

**République Algérienne Démocratique et Populaire Ministère de l'enseignement
supérieur et de la recherche scientifique.**

UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID-TLEMCEM

**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de
l'Univers**

Département de Biologie



**Mémoires vue de l'obtention du diplôme de Master
Option : Toxicologie industrielle et environnementale**

THEME :

**Contribution à l'étude de la biosorption des métaux
lourds par la sépiolite sur littoral de Ain Temouchent**

Présenté par : Fahchouche Hafida

Soutenu le devant le jury composé de :

Présidente Tlemcen	Mme HADDAM Nahida	Professeur	Université
Encadrante Tlemcen	Mme CHOUKCHOU-BRAHAM	Professeur	Université
Examineur Tlemcen	Mr BELKHOUDJA Abdelmadjid	MAB	Université

Année universitaire : 2023/2024

Remerciements

Ce travail a été effectué dans le Laboratoire Toxicomed à l'Université Abou Bakr Belkaid de Tlemcen.

Tout d'abord je remercie Dieu le tout puissant, de la m'avoir accordé le succès et la patience qu'il m'a donné pour mener à bien ce travail.

J'adresse tous mes remerciements pour ce travail Madame CHOUKCHOU-BRAHAM, pour sa patience avec moi et pour ses conseils, orientations et suggestions pour faciliter ce travail, son soutien continu renforce la détermination de réussir.

Mes vifs remerciements et ma reconnaissance vont à Imane Abou, BELKHOUDJA Abdelmajid pour ses conseils avisés, l'orientation et l'assistance qu'ils m'ont apportés tout au long de la réalisation de cette mémoire.

Je tiens à remercier également l'ensemble des membres de mon jur:

Mme HADDAM Nahida, BELKHOUDJA Abdelmajid d'avoir accepté d'examiner et d'évaluer ce travail

J'adresse également mes remerciements et ma gratitude à tous ceux qui m'ont aidé à réaliser ce travail

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

*Mon très cher père **Djamel** et ma très chère mère **Fatiha** qui m'ont toujours soutenu et encouragé dans les moments difficiles je leur témoigne ici affection et gratitude.*

A ma famille :

*Mes sœurs : **Amel, Nesrine, Chahrazede.***

*A mes chers frères : **Mohamed amine, Yassine.***

A tous ceux qui tiennent une place dans mon cœur, avec lesquels je partage les mots tendresse, amour et amitié.

Hafida

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE	2
CHAPITRE I: RAPPEL BIBLIOGRAPHIE	3
I.1 LA POLLUTION	
I.1.1 Définition	4
I.1.2. Différents types de la pollution	4
a. Pollution physique	4
b. Pollution organique	4
c. Pollution chimique	4
I.1.3 origine des pollutions	5
I.2 Généralité métaux lourds	6
I.2.1 Définition des métaux lourds	6
I.2.2 Toxicité des métaux lourds	7
I.2.3 Les effets des métaux lourds	8
I.2.4 Les sources des métaux lourds	9
a. Sources naturelles	9
b. Sources anthropiques	9
I.2.5 Principaux métaux lourds	9
1. Cuivre	10
2. Plomb	11
I.3 Généralité l'adsorption	11
I.3.1 Définition adsorption	12
I.3.2 Types adsorption	12
a. Adsorption physique	12
b. Adsorption chimique	12
I.3.3 Propriété d'adsorption physique et adsorption chimique	12
I.3.4 Les facteurs influençant l'adsorption	13
I.3.5 Types d'adsorbants	14
I.4 Généralité les argiles	14
I.4.1 Définition des argiles	14
I.4.2 Structure d'argile	15
I.4.3 Classification des argiles	15
I.4.4 Argile sépiolite	16

I.4.5 Application des argiles	16
CHAPITRE II : PARTIE EXPERIMENTALE	18
II .1 Introduction	19
II .2 Zone d'étude	19
II.3 La sépiolite	20
II.4 Dosage des métaux	22
II.4.1 Spectrométrie d'absorption atomique	22
II.4.2 Principe	22
II.4.3 Appareillage	23
II.5 Méthode de dosage	25
II.5.1 Préparation des solutions métallique pour la SAA	25
II.5.1.1 Préparation de la solution mère	25
II.5.1.2 Préparation de la solution étalons	26
II.5.1.3 Calcul des concentrations pour les étalons de Cu et Pb	26
II.5.2 Le courbe étalonnage réalisées	26
II.6 Adsorption des métaux lourds par la sépiolite	27
II.6.1 Matériels	28
II.6.2 Protocole	29
II.6.3 Détermination de la teneur en métaux lourds	29
Pourcentage d'adsorption	29
CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION	30
III.1 Introduction	31
III.2 Objectif	31
III.3 Prélèvement des eaux des plages	31
III.4 les Paramètre des spectrométries absorption atomique	31
a. Dosage échantillons	31
b. Réalisation des courbes d'étalonnage	31
c. Dosage de l'eau des plages de mois décembre, janvier, février, mars avant adsorption et après adsorption	32
III.5 Pourcentage d'élimination après traitement des eaux par argile sépiolite	37
III.6 Analyse infrarouge des échantillons après adsorption	39
CONCLUSION GENERALE	40
REFERENCE	42

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I. 1 effets des métaux sur la santé humaine.....	8
Tableau I. 2 Propriété physico-chimique de cuivre.....	10
Tableau I. 3 Propriété physico-chimique de Plomb.....	11
Tableau I.4 Propriété d'adsorption physique et adsorption chimique.....	12
Tableau II.1 composition chimique de la sépiolite.....	21
Tableau II.2 Les valeurs V1 de Cu.....	26
Tableau II.3 Les valeurs V1 de Pb.....	26
Tableau III.1 : Pourcentage d'élimination du Plomb après traitement par Sépiolite.....	38
Tableau III.2 : Pourcentage d'élimination du Cuivre après traitement par Sépiolite.....	38

LISTE DES FIGURES

Figure I. 1: le Cuivre.....	9
Figure I. 2 : le Plomb.....	10
Figure I.3 : Structure de l'argile.....	15
Figure II.1: les flacons des échantillons.....	20
Figure II.2 : Sépiolite de la Turquie.....	21
Figure II.3 : Spectre IR de la sépiolite.....	22
Figure II.4 : La spectrométrie d'absorption atomique.....	22
Figure II. 5 : cathode creuse d'un spectromètre d'absorption atomique.....	24
Figure II.6: un modèle d'atomiseur-flamme.....	25
Figure II.7 : le courbe étalonnage de Plomb.....	26
Figure II.8 : le courbe étalonnage de Cuivre.....	27
Figure II. 9 : Balanc magnétique.....	28
Figure II.10 : Agitateur magnétique.....	28

Figure II.11 : la centrifugation.....	28
Figure III.1 : concentration de Plomb avant et après adsorption des Mois décembre.....	32
Figure III.2 : concentration de Plomb avant et après adsorption des Mois janvier.....	33
Figure III.3 : concentration de Plomb avant et après adsorption des Mois février.....	33
Figure III.4 : concentration de Plomb avant et après adsorption de Mois mars.....	34
Figure III.5 : concentration de Cuivre avant et après adsorption de Mois décembre.....	35
Figure III.6 : concentration de Cuivre avant et après adsorption de Mois janvier.....	35
Figure III.7 : concentration de Cuivre avant et après adsorption de Mois février.....	36
Figure III.8 : concentration de Cuivre avant et après adsorption de Mois mars.....	37
Figure III.9 : Spectre infrarouge de la sépiolite avant et après l'adsorption	39

LISTE DES ABREVIATIONS

Cu	Cuivre
Pb	Plomb
SAA	Spectrométrie absorption atomique
pH	potentiel Hydrogène

INTRODUCTION GENERALE

Introduction Générale

INTRODUCTION GENERALE

L'eau revêt une importance cruciale tant sur le plan biologique qu'économique. L'hydrosphère constitue le fondement de la vie et des équilibres écologiques, offrant une ressource essentielle à de multiples facettes. En effet, l'eau est non seulement une source alimentaire et parfois médicinale, mais aussi une matière première industrielle, énergétique et agricole, ainsi qu'un vecteur de transport vital. Ses usages diversifiés incluent l'agriculture, l'aquaculture, l'industrie, l'artisanat et les loisirs aquatiques comme la baignade. Cependant, son rôle prépondérant dans la santé humaine réside surtout dans l'approvisionnement en eau potable collective ou individuelle, indispensable à la consommation, à la cuisine, ainsi qu'aux besoins domestiques et d'hygiène [1].

Il existe une multitude de techniques de traitement des eaux, chacune présentant des caractéristiques spécifiques. Parmi celles-ci, l'adsorption se distingue comme l'une des méthodes les plus efficaces de décontamination de l'eau. Cette technologie utilise divers adsorbants, parmi lesquels figure l'argile, un matériau naturel répandu.

Dans ce contexte, notre étude se concentre sur l'utilisation d'un type spécifique d'argile, la sépiolite, pour le traitement des eaux de plages. Ce travail se décompose en plusieurs parties essentielles :

- Une revue bibliographique sur la pollution des eaux, les métaux lourds et le processus d'adsorption par l'argile dans sa première partie.
- Les deux parties suivantes se consacrent aux aspects expérimentaux, incluant la description du matériel utilisé et des méthodes appliquées tout au long de l'étude.
- Enfin, la troisième partie consiste en l'interprétation et la discussion des résultats obtenus, permettant une évaluation approfondie de la qualité des sites d'échantillonnage.
- Ce travail est conclu par une synthèse des conclusions tirées de l'ensemble du travail de recherche.

CHAPITRE I

RAPPEL BIBLIOGRAPHIE

RAPPEL BIBLIOGRAPHIE

I.1. Généralité de la Pollution

I.1.1 Définition Pollution

La pollution peut être définie comme une altération préjudiciable du milieu naturel, résultant en tout ou en partie des actions humaines. Elle se manifeste à travers des effets directs ou indirects sur les niveaux de radiation, la composition physico-chimique de l'environnement naturel, ainsi que sur l'abondance des espèces vivantes. Ces altérations peuvent avoir des répercussions directes sur la santé humaine, notamment à travers les ressources agricoles, l'eau et d'autres produits biologiques. De plus, elles peuvent altérer les biens matériels des individus, réduire les possibilités de loisirs dans les milieux naturels, et dégrader esthétiquement les paysages naturels [2].

La pollution de l'eau, quant à elle, désigne une dégradation de sa qualité et de sa composition, rendant son utilisation potentiellement dangereuse et perturbant les écosystèmes aquatiques. Ce phénomène concerne aussi bien les eaux de surface telles que les rivières et les lacs, que les eaux souterraines. Les principales sources de pollution de l'eau proviennent des activités humaines, incluant les industries, l'agriculture et le rejet de déchets domestiques et industriels [3].

I.1.2. Différents types de la pollution

a. Pollution physique

Les trois principaux agents physiques de pollution sont la chaleur, le transport de matières solides en suspension et la radioactivité.

b. Pollution organique

- Les pesticides.
- Les Hydrocarbures.

C. Pollution chimique

- **Les métaux lourds**

Les métaux lourds les plus souvent rencontrés dans la nature sont : le plomb (Pb), le mercure (Hg), le cadmium (Cd), le chrome (Cr), le cuivre (Cu), le nickel (Ni), le zinc (Zn). Certains de ces métaux lourds sont associés aux processus naturels (l'altération de la roche

RAPPEL BIBLIOGRAPHIE

mère), tandis que, d'autre résultent des activités anthropiques (déchets industriels métallurgiques, pratiques agricoles ...).

- **Les sels minéraux dissous**

La présence de substances telles que les nitrates, les nitrites, les phosphates et le fluorure dans les eaux souterraines peut compromettre leur qualité et les rendre inappropriées pour la consommation humaine [4]. Bien que ces polluants ne soient pas directement toxiques pour les humains, leur présence excessive peut entraîner des problèmes environnementaux graves, notamment le phénomène d'eutrophisation.

I.1.3. Origine des pollutions

Les origines des pollutions des eaux peuvent être classées en plusieurs catégories distinctes :

Pollution domestique et urbaine :

- Les eaux de lavage, issues des salles de bain et des cuisines, contiennent souvent des graisses, des débris organiques, des détergents et des solvants.
- Les eaux vannes, provenant des toilettes, sont chargées en matières organiques azotées et en germes fécaux.

Pollution industrielle :

- Les activités industrielles rejettent divers polluants tels que des matières organiques, des graisses, des hydrocarbures, des métaux, des acides, des bases et divers produits chimiques.
- Les eaux chaudes issues des circuits de refroidissement des centrales thermiques peuvent aussi être une source de pollution.
- Certains secteurs industriels peuvent également produire des rejets contenant des matières radioactives et des résidus médicamenteux.

Pollution agricole :

- L'élevage intensif génère souvent plus de déjections animales que les terres agricoles ne peuvent en absorber. Ces déjections, par ruissellement et infiltration dans le sol, enrichissent les cours d'eau et les nappes souterraines en

RAPPEL BIBLIOGRAPHIE

dérivés azotés, constituant ainsi une source majeure de pollution bactériologique.

- L'utilisation intensive d'engrais chimiques, notamment les nitrates et les phosphates, contribue également à la pollution des eaux.

Pollution d'origine naturelle :

- Des phénomènes naturels tels que les éruptions volcaniques peuvent libérer des gaz comme le CO₂, le SO₂ et le HCl, ainsi que provoquer des pluies acides, augmentant ainsi la teneur en substances indésirables dans l'eau.

Pollutions accidentelles :

- Bien qu'elles représentent une fraction minime des rejets polluants, les pollutions accidentelles peuvent avoir un impact local très important. Elles incluent les déversements de divers produits suite à des accidents industriels ou lors du transport (comme le renversement de camions ou des naufrages) [5].

I.2. Généralité des métaux lourds

I.2.1. Définition des métaux lourds

Les métaux lourds sont généralement définis comme des éléments métalliques naturels, ainsi que des métaux ou dans certains cas des métalloïdes (éléments présentant des caractéristiques à mi-chemin entre les métaux et les non-métaux, comme l'arsenic par exemple). Ces éléments se distinguent par leur masse volumique élevée, supérieure à 5 grammes par cm³. [6].

Ces substances peuvent avoir des effets préoccupants sur l'environnement et la santé humaine en raison de leur persistance, de leur bioaccumulation dans les chaînes alimentaires, et de leur toxicité à des concentrations relativement faibles. Il est donc crucial de surveiller et de réguler leur présence dans l'environnement afin de limiter les risques pour la santé publique et pour les écosystèmes.

I.2.2. Toxicité des métaux lourds

La toxicité des métaux lourds repose principalement sur plusieurs facteurs critiques [7]:

RAPPEL BIBLIOGRAPHIE

1. **Non-dégradabilité et persistance** : Les métaux lourds sont souvent non-dégradables et persistent dans les environnements une fois libérés. Leur capacité à subsister longtemps dans les sols, les sédiments et les eaux les expose à un potentiel d'accumulation à long terme.
2. **Toxicité à faible concentration** : Même à de très faibles concentrations, certains métaux lourds comme le plomb (Pb), le cadmium (Cd) et le mercure (Hg) sont connus pour leur toxicité significative. Leur présence même à des niveaux minimes peut avoir des effets néfastes sur la santé humaine et sur les écosystèmes aquatiques et terrestres.
3. **Bioaccumulation le long des chaînes trophiques** : Les métaux lourds ont tendance à être absorbés par les organismes vivants et à se concentrer progressivement à mesure qu'ils passent d'un niveau trophique à un autre dans les chaînes alimentaires. Cette bioaccumulation peut entraîner des concentrations toxiques élevées chez les prédateurs de haut niveau, tels que les poissons carnivores ou les prédateurs terrestres.

Par ailleurs, la toxicité des métaux varie en fonction de leur nature et de leur concentration. Certains métaux non essentiels, comme le plomb, le cadmium et le mercure, sont reconnus pour leur dangerosité même à des concentrations très faibles. En revanche, les métaux essentiels tels que le zinc (Zn), le cuivre (Cu), le fer (Fe) et le manganèse (Mn) peuvent également devenir toxiques à des concentrations élevées. De plus, les interactions complexes entre métaux non essentiels et essentiels peuvent modifier leur toxicité respective, augmentant ainsi les risques pour la santé humaine et les écosystèmes [8].

Ces éléments soulignent l'importance cruciale de surveiller attentivement les niveaux de métaux lourds dans l'environnement, de réguler leur utilisation et de mettre en œuvre des stratégies efficaces de gestion et de réduction pour minimiser leur impact néfaste sur la santé publique et l'environnement.

I.2.3. Les effets des métaux lourds

La toxicité des métaux lourds est renforcée par la bioaccumulation et la bio magnification, donc les métaux peuvent provoquer des risques sur la santé humaine et l'environnement même à de petites quantités. Le tableau suivant représente les effets de plomb et cuivre sur les êtres humains.

RAPPEL BIBLIOGRAPHIE

Tableau I.1 : effets des métaux sur la santé humaine [9].

Métal	Effet
Plomb (Pb)	Poison organique cumulatif pour l'homme et le bétail. l'homme peut souffrir de sa toxicité aigüe ou chronique. les jeunes enfants sont particulièrement vulnérables
Cuivre (Cu)	En faible quantité, il est considéré comme non toxique et nécessaire au métabolisme de l'homme. En revanche, à haute dose il peut provoquer des vomissements ou des lésions hépatiques. Toxique à faible taux pour les poissons et la vie aquatique.

I.2.4. Sources des métaux lourds

Les ions métalliques sont présents naturellement dans l'environnement à travers des processus géologiques et des cycles biologiques. Comme d'autres substances, les métaux se trouvent en quantités variables, allant de traces à des concentrations presque pures dans certains gisements miniers. Ces concentrations, souvent significatives, sont transportées par les phénomènes naturels dans le géocycle, tels que l'érosion des roches et des sols ainsi que le transport aérien.

Certains de ces ions métalliques ne posent aucun danger pour la biosphère et sont même essentiels à la vie, agissant comme des micronutriments essentiels tels que le zinc (Zn), le cuivre (Cu), le manganèse (Mn), entre autres. En revanche, d'autres métaux sont extrêmement

RAPPEL BIBLIOGRAPHIE

toxiques pour les organismes vivants et l'environnement, comme le plomb (Pb), le mercure (Hg) et le cadmium (Cd).

Cette dualité souligne l'importance cruciale de surveiller attentivement les niveaux de métaux dans l'environnement, de comprendre leurs sources et leurs voies de dispersion, ainsi que de mettre en œuvre des mesures efficaces pour prévenir et réduire les risques liés à leur présence excessive dans les écosystèmes et pour la santé humaine.

Les importantes sources naturelles et anthropiques des métaux lourds dans l'environnement :

a. Les sources naturelles

- L'activité volcanique.
- Incendies de forêts.
- Erosion des roches.

b. Les sources anthropiques

- Activités pétrochimiques.
- Utilisation des combustibles fossiles (centrales électriques).
- Transport (véhicules et moteurs routiers).
- Déchets urbains (eaux usées).
- Agricoles [10].

I.2.5. Principaux métaux lourds

1. Cuivre



Figure I.1 : le cuivre

a. Définition

Le cuivre est un élément chimique symbolisé par Cu et possédant le numéro atomique 29. C'est un métal de couleur rougeâtre, reconnu pour sa haute conductivité thermique et électrique à température ambiante [11].

RAPPEL BIBLIOGRAPHIE

Essentiel pour la santé, le cuivre joue un rôle crucial dans la production d'hémoglobine [12]. On estime que sa concentration dans l'écorce terrestre est d'environ 70 parties par million (ppm). Les principales sources d'exposition au cuivre incluent les processus naturels tels que l'érosion éolienne, les éruptions volcaniques, la décomposition des végétaux, les incendies de forêt, les embruns marins, ainsi que des activités industrielles telles que l'industrie du bois, la combustion de charbon, d'huiles et d'essence, et la fabrication de fertilisants [13].

b. Propriété physico-chimique de cuivre

Tableau I. 2 : Propriété physico-chimique de cuivre.

Caractère	Valeurs
Nombre atomique	29
Masse molaire	63,546 g/mol
Point de fusion	1085°C
Point de l'ébullition	2562°C
Masse volumique	8,96 g/cm ³

2. Plomb



Figure I.2 : le Plomb

a. Définition

Le plomb est un élément chimique appartenant à la famille des cristallogènes, représenté par le symbole Pb et ayant un numéro atomique de 82. Il est principalement formé comme produit naturel de la désintégration de l'uranium [14].

RAPPEL BIBLIOGRAPHIE

L'uranium, à travers ses processus de désintégration radioactive, génère divers isotopes qui se transforment progressivement en plomb au fil du temps. Ce processus naturel fait que le plomb est présent dans l'environnement terrestre depuis des millions d'années. Il est couramment trouvé dans les minerais métalliques, notamment sous forme de galène, et est souvent extrait pour diverses applications industrielles et commerciales.

b. Propriété physico-chimique

Tableau I.3 : Propriété physico-chimique de Plomb.

Caractère	Valeurs
Masse atomique	207,2 g/mol
Nombre atomique	82
Température de fusion	327,42 °C
Température d'ébullition	1740 °C
Masse volumique	11,35 g/cm ³

I.3 Généralités l'adsorption

I.3.1. Définition adsorption

L'adsorption est un processus par lequel des molécules d'un fluide (gaz ou liquide) se fixent à la surface d'un solide. La phase constituée par les molécules adsorbées est appelée "soluté" ou "adsorbat", tandis que le solide sur lequel elles se fixent est nommé "adsorbant". La surface de l'adsorbant comprend à la fois les surfaces externes et les surfaces internes formées par le réseau de pores et de cavités à l'intérieur de celui-ci [15].

Ce phénomène d'adsorption joue un rôle crucial dans de nombreuses applications, telles que le traitement des eaux, la purification de l'air, la séparation de gaz, et la catalyse. La capacité d'un adsorbant à retenir sélectivement certaines substances à sa surface en fonction de leurs propriétés physico-chimiques en fait une technique précieuse pour divers processus industriels et environnementaux.

RAPPEL BIBLIOGRAPHIE

I.3.2. Types adsorption

L'adsorption se divise en deux types principaux en fonction des énergies impliquées entre l'adsorbant et l'adsorbat, ce qui détermine les forces responsables du phénomène : l'adsorption physique, également appelée physisorption, et l'adsorption chimique, aussi connue sous le nom de chimisorption.

a. Adsorption physique (physisorption) : L'adsorption physique est caractérisée par des interactions faibles entre les entités moléculaires, telles que les forces d'attraction de Van der Waals et les interactions électrostatiques de polarisation. Ce type d'adsorption est réversible et peu spécifique. Elle se produit rapidement et est généralement limitée par les phénomènes de diffusion dans l'adsorbant. Les molécules adsorbées restent principalement attachées à la surface de l'adsorbant par des forces relativement faibles, ce qui permet une libération relativement facile des adsorbats lorsque les conditions changent.

b. Adsorption chimique (chimisorption) : La chimisorption est un phénomène irréversible où des liaisons chimiques fortes de type covalent se forment entre les atomes superficiels du solide adsorbant et les molécules adsorbées. Ce type d'adsorption implique des énergies d'attraction élevées, ce qui se traduit par des chaleurs d'adsorption significatives. Contrairement à la physisorption, la chimisorption conduit à une modification permanente de la surface de l'adsorbant et des propriétés chimiques des molécules adsorbées.

I.3.3 Propriété d'adsorption physique et adsorption chimique

Tableau I.4: Propriété d'adsorption physique et adsorption chimique [17].

Propriété	adsorption physique	adsorption chimique
Nature de liaison	physique	chimique
Cinétique	très rapide	lente
Température de processus	inférieure à la température d'ébullition de l'adsorbat	élevé

RAPPEL BIBLIOGRAPHIE

Etat de surface	formation de multicouches	conduit tout ou plus à une monocouche

I.3.4 Les facteurs influençant le d'adsorption

La théorie de l'adsorption des liquides par les solides est significativement moins développée que celle concernant l'adsorption des gaz ou des vapeurs par les solides. Cette différence s'explique par plusieurs facteurs qui compliquent l'étude et l'interprétation de ces phénomènes.

a. **Surface spécifique** : La surface spécifique, également connue sous le nom d'aire massique, représente la surface totale accessible par unité de masse d'un matériau aux atomes et aux molécules. Sa connaissance est cruciale pour contrôler efficacement la réactivité d'un échantillon en présence d'autres matériaux, car la vitesse des réactions chimiques varie avec l'état de division des matériaux.

b. **pH (potentiel Hydrogène)** : Le pH peut influencer de manière significative les caractéristiques de l'adsorption. Dans de nombreux cas, les meilleurs résultats d'adsorption sont obtenus à des pH faibles, en particulier pour l'adsorption de substances acides.

c. **Concentration** : À faible concentration, le taux d'adsorption suit généralement la loi de Freundlich, une relation empirique qui décrit l'adsorption en fonction de la concentration de l'adsorbat dans la solution.

d. **Vitesse d'adsorption** : L'adsorption physique en phase liquide est notablement plus lente. La viscosité de la solution joue un rôle important dans la vitesse d'adsorption, et il est généralement observé que chauffer la solution pour réduire sa viscosité peut augmenter la vitesse d'adsorption. C'est une raison pour laquelle les processus de décoloration des solutions par des adsorbants solides sont souvent réalisés à température élevée.

e. **Nature de l'adsorbant** : Les adsorbants utilisés en phase liquide présentent généralement des caractéristiques différentes de ceux utilisés en phase gazeuse, car les substances à adsorber doivent se déplacer dans un solvant souvent visqueux.

f. **Nature de l'adsorbat** : Les propriétés physico-chimiques de l'adsorbat jouent un rôle crucial dans son adsorption sur la surface solide de l'adsorbant. La structure moléculaire de

l'adsorbat est particulièrement importante, car une structure plus volumineuse peut rendre la rétention par certaines phases solides plus difficile.

g. **Température** : L'adsorption est généralement un processus exothermique, ce qui signifie que la réaction d'adsorption libère de la chaleur. Abaisser la température peut favoriser ce processus, bien que des cas rares d'adsorption endothermique aient été rapportés [18].

II.3.5 Types d'adsorbants

Les adsorbants les plus utilisés dans les applications de traitement des eaux sont les suivants :

1. les Zéolites.
2. les gels de silice.
3. les argiles [19].

I.4 Généralités les argiles

I.4.1 Définition des argiles

Le terme "argile" dérive du grec "argilos", signifiant blanc, ou du latin "argilla". Il semble que la couleur du matériau utilisé en céramique ait été la raison pour laquelle les anciens lui ont attribué ce nom.

Les argiles sont des matériaux résultant de la décomposition des roches sédimentaires, par un processus combinant dégradation mécanique et physique, ainsi qu'altération chimique. Ces altérations physico-chimiques des roches sont principalement dues aux variations de température et surtout à l'action de l'eau, qui favorise la transformation en particules très fines. Les conditions spécifiques dans lesquelles cette décomposition se produit expliquent la grande diversité des argiles que l'on trouve dans la nature.

I.4.2 Structure d'argile

Généralement les argiles brutes sont constituées d'un composant minéral de base (Kaolinite, montmorillonite, etc. ...) appartiennent à la famille des phyllo silicates à structure en feuillets très étendus, ces feuillets sont formés des couches structurales, tétraédriques et octaédriques. Les couches structurales sont à leurs tous formées d'unités structurales de base, par

RAPPEL BIBLIOGRAPHIE

empilement d'ions d'oxygènes et / ou hydroxydes en disposition hexagonales ou compactes et de certaines impuretés.

Les impuretés sont constituées des :

- oxydes et hydroxydes de silicium : (le quartz et la cristobalite)
- minéraux ferrifères : l'hématite Fe_2O_3 , la magnétite Fe_3O_4
- carbonates : la calcite CaCO_3 , la dolomite $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$
- oxydes et hydroxydes d'aluminium : la gibbsite $\text{Al}(\text{OH})_3$
- matières organiques

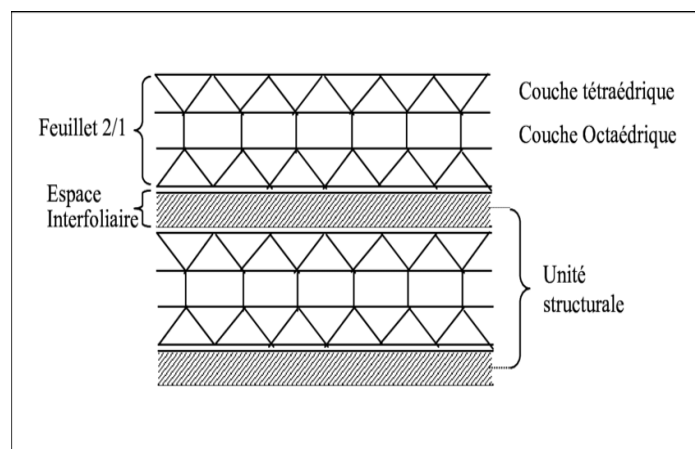


Figure I.3 : Structure de l'argile

La structure des feuillets sont séparés par des espaces inter foliaires qui peuvent être vide ou occupé par divers cations, l'ensemble feuillet-espace inter foliaire est appelé "unité structurale" [20].

I.4.3 classification des argiles

Il existe plusieurs classifications des argiles, la plus courante se base sur l'épaisseur et la structure des feuillets. On distingue ainsi quatre groupes principaux :

1. **Minéraux à 7 Å :** Ces argiles possèdent un feuillet constitué d'une couche tétraédrique et d'une couche octaédrique, souvent désigné sous le nom de T/O ou de type 1/1. Leur épaisseur est d'environ 7 Å.
2. **Minéraux à 10 Å :** Les argiles de ce groupe ont un feuillet composé de deux couches tétraédriques et d'une couche octaédrique, connu sous le nom de T/O/T ou de type 2/1. Leur épaisseur est d'environ 10 Å.

RAPPEL BIBLIOGRAPHIE

3. **Minéraux à 14 Å** : Ces argiles présentent des feuillets alternants entre des structures T/O/T et des couches octaédriques interfoliaires. Leur épaisseur est d'environ 14 Å.
4. **Minéraux Interstratifiés** : Dans ce groupe, l'épaisseur des feuillets est variable. Ces minéraux résultent du mélange régulier ou irrégulier d'argiles appartenant aux groupes décrits ci-dessus.

Cette classification est essentielle pour comprendre les propriétés physiques et chimiques spécifiques des différents types d'argiles, ainsi que pour leur utilisation dans divers domaines tels que la céramique, les matériaux de construction, et les applications environnementales et industrielles [21].

I.4.4 Argile Sépiolite

La sépiolite est un minéral faisant partie du groupe des argiles fibreuses. Son nom dérive du grec "sépiion", signifiant "seiches", en référence à sa légèreté et à l'hypothèse selon laquelle ces minéraux pourraient être des dépôts marins. On trouve principalement la sépiolite dans les zones sédimentaires.

Ce minéral est un phyllosilicate hydraté de magnésium, avec une structure de type 2/1 où les éléments de feuillets sont composés d'une chaîne. Sa formule structurale idéale est généralement représentée par $\text{Si}_2\text{Mg}_8(\text{OH})_4\text{O}_{30}(\text{H}_2\text{O})_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ [22].

I.4.5 Application des argiles

L'utilisation des argiles est documentée depuis longtemps, notamment dans l'artisanat pour la fabrication de poteries, de statuettes et de produits céramiques. Leur première application industrielle notable a été dans la décoloration des huiles, en tant que terre décolorante.

Au fil des études approfondies sur ces minéraux, leurs propriétés remarquables telles que l'échange d'ions, la plasticité, etc., ont été mises en évidence, élargissant ainsi considérablement leur champ d'application :

1. Comme terre décolorante dans l'industrie des matières grasses [23].
2. Dans le traitement des eaux résiduaires contenant du bleu de méthylène [24].

RAPPEL BIBLIOGRAPHIE

Ces applications témoignent de la polyvalence des argiles dans divers secteurs industriels, où leurs capacités d'adsorption et d'échange d'ions sont particulièrement exploitées pour des processus de purification et de décoloration.

CHAPITRE II

PARTIE EXPERIMENTALE

PARTIE EXPERIMENTALE

II.1 Introduction

Dans cette section, nous procéderons à la préparation des échantillons d'eau à travers plusieurs étapes méthodiques réalisées en laboratoire. L'objectif principal de ce travail est d'évaluer la contamination métallique des eaux de plage et d'étudier les méthodes pour les éliminer efficacement.

Le but de ce chapitre est de présenter le protocole expérimental utilisé pour mener des expériences d'adsorption des métaux lourds, notamment le plomb (Pb) et le cuivre (Cu), en utilisant des matériaux naturels tels que la sépiolite. Ce protocole détaillera les différentes étapes suivies pour préparer les échantillons, conduire les tests d'adsorption et évaluer l'efficacité des matériaux adsorbants dans la réduction de la contamination métallique dans les eaux de plage.

II.2 La zone d'étude

Ain Témouchent, une wilaya côtière algérienne, est reconnue pour son agriculture, ses ressources halieutiques avec deux ports majeurs, et son tourisme grâce à ses plages et la station thermale de Hammam Bou Hadjar. S'étendant sur 2376,89 km² avec une façade maritime de 80 km, elle a connu un développement significatif dans divers secteurs. La population de 426 762 habitants en 2018 est en croissance, attirée par l'expansion des infrastructures et des services. Cependant, ce développement entraîne des défis environnementaux, notamment la pollution marine due aux eaux usées et déchets [1].

Pour notre étude, nous avons sélectionné sept stations d'échantillonnage à Ain Temouchent pour évaluer la qualité de l'eau et détecter toute contamination, en particulier par les métaux lourds tels que le plomb et le cuivre.

Les stations d'échantillonnage sélectionnées sont :

- ✓ Plage El Hilel : Anciennement Oued El Hallouf, près de Ouled Kihal, à 25 km d'Ain Témouchent.
- ✓ Plage du Puits : À l'ouest de Béni Saf, s'étendant jusqu'au port.
- ✓ Plage Rechgoune : Zone de baignade autorisée à l'embouchure de l'oued Tafna, entre Oulhaça El Gheraba et Béni Saf.

PARTIE EXPERIMENTALE

- ✓ Plage Bouzedjar : Divisée en Bouzedjar 1 et 2, proche d'El Amria et à 30 km d'Ain Témouchent.
- ✓ Plage Sidi Djelloul : Zone de baignade autorisée, à 14 km d'Ain Témouchent.
- ✓ Plage Madrid : Près de Rechgoune, entre ce dernier et Béni Saf.
- ✓ Plage Sidi Boucif : Interdite à la baignade, adjacente au port et à l'hôpital de Béni Saf.

Les eaux prélevées sont mises dans les flacons préalablement nettoyés selon les étapes suivantes :

- Lavage des flacons d'échantillonnage à l'aide d'un détergent.
- Rinçage à l'eau du robinet.
- Trempage des flacons dans de l'acide nitrique.
- Rinçage à l'eau distillée, suivi du séchage.
- Puis remplis et clairement étiqueté (Figure II.1).



Figure II.1 : Flacons des échantillons prélevés

II.3 La Sépiolite

La sépiolite utilisée dans notre étude est une argile abondante et peu coûteuse, sous forme d'une poudre blanche de formule chimique $Mg_4Si_6O_{15}(OH)_2 \cdot 6H_2O$, provient de la Turquie et est illustrée dans la figure II.2. Nous avons utilisé cette argile comme un adsorbant naturel pour l'élimination des métaux lourds.

PARTIE EXPERIMENTALE



Figure II.2 : Sépiolite de la Turquie

Le tableau II.1 présente la composition élémentaire de la sépiolite, mettant en évidence sa grande pureté et sa dominance en silice et magnésite.

Tableau II.1 : Composition chimique de la Sépiolite

Eléments	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	K ₂ O	TiO ₂	Na ₂ O	Mn ₂ O ₃
Pourcentage en masse (%)	57,63	2,19	1,27	24,56	0,46	0,19	0,02	0,82

L'analyse infrarouge (IR) de la sépiolite révèle des caractéristiques distinctes (Figure II.2): une large bande entre 3693 et 3420 cm⁻¹ indiquant les vibrations d'élongation des groupements OH liés au Mg et à l'eau de coordination [2]. À 1659 cm⁻¹, une bande moyenne correspond aux groupements OH de l'eau d'hydratation. Enfin, la bande à 1016 cm⁻¹ est associée aux vibrations Si-O de la couche tétraédrique [3].

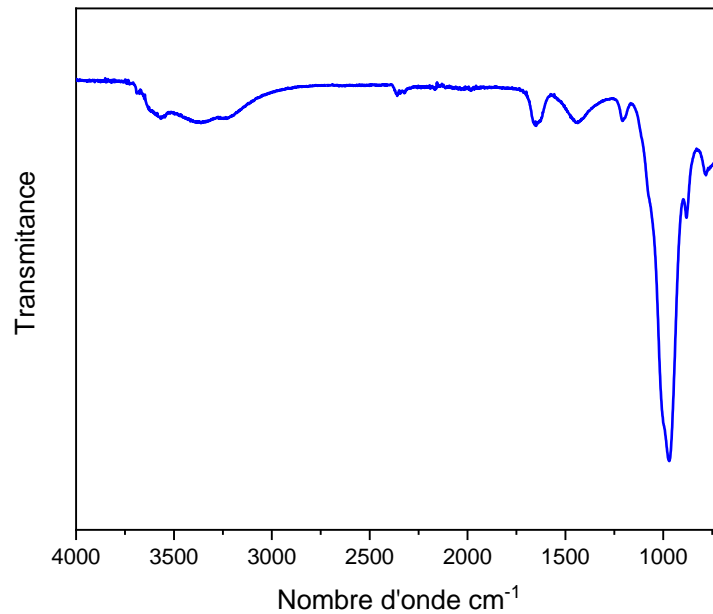


Figure II. 3 : Spectre IR de la Sépiolite

II.4 Dosage des métaux :

II.4.1 Spectrométrie d'absorption atomique :

Le spectromètre d'absorption atomique (SAA) est une technique décrite pour la première fois par l'atome libre. L'analyse par absorption atomique utilise la loi de Beer-Lamber.



Figure II.4 : Spectrométrie d'absorption atomique

II.4.2 Principe

La spectrométrie d'absorption atomique est une technique qui s'est largement développée ces dernières années mais dont le phénomène de base était connu depuis très longtemps. L'absorption atomique est un processus qui se produit lorsqu'un atome appartenant à l'état fondamental passe à l'état excité par l'absorption d'une énergie, sous la forme d'un rayonnement électromagnétique, qui correspond à une longueur d'onde spécifique.

PARTIE EXPERIMENTALE

En spectrométrie d'absorption atomique (SAA), on utilise un générateur de photons dont la fréquence correspond à l'élément à doser. Une population d'atome, générée par un atomiseur à partir de l'échantillon, est éclairée par un rayonnement lumineux de longueur d'onde donnée. Les atomes absorbent cette énergie incidente pour passer du niveau fondamental au niveau énergétique excité et le nombre de photons absorbés dans le rayonnement incident peut être relié à la concentration par la relation.

$$A=K \times C \quad (\text{la loi de Beer-Lambert})$$

A: Absorbance (sans unité)

K : coefficient spécifique à chaque élément

C : concentration d'élément considéré dans la solution à analyser.

Cette relation permet la quantification de l'élément en procédant préalablement à un étalonnage avec des solutions de concentrations connues.

II.4.3 Appareillage

Instrumentation de base :

- La lampe à cathode creuse

La lampe à cathode creuse est constituée par une enveloppe de verre scellée et pourvue d'une fenêtre en verre ou en quartz contenant une cathode creuse cylindrique et une anode. La cathode est constituée de l'élément que l'on veut doser. Un vide poussé est réalisé à l'intérieur de l'ampoule qui est ensuite rempli d'un gaz rare (argon ou néon) sous une pression de quelques mm d'Hg. Lorsqu'on applique une différence de potentiel de quelques centaines de volts entre les deux électrodes, une décharge s'établit. Le gaz rare est alors ionisé et ces ions bombardent alors la cathode, arrachant des atomes à celle-ci. Ces atomes sont donc libres et sont excités par chocs : il y a émission atomique de l'élément constituant la cathode creuse. La particularité du rayonnement ainsi émis est qu'il est constitué de raies très intenses et très fines.



PARTIE EXPERIMENTALE

Figure II.4 : cathode creuse d'un spectromètre d'absorption atomique

- Le nébuliseur

L'échantillon à analyser est en solution. Cette dernière est aspirée au moyen d'un capillaire par le nébuliseur. A l'orifice du nébuliseur, du fait de l'éjection d'un gaz à grande vitesse, il se crée une dépression (effet venturi). La solution d'analyse est alors aspirée dans le capillaire et à la sortie, elle est pulvérisée en un aérosol constitué de fines gouttelettes. Cet aérosol pénètre alors dans la chambre de nébulisation dont le rôle est de faire éclater les gouttelettes et d'éliminer les plus grosses. Ce brouillard homogène est ensuite introduit dans le brûleur.

- La flamme -atomisation

L'aérosol pénètre dans le brûleur puis dans la flamme. Au bout d'un certain parcours au seuil de flamme, le solvant de la gouttelette est éliminé, il reste les sels ou particules solides qui sont alors fondus, vaporisés puis atomisés.

La flamme air acétylène est la plus répandue et permet de réaliser le dosage de nombreux éléments.

Sa température est de 2500 °C environ.

A la place d'une flamme, on peut également utiliser un four cylindrique en graphite pour atomiser l'échantillon. La lumière qui quitte la source n'est pas monochromatique. On obtient un spectre de raies contenant :

Les raies de l'élément à doser ;

Les raies du gaz de remplissage dans la source ;

Les raies d'éventuelles impuretés ;

Les raies de l'atomiseur (flamme).

Le rôle du monochromateur consiste à éliminer toute la lumière, quelle que soit son origine, ayant une longueur d'onde différente de celle à laquelle on travaille.



Figure II.5 : un modèle d'atomiseur-flamme

PARTIE EXPERIMENTALE

- Le détecteur

Le faisceau arrive ensuite sur le détecteur.

Ce dernier mesure les intensités lumineuses nécessaires au calcul des absorbances. IL est relié à un amplificateur et un dispositif d'acquisition.

On détermine : **Absorbance spécifique = Absorbance totale - Absorbance non spécifique.**

L'absorption spécifique est due à l'élément à doser (sur une raie).

L'absorption non spécifique est due à l'absorption continue de la matrice.

Des mesures permettent la correction des absorptions non spécifiques.

II.5 Méthode de dosage

II.5.1 Préparation des solutions métalliques pour la SAA

II.5.1.1 Préparation de la solution mère

- **Cuivre (Cu)** : Dissoudre 0,004 g de nitrate de cuivre ($\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) dans une fiole jaugée de 1000 mL et compléter avec de l'eau distillée.
- **Plomb (Pb)** : À partir d'une solution standard de 1000 mg/L, préparer une solution intermédiaire de 20 ppm par dilution.

II.5.1.2 Préparation des solutions étalons

- **Cuivre (Cu)** :
 - On utilise une solution mère de 4 mg/L pour effectuer différentes dilutions.
 - Pour chaque concentration d'étalon, on transfère un volume (V_1) de la solution mère dans une fiole jaugée de 10 mL et on complète avec de l'eau distillée.
- **Plomb (Pb)**
 - On utilise une solution mère de 20 mg/L pour effectuer différentes dilutions.
 - Pour chaque concentration d'étalon, on prélève un volume (V_1) de la solution mère dans une fiole jaugée de 10 mL.

II.5.1.3 Calcul des concentrations pour les étalons de Cu et Pb

- On utilise la formule ($C_1V_1 = C_2V_2$) pour calculer les concentrations.

PARTIE EXPERIMENTALE

Tableau II.2 : Les valeurs V_1 de Cu

C_2 (ppm)	1	2	3	4
V_1 (mL)	2,5	5	7,5	10

Tableau II.3 : Les valeurs V_1 de Pb

C_2 (ppm)	5	10	15	20
V_1 (mL)	2,5	5	7,5	10

II.4.2 Les courbes d'étalonnages réalisées :

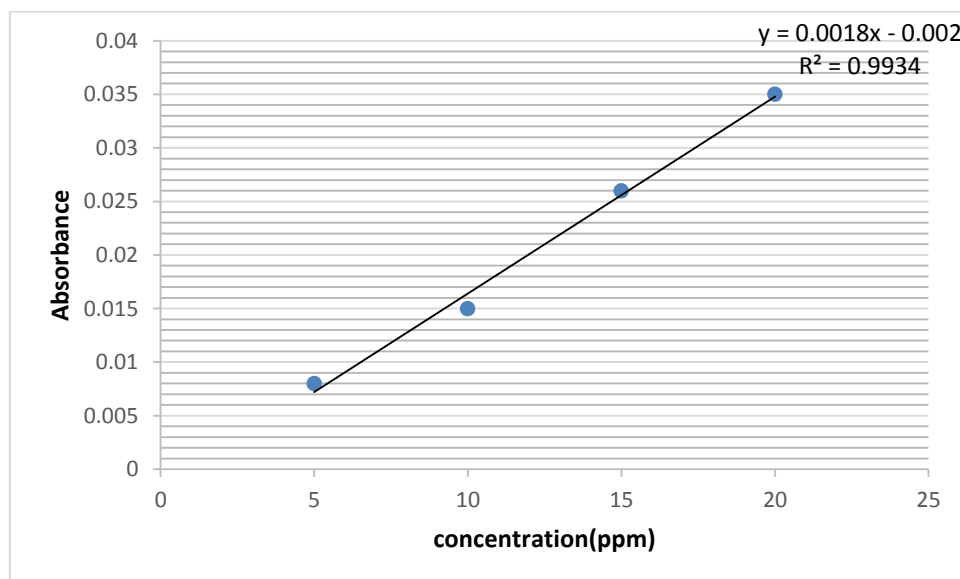


Figure II.6 : Courbe d'étalonnage de Plomb

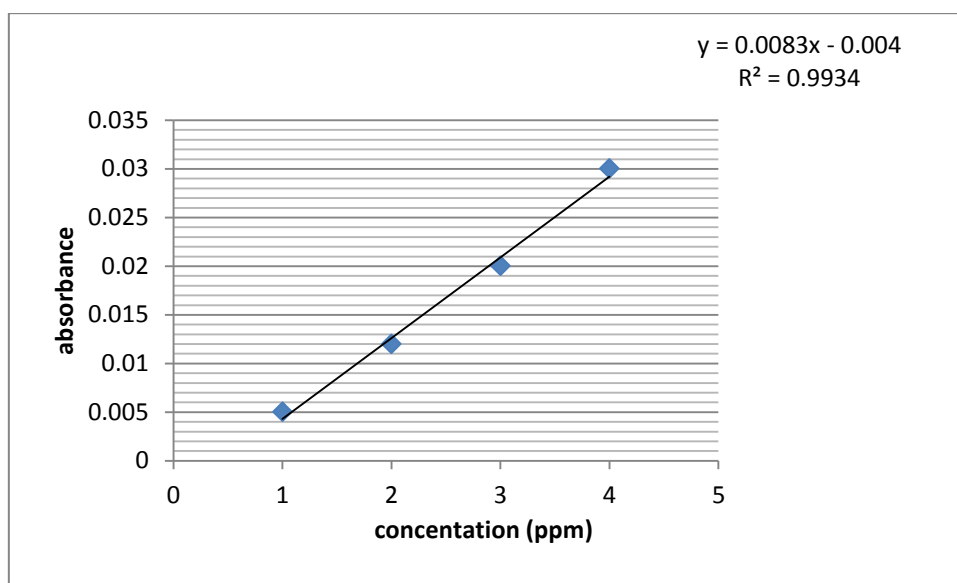


Figure II.7 : Courbe d'étalonnage de Cuivre

II.6 Adsorption des métaux lourds par la Sépiolite

II.6.1. Matériels

Nous avons utilisé le matériel ci-dessous pour les tests d'adsorption des métaux lourds par la sépiolite :

- Balance analytique Ohaus, model PAJ1003
- Agitateur magnétique
- Centrifugeuse SIGMA 2-16PK, model 2-16PK



Figure II.8 : Balance analytique



Figure II.9 : Agitateur magnétique



Figure II.10 : Centrifugeuse

II.6.2. Protocole d'adsorption

Après la détermination de la teneur du Pb et du Cu dans les eaux prélevées d'Ain Témouchent. La sépiolite a été testée comme adsorbant pour ces métaux.

- ✓ **Préparation** : 10 mL de chaque échantillon sont mis en contact avec 20 mg de la sépiolite.
- ✓ **Agitation** : Agiter le mélange pendant 1 heure.
- ✓ **Récupération** : Après agitation, on transfère la solution dans des tubes à essai.
- ✓ **Centrifugation et filtration** : Centrifuger puis filtrer la solution.
- ✓ **Analyse par SAA** : Analyser le filtrat par Spectroscopie d'Absorption Atomique pour déterminer la concentration résiduelle en métal (C_f).

II.6.3. Détermination de la teneur en métaux lourds

Le pourcentage et la quantité d'adsorption sont calculés par les équations ci-dessous :

- Pourcentage d'adsorption (A%):

PARTIE EXPERIMENTALE

$$A\% = \frac{(C_0 - C_t) \times 100}{C_0}$$

- Quantité d'adsorption de métaux lourds (q_t) :

$$q_t = \frac{(C_i - C_t) \times V}{m}$$

Où :

- q_t : Capacité d'adsorption (mg/g)
- C_t : Concentration instantanée (mg/L)
- m : Masse de l'adsorbant (mg)
- C_0 : Concentration initiale (mg/L)
- V : Volume de la solution (L)

CHAPITRE III :
Résultats et Discussion

RESULTATS ET DISCUSSION

III.1 Introduction

Notre recherche a été menée au laboratoire de Toxicomed de la faculté de médecine de Tlemcen, avec pour objectif la collecte d'échantillons d'eau provenant des plages. Les prélèvements ont eu lieu durant les mois de décembre, janvier, février et mars de l'année 2023/2024.

III.2 Objectif

Dans ces travaux, l'eau de plage de l'état d'Ain T'émouchent a été ciblée. Plusieurs sites ont été sélectionnés pour évaluer la qualité de l'eau et mesurer le niveau de pollution. Deux métaux lourds, notamment le cuivre et le plomb, ont été particulièrement étudiés dans cette recherche.

III.3 Prélèvements les eaux des plages

Sept Points de prélèvements ont été choisis :

- ✓ Plage El-Hillal.
- ✓ Plage Puit
- ✓ Plage Rechgoune
- ✓ Plage Bouzedjar
- ✓ Plage Sidi Djelloul
- ✓ Plage Madrid
- ✓ Plage Sidi Boucif

III.4 Les paramètre des spectrométries d'absorption atomiques

a. Dosage des échantillons

Les échantillons ont été analysés pour la quantification de deux métaux, le cuivre et le plomb, en utilisant la technique de spectrométrie d'absorption atomique en mode flamme.

b. Réalisations des courbes d'étalonnage

Les courbes des étalonnages sont données dans la partie expérimentale.

RESULTATS ET DISCUSSION

c. Dosage de l'eau des plages de mois décembre, janvier, février, Mars avant adsorption et après adsorption

❖ Plomb

➤ Mois décembre

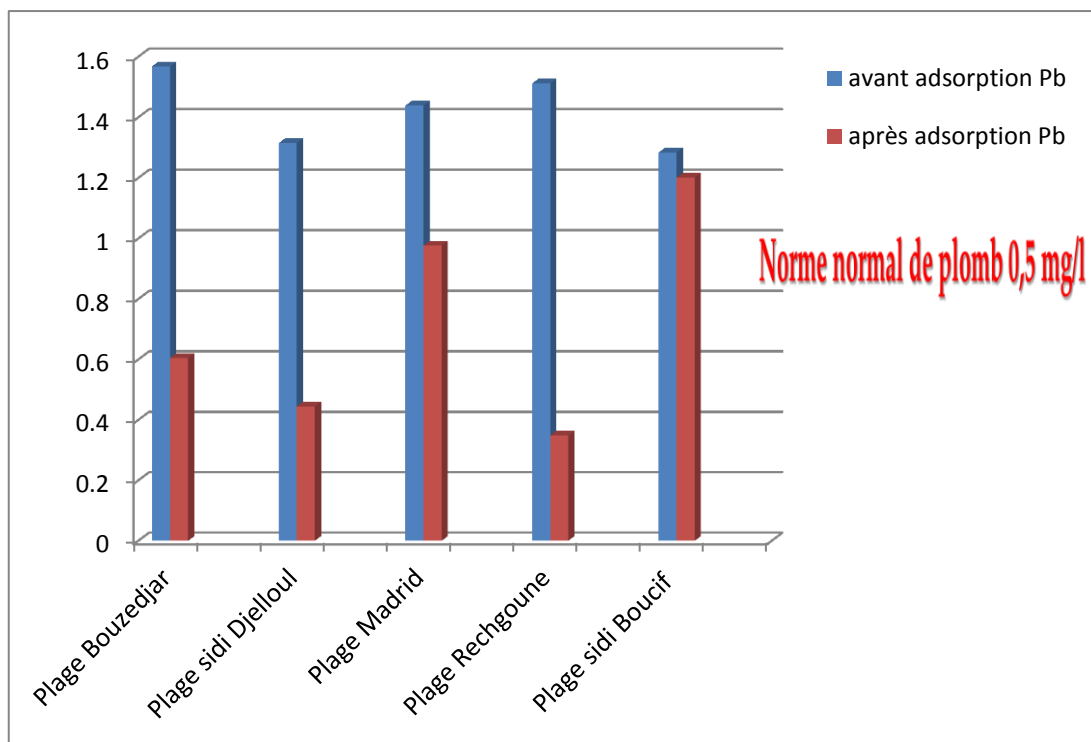


Figure III.1 : Concentration des Plomb avant et après adsorption de mois décembre.

Au point de prélèvement situé à la plage de Rechgoune, nous observons des concentrations de plomb significativement plus élevées par rapport aux autres sites analysés, comme indiqué dans l'histogramme présenté dans la figure III.1.

Les concentrations de plomb mesuré avant traitement sont supérieures à 1,2 mg/L pour tous les stations. Après traitement, ces concentrations varient entre 0,4 mg/L et 1,2 mg/L. Ces résultats mettent en évidence une présence significative de plomb, largement au-dessus de la norme recommandée de 0,5 mg/L, tant avant qu'après traitement.

RESULTATS ET DISCUSSION

➤ Mois janvier

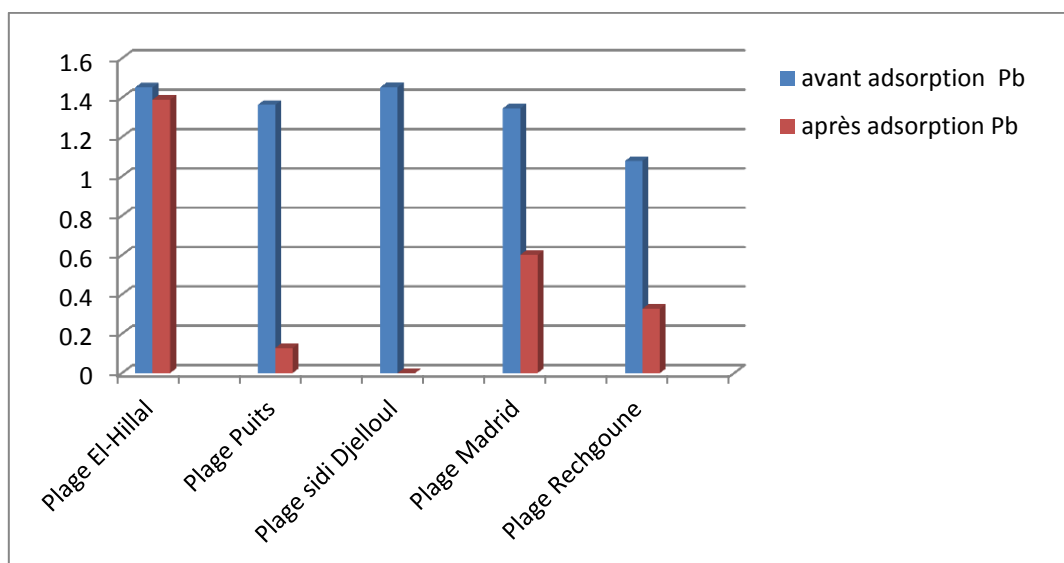


Figure III.2 : Concentration des Plomb avant et après adsorption des Mois janvier.

L'élimination du plomb au point de prélèvement situé à la plage de Sidi Djelloul se distingue par des concentrations plus élevées que celles observées dans les autres échantillons, comme illustré dans l'histogramme présenté dans la figure III.2. Avant le processus d'adsorption, les concentrations de Pb dépassent 1 mg/L. Ces valeurs dépassent largement la norme standard de 0,5 mg/L pour le plomb. Après le traitement, les concentrations de Pb ne dépassent pas le 1,3 mg/L.

➤ Mois Février

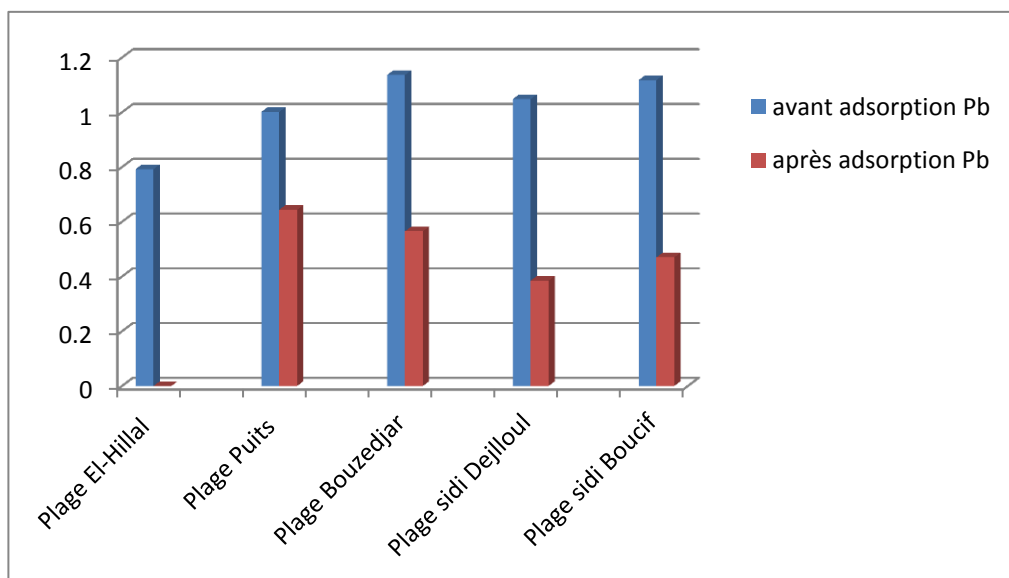


Figure III.3 : Concentration des Plomb avant et après adsorption de mois Février.

RESULTATS ET DISCUSSION

Au point de prélèvement situé à la plage d'El-Hillal, nous observons des concentrations de plomb significativement plus élevées que celles des autres échantillons, comme le montre l'histogramme de la figure III.3. Avant l'adsorption, les concentrations de Pb dépassent 0,7 mg/L, ce qui dépasse la norme standard de 0,5 mg/L pour le plomb. Après le traitement, les concentrations de Pb ne dépassent pas 0,6 mg/L.

➤ Mois Mars

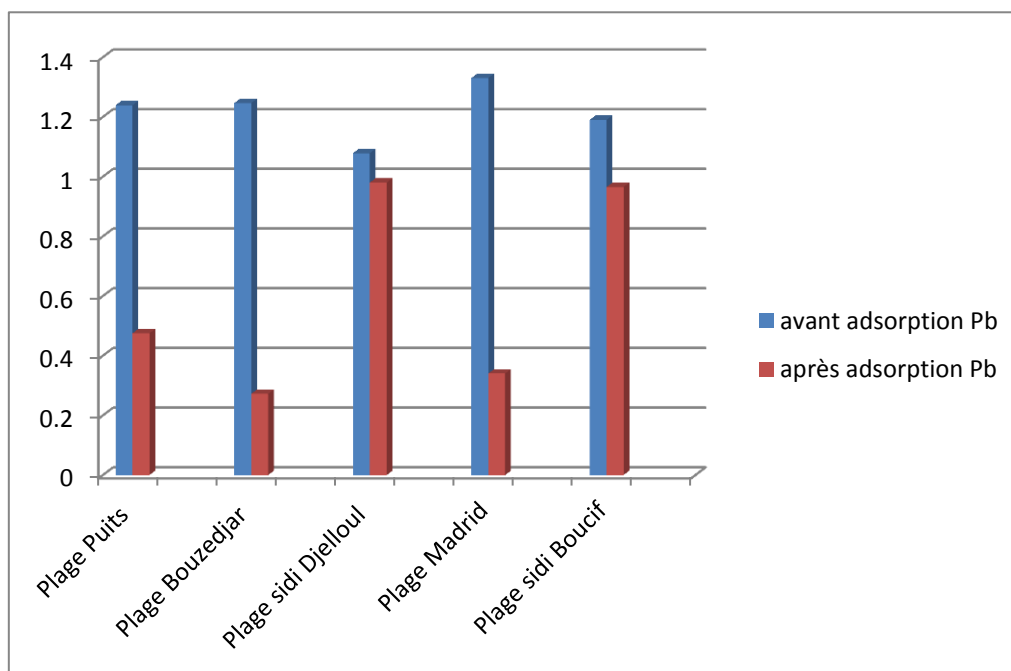


Figure III.4 : Concentration des Plomb avant et après adsorption de mois Mars.

Comme c'est illustré dans la figure III.4, la plage de Bouzedjar se distingue par des concentrations plus élevées que celles observées dans les autres échantillons.

Avant le processus d'adsorption, les concentrations de Pb dépassent 1 mg/L, ce qui dépasse largement la norme standard de 0,5 mg/L. Après le traitement, les concentrations de Pb varient entre 0,3 mg/L et 0,9 mg/L.

RESULTATS ET DISCUSSION

❖ Cuivre

➤ Mois décembre

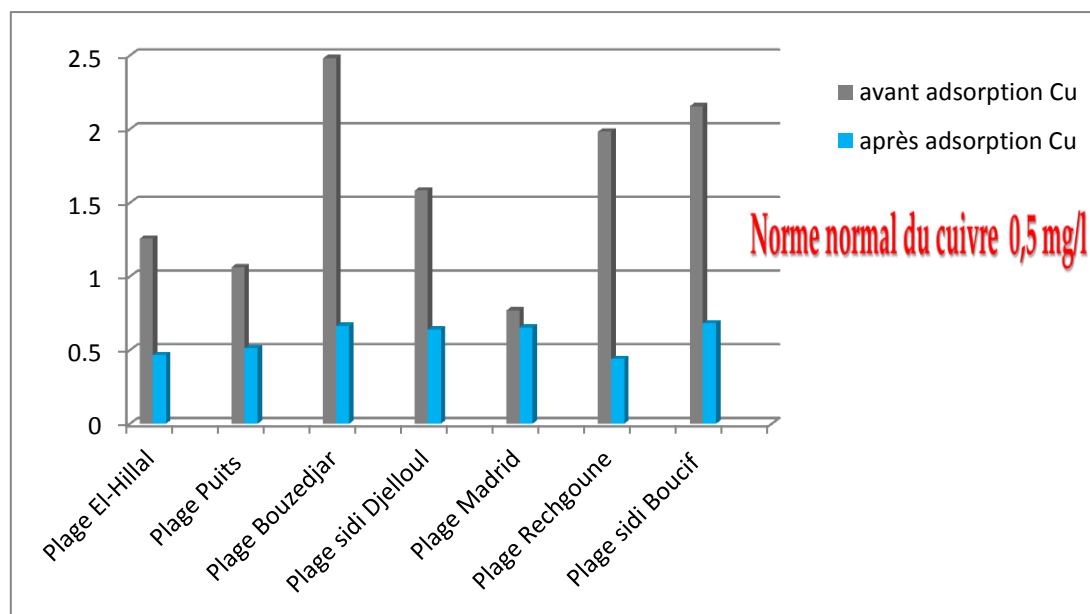
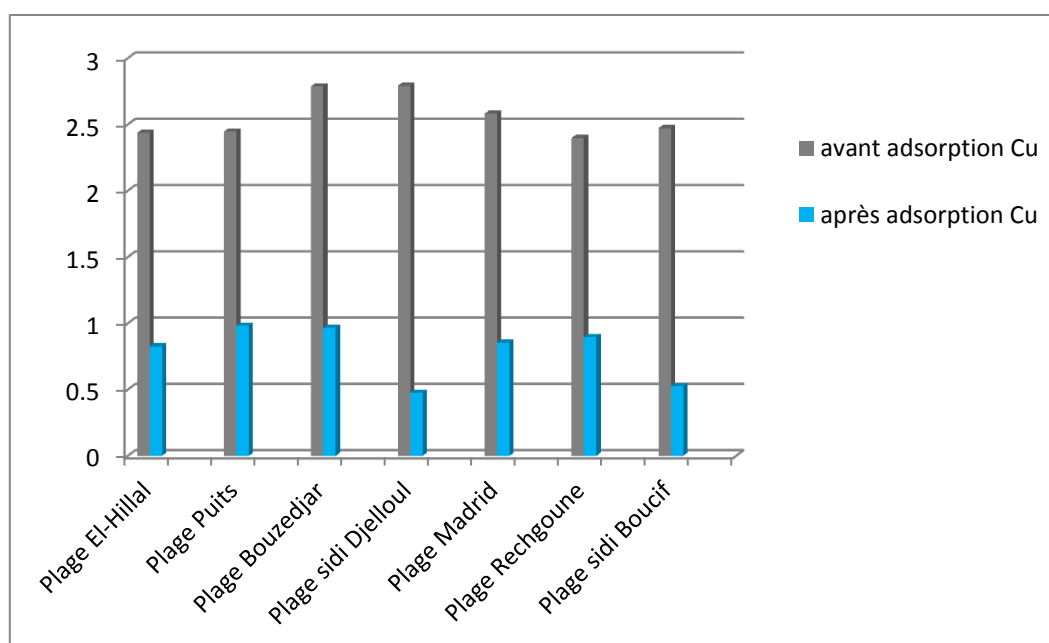


Figure III.5 : concentration des Cuivre avant et après adsorption de mois décembre.

L'élimination du cuivre au point de prélèvement à la plage de Rechgoune se distingue nettement des autres échantillons, comme illustré dans la figure III.5. Avant le processus d'adsorption, les concentrations de Cu dépassent 0,7 mg/L, ce qui dépasse la norme standard de 0,5 mg/L pour le cuivre. Après le traitement, les concentrations de Cu sont maintenues entre 0,4 mg/L et 0,6 mg/L.

➤ Mois janvier



RESULTATS ET DISCUSSION

Figure III.6 : Concentration des Cuivre avant et après adsorption de mois janvier.

L'élimination du cuivre au point de prélèvement à la plage de Sidi Djelloul se distingue notablement des autres échantillons, comme démontré dans la figure III.6. Avant le processus d'adsorption, les concentrations de Cu dépassent 2,3 mg/L, largement au-dessus de la norme standard de 0,5 mg/L pour le cuivre. Après traitement, les concentrations de Cu sont réduites et maintenues entre 0,4 mg/L et 0,9 mg/L.

➤ Mois février

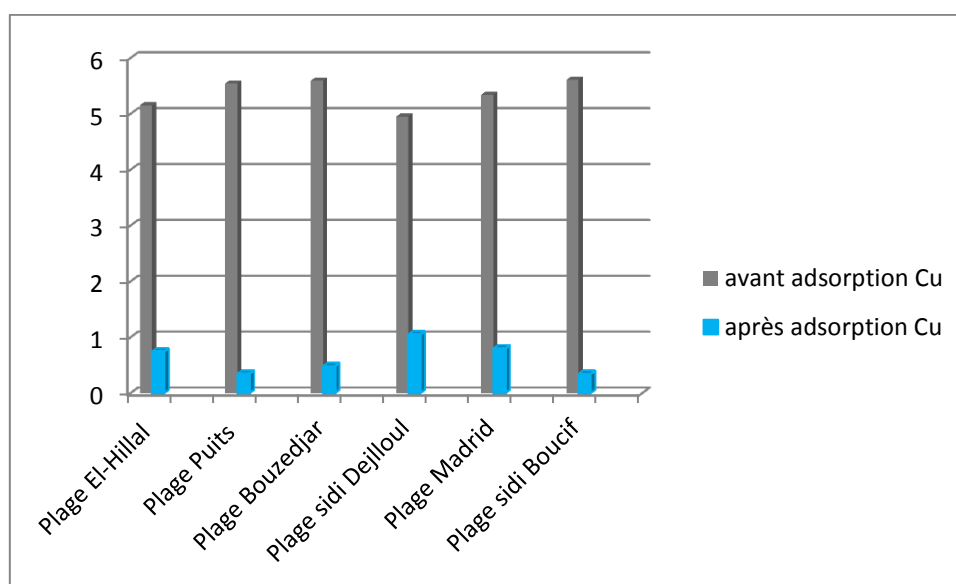


Figure III.7 : Concentration des Cuivre avant et après adsorption de mois Février.

L'élimination du cuivre au point de prélèvement à la plage de Sidi Boucif se distingue nettement des autres échantillons, comme illustré dans la figure III.7.

Avant le processus d'adsorption, les concentrations de Cu dépassent 4 mg/L, ce qui est considérablement supérieur à la norme standard de 0,5 mg/L pour le cuivre. Après traitement, les concentrations de Cu sont significativement réduites et maintenues entre 0,3 mg/L et 1 mg/L.

➤ Mois Mars

RESULTATS ET DISCUSSION

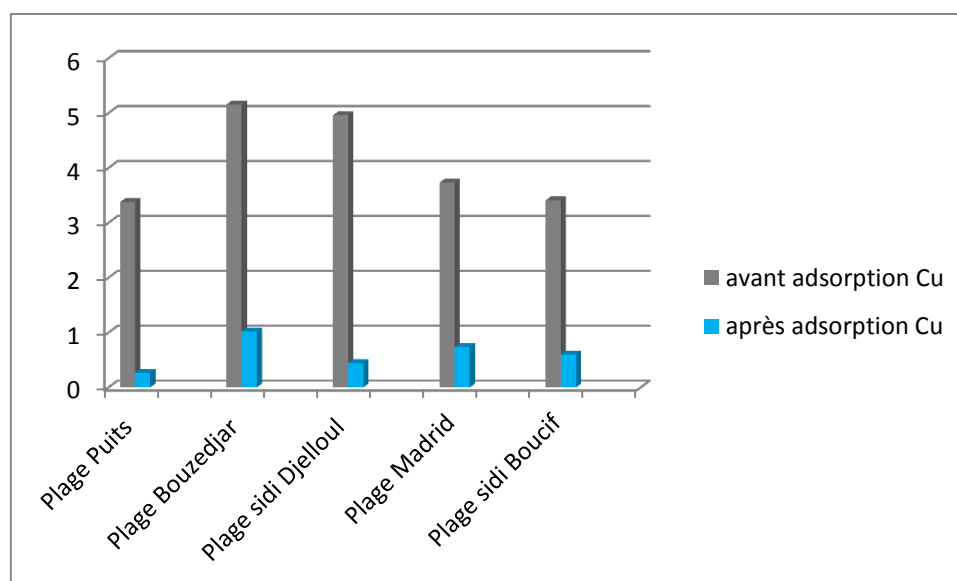


Figure III.8 : Concentration des Cuivre avant et après adsorption de mois Mars.

L'élimination du cuivre au point de prélèvement à la plage de Sidi Djelloul se distingue significativement des autres échantillons, comme le montre l'histogramme de la figure III.8. Avant le processus d'adsorption, les concentrations de Cu dépassent 3,3 mg/L, largement au-dessus de la norme standard de 0,5 mg/L pour le cuivre.

Après traitement, les concentrations de Cu sont notablement réduites et maintenues entre 0,2 mg/L et 1 mg/L. Ces résultats mettent en évidence l'efficacité du traitement appliqué à Sidi Djelloul pour diminuer de manière significative les niveaux élevés de cuivre dans l'eau par rapport aux autres sites évalués.

III.5 Pourcentage d'élimination après traitement des eaux par argiles Sépiolite

❖ Plomb

Tableau III.1 : Pourcentage d'élimination du Plomb après traitement par Sépiolite

Echantillons	Décembre	Janvier	Février	Mars
Plage Bouzedjar	61,42	/	/	78,17
Plage sidi Djelloul	66,16	/	/	/
Plage madrid	/	55,39	/	74,43
Plage Rechgoune	76,98	69,66	69,66	/

RESULTATS ET DISCUSSION

Plage sidi Boucif	/	/	57,92	/
Plage Puits	/	90,68	/	61,66

Après traitement par sépiolite, les échantillons prélevés sur plusieurs plages tels que Bouzedjar, sidi Djelloul, Madrid, Rechgoune, sidi Boucif et la plage de Puits ont montré un pourcentage d'élimination du plomb avoisinant les 70 % pour les différents mois décembre, janvier, février et mars. Ces résultats indiquent que la sépiolite est capable d'adsorber efficacement le plomb et représente une option viable pour le traitement de la pollution.

❖ Cuivre

Tableau III.14 : Pourcentage d'élimination du cuivre après traitement par Sépiolite

Echanillons	Décembre	Janvier	Février	Mars
Plage El-Hillal	62,92	66,09	85,55	/
Plage Puits	51,78	59,85	93,79	92,26
Plage Bouzedjar	73,19	65,37	/	80,19
Plage sidi Djelloul	59,57	82,94	78,77	91
Plage madrid	15,08	66,91	85,05	80,35
Plage Rechgoune	77,86	62,63	/	/
Plage sidi Boucif	68,39	78,75	93,89	82,35

Après avoir été traités avec de la sépiolite, les échantillons prélevés sur les différentes plages en décembre, janvier, février et mars ont révélé une efficacité remarquable dans l'élimination du cuivre, avec des taux d'adsorption variant en 70% à 90%. Ces résultats mettent en lumière la capacité significative de la sépiolite à adsorber efficacement le cuivre, démontrant ainsi son potentiel en tant que méthode viable pour le traitement de la pollution par ce métal dans les environnements côtiers.

III.6 Analyse infrarouge des échantillons après adsorption

RESULTATS ET DISCUSSION

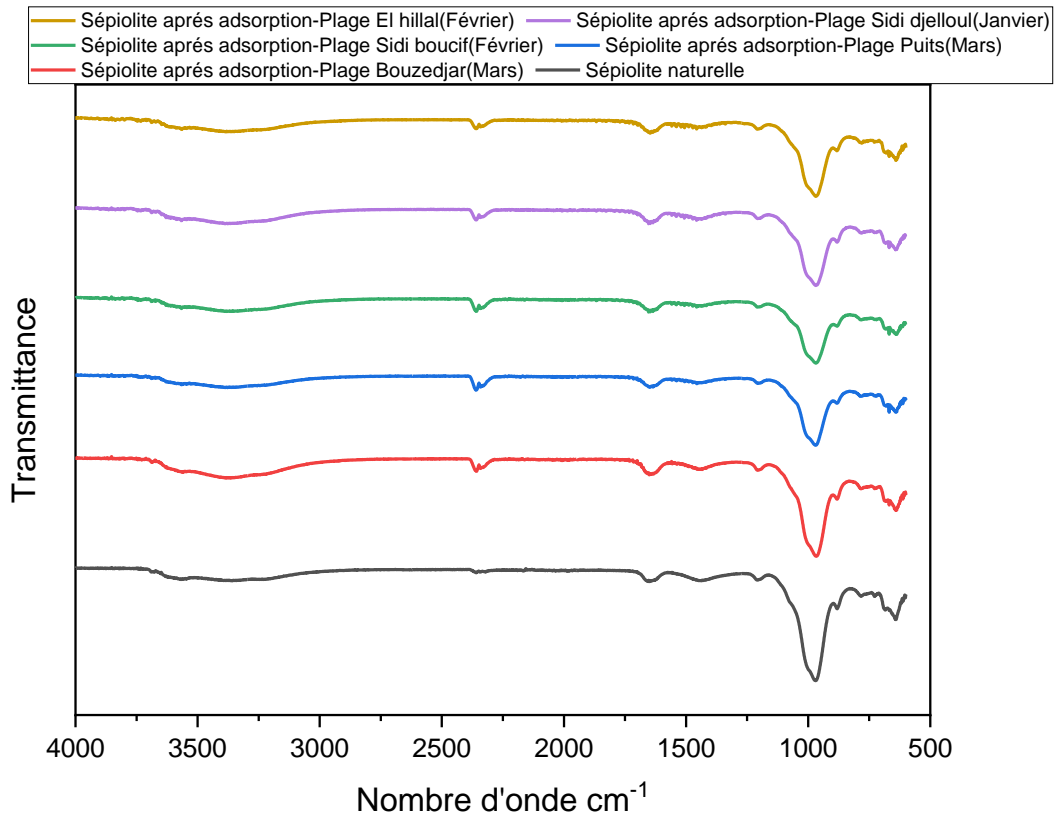


Figure III.9 : Spectre infrarouge de la sépiolite avant et après l'adsorption.

La figure III.9 présente le spectre infrarouge de la sépiolite avant et après adsorption. On observe un léger décalage des bandes d'absorption aux niveaux des nombres d'ondes, ce qui indique une adsorption physique. Ce type de décalage suggère que les interactions entre les molécules de métaux et la surface de la sépiolite sont de nature physique, impliquant des forces de van der Waals ou des interactions électrostatiques, plutôt que des liaisons chimiques fortes.

***CONCLUSION
GENERALE***

CONCLUSION GENERALE

La préservation de la qualité de l'eau côtière est cruciale pour la santé environnementale et publique, notamment dans des régions comme Ain T'émouchent où les impacts de la pollution peuvent être significatifs. Cette étude se concentre sur l'évaluation des niveaux de contamination de plusieurs mois par le plomb et le cuivre dans les eaux de plusieurs plages de la région tels que plage El-Hillal, plage Puit, plage Rechgoune, plage Bouzedjar, plage Sidi Djelloul, plage Madrid et plage Sidi Boucif, ainsi que sur l'efficacité d'un traitement à base de sépiolite pour réduire ces contaminants.

Des analyses parallèles révèlent des concentrations alarmantes de plomb et de cuivre dans les eaux des plages d'Ain T'émouchent, dépassant souvent les normes réglementaires de sécurité pour l'eau potable et l'environnement. Pour cela, notre étude se concentre sur l'utilisation d'un type spécifique d'argile, la sépiolite, pour le traitement de ces prélèvements.

- Les résultats montrent que la sépiolite est efficace dans l'adsorption des métaux lourds. En effet, des pourcentages d'élimination du plomb avoisinant les 70 % ont été observés pour les mois de décembre, janvier, février et mars.

- Pour le cuivre, les taux d'adsorption varient de 70 % à 90 % sur différentes plages, illustrant la capacité de la sépiolite à réduire significativement les concentrations de ce métal dans l'eau après traitement.

- L'analyse infrarouge avant et après l'adsorption par la sépiolite montre un léger décalage dans les bandes d'absorption des nombres d'ondes. Ce phénomène indique que l'adsorption des métaux sur la sépiolite est principalement de nature physique, impliquant des forces de van der Waals ou des interactions électrostatiques.

- Cette observation suggère que la sépiolite agit principalement par adsorption physique des ions métalliques sur sa surface, ce qui est favorable pour le traitement de grandes quantités d'eau contaminée.

En conclusion, l'étude souligne l'importance critique de la gestion proactive de la qualité de l'eau dans les environnements côtiers d'Ain T'émouchent. Elle met en avant le rôle crucial de la sépiolite en tant qu'adsorbant efficace pour réduire les niveaux de plomb et de cuivre, tout

CONCLUSION GENERALE

en identifiant les avenues pour des améliorations futures dans la lutte contre la pollution métallique.

Comme perspectives, il est essentiel d'explorer davantage les applications potentielles de la sépiolite dans d'autres contextes de pollution métallique et de développer des technologies adaptées pour optimiser son efficacité d'adsorption.

REFERENCE

REFERENCE

[1] Festy B, Harteman P, Ledrans M, Levallois P, Payment P, Tricards D. (2003) chapitre " Qualité de l'eau " dans livre " Environnement et santé publique -Fondements et pratiques "

[2] Mekki A, Arslan CH. (2020) Mémoire de Master " L'état de la nappe qui alimente la ville de Boussaâda : pollution de l'eau par les pesticides et métaux lourds Université Mohamed Boudiaf -M'sila

[3] Arris Sihem Epouse Chebira. (2008) Thèse de doctorat "étude Expérimentale de l'Elimination des polluants organiques et inorganiques par adsorption sur des sous-produits de céréales" de l'université de constantine -Algérie.

[4] Castany, Gilbert. (1982). Livre " Principes et méthodes de l'hydrogéologie" Paris

[5] Dr HICHOOR. S, "la pollution des eaux " (2023) Université Bel-Abbés

[6] Cristophe Magdelaine. (2021) Article " Métaux lourds ou éléments traces métalliques"

[7] Bensaha S., 2010 Thèse de Magister en chimie, " la décontamination des eaux usées sur un support naturel", université Abou Bekr Belkaid -Tlemcen

[8] Chibane katia et Djennad lynda. (2019) Mémoire "caractérisation physico-chimique et dosage de quelques métaux lourds de certaines sources d'eau de la région de M'chedallah wilaya de Bouira

[9] Fares Kessasra., january. (2016) Livre"Exploitation et Environnement " university of jijel

[10] Tizaoui Khadidja. (2019) "Elimination des Métaux lourds par une argile Marneue : Application aux traitemens des lixiviats des déchets urbains "CET de saf-saf "Thèse de doctorat en sciences l'université de Tlemcen - Algérie.

[11] Mezbour Radia. (2018) Thèse de doctorat " contributions à l'étude de la qualité de l'eau du lac des oiseaux (Wilaya d'El-Taraf) et étude de la dynamique de la végétation" de université Mohamed cherif Messaadia–Souk Ahras.

[12] Beltzer M. (1976). Non sulfate particulate emissions from catalyst cars.

Society of Automotive Engineers (SAE)

REFERENCE

- [13] **Guibet JC . (1997)** Livre "Carburants et moteurs ".Ed .Techniq, Paris.
- [14] **Sittig, M. (1976)** Livre "Toxic metals: pollution control and Worker protection " Noyes Data Corporation 350 pages.
- [15]. **Amen**, adsorption-definitions et explications, Thechno-Science .net.
- [16] **N. Bouziane.(2007)**Mémoire" Elimination du 2-mercaptobenzothiazole par voie photochimique et par adsorption sur la bentonite et le charbon actif en poudre "Constantine.
- [17] **T.Rager, A. Geoffroy R Hilfikera John M.D. Storey. (2012)** "The crystalline state of methylene blue a zoo of hydrates " journal physical chemistry chemical physics
- [18] **S. B. H. Karimi. (2012)** " adsorption "indian journal of science and
- [19] **Gharbi, Hanane kheira, Guentrah ,Khadidja. (2021)** Memoire de fin d'étude de Master Academique. " isothermes d'adsorption d'un polluant d'industrie textile. Faculty of Sciences and Technology –Mostaganem.
- [20] **Tizaoui Khadidja, (2019)** Thèse " Elimination des métaux lourds par une argile Université Abou Beker Belkaid –Tlemcen.
- [21] **Abdelhadi El Hachmi, (2013)** Mémoire " Argile et minéraux argileux propriétés phsico-chimiques et propriétés colloides " Universite abdelmalek essaadi – Master fondamentale chimie, Faculté des Sciences, Tétouan
- [22] **Banyacoub Sihem Sanae, (2021)** Mémoires" Evaluation de la retention du cadmium et du plomb des eaux de la région de Tlemcen par des matériaux naturels. Université Abou Beker Belkaid –Tlemcen.
- [23] **Grimr. E, clay Mineralogy, Mc Graw-Hill, (1968)** Livre" Applied Clay Mineralogy " New York
- [24] **P. Meunier, Vineta, Bull. Soc. (1943)** "Bulletin de la Société de France-Section Biologie" Chim-Biol, Université de Lyon

يعتبر الماء مورداً حيوياً للحياة البيولوجية والاقتصادية، وهو ضروري للزراعة والصناعة وصحة الإنسان من خلال مياه الشرب. تركز هذه الأطروحة على استخدام الطين السيبوليت لمعالجة التلوث بالرصاص والنحاس في بعض الشواطئ بولاية عين تموشنت مثل شاطئ الهلال وشاطئ بويت وشاطئ رشكون وشاطئ بوزجار وشاطئ سيدي جلول وشاطئ مدريد وشاطئ سيدي بوسيف. تم تحديد محتويات المعادن بواسطة قياس طيفي الامتصاص الذري. وأظهرت النتائج وجود تركيزات عالية من الرصاص والنحاس تتجاوز المعايير التنظيمية، على الرغم من فعالية السيبوليت في إزالة ما يصل إلى 70% من الرصاص وما بين 70% و90% من النحاس. يشير تحليل الأشعة تحت الحمراء بشكل أساسي إلى الامتزاز الفيزيائي للمعادن بواسطة السيبوليت. تسلط هذه الدراسة الضوء على أهمية الحفاظ على جودة المياه الساحلية وتقتراح طرقاً لتحسين تقنيات المعالجة للحفاظ على البيئات البحرية بشكل أفضل ضد التلوث المعدني. الكلمات المفتاحية: التلوث، عين تموشنت، المعادن الثقيلة، السيبوليت، مطياف الامتزاز الذري والامتزاز.

Résumé

L'eau est une ressource vitale pour la vie biologique et économique, essentielle à l'agriculture, à l'industrie, et à la santé humaine via l'eau potable. Ce mémoire se concentre sur l'utilisation de la sépiolite, une argile, pour traiter la contamination par le plomb et le cuivre sur quelques plages d'Ain Témouchent tels que plage El-Hillal, plage Puit, plage Rechgoune, plage Bouzedjar, plage Sidi Djelloul, plage Madrid et plage Sidi Boucif. Les teneurs en métaux ont été déterminés par spectrophotométrie d'absorption atomique. Les résultats montrent des concentrations élevées de plomb et de cuivre dépassant les normes réglementaires, malgré l'efficacité de la sépiolite à éliminer jusqu'à 70 % du plomb et entre 70 % et 90 % du cuivre. L'analyse infrarouge indique une adsorption principalement physique des métaux par la sépiolite. Cette étude souligne l'importance de maintenir la qualité de l'eau côtière et propose des avenues pour améliorer les technologies de traitement afin de mieux préserver les environnements marins contre la pollution métallique.

Mots clés : Contamination, Ain Témouchent, métaux lourds, Sépiolite, spectrométrie d'adsorption atomique et adsorption.

ABSTRACT

Water is a vital resource for biological and economic life, and is essential for agriculture, industry and human health through drinking water. This thesis focuses on the use of sepiolite clay to treat lead and copper pollution in some beaches in the state of Ain Temouchent, such as Crescent Beach, Bouit Beach, Rashkon Beach, Bouzgar Beach, Sidi Jalloul Beach, Madrid Beach, and Sidi Bousif Beach. . Metal contents were determined by atomic absorption spectrophotometry. The results showed high concentrations of lead and copper that exceeded regulatory standards, although sepiolite was effective in removing up to 70% of the lead and between 70% and 90% of the copper. Infrared analysis mainly indicates the physical adsorption of minerals by sepiolite. This study highlights the importance of maintaining coastal water quality and suggests ways to improve treatment technologies to better preserve marine environments against metal pollution.

Keywords: pollution, Ain Temouchent, heavy metals, sepiolite, atomic adsorption and desorption spectroscopy.