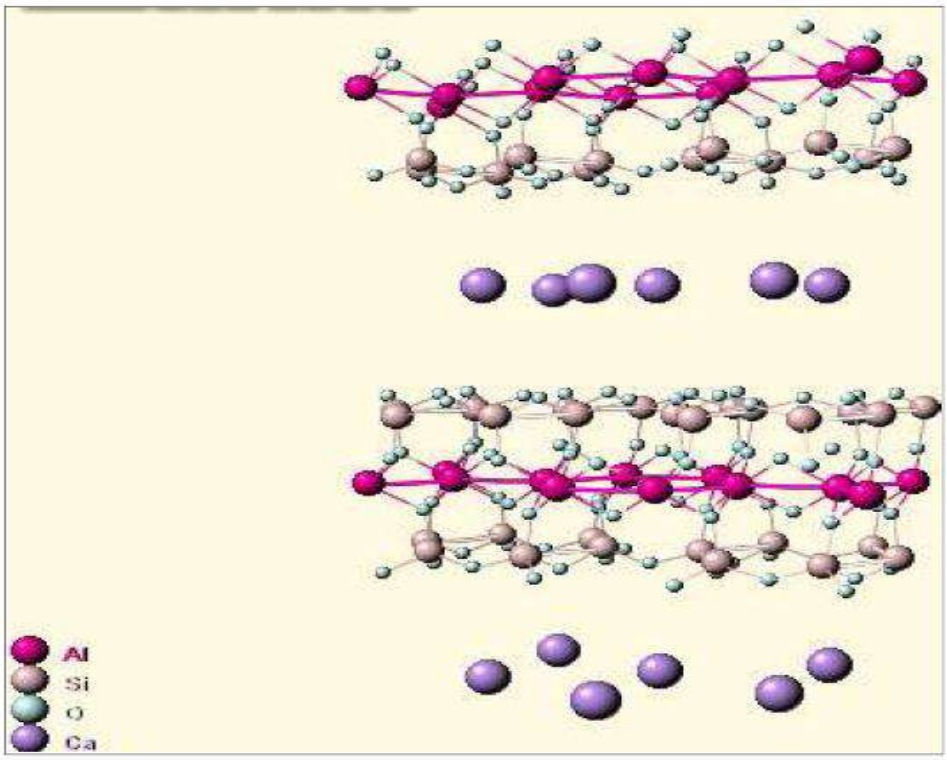


Figure II.6 : Représente le cristalline d’une smectites**[29]**

Les vermiculites $(Mg, Ca)_7(Mg, Fe, Al)_6(Al,Si)_8O_{22}(OH)_4(H_2O)_8$

Les vermiculites appartiennent à la famille des phyllo silicates 2:1.Elles sont majoritairement tri octaédriques. Elles constituent une famille proche de celle des smectites, mais les feuillets sont caractérises par un déficit de charge plus important. Le déficit de charge est essentiellement du aux substitutions tétraédriques et la compensation est assurée dans l’espace inter foliaire par des cations (Mg^{2+}) principalement) et des couches d’eau **(FigII.07).**

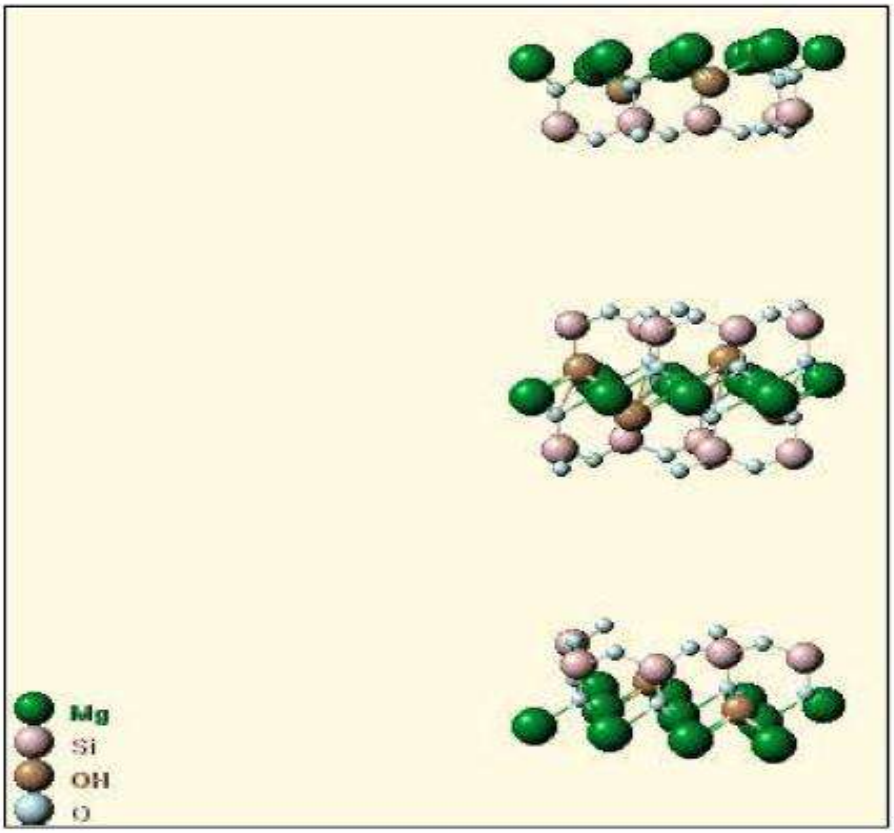


Figure II.7: Représentation d'une vermiculite. **[29]**

II.2. 3 : Propriétés des argiles

Les propriétés bien particulières des minéraux argileux sont dues à la petite taille, la structure en feuillets et la charge négative des particules. Elles forment avec l'eau des solutions colloïdales qui floculent lorsque les charges de surfaces des particules sont neutralisées par des ions. Ce phénomène est réversible : les particules retrouvent l'état dispersé lorsque les ions sont éliminés par rinçage. Les argiles fixent l'eau par adsorption à leur surface et augmentent de volume par gonflement.

Elles constituent ainsi une réserve d'eau. L'argile sèche développe une tension de succion importante pour l'eau qui peut s'opposer à celle des racines des plantes. Avec adjonction croissante d'eau, la tension de succion diminue, l'ensemble eau- argile devient plastique, puis visqueux et finalement les particules d'argiles se dispersent dans l'eau en formant une solution colloïdale. L'argile imprégnée d'eau qui se dessèche se rétracte et se casse par des fentes de retrait La bentonite se disperse facilement dans l'eau. On obtient une suspension dont les propriétés sont en fonction des caractéristiques suivantes:

- **Hydratation interne ou gonflement:**

Le caractère dipolaire des molécules d'eau a donné naissance à une ancienne théorie qui consistait à dire que la surface des argiles étant chargée négativement, les molécules d'eau s'orientaient de façon que leur extrémité positive soit dirigée vers l'argile et leur extrémité négative vers l'extérieur. Cette première couche d'eau forme alors une nouvelle surface négative ou d'autres molécules peuvent se fixer et ainsi de suite **[35].**

- **Cations échangeables et adsorption:**

Les argiles ont la propriété d'adsorber certains anions et cations et de les retenir dans un état où ils sont échangeables avec d'autres ions en solution. Dans les argiles, les cations échangeables les plus communs sont par ordre décroissant: Ca^{2+}, Mg^{2+}, H^{+}, K^{+}, NH_4^{+} et Na^{+}. Comme il a été dit précédemment dans le cas de la montmorillonite, le motif cristallin présente une charge négative au sein du feuillet par suite de la substitution d'ions Al^{3+} par des ions Mg^{2+}, en couche octaédrique, et des ions Si^{4+} par des ions Al^{3+} en couche tétraédrique. Cette charge négative est évidemment compensée par un nombre équivalent de cations.

Pour des raisons de neutralisation électrique, ces cations se logent dans les espaces inter foliaires ainsi qu'à la surface des feuillets. Le cation majoritairement représenté conditionne largement les propriétés physico-chimiques des bentonites. Le dosage des cations permet donc de déterminer la nature de l'argile: sodique, calcique ou magnésienne. BLADE et BOULTON cités par MARCHAL classent les bentonites en tenant compte des deux cations échangeables. Pour le Na et le Ca, ils obtiennent ainsi 4catégories: Na, Na-Ca, Ca-Na, Ca. **[36]**

II.3 Généralités sur la bentonite

II.3.1 Définition

Les bentonites sont des silicates d'alumine hydratés appartenant au groupe des montmorillonites de formule brute :

Si_4 (Al (2-x) Rx) (O_{12}, H_2O) (Cex, nH_2O) ou Si_4 (Al (2-x) Rx) (H_2O) n avec :

- R = Mg, Fe, Mn, Zn, Ni
- Ce (cations échangeables) = Ca, Na, Mg.

La bentonite est une argile douée de propriétés de surface (caractère, affinité pour l'eau, capacité d'adsorption de composés électropositifs,...).

Les caractéristiques physico-chimiques, les propriétés clarifiants de bentonites d'origines diverses firent l'objet de nombreuses études**.[37]**

II.3.2 Origine de la bentonite

L'altération et la transformation hydrothermale de cendres des tufs volcaniques riches en verre entraînent la néoformation des minéraux argileux, qui font partie principalement du groupe des smectites.

Les roches argileuses ainsi formées portent le nom de bentonite, d'après le gisement situé près de Fort Benton (Wyoming, Etats-Unis). Elle contient plus de 75 % de montmorillonite ; cette dernière fut découverte pour la première fois en 1847 près de Montmorillon, dans le département de la Vienne (France). **[38]**

II. 3.3 Structure de la bentonite

La montmorillonite est le constituant principal de la bentonite. C'est un phyllo- silicates 2 :1 (famille de smectites) dans lequel la charge négative de la couche est électriquement équilibrée par une charge égale, des cations échangeables (Ca , Mg , H^+, K^+, NH et Na^+) situés principalement entre ces couches silicates ; ces cations ne font pas partie de la structure et garde une certaine mobilité **[39]**

II.3.4 Application de la bentonite

Les bentonites se caractérisent par une capacité élevée d'adsorption, d'échange ionique et de gonflement, ainsi que par des propriétés rhéologiques particulières (thixotropie). Elles ont de ce fait de larges applications, toujours plus nombreuses et dans différents domaines (forage, fonderie, céramique, peinture, pharmacie, terres décolorantes,…, etc.). La majeure partie de la bentonite exploitée dans le monde est utilisée comme liant du sable de moulage, dans l'industrie de la fonderie et aussi pour épaissir les fluides de forage.

Pour de nombreuses applications techniques, les bentonites brutes doivent être soumises à une préparation adaptée aux exigences de leur utilisation (activation). Ainsi, lors de l'activation alcaline, les bentonites calciques (les plus fréquentes) sont transformées par traitement avec de la soude en bentonites de sodium, qui se caractérisent notamment par une capacité de gonflement plus élevée.

L'activation avec des acides comme l'acide chlorhydrique augmente la porosité par dissolution périphérique des smectites.

Il en résulte un produit de haute capacité d'adsorption .Elles sont utilisées pour des opérations de clarification ou de stabilisation protéique des moûts et des vins.

Les bentonites fixent certaines protéines instables et permettent ainsi leur élimination. Les bentonites sont capables de fixer de la matière colorante. **[40]**

II.3.5 LA montmorillonite

Une substitution partielle de Al3+ dans les couches octaédriques par Mg^{2+} et Fe^{2+} /Fe^{3+}, une substitution partielle de Si^{4+} dans les couches tétraédriques par Al^{3+} dans les argiles naturelles.

En raison de cette substitution, les couches de T-O-T sont chargées négativement et l'espace intercalaire entre les couches de T-O-T est occupé par les cations échangeables comme Na^{+}, K^{+}, $Ca2^{+}$pour neutraliser la charge. **[41]**

II.3.6 Structure de la montmorillonite

La montmorillonite est une argile gonflante faisant partie du groupe des smectites, sa structure a été établie à partir des travaux de Hofman et coll. et Marshall et de Hendricks. **[42]**

Dans son réseau cristallin, la couche octaédrique présente des substitutions iso-morphiques des cations Al^{+3} par Mg^{+2} d'où le nom de phyllo -silicate di-octaédrique lui a été attribué**.(FigureII.8)** Sa formule peut être donnée par la représentation développée suivante :

$[Si_8]IV\ [Al\ 4\text{-}x\ Mg]\ VI\ O_{20}\ (OH)_4\ Mx$

IV et VI : Positions à coordinence tétraédriques et octaédriques

X : Charge par unité de maille, elle est généralement comprise entre 0.5 et 0.9

Mx : Cation compensateur

Les paramètres de la maille élémentaire sont :

a = 5.2A°, b = 8.9A°, c = 9.6A° pour le cristal anhydre cette valeur est variable, elle dépend du cation échangeable et de l'état d'hydratation de l'espace inter foliaire.

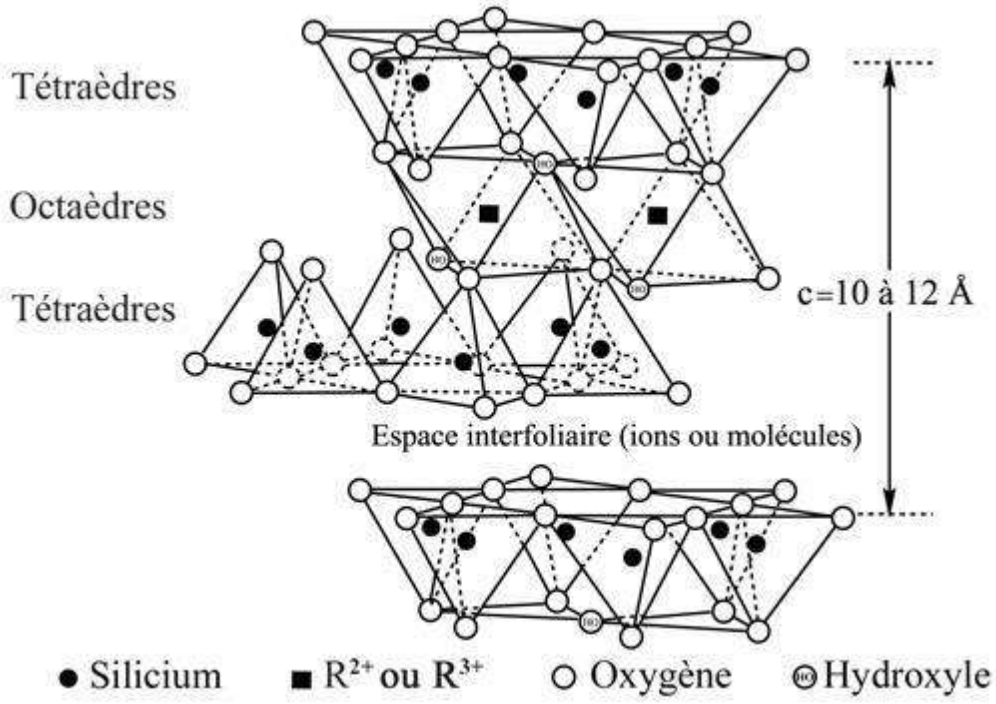


Figure II.8 : Représente la structure de la montmorillonite

II.3.7 Propriétés et caractéristiques de la montmorillonite

a) Capacité d'échange cationique (CEC)

La capacité d'échange cationique d'une argile résulte de la substitution iso-morphique des atomes d'aluminium de la couche octaédrique par des atomes de Mg^{2+} et Fe^{3+} et de la Substitution de Si^{4+} par Al^{3+} dans la couche tétraédrique induisant un déficit en charge du Feuillet qui est compensé par la présence des cations compensateurs **[43].**

Les liaisons entre les feuillets sont faibles et encore plus avec la présence des molécules d'eau, ce qui permet aux cations compensateurs inter-foliaires ou superficiels de s'échanger avec les cations des solutions mises en contact avec l'argile, ces cations sont appelés « cations échangeables » **[44].**

b) Capacité de gonflement

L'une des propriétés les plus remarquables de la bentonite est sa faculté de gonfler considérablement dans l'eau pour former des masses visqueuses et gélatineuses.

Le gonflement des montmorillonites est principalement dû au fait que l'absorption de l'eau par la structure de la molécule s'effectue entre les feuillets et écarte les uns des autres. **[45]**

c) **Colloidalité**

Cette propriété est d'une grande importance pour le procédé de purification des argiles. Elle est liée à la présence de charges négatives à la surface de chaque grain d'argile.

Le caractère colloïdal se traduit par le recouvrement de chaque grain d'argile par une double couche d'ions hydrosolubles de charges opposées. **[46]**

d) Les Cations compensateurs

Les substitutions isomorphes d'Al^{3+} et Mg^{2+} à la surface des feuillets entrainent un excès de Charge négative.

Cette charge négative des particules argileuses est composée par l'adsorption decation, essentiellement le sodium et le calcium dans le cas des smectites.

Les montmorillonites compensées par des cations Ca^{2+} sont appelées des montmorillonites sodiques. Ces cation échangeables se fixent à la surface des feuilles et assurent la liaison entre eux. L'intensité de ces liaisons dépend de la valence de ces cations.

Ces cations peuvent être échangés par d'autres cations présents dans le système et on peut ainsi définir une capacité d'échange cationique (CEC) pour un échantillon donné.

Cette capacité d'échange cationique dépendant du PH de la solution, elle est en général mesurée à PH neutre **[47]**

e) **PH**

Le caractère acido-basique des argiles est généralement assigné aux groupements superficiels de bordure X-OH (avec X=Al ou Si) et comparé à celui des oxydes minéraux.

Lorsque les sites superficiels X-OH possèdent des propriétés amphotères, ils sont alors susceptibles de capter ou de libérer un ion hydrogène selon les deux réactions suivantes :

Kal

$$X\text{-}OH + H^+ \Longleftrightarrow X\text{-}OH^+_2 \qquad (1.1)$$

Ka2

$$X\text{-}OH \Longleftrightarrow X\text{-}O^- + H^+ \qquad (1.2)$$

Ou` Ka1 et Ka2 sont les constantes de ces équilibres. En milieu acide, c'est l'espèce.

II.3.8 Domaines d'application de la Montmorillonite

Du fait des propriétés présentées par la montmorillonite citées plus haut, elles connaissent un champ d'applications très variés :

- Dans l'industrie pétrolière, notamment dans le domaine de la catalyse **[48]:**

La montmorillonite traitée par acide est utilisé dans nombreux réactions tels que la déminéralisation des acides gras insaturés en acides di- carboxyliques- et l'alkylation des phénols.

Les montmorillonites échangées par les cations sont aussi des catalyseurs efficaces, nous donnons par exemple : les montmorillonites échangées par Al et Cr sont utilisées dans des réactions de latinisations, nous notant aussi les montmorillonites échangées par le Fe et le Co qui servent à la protonation de plusieurs espèces organiques.

La Bentonite sodique échangée par des cations avec une densité de charge élevée tels que : Al, Cu, Fe et Cr, sont des catalyseurs efficaces et sélectifs pour la production de l'acétate éthylique à partir de l'éthylène et l'acide acétique.

- Dans le forage comme un fluide de forage.
- Dans le domaine de la dépollution, la Bentonite connaît un vaste champ application

visant soit la dégradation des composés organiques polluants soit leur transformation en des produits moins nocifs **[48].**

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté l'adsorption d'une façon générale qui est classé en deux, adsorption physique, et adsorption chimique, aussi les facteurs influençant le phénomène d'adsorption et comme un matrice d'adsorption on à choisi l' argile cette dernière et le support que nous allons utilises pour le traitement des eaux qui suivi par un contrôle de qualité des eaux de barrage Ghrib que nous allons présenter dans le chapitre suivant.

Chapitre III

Méthodes et matériels

Introduction

Notre travail a pour objectif la vérification de la potabilité des eaux de barrage de GHRIBE après d'un traitement par l'argile (la montmorillonite) de Meghnia à travers le contrôle de leur qualité physico-chimique Notre étude a été réalisée au niveau de laboratoire d'analyse de hall de technologie de l' université de Yahia FARES pendant 3mois et dans les laboratoires de**laDirection de la Santé Publique** et de **l'Algérienne Des Eaux** de **Médéa**, durant une période d'une semaine .

III.1 MATERIEL

III.1.2Lematériel utilisé pour l'étude du phénomène d'adsorption

- ***Solution et produits***

- Eau distille
- Argile bentonite (en poudre)
- Argile montmorillonite (en poudreaprès traitement)
- Colorant fuchsine acide en poudre ($C_{20}H_{20}CIN_3$, M= 337,85) de type Panreac
- Ethanol
- Oxyde de magnésium
- Papier filtre de diamètre de(0.45µm)

- ***Appareillage***

- Etuve (MEMMERT)
- Agitateur (HEIDOLPH de type MR 3001K (100_1400 tr/min)
- Thermomètre chektemps °C
- Spectrophotomètre UV-VISIBLE (UV-mini 1240 SHIMADZU)
- FTIR Spectrophotomètre infrarouge (SHIMADZU)
- Centrifugeuse (EBA 20 HETTICH zentrifugen)
- Balance de précision (4chiffre après virgule)
- pH mètre (HANNA instruments HI8519N)
- conductimètre (HANNA instruments)

III.1.3Matériels utilisé pour les analyses physico-chimiques

❖ ***Solutions et réactifs et leurs compositions chimiques***

- ***Dosage de nitrates***

*** Solution de salicylate de sodium 0.5%

*** Solution de soude et de tartrate double de sodium et de potassium

Hydroxyde de sodium NaOH……400 g.

Tartrate de sodium et de potassium ……60 g.

Eau distillée…….1000 ml, laisser refroidir avant de compléter à 1000 ml.

*** Acide sulfurique pur (H_2SO_4)

- **Dosage d'ammonium:**

***Réactif I:

Acide dichloroisocyanurique……...2 g.

Hydroxyde de sodium NaOH……..32 g.

Eau distillée……100 ml.

*** Réactif II (coloré):

Tricitrate de sodium……130 g.

Salicylate de sodium……130 g.

Nitroprussiate de sodium…….0.97 g.

Eau distillée……1000 ml

- ***Appareillage***

✓ plaque chauffante " FALC "

✓ Turbidimètre " HACH 2100 N Turbidimètre "

✓ pH-mètre " HANNA HI 2211 pH / ORP mètre "

✓ Conductimètre " HACH Session 3 "

✓ Photomètre à flamme " CIBALORNIN"

✓ Balance analytique " AG 204 Delta Range "

✓ Etuve réglable " PROLABO "

✓ Agitateur " FALC "

✓ Papier pH

✓ Thèrmo-mètre mobile .

III.2.1 METHODES

II.2.2Purification de la montmorillonite

- introduire **1Kg** d'argile bentonite vert broyé dans un récipient qui contient **20L** eau distillé

-laisser le mélange repose pendant **24h**

-Mettre le mélange sous agitation pendant 4H avec une vitesse de 455t/min

-laisser le mélange repose une semaine pour obtenir de deux phases

-A l'aide d'une micropipette éliminer le surnageant

-enter la micropipette à profondeur de 10 cm et prélever de volumes

-A l'aide d'un papier filtre de 0,45µm le volume extraie

-Apres la filtration mettre les papiers filtre dans une étuve et laisser séchés à T=105C°

-Apres le séchage éliminer la quantité da la montmorillonite qui colée sur les papiers broyer et tamiser la quantité.(voir l'annexe)

III .3.1Caractérisation de la montmorillonite

III.3.2 Caractérisation physicochimique

- **Humidité**
  - Peser **10 ± 0.01g** de la terre décolorante puis sécher à l'étuve jusqu'à poids constant pendant

2 heures à une température de **105°C.**

- -Peser l'échantillon séché.
- -Teneur en eau exprimée en pourcentage massique est donnée par la formule suivante:

$$H(\%) = \frac{(M_0 - M_1)}{M_0} \times 100 \qquad \text{(III.1)}$$

Avec H (%) : l'humidité,

M_0 : masse de la bentonite avant séchage (g)

M_1 : masse de la bentonite après séchage (g)

- **Masse volumique apparente**

La détermination de la masse volumique apparente consiste à introduire une masse $\mathbf{M_0}$ du de la bentonite, broyé et séché, dans une éprouvette de volume $\mathbf{V_0}$égal à **10 ml**. La masse volumique apparente est calculée par la relation suivante :

$$\rho_{app} = \frac{M_0}{V_0} \qquad \text{(III.2)}$$

Avec ρ_{app} : masse volumique apparente (g/cm^3)

M_0 : la masse du biosorbant (g),

V_0 : volume du pycnomètre (cm^3).

- **Masse volumique réelle**

La masse volumique réelle a été déterminée en introduisant une masse M_0 de de la bentonite broyé et séché. Le vide existant entre les particules a été comblé par un liquide, l'éthanol de masse volumique 0,8172 g/cm^3 à la température d'expérience qui est égale à 25°C. La masse volumique est déterminée par la formule ci-dessous :

$$\rho_r = \frac{M_0}{V_0 - V_T} = \frac{M_0}{\left(V_0 - \frac{M_E}{\rho_E}\right)} \quad \text{(III.3)}$$

Avec ρ_E : masse volumique de l'éthanol ρ_E =0,8172 g/cm^3

ρ_r : masse volumique réelle (g/cm^3)

M_0 : masse de biomasse qui occupe le volume V_0 du pycnomètre (g)

M_E : masse de l'éthanol rajouté pour remplir le pycnomètre (g)

- **Surface spécifique par unité de volume de la solution**

La surface spécifique d'une particule est le rapport entre la surface de cette particule et son volume. Cependant, ces particules sont supposées sphériques. La valeur de la surface peut s'évaluer d'après la relation suivante :

$$S = \frac{6C_B}{d_p.\ \rho_{app}} \quad \text{(III.4)}$$

Avec S : surface spécifique de la particule adsorbée par unité de volume de la solution (m²/m^3),

C_B : concentration de la bentonite m= 1,5.10^{+3} g.m.t.$^{-3}$

d_p : diamètre moyen du grain de la bentonited_p = 2. 10^{-6} m

ρ_{app} :masse volumique apparente de la bentonite (g.cm^{-3})

- **Surface spécifique par unité de masse des particules**

La connaissance de la surface spécifique est d'une grande importance dans la caractérisation d'une poudre ou d'un solide. La surface spécifique représente la surface totale par unité de masse du produit. Elle est calculée à partir de l'expression suivante:

$$S1 = \frac{6}{\rho_{app} . d_p} \qquad \text{(III.5)}$$

Avecd_p : diamètre moyen du grain du biosorbant d_p (m),

ρ_{app} :masse volumique apparente du biosorbant (g/cm^{+3})

A : surface spécifique de la biomasse ($m^2.g^{-1}$),

- **Colloidalité**

La Colloidalité est déterminée par une mise en suspension de 4 g d'argile brute dans 100 ml d'eau, auxquels on ajoute 0,2 g de MgO pour permettre la défloculation.

On agite lasuspension pendant quelque temps puis on la laisse au repos pendant 24 heures.

LaColloidalité C de la bentonite est mesurée, en appliquant la formule suivante C **= 100 – V**

C : Colloidalité en %

V : volume du surnageant en ml

100 : volume d'eau versé en ml

- **pH (10% suspension)**

On mélange 10g de la bentonite avec 100ml d'eau distillée. Après agitation, on mesure le pH de la solution grâce à un pH-mètre

- **Conductivité**

On mélange 10g de la bentonite avec 100ml d'eau distillée. Après agitation, on mesurele pH de la solution grâce à un pH-mètre

III.3.2 Caractérisation par le spectre IR

La spectrométrie IR est une méthode de caractérisation rapide et sensible de la plupart des molécules existantes.

Son utilisation est simple et le coût de son instrumentation en fait un outil accessible à la plupart des laboratoires.Lorsqu'une molécule absorbe de l'énergie sous la forme d'un rayonnement IR, l'amplitude des vibrations des liaisons moléculaires augmente, le retour à l'état normal libère de la chaleur.

Plusieurs modes de vibrations sont possibles pour un groupe d'atomes donné. A chacun correspond une fréquence caractéristique.

Ces modes fondamentaux sont responsables des principales bandes d'absorptionL'absorption du rayonnement IR par les composés organiques correspond à deux types principaux de vibrations : vibration de valence ou d'élongation etvibration de déformation angulaire

L'échantillon de la bentonite(Montmorillonite) est analysé à l'état solide sous forme de pastille fine .La pastille est préparée avec un mélange de 95%en masse de KBr et 5% de la Montmorillonite pendant 5min avec une pression de 20torr/Cm^3.

Le spectre IR à été réalisé à l'aide d'un spectrophotomètre FTIR -8400 à transformée de fournier modèle SHIMDZU, dans domaine de nombre d'onde allant de 400 à 4000Cm^{-1}

III.3.2la Courbe d'étalonnage

A partir d'une solution mère de fuchsine de concentration 250mg/L on à préparé une série de fioles ont des concentrations de 30, 25, 20, 15, 12, 9, 6 ,3 mg/L de fuchsine.Le spectre d'absorption d'une solution de fuchsine (Figure N°08) obtenu par un balayage spectral entre 400 et 800 nm montre que le maximum d'absorption de ce polluant se situe à une longueur d'onde544nm.

III4.Traitement de l'eau par l'argile « la montmorillonite »

Notre étude à un' objectif de voireffet de la montmorillonite sur le traitement des eaux barrage GHRIB on à travaillé sur 23 paramètres.

III .4.1le traitement d'eau par l'argile

1L d'eau brut de barrage de Ghrib à été mis en contact avec **6g** de la montmorillonite pendant 2heurs sous vitesse d'agitation de **1000tr/min,** après l'agitationon à filtré **6 fois.**L'eau àété subit à des23 paramètres d'analyses

III.4.2analyses physico-chimiques

A. Analyses physiques

- **Détermination du pH**

La différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrodede référence plongeant dans une même solution est une fonction linéaire du pH de celle-ci. Le potentiel de l'électrode est lié à l'activité des ions H+.

La mesure du pH est faite à l'aide d'un pH mètre (**HANNA HI 2211 pH / ORP mètre**)

(NF **T 90-008).**

- **Expression des résultats**

L'appareil donne la valeur du pH de l'eau à analyser par un affichage numérique.

- **Conductivité électrique, Température, Salinité et Taux des sels dissous (TDS) :**

La conductivité électrique d'une eau est une mesure du courant électrique conduitpar les ions présents dans l'eau. Elle dépend de la concentration, nature des ions de la température et la viscosité de la solution.

La conductivité d'une solution est définie comme la conductance d'une colonne d'eaucomprise entre deux électrodes métalliques de **1 cm2** de surface et séparées l'une de l'autrede **1 cm**. Elle est l'inverse de la résistivité électrique. L'unité de la conductivité électriqueest le siemens par mètre **(S/m)** mais est généralement exprimée en micro-siemens parcentimètre **(µS/cm).**

Mesure de la conductance électrique d'une colonne d'eau délimitée par deux électrodes deplatine ou couverte de noir de platine maintenues parallèles.

La mesure du TDS, la salinité ainsi que la température est faite à l'aide du mêmeappareil que celui qui détermine la conductivité électrique (HACH Session 3).

Il faut opérer avec une verrerie rigoureusement propre et rincée avec l'eau distilléeavant usage, la cellule à conductivité est rincée plusieurs fois, d'abord avec de l'eau distillée puis on la plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner, puis la mesureest faite dans un deuxième récipient en prenant soin que l'électrodes de platine sontcomplètement immergées, le liquide est agité (barreau magnétique) afin que la concentrationionique entre les électrodes soit identique à celle du liquide ambiant, Cette agitation permetaussi d'éliminer les bulles d'air sur les électrodes **(NA 749).**

Expression des résultats

L'appareil donne la valeur de la conductivité électrique en **µS /cm, la** valeur de la températureen **°C, la** valeur de salinité en **mg/l** et la valeur des TDS en **mg/l**.

- **Turbidité :**

La turbidité d'une eau est causée par des matières non dissoutes (limon, argile, algue, grain de silice, micro-flocs …). Celles-ci atténuent la radiation incidente et les particulesinsolubles diffusent la radiation de façon inégale. L'appareil employé fonctionne sur leprincipe de la mesure diffusée. La longueur d'onde de la radiation incidente est de **860 nm**comme recommandé dans la méthode décrite dans la norme **ISO 7027**, afin d'éviterl'influence des matières dissoutes absorbant la lumière. La turbidité est la réduction de latransparence d'un liquide due à la présence de matière non dissoute

La mesure de la turbidité est effectuée à l'aide d'un turbidimètre optique (**HACH 2100N turbidimètre**) utilisant l'effet Tyndall ou opacimétrie. L'appareil de référence comprend un faisceau lumineux qui traverse la cuve le mesure. L'effet Tyndall est utilisé plus précisément pour la mesure de faible turbidité (eau de boisson).

- **Etalonnage du turbidimètre :**

L'étalonnage de l'équipement se fait par le blanc (l'eau distillée) : une cuvette de mesure propre et bien essuyer avec du papier hygiénique est remplie avec l'échantillon à

analyser bien homogénéisé et la mesure est rapidement effectuée, il est nécessaire de vérifier l'absence de bulles d'air avant la mesure.

- **Expression des résultats**

La mesure est obtenue directement en Néphélométrie Turbidity Unit **(NTU).**

III4.5 analyses chimiques

- **Dosage de sodium et de potassium**

Les ions en solution sont portés au moyen d'une flamme de température convenable un niveau énergétique supérieur à la normal de la flamme, ils restituent l'énergie acquise en émettant une radiation caractéristique de l'élément.

Le filtre est placé sur Na^+ou K^+ selon le dosage, la solution étalon fille la plus concentrée est passée et afficher 100 à l'aide des deux potentiomètres, ensuite les autre solutions étalons filles sont passées, l'indication correspondante à chaque solution est notée.

L'eau à analyser est passée, la graduation entre chaque mesure est notée, en fin le dispositif de pulvérisation est rincé à l'eau distillée.

- **Expression des résultats :**

L'appareil (**Photomètre à flamme CIBALORNIN**) donne la valeur du sodium ainsi que la valeur du potassium en **mg/l.**

- **Chlore résiduel :**

En présence de chlore libre, le DPD donne un complexe rougeâtre **(ISO 7393 /3).**

Réactif : Comprimés de **DPD**.

L'eau à analyser est agitée, puis versée dans un tube (environ 10ml), en suite un comprimé de DPD est ajouté. En fin la couleur de tube est comparée avec celle du comparateur pour préciser le taux de chlore présent dans l'eau à analyser

III.5paramètres de pollution

- **Azote ammoniacal (NH_4^+)**

Mesure spectrométrique (spectromètre UV/Visible) à une longueur d'ondede **655 nm** du composé **vert** formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate ethypochlorite en présence de nitroprussiate de sodium **(ISO 7150).**

Réactifs

Réactif **I**.

Réactif **II (annexe N°1).**

4ml du réactif I et **4ml** du réactif II, sont ajoutés au **40ml** d'eau à analysée et après**20min** l'apparition de la coloration verdâtre indique la présence de NH_4^+

Effectuer la lecture à l'aide d'un spectromètre UV/Visible à une longueur d'onde de **655 nm**.

- **Expression des résultats :**

Le résultat est donné direct

- **Nitrite (NO_2^-) : Dosage des nitrites par spectrométrie d'adsorption moléculaire**

Réaction des ions nitrites présents dans une prise d'essai, à pH **1,9** avec le réactifamino-4 benzène sulfonamide en présence d'aide ortho phosphorique pour former un sel diazoïque qui forme un complexe de coloration rose avec le dichlor-hydrate de N-(naphtyl-1) diamino-1,2 éthane (ajouter avec le réactif amino-4 benzène sulfonamide) mesurage de l'absorbance à **540 nm**.

La minéralisation de la matière organique présente dans le sol est réalisée par des microorganismes.

L'azote minéral ainsi produit est ensuite transformée par des bactéries aérobies en nitrates. Cette transformation, appelée nitrification, comporte deux étapes:

• la nitratation qui produit des nitrites (NO_2^-).

• la nitratation qui transforme les nitrites en nitrates. Si les conditions de milieu le permettent, les nitrates seront utilisés par des bactéries anaérobies comme source d'énergie.et transformés en azote gazeux. Notons que les nitrates peuvent également s'adsorber et se fixer sur les argiles et humus. Les nitrites sont les sels de l'acide nitreux.

L’acide nitreux est un acide instable de formule HNO_2, la formule de l’ion nitrite est NO_2-



- **Préparation des réactifs :**

• **Réactif mixte** :

40 g d’amino-4 benzène sulfonamide ($NH_2C_6H_4SO_2NH_2$) est dissous dans un mélange formé de **100ml** d’acide ortho phosphorique et de **500 ml** d’eau distillée, **2 g** de dichlorhydrate de N-(naphtyl-1) diamino-1,2éthane ($C_{10}H_7NH$-CH_2-CH_2-NH_2-2HCl) est ajouté, le volume est complété jusqu’a **1000 ml** avec de l’eau distillée.

- **Solution étalon fille de nitrites 1 mg/l :**

A l’aide d’une pipette, **1ml** de la solution étalon de nitrites de concentration **100 mg/l**est prélevée, la transvasée dans une fiole de **100 ml** et le volume est complété avec del’eau distillée. Cette solution est préparée le jour de l’emploi.

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté en détaille toutes les méthodes utilisé pour soit la méthode l'extraction de la montmorillonite à partir d'une argile bentonite naturelle de la région de Meghnia et ses méthodes d'application pour l'adsorption de la fuchsine et,de la caractérisation physicochimique ,et la caractérisation par le spectre infrarouge , et son utilisation pour le traitement des eaux de barrage Ghrib. Nous avons présenté tous les analyses physicochimiques qui ont subi après le traitement et qui nous allons présenter dans le chapitre suivant.

Chapitre : IV

Résultats et discutions

Introduction

Dans ce chapitre nous avons présenté en détaille toutes les résultats obtenus avec la discussion pour soit la résultat d''extraction de la montmorillonite à partir d'une argile bentonite naturelle de la région de Meghnia et ses résultats d'application pour l'adsorption de la fuchsine et, de la caractérisation physicochimique ,et la caractérisation par le spectre infrarouge , et son résultats pour le traitement des eaux de barrage Ghrib. Nous avons présenté tous les résultats des analyses physicochimiques qui ont subi après le traitement chapitre suivant.

IV.1 Caractérisation physicochimique de la bentonite

Avant la réalisation des expériences d'adsorption, nous avons procédé à la détermination de quelques paramètres caractéristiques de l'échantillon. Les paramètres examinés sont : humidité, masses spécifiques réelles et apparente, surface spécifique par unité de volume et de masse, potentiel d'hydrogène, et la conductivité le tableau **(IV.2)** porté tous les valeurs

Tableau (IV.2) : Caractéristiques de la montmorillonite

Caractéristiques	Valeurs
Humidité	10%
Masse volumique apparente	1.11g/Cm^3
Masse volumique réel	4.28g/Cm^3
Surface spécifique par unité du volume de la solution	$4.054\times10^4 m^2$
Surface spécifique par unité de masse	2.7m^2 /g
pH	10.27
Conductivité	279µS/Cm

IV.2 Caractérisation spectrale de la montmorillonite

L'analyse des spectres FTIR nous permet d'identifier et de confirmer la présence des groupes caractéristiques de la montmorillonite, la modification chimique si elle existe peut apparaitre par une simple comparaison avec le spectre de la montmorillonite avant et après l'adsorption se basant sur les données théorique concernant le mode vibrationnel de quelques groupes chimiques la figure(**IV.2)** représente le spectre IR avant et après l'adsorption.

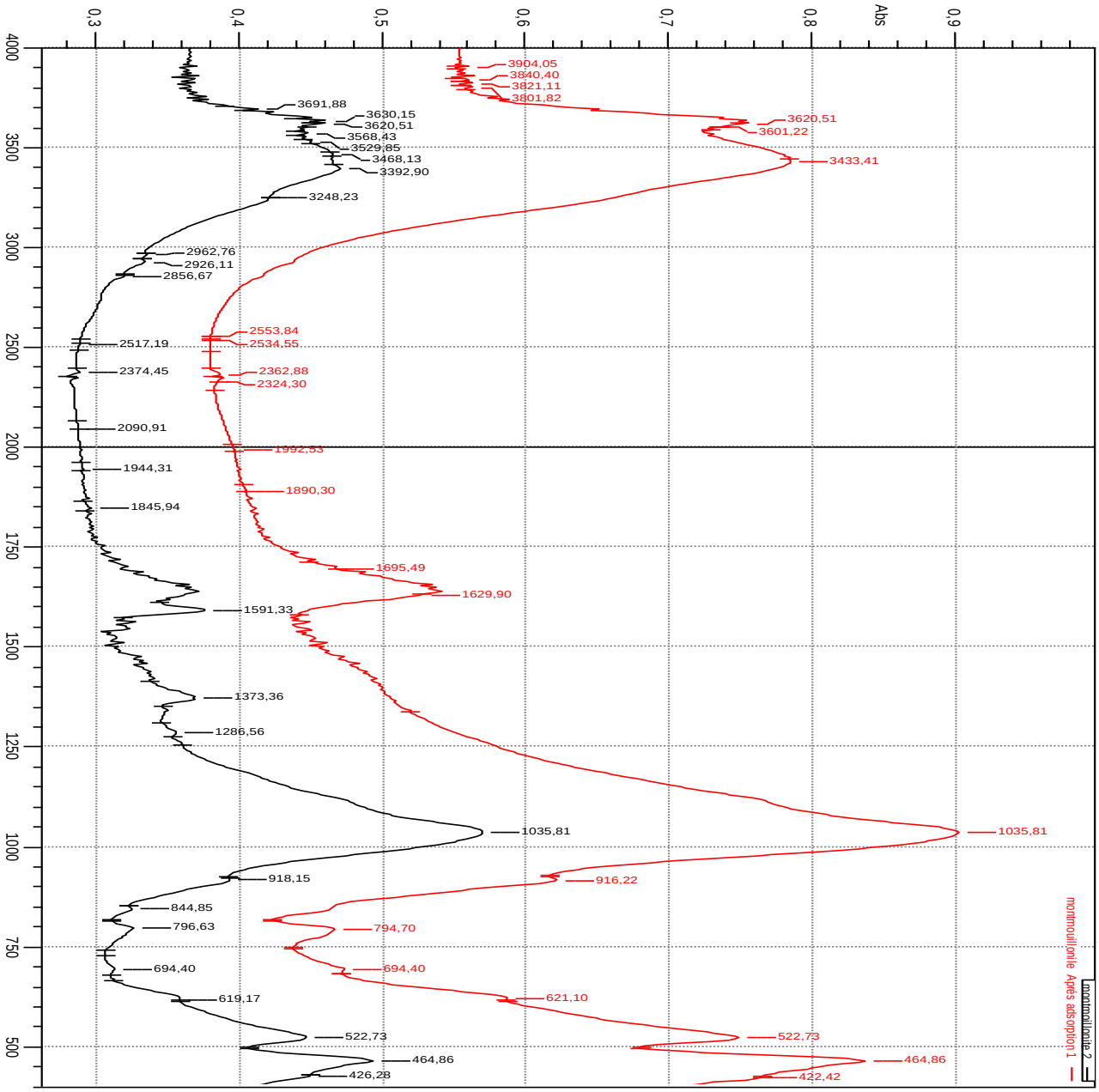


Figure (IV.2) : Spectre IR de la montmorillonite avant et après l'adsorption

Le tableau**(IV.3)** représente une étude comparative entre spectre IR de la montmorillonite avant et après l'adsorption

Tableau (IV .3) : Bande IR d'absorption de la montmorillonite

Nombre d'onde V (cm^{-1})	**Avant l'adsorption**	**Apres l'adsorption**	**Type de vibration**
3620	+	+	O-H des hydroxyles de structure (de la couche octaédrique liés à2atomes de Al
3433 et 3468	+	+	Al OH de l'eau
1035	+	+	Al Si-O
916 et 918	+	+	Def AlAlOH
844	+	+	Def AlMgOH
464 et 522	+	+	Def Si-O-Al^{VI} et Si-O-Mg^{VI}

Les bandes d'adsorption observées montre la présence des liaisons caractérisant la montmorillonite parmi ces bandes on cite principalement celles qui correspondent aux vibrations des liaisons Si-O, Si-OAl^{VI}, Si-O-Mg^{VI}, AlAlOH, AlMgOH.

IV.3 La courbe d'étalonnage de la fuchsine

L'interpolation linéaire de la courbe obtenue donne une droite qui passe par l'origine qui obéit à la loi de Berr-Lambert

$A=\varepsilon .C. l$ (IV.1)

Où

ε: coefficient d'extinction ($cm^{-1}.l.mol^{-1}$).

C: concentration en fuchsine de la solution (mg/l).

l: épaisseur de la cuvette.

Étant donné que l=1 cm alors on obtient l'équation suivant

$A=\varepsilon.C$ (IV.2)

La valeur de ε est donnée par la pente de la droite (1). Les calculs ont permis d'établir l'équation de la droite par l'équation suivant

A=0,0527. Voir l'annexe (01)

I.4 La cinétique d'adsorption de la fuchsine par la montmorillonite

L'étude cinétique de l'adsorption de la fuchsine acide s'est faite sur la base de prélèvement de quelques15 millilitres de la solution après mise en contact avec la montmorillonite à des temps bien définis Les résultats obtenus sont consignés dans les tableaux donnés en Annexes (1).

Ces différents essais ont été réalisés dans les conditions opératoires suivantes :

- Concentration initiale du colorant C_0=150 mg/L
- Volume de la solution colorée V= 500 ml
- Vitesse d'agitation ω = 250 tours/min
- Concentration de biosorbant C_B =3 g/L

La figure **(IV.2)** représente respectivement la cinétique d'adsorption de la fuchsine sur la biomasse (montmorillonite).

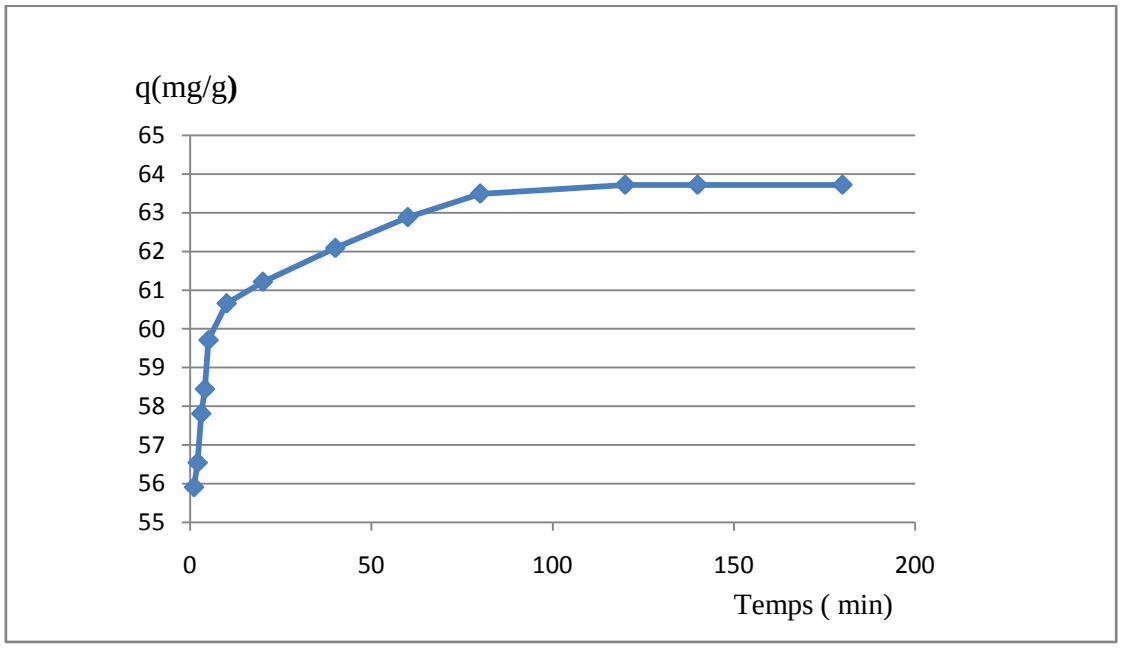


Figure (IV.2) : cinétique d'adsorption de la fuchsine par l'argile

Nous avons représenté sur l'axe des ordonnées la variation de la quantité de fuchsine adsorbé par unité de masse d'argile (montmorillonite). D'une manière générale nous avons observions que le taux de d'adsorption de la fuchsine augmente en fonction du temps.

La cinétique d'adsorption de la fuchsine sur l'argile présente une allure caractérisée par une forte adsorption de la fuchsine pour les premières minutes de contact, suivie d'une lente augmentation jusqu'à atteindre l'équilibre au bout de temps correspondant.

D'après la figure représentée ci-dessus on remarque que le temps nécessaire pour atteindre l'équilibre est égale **2heurs** et une quantité d'adsorption maximale **63.73mg/g.**

IV.5 Modalisation de la cinétique

I.5.1 Modèle cinétique

L'étude cinétique est d'une grande importance pour définir l'efficacité d'un processus. Dans cette étape nous cherchons l'ordre de la réaction chimique en déterminant la de vitesse qui d'écrit l'adsorption.

Détermination des constantes de vitesse d'adsorption

Les résultats expérimentaux trouvés précédemment, nous ont permis de calculer le constante de vitesse relative au colorant. En cherchant la fonction de [q] qui varie linéairement avec le temps, on déduit l'ordre de la réaction à partir de la nature de cette fonction. De ce fait, nous avons supposé en premier lieu que la réaction est du premier ordre. Pour cela nous procédons de la manière suivante :

Désignons par q_e et q les quantités adsorbées de fuchsine aux instants t_{eq} et t, calculons et traçons les courbes correspondantes à l'équation suivante :

Log(qe_qt)=f(t)

pour chaque instant t les résultats obtenus ont été exprimés sous forme des figure**(IV.3)**

- **Premier ordre**

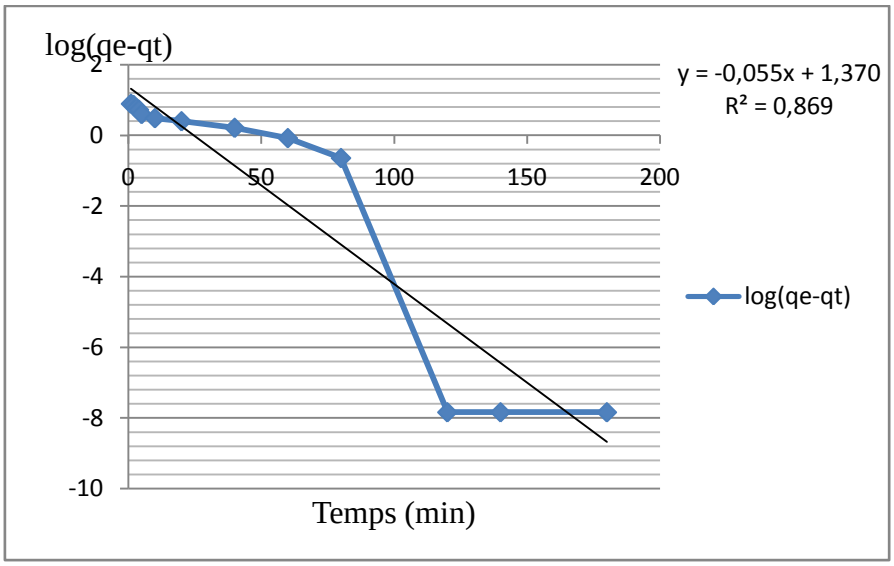


Figure (IV. 3): constant de vitesse du premier ordre du Fuchsine acide

L'allure de ces courbes montrent que la linéarisation n'est pas vérifie dans ce cas, nous allons supposer que la réaction est du deuxième ordre et en vérifiant la linéarité de l'équation suivante :

$$K_{2.}\,t = \left(\frac{1}{(q_e - q)}\right) - \frac{1}{q_e} \qquad \text{(IV.3)}$$

Le résultat obtenu est schématisé par la figure (IV .4)

- **Pseudo second ordre**

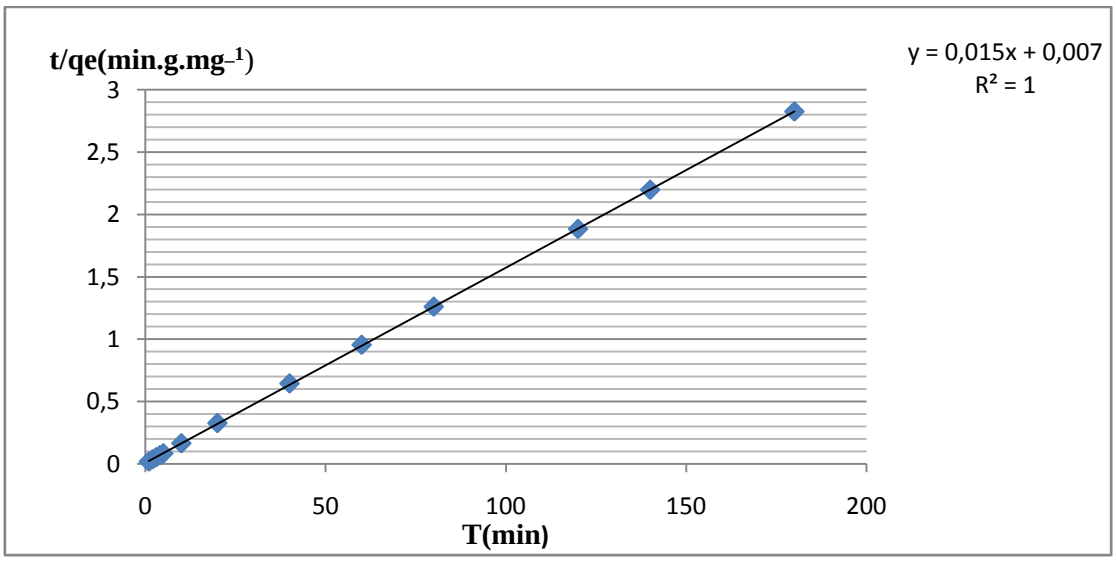


Figure (IV.4): Constante de vitesse du deuxième ordre.

L'allure de ces courbes montrent que la linéarisation est vérifie dans ce cas la réaction est ordre deux**,** le tableau sous dessous rassemblé les valeurs relative aux deux modèle.

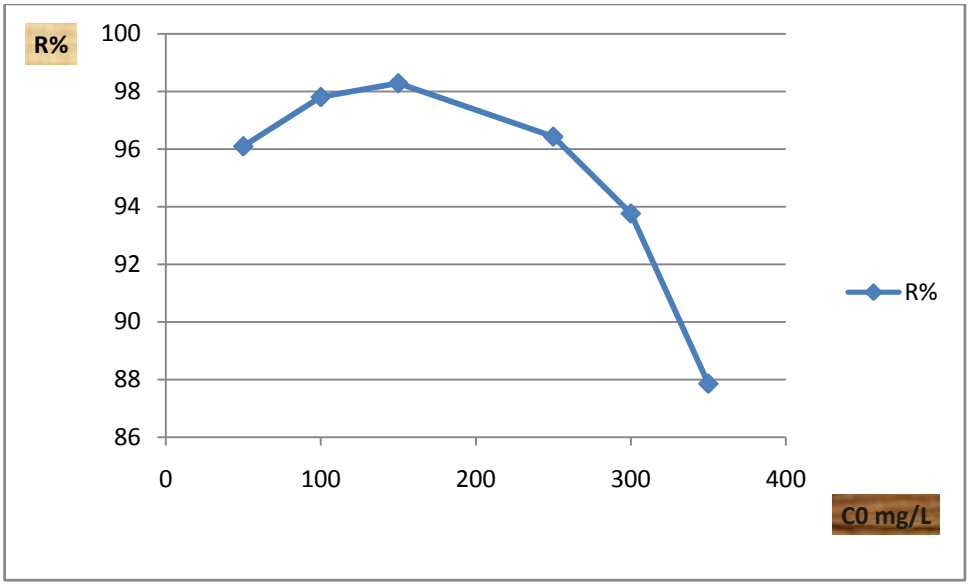
Tableau (IV. 4) : Valeurs des constantes de vitesse de la biosorption de la fuchsine sur la Montmorillonite

	Premier ordre		**Pseudo second ordre**	
Paramètres	K_1 (min^{-1})	R^2	K_2 (mg/g .min)	R^2
Valeurs	128×10^{-1}	0.086	1.92×10^{-6}	1

De ce tableau, il ressort que l'ordre de la réaction d'adsorption de la fuchsine est second ordre

IV.6 Effet de la concentration initiale de l'adsorbat sur l'adsorption

Nous avons étudié l'effet de la concentration initiale de la Fuchsine sur son 'adsorption par la montmorillonite, pour cela on a utilisé différentes concentration de la fuchsine de 50 à350mg/l à T=25C° et C_B=3g/L, les résultats obtenus sont schématisés dans le graphe suivant :



Figure(IV.4): rendement de l'adsorption de la fuchsine sur la bentonite

Le graphe représente la variation du rendement d'adsorption de la fuchsine sur la biomasse (montmorillonite) et a partir de graphe sous-dessus on peut voir clairement que le rendement d'adsorption est augmente en fonction de la concentration initiale d'adsorbat

jusqu'à la concentration de**150mg/L** ou elle est prend une valeur optimal d'adsorption puis ils diminué, plus la concentration initiale est augmente plus le rendement est diminué.

IV.7 Influence de la concentration initiale de l'adsorbant sur l'adsorption

Pour voir influence de la concentration initiale de la bentonite sur l'adsorption de la fuchsine on a fixé la concentration d'adsorbat **C= 150mg/L** et varié la concentration de la bentonite de **1** à **5g** à **T=25C°** les résultats obtenus sont présentés dans la figure suivants

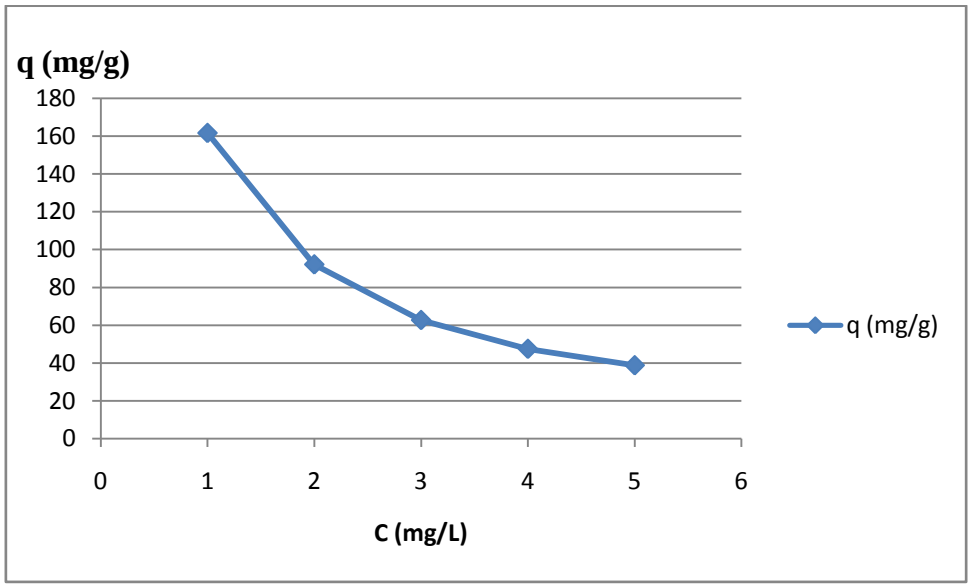


Figure (IV.5) : quantité adsorbée en fonction de la concentration initiale de l'adsorbant

La figure(**IV.5)** représenté la variation de la quantité de fuchsine adsorbé en fonction de la variation de la quantité initiale de la bentonite et a partir de figure sous-dessus on voit que la quantité adsorbés est inversement proportionnelle la concentration initiale d'adsorbant, plus la quantité adsorbant est augmente plus la quantité adsorbée est démunie, Une augmentation de la masse de l'adsorbant de 1 à 5 g, permet de réduire la quantité de fuchsine adsorbée de **61,66** à **38 ,74**mg /g,

IV .8 Influence de température sur l'adsorption optimale de la fuchsine

En plus de la concentration initiale de l'adsorbat et l'adsorbant la température aussi elle a une influence sur l'adsorption, pour cella on a appliqué différentes températures sur notre adsorption, les résultats obtenus sont schématises dans la figure(VI.6) représente l'effet de la temperature

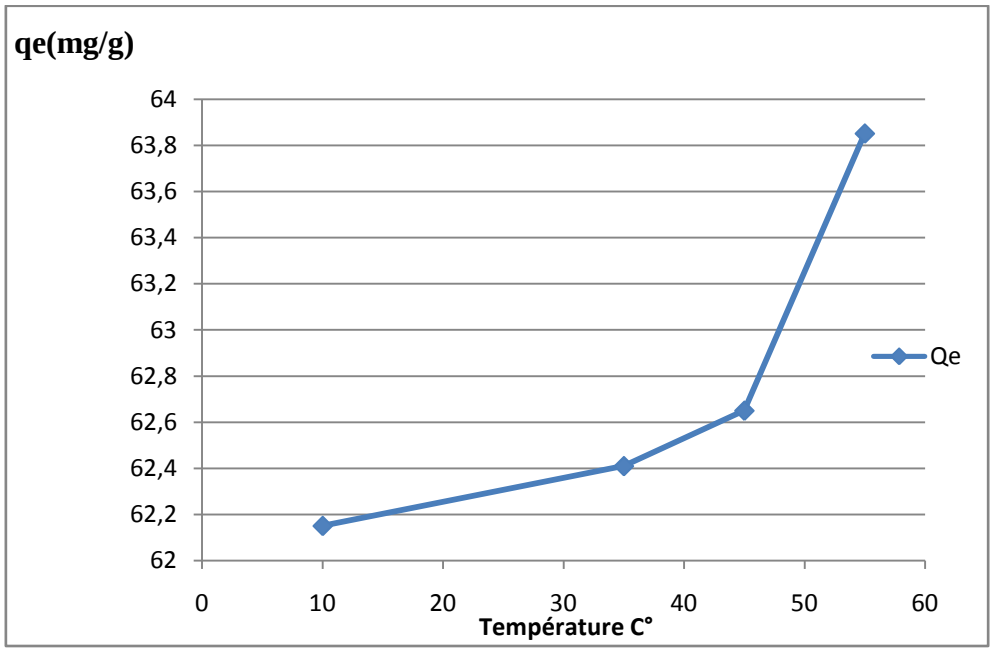
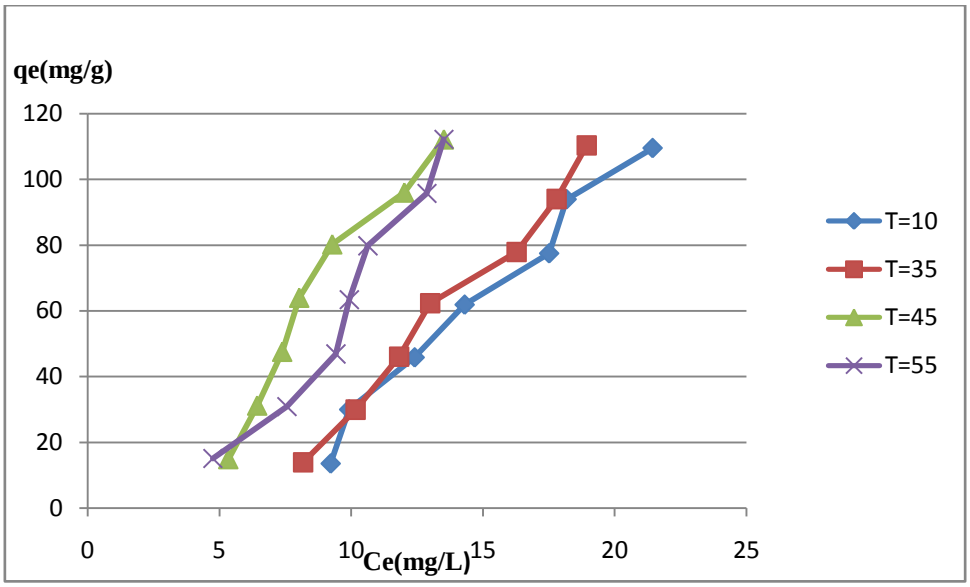


Figure (IV .6): représente l'effet de la température sur l'adsorption optimale de la fuchsine

A partir de la figure sous-dessus on peut voir que l'augmentation de la température est augmente la quantité de la fuchsine adsorbé de minimum d'adsorption à T=10C° et maximum à T=55C°

IV.9 Les isothermes d'adsorption

La température est un facteur important sur l'adsorption et pour cela on à appliqué différentes températures sur nos essai qui ont des concentrations de **50** à**350mg/l** les températures sont **((10, 35,45 ,55 C°),** les isothermes sont présentés dans le graphe suivant**.**



Figure(IV.8) : Représente les isothermes d'adsorption

Nous observons que l'isotherme d'adsorption du colorant à la même allure, la quantité du colorant augmente plus au moins rapidement pour les faibles concentrations

- ✓ Lorsque la température est augmente, la quantité du colorant est augmente.

- ✓ Pour la modélisation de l'isotherme d'adsorption obtenue, nous avons choisi deux modèles, celui de Langmuir et de Freundlich, caractérisant la formation d'une monocouche.
  Cette modélisation nous permet de déterminer la capacité maximale d'adsorption.

- **Modèle de Langmuir**
  Le modèle de Langmuir repose sur l'hypothèse que l'adsorption a lieu aux emplacements homogènes spécifiques dans l'adsorbant.

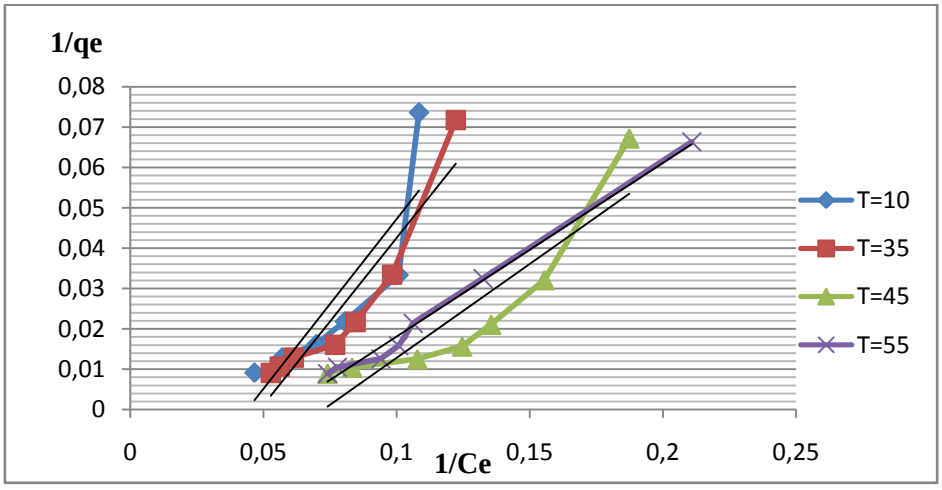


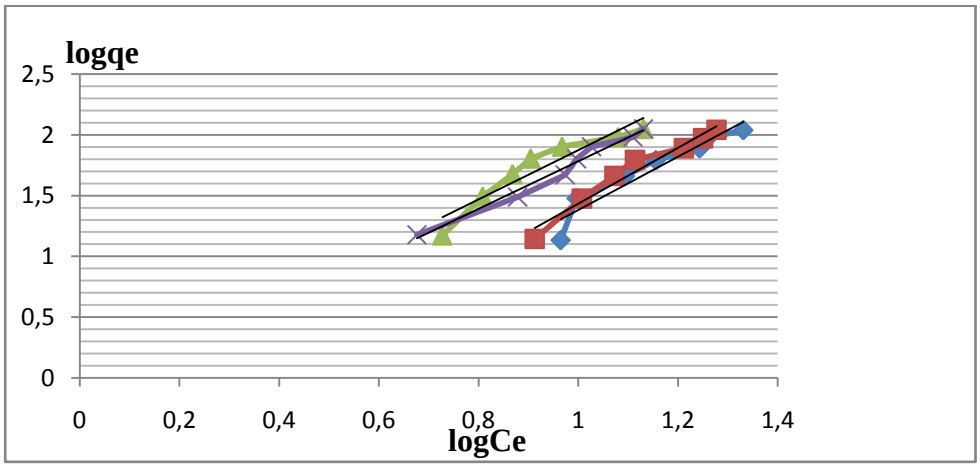
Figure (IV .9): Modèle de Langmuir des isothermes d'adsorption du colorant

La linéarisation des isothermes d'adsorption du colorant par la bentonite est satisfaisante avec un coefficient de corrélation abordable

.

- **Modèle de Freundlich**

Le modèle de Freundlich est une équation empirique utilisée pour décrire les systèmes hétérogènes. La forme linéaire de l'équation est : **Ln (qe) = f (Ln Ce)**



Figure(IV.11) : Modèle de Freundlich des isothermes d'adsorption du colorant

D'après le coefficient de corrélation, on peut dire que le modèle de Freundlich est aussi adéquat pour modéliser l'isotherme du colorant dans ce domaine de concentration.

Tableau(IV.4) : Constantes relatives aux deux modèles

	Modèle de Langmuir				Modèle de Freundlich				
Paramètres / température	R^2	A	1/b	b	R^2	A	B	n	K_f
T=10	0,7599	0,843	0,0369	-27,10	0,9074	2,1899	-0,446	0,446	2,242
T=35	0,8812	0,828	0,0403	-24,81	0 ,9578	2,3001	-0,8657	0,434	2,376
T=45	0,8096	0,465	0,0337	-29,67	0,8899	2,2021	-0,1469	0,494	1,158
T=55	0,9901	0,4032	0,025	-40	0,9767	1,9588	-0,1757	0,510	1,192

Les résultats obtenus montrent que les donnes expérimentales de cette recherche s'adaptent avec le modèle de Freundlich.

IV.10 Les résultats des analyses physicochimiques et organoleptiques

Les analyses physicochimique des eaux traité montre la conformité de ses paramètres avec les normes de l'OMS et absence des paramètres de polluant le tableau suivant porte les de tous les paramètres analysées

Tableau(IV.13): Résultats des analyses physicochimiques des eaux de barrage Ghrib

Paramètre / origine	E, brute	Eau traité par méthode I	Eau traité par méthode II	E, T par l'Argile
Conductivité (ms/cm)	2.260	2.260	2.250	2.380
T°	22 C°	22 C°	22 C°	22.1 C°
Sal	1.1	1.1	1.1	1.1
TDS	0 FL	0 FL	0 FL	0 FL
Turbidité NTU	4.35	1.42	1.18	1.47
PH	7,3	7.55	7.89	8,15
TAC	180	122.5	93	117.5
Mo	4,5	4	3	2
cl^-	510.52	496.3	416.34	304.19
Ca^{++}	160.32	160.32	174.30	112.02
Fe^+	0.0360	0.0016	0.0015	0.0290
Mg^+	97.2	80.19	58.32	114.21
Hco_3	219.6	149.45	113.46	143.35
TH F°	80	73	70	70
NH_4^+	0.15	0.07	0.04	0.23
No_2^-	0.02	0	0	0.01
So_4^-	173.17	128,74	124	116.22
Po_4^-	0	0	0	0

No_3^-	6.88	4.994	4.981	1.264
Mn^+	0.016	0	0	014
Na^+	520	360	280	441
K^+	10	10.1	10.6	12
RS	1846	1820	1840	1778

IV.10.1 Résultats des analyses organoleptiques de l'eau

Les paramètres organoleptique prisent on considération (le couleur, l'odeur, le gout)

- **Couleur**

La couleur de l'eau traitée est transparente

- **Odeur**

Une faible odeur de terre

- **Gout**

Le gout de l'eau de barrage de Ghrib est dur

- **Turbidité**

La turbidité de nos échantillons varie de 1,8(eau traitée II) jusqu'à 4,35(eau brut) mais elle est toujours dans les normes d'eau brut a une turbidité considérable qui causé par la présence de divers particules ou colloïdales (composé de limons, d'argile, composé organique) qui présente dans les eaux de barrage Ghrib La turbidité est diminuée après le traitement par l'argile (montmorillonite) grâce a sa grande capacité d'absorbance des particules..

IV.10.2 Résultats des analyses physicochimiques

A . Paramètres physique

Les paramètres physiques prisent en considération (pH, turbidité, conductivité, TDS, température, salinité), lors de notre étude été réalisés au niveau de laboratoire physico-chimique de l'ADE Médéa

- **La température**

La température des eaux analysées sont comprissent entre 18 et 22°C mesurée dans le mois de Mai sont des valeurs raisonnables « température saisonnière » et aussi « température de laboratoire »

- **pH**

Les résultats de pH montre qui il ya une petite augmentation de pH (7,3 jusqu'a 8,15) qui toujours dans les limite admissible à consommation humain « inférieur à 9 »

- **La conductivité**

  La de conductivité révèlent que les eaux de barrage ont une minéralisation très élevées (2260µS)

On remarque clairement qui il ya une augmentation de la conductivité dans l'eau traité par l'argile qui traduise par un échange cations d'argile avec l'eau, qui causé cette augmentation mais elle est toujours dans les normes (Cond<2800µS/Cm).

A. Paramètres chimiques

Les résultats obtenus au cours de notre étude révèlent une présence importante des sels minéraux sauf le sodium qui dépasse les normes

Les cations (k^+, Na^+, Mg^+, Ca^{++}, $NH4^+$,Fe^+, Mn^+) sont présents avec des valeurs considérables dans l'eau brute mais après le traitement d'eau par l'argile on remarque clairement une augmentation dans les valeurs d'eau traité qui causé par l'échange cations d'argile avec l'eau.

Pour les anions de (Cl^-, So_4^-) on a une diminution très importante qui traduit par leur adsorption par l'argile.

IV.10. 3 Paramètres de pollution

Les résultats obtenu Montre qui il ya une diminution dans ces paramètres de pollution (No_3^-, $No2^{-)}$ et une absence total dans le phosphate.

Conclusion

A la fin de ce chapitre nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

- La montmorillonite de Meghnia à une grande capacité d'adsorption.
- l'adsorption de la fuchsine atteint **63,71 mg/g** au bout de **120 minutes**. Cette cinétique rapide montre qu'il s'agit d'une adsorption physique.
- La modalisation de la cinétique à révélée sa conformité au modèle cinétique du modèle cinétique du pseudo-second ordre
- Pour une concentration du d'adsorbant de 3 g/l et une concentration de 150 mg/ l du colorant, le taux d'élimination est maximal,
- L'augmentation de la température est augmente la quantité de la fuchsine adsorbé
- Les résultats expérimentaux de cette étude sont compatibles avec le modèle de Freundlich.
    - ❖ Les résultats des analyses physicochimique de l'eau de barrage Ghrib Le traitement des eaux de barrage Ghrib par l'argile montre qui il y à
- un échange cation et d'anions entre eux
- une diminution la turbidité et la matière et les résidus sec
- une augmentation du pH

Conclusion générale

CONCLUSION GENERALE

A l'issue de cette étude qui a porté essentiellement sur le contrôle de qualité des eaux de barrage Ghrib, Cette présente étude avait pour objectif principal le mode de préparation et l'application des argiles bentonite dans l'adsorption de certains micropolluants peut d'être présenter dans les eaux de ce barrage. Elle nous a permis de dégager quelques conclusions.

-Nous avons montré en particulier qu'il était possible de synthétiser, à partir d'une bentonite naturelle de Meghnia, une classe de matrice adsorbante « montmorillonite ». Ce dernier très hydrophobe et organophile peut être utilisés au même titre que les charbons actifs commerciaux.

-Les résultats de caractérisation de cette étude montrent que les argiles bentonite « montmorillonite » présentant des surfaces spécifiques et une conductivité électrique très élevées.

-L'étude d'adsorption de la fuchsine sur la bentonite dans la température ambiante et différentes température montre que la bentonite de Meghnia à une grande capacité d'adsorption (63mg/g)

Pour une concentration d'adsorbant de 3 g/l et une concentration de 150 mg/ l du colorant, le taux d'élimination est maximal,

-Les analyses des eaux de barrage Ghrib après traitement par la bentonite(montmorillonite) obtenues au niveau du laboratoire d'analyse physico-chimique de l'Algérienne des eaux (unité de Médéa) amènent les conclusions suivantes:

- Les eaux de barrage: sont alcaline froide (<25°C), et trop dure ont une conductivité

Électrique élevée, donc une minéralisation élevés mais ils sont toujours dans les normes

- Les paramètres de pollution répondent aux normes (aucun signe de pollution).

Donc elles ont une bonne qualité physico-chimique à raison de la fraicheur, et l'absence de toute substance toxique indésirable.

Recommandations :

Pour compléter notre travail nous recommandons :

❖ Une étude plus approfondie sur d'autres paramètres hydrogéologiques (Climat, reliefs, …etc.), qui peuvent influencer la qualité des eaux de barrage Ghrib.

❖ Une étude de la qualité microbiologique des eaux de barrage Ghrib avant et après le traitement par la bentonite.

.

Bibliographie

BEBLIOGRAPHIE

[1] : BALLIF .j.2010 . De l'eau vive pour tous les hommes. France : publibook. p15

[2] : LABOUSSET, D. 2012.biologie fondamentale et génétique .France : Elsevier Masson.

[3] : BOUAZOUZ, M. « étude des propriétés physicochimiques et bactériologiques de l'eau de barrage Djorf Torba .Thèse de master université de Bechar.

[4] : BLIEFERT, P, 2009. Chimie de l'environnement air, eau, sols déchets 2ème éditons .Paris : Boeck.

[5] : HAMEL, L, 2013 « étude physicochimique et bactériologique de l'eau de source sidi bouyaskhak destiné à la consommation humaine de la population de Tlemcen, Thèse de master, université de Tlemcen.

[6] : HAMED, M. GUTTACHE, A ,2011 « étude des propriétés physicochimique et bactériologique de l'eau de barrage Djorf Torba. Thèse de master université de Bechar.

[7] :CARDOT.C.1999 « Les traitements de l'eau : procédés physicochimiques et biologique cours et problèmes résolus .Belgique Edition Ellipses.

[8] :MARGAT.A.2004 « L'eau dans le bassin méditerranéen .Situation et perspective » "Edition : Harmattan.

[9] : GOUDET. P.KOWALSKI.A.2011 « physique et chimique 1er terminal bac pro,

France : educagri.

[10] : GRAINEDORGE. JOEL « guide des analyses de la qualité de l'eau » 2ème édition.

[11] : ALI ABDESSAMED Zineb « Contribution à l'évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de robinet de la ville de Médéa » Université de Médéa

[12] : JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 137 Joumada El Oula 14359 mars 2014

[13]. D. Robert, S. Parra, C. Pulgarin, A. Krzton, JV Weber Applied Surface Science, Volume 167, Issue 1, pp 51-58

[14]. C. Guillard, H. Lachheb, A. Houas, M. Ksibi, E. El Aloui, J.M. Herrmann, Journal of Photochemistry and Photobiology A - Chemistry, Volume, 158, Issue 1, 2003, pp. 27-36

[15]. M. Stolte, M. Vieth, Pathologic basis of mucosal changes in the esophagus what the endoscopist can (and must) see, Acta Endosc, Volume 31, Issue 2, 2001, pp125–130.

[16]. Jabs CFI, Drutz HP, Summit Jr RL, The role of intraoperative cystoscopy in prolapse and incontinence surgery, American Journal of Obstetrics and Gynecology, Volume 185,2001,pp 1368–1373.

[17]. L. Amalric, C. Guillard, E. Blanc-Brude, P. Pichat, Water Research, Volume 30, Issue 5, May 1996, Pages 1137–1142.

[18]. J.P. Chen, L. Wang, Characterization of metal adsorption kinetic properties in batch and fixed-bed reactors. Chemosphere, Volume 54, 2004, pp 397-404. **[25].** W.J. Weber, B.M. Vanvliet, In: Activated carbon adsorption of organic from the aqueous phase, Ed. I.H. Suffet, M.J. Mc Guire1. Volume 55, 1998, pp 80-115

[19]. U.K. Tragneg, M.T. Suiclan, « Evaluation of surface and film diffusion · coefficients for carbon adsorption» Water RES, Volume 23, 1989, pp 267-273.

[20]. J.Belegald. Les colorants industriels, Encyclopédie médico-chirurgicale pathologie du travail, intoxications maladies par agents physiques 16082 à paris, Editions techniques, 1987, pp 5

[21]. A. Anliker. Ecotoxicology of dyestuffs – A joint effort by industry. Ecotoxicol. Environ.Safety, vol 3, 1979, pp 59-74.

[22]. K.T.Chung., G.E. Fulk., A.W. Andrew. Mutagenicity testing of some commonly used dyes. Appl. Environ. Microbiol., vol 42, 1981, pp 641-648.

[23]. H. Zollinger. Color Chemistry – syntheses, proprieties and applications of organic dyes and pigments. VCH Publications, New York, N.Y1991.

[24]. L'industrie au Regard de l'environnement. Site électronique : http://www.nord-pas-de-calais.drire.gouv.fr/environnement/ire2005/Introduction.pdf.

[24]. EPA, Integrated Risk Information System, Azobenzene CASRN, 1998, pp103-33-3 .

[25] : DAYA Hadje « Contrôle de qualité de l'eau de quelques sources de Chiffa (wilaya de Blida.

[26][28] : MAZARI Abdenour « Classification géométrique des sols basées sur la classification LCPC ». Thèse de master. Université HAHIA Fares Médéa

[26] :BOUAZZA, F., 2012, » Elimination des polluants organiques par des argiles naturelles Et modifiées » Mémoire de Magister, Université de Tlemcen

[27] : N.Jozja « étude de matériaux argileux albanais : Caractérisation multi- échelle d'une bentonite magnésienne. Impact de l'interaction avec le nitrate de plomb sur la perméabilité » Thèse de doctorat de l'université d'Orléans (2003)

[28] :EL OUAHABI Meriem. « Valorisation industrielle et artisanale des argiles du Maroc »Thèse de doctorat.

[29] :NOUZHA.B., Elimination du 2-Mercaptobenzothiazole par voie photochimique et par adsorption sur la bentonite et le charbon actif en poudre, 2007

[30] : Marchal R., Barret J, Maujean A., Relation entre les caractéristiques physico-chimiques d'une bentonite et son pouvoir d'adsorption, Journal. Int. Sci. Vigne et du Vin, Vol 29, Issue 1, 1995, pp 27-40

[31 [32]: BOURAS **.** Omar «proprietes absorbantes d'argiles pontées organophiles : Synthèse et caractérisation »Thèse de doctorat .Université de limoges

[**33**] **[34] :** AMIROUCHE Leila « Etude du pouvoir de sorption du cuivre, du zinc te des poly- phénols par les bentonites sous l'effet des irradiation micro-ondes » Université de MAMMERI Mouloud de TIZIOUZOU

[35] BOUDIAFMohamed « Etude de l'adsorption du colorant anionique Rouge 2 sur charbons actifs et argiles modifiée »Thèse de master. Université D'ORAN

[35] : U. Hofmanm, K. Endell, D. Wilm, Kristallstrukur and Quellung von Montmorillonit,

Zeolit. Krist. 861, 340, 1933.

[36]: A. Ruellan, J. Deletang, Les phénomènes d'échange de cations et d'anions dans les sols, Orstorm, Paris (1997).

[37] : J. Mering, gonflement, dispersion et hydratation des argiles, Ints-Nations, de

recherche chimiques appliquée, France, bull. Gr. Fr. Argiles, 14 (1978) 115

[38] : M. EI-Batouti, O.M.Sadek et F.F.Assaad, Colloid and Interface cience259(2003)223

[39] : N. Belaidi, thèse magister, université Abou BekrBelkaid, Tlemcen, (2010).

[40] :BELABAS .Mohamed « Utilisation des argiles algériennes pour l'élimination du radio strontium dans milieu digestif simule » Université Dr. YAHIA Farés Médéa

[41] : H.H. Murray, « APPLIED CLAY MINERALOGY: Occurrences, Processing and Application of Kaolins, Bentonites, Palygorskite-Sepiolite, and Common Clays», chapter 6,Elsevier. Edition 2007

[42] : Y.H. Shen, Water Research, 36 (2002) 1107

[43] : Mayet .J, "La pratique de l'eau", le moniteur, 2eme édition, Paris ,1994.

[44] :S. ARRIS, CHEBIRA, Etude expérimentale de l'élimination des polluants organiques et inorganiques par adsorption sur des sous produits de céréales, thèse de doctorat, université de Mentouri Constantine, 2008 p 26

[46] : Mlle CHABRI Zoubeyd « Etude théorique de l'Adsorption des protéines sur Les nanomatériaux : Compréhension et application » Université de Médéa

[47] : :D.M. Young, D. Maridassoug, Cinétique des reactions hétérogènes, Ed Masson, (1982)

[48] :A.BOUCIF, ALLAM, Etude de la Co-adsorption de deux pesticides (Durion et Metribuzine) sur un charbon actif en poudre, mémoire d'ingénieur d'état en chimie industrielle, école nationale sup

Annexe

Annexe01

IV.3 : La courbe d'étalonnage

Tableau IV.3 : valeurs d'adsorption A=(c) à λmax= 544nm pour la fuchsine

C (mg/L)	30	25	20	15	12	9	6	3
Abs	1,68	1,29	0,918	0,8	0,664	0,466	0,328	0,159

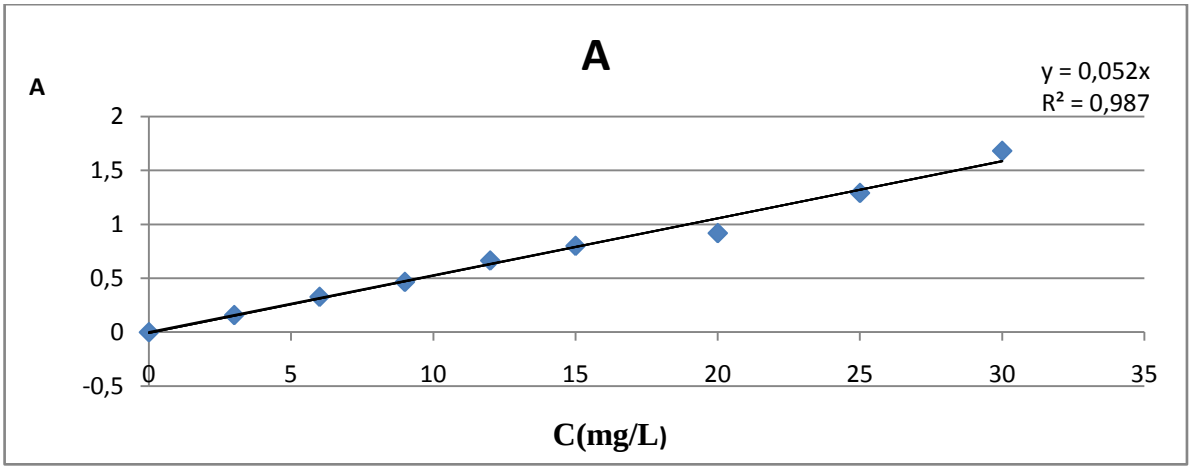


Figure IV.2 La courbe d'étalonnage

IV.4. Etude de la cinétique d'adsorption:

Tableau VI.4 : La variation de la quantité d'adsorption de la fuchsine sur la montmorillonite en fonction du temps

T (min)	1	2	3	4	5	10	20	40	60	80	120	140	180
Abs	1,7	1,6	1,4	1,3	1,1	0,95	0,862	0,724	0,589	0,502	0,466	0,466	0,466

I.V.6 Effet de la biomasse sur l'adsorption de la fuchsine

Tableau IV.6 : Variation de la quantité de fuchsine adsorbé en fonction de la bentonite

Q_B (g/L)	1	2	3	4	5
qe (mg/g)	80.83	92.12	94.02	94.87	96.86

Annexe02



Figure III.2 : L'agitation de la bentonite



Figure III.3 : L'élimination de la phase surnagent



Figure III .4 : La montmorillonite séchée



Figure III.5 : Le broyage de la montmorillonite

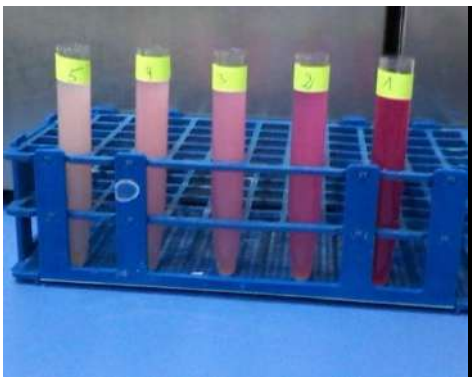


Figure III.6 : la fuchsine après l'adsorption

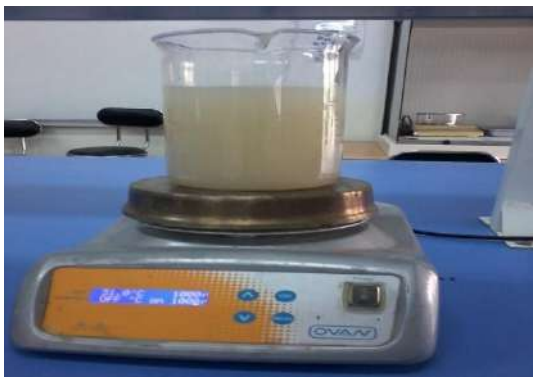


Figure III.7 : le traitement d'eau de barrage

Annexe 03



Figure III.7 : Détermination de température, sanite, taux des sels dissous



Figure III.8 : Détermination de l'ammonium avec un virage de couleur du jaune au vers (existence de l'ammonium)



Figure III.9 : Observation le résultat du Fer

Annexe04



Figure III.10 : Détermination de nitrites avec un virage de couleur vers le rose (Existence de nitrites)



Figure III.11 :L'apparition de couleur jaune après l'ajout de tartrate double de sodium et de potassium