

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

UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID-TLEMCCEN
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la
Terre et de l'Univers
Département de Biologie
Laboratoire Toxicomed



Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master
Option : Toxicologie industrielle et environnementale

THEME :

**CONTRIBUTION AUX TRAITEMENTS DES EAUX
USEES PAR DES MATERIAUX NATURELS.**

Présenté par : TOUIL Mohammed.

Soutenu le 22/06/2017 devant le jury composé de :

Présidente	W. BENGUEDDA	Maitre de conférences	Université Tlemcen
Encadreur	A. BENSMAN	Maitre de conférences	Université Tlemcen
Co-Encadreur	E. CHOUKCHOU-BRAHAM	Professeure	Université Tlemcen
Examinatrice	A.SSEKAL	Maitre de conférences	Université Tlemcen

Année universitaire : 2016-2017.

Dédicaces

Je dédie ce travail

A la mémoire de mon cher père, qu'Allah ait son âme.

A La personne la plus chère à mon cœur: Ma mère qui m'a supporté vaillamment pas à pas tout au long de ma vie ..., Les mots ne suffisent pas pour exprimer toute l'affection que j'éprouve pour toi ; je te dois ma réussite, mon éducation, ma fierté. Tu m'as aimé très profondément et tu as été toujours une mère idéale.

Merci.

A mon cher frère Abdelhakim

A toute ma famille et mes amis (es),

A tous ceux qui me sont cher....

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, pour la bonne santé, la volonté et de la patience qu'il m'a donné pour réaliser ce travail.

Je remercie très sincèrement mon encadreur de ce travail Madame A BENSMAIN Maître de Conférences à l'université de Tlemcen, pour sa permanente disponibilité, ses conseils pertinents, ses orientations Judicieuses, sa patience et diligence, ses suggestions et critiques qui ont grandement facilité ce travail.

Mes vifs remerciements et ma reconnaissance vont à mon co-encadreur E. CHOUKCHOU-BRAHAM, Professeure à l'université de Tlemcen pour ses conseils, ses orientations Judicieuses et l'aide qu'elle m'a fourni durant toute la réalisation de ce mémoire.

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

W. BENGUEDDA en tant que présidente de jury, A.SEKKAL en tant qu'examinatrice. pour avoir mobilisé de leur temps pour

Examiner et juger ce travail,

Un grand merci à Melle A. Gadiri pour son soutien et messieurs H. Chorfi pour sa gentillesse et à la fin messieurs Z. Taleb pour ses conseils et l'aide qu'elle m'a fourni durant toute la réalisation de ce mémoire.

Je dis un grand merci à tous mes collègues et mes amis en particulier Y. Daoud,

M. Bendeddouche, H. Boukhlifa, M. Touil, H.Chiali, A A Bouhadjar....

Que mes remerciements s'adressent aussi à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin à la concrétisation de ce travail.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I. 1 Composants majeurs typique d'eau usée domestique	6
Tableau I. 2 Normes de certains métaux en Algérie [13].....	7
Tableau I. 3 Normes de rejet d'effluent en Algérie [19].....	10
Tableau III. 1 Caractéristiques des échantillons.....	25
Tableau IV. 1 Teneurs métalliques initiales dans les différentes eaux récoltées	35
Tableau IV. 2 Quantification du cuivre après traitement par la bentonite brute pendant 24 h.	36
Tableau IV. 3 Quantification du cuivre après traitement par la terre décolorante pendant 24 h.	38
Tableau IV. 4 Quantification du cuivre après traitement Par la bentonite sodique pendant 24 h.	40
Tableau IV. 5 Quantification du plomb après traitement par la bentonite brute pendant 24 h.	41
Tableau IV. 6 Quantification du plomb après traitement par la bentonite sodique pendant 24 h	44
Tableau IV. 7 Quantification du fer après traitement par l'argile: BB, TD et BS	46

LISTE DES FIGURES

Figure II. 1 les couches tétraédriques	19
Figure II. 2 les couches octaédriques	20
Figure II. 3 : A : Les feuillets 1/1 B : Les feuillets 2/1.....	20
Figure III. 1 les points 1,2 et 3 ciblés pour l'échantillonnage	24
Figure III. 2 La spectrométrie d'adsorption atomique.....	26
Figure III. 3 Principaux éléments de la SAA	27
Figure III. 4 Atomiseur Flamme.....	28
Figure III. 5 Courbes d'étalonnage (a)Cu, (b) Pb, (c)Fe.....	32
Figure IV. 1 Pourcentage d'adsorption du cuivre par la bentonite brute après 24h de temps de contact.	37
Figure IV. 2 Pourcentage d'adsorption du cuivre par la terre décolorante pendant 24h de temps de contact.	39
Figure IV. 3 Pourcentage d'adsorption du cuivre par la bentonite sodique Pendant 24h de temps de contact.	41
Figure IV. 4 Pourcentage d'adsorption du plomb par la bentonite brute pendant 24h de temps de contact.	42
Figure IV. 5 Pourcentage d'adsorption du plomb par la terre décolorante pendant 24h de temps de contact.	43
Figure IV. 6 Pourcentage d'adsorption du plomb par la bentonite sodique Pendant 24h de temps de contact.	44
Figure IV. 7 Efficacité des adsorbants :BB, TD et BS.....	47
Figure IV. 8 Effet de temps de contact entre adsorbant et l'eau du port de Ghazaouet :cas du cuivre	48
Figure IV. 9 Effet de temps de contact entre adsorbant et l'eau potable Remchi et Ain youcef cas du cuivre.....	49
Figure IV. 10 Effet de temps de contact entre adsorbant et l'eau du port de Ghazaouet : cas du plomb	50

LISTE DES ABREVIATIONS

- **Cu** Cuivre
- **Fe** Fer
- **Pb** Plomb
- **BB** Bentonite brut
- **BS** Bentonite Sodique
- **TD** Terre décolorant
- **SAA** Spectrophotométrie d’Absorption Atomique
- **DBO₅²** La demande biochimique en oxygène à 20°C pendant 5 jours.

Table des matières

Table des matières

Introduction	1
Chapitre I Pollution et les principaux types de polluant.....	3
I.1 Pollution des eaux	3
I.2 Pollution naturelle	3
I.3 Pollution industrielle	4
I.4 Composition des eaux usées	5
I.5 Situation de Tlemcen vis-à-vis de la pollution des eaux par des métaux lourds.....	6
I.6 Normes en vigueur	7
I.7 Principaux types de polluants	7
I.7.1 Généralités Les métaux lourds	8
I.8 Procèdes de dépollution des eaux métallifères.....	13
I.8.1 Procèdes de transfert liquide-solide	13
Chapitre II : Généralités sur l'adsorption et les argiles	4
II.1 Généralités sur l'adsorption	15
II.2 Paramètres influant sur l'adsorption	15
II.3 Type d'adsorption	15
II.3.1 Physisorption	16
II.3.2. Chimisorption	16
II.4 Facteurs influençant le phénomène d'adsorption	16
II.4.1 Température	16
II.4.2 Facteurs caractérisant l'adsorbat.....	16
II.4.3 Facteurs caractérisant l'adsorbant.....	17
II.6 Types d'adsorbants.....	17
II.6.1 Charbons actifs	18
II.6.2 Zéolithe	18
II.6.3 Argile	18
II.7 Généralités sur les argiles	18
II.7.1 Structure des argiles.....	19
II.7.2 Classification des argiles	21
II.8.Principaux types d'argile	21
a. Kaolinite	21

b. Illite	21
c. Montmorillonite.....	22
Chapitre III : Partie expérimentale	23
III.1. Préparation du matériel.....	23
III.2. Zone d'étude.....	23
III.3. Echantillonnage	24
III.4. Les paramètres mesurés.....	24
III.5. Matériels.....	25
III.6. Dosage des métaux : Spectrométrie d'adsorption atomique.....	26
III.6.1.Introduction	26
III.6.2 PRINCIPE	26
III.6.3. INSTRUMENTATION DE BASE	27
III.7 Méthode de Dosage	30
III.7.1.Courbes d'étalonnage.....	30
III.7.2. Matériaux de traitement.....	33
III.7.3 Méthode de traitement.....	33
Chapitre IV : Résultats et Discussion.....	35
IV.1.-Dosage des échantillons par SAA :.....	35
IV.2. Traitement des eaux par différentes argiles.....	36
IV.2.1. Cu ivre.....	36
IV.2.2plomb.....	41
IV.2.3.Fer	45
IV.3 Efficacité de l'adsorbant.....	47
IV.4 Effet du temps de contact.....	48
a/ Cas du cuivre :	48
Cas du plomb.....	50
CONCLUSION GENERALE	51
Référence.....	53

Introduction

Introduction

L'eau est l'élément indispensable à tous les processus socio-économiques, quel que soit le degré de développement de la société. 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, les océans ou le sol, est devenue un problème et un souci majeur pour les pouvoirs publics. La protection de l'environnement est devenue ainsi un enjeu économique et politique majeur. Il est indispensable de protéger l'eau et il faut pouvoir fournir la quantité nécessaire à la consommation domestique et industrielle, recycler le plus possible les eaux usées et limiter les rejets polluants dans le milieu naturel. Les industries aussi diverses que la chimie, la pétrochimie, l'agro-alimentaire, le textile, la papeterie, les tanneries, et les métaux lourds.

Les métaux lourds sont, en effet, des espèces hautement toxiques au-delà d'une certaine concentration. Ils possèdent la capacité de se concentrer le long de la chaîne alimentaire et de s'accumuler dans certains organes du corps humain. Il est donc indispensable d'éliminer totalement les ions des métaux lourds présents dans les différents effluents industriels ou de réduire leur quantité en dessous des seuils admissibles définis par les normes [1].

De nombreuses méthodes et techniques de dépollution sont développées au cours de ces dernières années. Parmi ces techniques, il y a lieu de citer les procédés de précipitation chimique, l'échange d'ions, l'électrolyse et l'adsorption.

Parmi ces méthodes, l'adsorption est l'un des procédés le plus utilisé dans le monde en vue de réduire la concentration des ions métalliques dans les eaux usées et les réseaux d'eau potable [2].

Les argiles, principaux adsorbants utilisés en traitement des eaux, présentent de nombreux avantages, ils permettent l'élimination d'une large gamme de polluants organiques et inorganiques tels que les phénols, les ions métalliques, les pesticides, les détergents ...etc.

L'objectif de notre travail est d'éliminer certains métaux lourds par adsorption sur un support obtenu à partir des produits naturels à savoir les argiles. Le principe de notre choix repose surtout sur des considérations purement économiques.

Dans ce contexte, notre étude est orientée vers l'utilisation des supports solides naturelle de type argile de la région de Maghnia dans le domaine de traitement des eaux métallifères.

Ce mémoire comporte quatre chapitres :

- ✓ Dans le premier chapitre, nous donnons des généralités sur la pollution par les métaux lourds notamment; le plomb, le fer, le cadmium, le cuivre et le zinc ; les raisons et l'ampleur de leur présence dans l'environnement, leurs impacts sur l'homme.
- ✓ Le deuxième chapitre est consacré à la présentation des généralités sur l'adsorption et les argiles, essentiellement les différents paramètres influant sur l'adsorption.
- ✓ Le troisième chapitre, est destiné à la partie expérimentale.
- ✓ Le quatrième chapitre est consacré à la présentation des résultats obtenus.

Nous avons terminé cette étude par une conclusion qui a marqué les grandes lignes de nos résultats.

Pollution et les principaux types de polluants

La pollution de l'eau est une altération de sa qualité et de sa nature qui rend son utilisation dangereuse et (ou) perturbe l'écosystème aquatique. Elle peut concerner les eaux superficielles (rivières, plans d'eau) et/ou les eaux souterraines. Elle a pour origines principales, l'activité humaine, les industries, l'agriculture et les décharges de déchets domestiques et industriels [3].

I.1 Pollution des eaux

Elle se manifeste principalement, dans les eaux de surface, par :

- Une diminution de la teneur en oxygène dissous: les matières organiques, essentielles à la vie aquatique en tant que nourriture, peuvent devenir un élément perturbateur quand leur quantité est trop importante. Parmi les substances qui entraînent une importante consommation d'oxygène, notons en particulier les sous-produits rejetés par l'industrie laitière, le sang rejeté par l'industrie de la viande, les déchets contenus dans les eaux usées domestiques, etc. Cette diminution de l'O₂ dissous peut provoquer dans certains cas des mortalités importantes de poissons.

- La présence de produits toxiques: rejetées sous différentes formes, ces substances provoquent des effets qui peuvent être de deux formes: effet immédiat ou à court terme conduisant à un effet toxique brutal et donc à la mort rapide de différents organismes et effet différé ou à long terme, par accumulation au cours du temps. La plupart des produits toxiques proviennent de l'industrie chimique, de l'industrie des métaux, de l'activité agricole et des décharges de déchets domestiques ou industriels [4].

I.2 Pollution naturelle

La teneur de l'eau en substances indésirables n'est pas toujours le fait de l'activité humaine. Certains phénomènes naturels peuvent également y contribuer. Par exemple, le contact de l'eau avec les gisements minéraux peut, par érosion ou dissolution, engendrer des concentrations inhabituelles en métaux lourds, en arsenic, etc. Des irrptions volcaniques, des épanchements sous-marins d'hydrocarbures... peuvent aussi être à l'origine de pollutions [5].

I.3 Pollution industrielle

Si la pollution domestique des ressources est relativement constante, les rejets industriels sont, au contraire, caractérisés par leur très grande diversité, suivant l'utilisation qui est faite de l'eau au cours du processus industriel [6].

Selon l'activité industrielle, on va donc retrouver des pollutions aussi diverses que :

- des matières organiques et des graisses (abattoirs, industries agro-alimentaires...)
- des hydrocarbures (industries pétrolières, transports)
- des métaux (traitements de surface, métallurgie)
- des acides, bases, produits chimiques divers (industries chimiques, tanneries...)
- des eaux chaudes (circuits de refroidissement des centrales thermiques)
- des matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs)

Parmi les industries considérées traditionnellement comme rejetant des matières particulièrement polluantes pour l'eau, on citera, notamment, les industries agro-alimentaires, papetière, la chimie, les traitements de surface, l'industrie du cuir, etc. [7].

I.4 Sources des eaux usées

Les eaux usées sont des eaux ayant été utilisées pour des usages domestiques, industriels ou même agricole, constituant donc un effluent pollué et qui sont rejetées dans un émissaire d'égout.

Les eaux usées regroupent les eaux usées domestiques (les eaux vannes et les eaux ménagères), les eaux de ruissellement et les effluents industriels (eaux usées des usines). [8].

I.4.1 Les eaux usées domestiques

Les eaux usées domestiques comprennent les eaux ménagères (eaux de toilette, de lessive, de cuisine) et les eaux vannes (urines et matières fécales), dans le système dit « tout-à-l'égout » [8]. Les eaux usées domestiques contiennent des matières minérales et des matières organiques.

I.4.2 Les eaux usées urbaines

Les eaux usées urbaines comprennent les eaux usées domestiques et les eaux de ruissellement (eaux pluviales, eaux d'arrosage des voies publiques, eaux de lavage des caniveaux, des marchés et des cours) les eaux qui ruissellent sur les toitures, les cours, les jardins, les espaces verts, les voies publiques et les marchés entraînent toutes sorte de déchets

minéraux et organiques: de la terre, des limons, des boues, des silts, des sables, des déchets végétaux (herbes, pailles, feuilles, graines, etc.) Et toutes sortes de micropolluants [9].

I.4.3 Les eaux usées industrielles

Tous les rejets résultant d'une utilisation de l'eau autre que domestique sont qualifiés de rejets industriels. Cette définition concerne les rejets des usines, mais aussi les rejets d'activités artisanales ou commerciales: blanchisserie, restaurant, laboratoire d'analyses médicales, etc.

La variété des eaux usées industrielles est très grande. Certains de ces eaux sont toxiques pour la flore et la faune aquatiques, ou pour l'homme. Il faut bien distinguer les eaux résiduaires et les liquides résiduaires de certaines industries.

I.4 Composition des eaux usées

La composition des eaux usées, est extrêmement variable en fonction de leur origine (industrielle, domestique, etc.), le Tableau I.1 regroupe les concentrations de certains polluant dans une eau domestique.

Tableau I. 1 Composants majeurs typique d'eau usée domestique

Constituants	Concentration (mg/L)		
	Fort	Moyen	Faible
Solides totaux	1200	700	350
Solides dissous (TDS) ¹	850	500	250
Solides suspendus	350	200	100
Azote (en N)	85	40	20
Phosphore (en P)	20	10	6
Chlore ¹	100	50	30
Alcalinité (en CaCO ₃)	200	100	50
Graisses	150	100	50
DBO ₅ ²	300	200	100

I.5 Situation de Tlemcen vis-à-vis de la pollution des eaux par des métaux lourds

Des études récentes sur la contamination de la faune marine ont montré que le niveau de la contamination dans l'ouest algérien atteint un niveau inquiétant dans des échantillons d'échinodermes (oursins) et de mollusques (moules). Les teneurs en cadmium, cuivre, mercure et plomb n'ont pas dépassé les doses maximales admissibles (DMA), il n'en est pas de même pour les échantillons de poissons analysés ou les teneurs en Cd, Cu et Hg sont sensiblement égales voire dépassant les DMA [10].

D'après l'inspection de l'environnement de la wilaya de Tlemcen [11], les unités qui sont responsables de rejet des métaux lourds sont celles de production de bentonite et de terre décolorante (ENOF) de Maghnia. Les rejets sont concentrés en métaux et métaux lourds (Al:252mg/L, Mg: 275mg/L, Zn: 9 mg/L, Fe: 87mg/L).

L'usine d'électrolyse du zinc de Ghazaouet ou les déchets de lixiviation sont constitués des métaux lourds toxiques et évalués actuellement près de 30000 tonnes sont stockés à proximité de l'usine près du port. Même les analyses qui sont faites au niveau de la région de Ghazaouet par l'organisation Greenpeace le 09/09/1991, ont montré que le cadmium, le plomb, le mercure, le zinc et le cuivre se trouvent à des concentrations plus ou moins élevées et ont conclu que cette usine connaissait les problèmes de pollution marine et terrestre importante [12]. L'unité textile Sonitex de la ville de Sebdou dont le rejet de tanneries contamine notamment le barrage de Beni-Bahdel qui alimente les wilayas de Tlemcen, Ain T'émouchent et Oran, en eau potable [10].

I.6 Normes en vigueur

L'industrialisation des pays développés et en voie de développement a multiplié les unités de production, qui rejettent des déchets sous forme solides, liquides ou gazeux souvent nocifs à l'environnement. L'apparition de mouvements écologiques dans tous les pays industrialisés, a montré une influence grandissante de ces mouvements à forcer les gouvernements à se préoccuper de l'environnement. Des lois et des décrets ont été votés concernant la protection de l'environnement, ainsi que l'établissement de normes concernant en particulier les concentrations en métaux lourds dans les effluents industriels.

Pour l'Algérie, le décret du 10 juillet 1993 [13] a fixé les valeurs limites maximales des paramètres de rejets des installations de déversement industrielles chargés en métaux comme le résume le tableau I.2.

Tableau I. 2 Normes de certains métaux en Algérie [13]

Métal	Al	Cd	Cr(III)	Cr(IV)	Fe	Mg	Hg	Ni	Pb	Cu	Zn
[] (mg/L)	5	0,2	0,3	0,1	5	1	0,01	5	1	3	5

I.7 Principaux types de polluants

Les métaux lourds (plomb, cuivre, fer, etc.) constituent un problème préoccupant lorsqu'ils sont impliqués dans la pollution des ressources en eau [14]. Non seulement leur

toxicité peut être fort dommageable pour le milieu aquatique, mais leur accumulation au fil de la chaîne alimentaire pourrait avoir des effets plus ou moins graves sur la santé humaine [15].

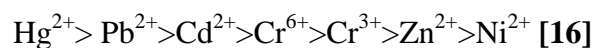
I.7.1 Généralités Les métaux lourds

Les métaux lourds sont naturellement présents dans les roches et les sols. La présence des gisements métallifères contribue à la contamination métallique des eaux.

Tout métal ayant une densité supérieure à 5, un numéro atomique élevé, en général supérieur à celui du sodium ($Z = 11$), et pouvant être toxique pour les systèmes biologiques, est considéré comme métal lourd.

Certains chercheurs utilisent des définitions plus spécifiques. Le géologue, par exemple, considérera comme métal lourd tout métal réagissant avec la pyrimidine (C_6H_5N).

Dans les sciences environnementales, les métaux lourds associés aux notions de pollution et de toxicité, sont généralement: l'arsenic (As), le cadmium (Cd), le chrome (Cr), le cuivre (Cu), le mercure (Hg), le manganèse (Mn), le nickel (Ni), le plomb (Pb), l'étain (Sn), le zinc (Zn). Enfin, dans l'industrie en général, Le classement des métaux lourds par ordre de toxicité est le suivant :



I.7.1.1 Effet des métaux lourds sur la santé et l'environnement

A) Effet sur la santé

Les métaux lourds s'accumulent dans l'organisme et provoquent des effets toxiques à court et/ou à long terme. Ils peuvent affecter le système nerveux, les fonctions rénales, hépatiques, respiratoires [17-18].

- Les effets des métaux lourds sur le système nerveux central et leurs symptômes
 - Peur, nervosité, et inquiétude
 - Instabilité émotionnelle, Perte de confiance
 - Timidité (symptôme principal chez les adolescents)
 - Indécision, perte de la mémoire immédiate.

- Symptômes neurologiques
 - Fourmillement des mains
 - Sentiment de brûlure constante avec endormissement des membres inférieurs
- Symptômes de la tête
 - Saignement des gencives, mauvaise haleine
 - Sentiment de brûlure sur les lèvres, la langue et le visage
 - Abscès buccaux
 - Vertiges, Sifflement dans les oreilles
 - Troubles de l'audition
 - Difficultés oculaires (baisse de la vision des contrastes et des couleurs dues à des dépôts de métaux lourds dans le cervelet).
- Symptômes digestifs
 - Allergies alimentaires, particulièrement aux œufs et au lait
 - Coliques.

B) Effet sur l'environnement

Les métaux ont surtout un impact sur l'environnement. La contamination de la faune entraîne des problèmes de santé et conduit à un risque de bioaccumulation de métaux toxiques dans de nombreuses espèces aquatiques, y compris le poisson.

Dans les sols, les concentrations élevées en métaux sont généralement associées à la présence d'eau souterraine contenant des métaux ainsi qu'à l'utilisation de certains engrais et produits chimiques agricoles. **[17-18]**

↳ Les rejets des métaux lourds dans l'eau.

Pendant de nombreuses années, les industries situées à proximité de cours d'eau, ont rejeté leurs effluents dans ceux-ci.

A ce phénomène qui est de plus en plus limité par l'installation de station d'épuration au sein même des sites industriels, il faut ajouter l'érosion et le ruissellement de l'eau sur les sols et chaussées. L'eau constitue un élément fondamental en matière de pollution, puisque dans le cas des métaux, comme pour d'autres composées, celle-ci va favoriser de nombreuses réactions chimiques. L'eau transporte les métaux lourds, et les inserts dans les chaînes alimentaires (algues, poisson, etc.). Même si les métaux lourds sont le plus souvent présents à

l'état de traces, ils en restent très dangereux, puisque leur toxicité se développe par bioaccumulation dans l'organisme [19].

Le tableau I.3 présente les normes de rejets d'effluents, à titre indicatif, par rapport aux métaux lourds en Algérie.

Tableau I. 3 Normes de rejet d'effluent en Algérie [19].

Métal	Concentration (mg/L)
Al	3
Cd	0,2
Cr (total)	0,5
Fe	3
Mg	1
Hg	0,01
Ni	0,5
Pb	0,5
Cu	0,5
Zn	3

1.7.1.2 Principaux métaux lourds

- Zinc

Un élément chimique, de symbole Zn et de numéro atomique 30, est un métal, moyennement réactif [20], les sources naturelles de zinc dans l'environnement sont l'altération de roches (56 %), le volcanisme (22 %) et la végétation [21]. La principale utilisation du zinc est la galvanisation des aciers. L'acier galvanisé est utilisé dans l'automobile, la construction, l'électroménager, les équipements industriels, Il est aussi utilisé en agriculture [22].

Cependant, comme tout oligo-élément, l'incorporation du Zn en quantité trop importante peut entraîner un phénomène de toxicité. Le zinc possède également un effet toxique chez les animaux et chez l'homme.

Le zinc est un élément qui est essentiel pour la santé de l'homme. Lorsqu'on absorbe trop peu de zinc on peut alors avoir une perte de l'appétit, une diminution des sensations de goût et d'odeur, les blessures cicatrisent lentement et on peut avoir des plaies. Les carences en zinc peuvent aussi provoquer des problèmes lors des naissances. Trop de zinc peut tout de même provoquer des problèmes de santé importants, tels que des troubles du système gastro-intestinal, irritations de la peau, vomissements, des nausées, de l'anémie, de très hauts niveaux de zinc peuvent endommager le pancréas et perturber le métabolisme des protéines et provoquer de l'artérioclose. Le zinc peut être un danger pour les enfants à naître et les nouveau-nés. Quand la mère a absorbé des concentrations importantes de zinc, les enfants peuvent y être exposés par le sang ou la consommation de lait. Enfin, Zn est soupçonné être cancérogène pour l'homme

- Cadmium

Un élément chimique de symbole Cd et de numéro atomique 48 [20].

(Cd) fut découvert en 1808 par Magnus Martin af Pontin, Un métal blanc, mou et malléable, il ternit au contact, de l'air [23].

Présent dans presque tous les minerais de zinc (la teneur en cadmium varie de 0,01 à 0,05%. Il est également présent dans des minerais de plomb et de cuivre, ainsi que dans des phosphates naturels [24], aussi dans les eaux naturelles.

Parmi les multiples utilisations du cadmium : écrans de télévision, les barres de contrôle des réacteurs nucléaires, les revêtements anticorrosion.

Sa toxicité est connue depuis les années 50. Très toxique sous toutes ses formes (métal, vapeur, sels, composés organiques), le cadmium est l'un des rares éléments n'ayant aucune fonction connue dans le corps humain ou chez l'animal. Il faut éviter son contact avec des aliments. Chez l'homme, il provoque notamment des problèmes rénaux et l'augmentation de la tension [25]. Les effets toxiques du Cd ne le sont pas seulement pour l'homme, mais aussi pour les végétaux et les animaux.

- Cuivre

Un élément chimique de symbole Cu et de numéro atomique 29, métal de couleur rougeâtre. Il possède une haute conductivité thermique et électrique à température ambiante, le cuivre est un des rares métaux qui existe à l'état natif. L'occurrence du cuivre natif est cependant assez faible [24]. Il est utilisé dans les canalisations d'eau et dans certains pays pour les toitures et gouttières. Le cuivre est aussi, à dose plus élevée et sous ses formes oxydées, un puissant poison pour l'Homme, causant la maladie de Wilson [25]. Le cuivre contamine les eaux environnantes [26] à des doses et concentrations infimes pour de nombreux organismes: algues, mousses, microorganismes marins, champignons microscopiques. Une exposition au cuivre à long terme peut provoquer une irritation au nez, à la bouche et aux yeux et, peut provoquer des maux de tête, des maux d'estomac, des vertiges, des vomissements et des diarrhées. Les prises intentionnelles de fortes doses de cuivre peuvent provoquer des dommages aux reins et au foie et même la mort.

- Plomb

Un élément chimique de la famille des cristallogènes, de symbole Pb et de numéro atomique 82. Le plomb est un produit naturel de la désintégration de l'uranium [20]. Il possède deux états d'oxydation 2+ et 4+. L'état tétravalent est un très fort oxydant, mais il n'est pas fréquent dans l'environnement, en revanche l'état divalent est le plus stable dans l'environnement [23]. Pb^{2+} en solution dans les eaux naturelles se complexe par les carbonates [27]. Il est utilisé pour la plomberie et les batteries. La toxicité chez l'homme s'effectue par la chaîne alimentaire [28].

L'Organisation Mondiale de la Santé signale aussi le risque grave produit par la forme de Pb inorganique introduite dans l'homme par la voie de la consommation de l'eau [29].

Les effets pathologiques d'une intoxication au Pb: effets physiologiques et neurologiques

- Fer

Le fer est un élément chimique, de symbole Fe et de numéro atomique 26.

Le noyau de l'atome de fer 56 est l'isotope le plus stable de tous les éléments chimiques, car il possède l'énergie de liaison par nucléon la plus élevée.

Le fer est ferromagnétique: les moments magnétiques des atomes s'alignent sous l'influence d'un champ magnétique extérieur et conservent leur nouvelle orientation après la

disparition de ce champ [20]. Le fer est un des nutriments qu'on retrouve dans les aliments, parce que cet élément est essentiel pour l'homme (et les autres organismes) notamment dans la composition de l'hémoglobine du sang qui permet aux globules rouges la fixation et le transport de l'oxygène dans le corps humain [22]. Toutefois, l'organisation Mondiale de la Santé recommande de ne pas dépasser 0,3 g/L, parce qu'elle attaque le système digestif [29].

I.8 Procèdes de dépollution des eaux métallifères

Parmi les procédés de dépollution: les procédés de transfert liquide-solide, les procédés de transfert membranaire et les procédés biologiques [30].

I.8.1 Procédés de transfert liquide-solide

Ils consistent à transformer les espèces métalliques solubles en espèces insolubles par précipitation ou électrolyse ou à les retenir sur une matrice solide par échange d'ion ou adsorption [30].

- *La précipitation*

C'est l'une des techniques d'épuration la plus couramment utilisée. Elle représente, en effet, 90 % des procédés de traitement des eaux chargées en métaux lourds dissous [31]. Le procédé le plus fréquent consiste à précipiter ces métaux sous forme d'hydroxydes à un pH de précipitation maximale par ajout de NaOH, CaCO₃, Ca(OH)₂ et NaHCO₃. Cette technique est limitée par la présence de complexant (cyanures, phosphates, ammoniacs, EDTA, ...) qui inhibent la précipitation et en plus elle devient inefficace quand la concentration en métal est comprise entre 1 et 100 mg/L [32].

- *Echange d'ions*

Les systèmes échangeurs d'ions sont constitués de résine capable d'échanger des ions mobiles avec d'autres ions de même signe. L'échange ionique est un procédé dans lequel les ions d'une certaine charge continuent dans une solution, exemple un métal (cation), sont éliminés par adsorption sur un matériau solide (l'échangeur d'ion) pour être remplacés par une quantité équivalente d'autres ions de même charge émis par le solide. Cependant, ce traitement est limité par la présence d'impuretés dissoutes et de matière organique ainsi que par les alcalino-terreux qui entrent en compétition avec les métaux lourds [30-31].

- *Electrolyse*

C'est un procédé électrochimique qui permet de déposer le métal sur une cathode par réduction. Elle est appliquée à des effluents à fortes teneurs en métaux (gramme/litre).

L'inconvénient de ce procédé est la présence des réactions parasites d'oxydo-réduction qui peuvent se produire et créer des surtensions au niveau des électrodes [30].

- *Adsorption*

Celle-ci est réalisée sur des matériaux naturels aussi bien synthétiques, dont les plus souvent utilisés sont les charbons actifs, les zéolithes et les argiles. [30].

Généralités sur
l'adsorption et les
argiles

II.1 Généralités sur l'adsorption

Le procédé de séparation par adsorption est largement utilisé pour la dépollution et la purification dans des domaines très variés, par exemple les industries pétrolières, pétrochimiques et chimiques, aux applications environnementales et pharmaceutiques.

L'adsorption est un phénomène d'interface pouvant se manifester entre un solide et un gaz, ou entre un solide et un liquide. Le phénomène est général pour toutes les surfaces.

Aux interfaces, les attractions intermoléculaires ne sont pas compensées dans toutes les directions, et il subsiste par des forces résiduelles dirigées vers l'extérieur. Ces forces représentent une énergie superficielle par unité de surface, comparable à la tension superficielle des liquides. Ces forces sont neutralisées lorsque des particules mobiles se fixent en surface, on dit qu'elles s'adsorbent [33]. Cette adsorption se produit spontanément et s'accompagne d'une diminution de l'énergie libre du système, c'est un phénomène toujours exothermique.

II.2 Paramètres influant sur l'adsorption

Plusieurs paramètres sont à prendre en compte pour favoriser le processus d'adsorption. La capacité d'adsorption d'une molécule à éliminer est proportionnelle à la surface spécifique de l'adsorbant. De plus, il faut que le diamètre des pores soit supérieur à la taille de la molécule pour que celle-ci puisse diffuser rapidement et atteindre le site d'adsorption.

L'adsorption est fortement influencée par la structure du composé à piéger: surface, volume, groupements fonctionnels induisant des effets de polarisabilité, solubilité...

Un mélange de composés à traiter va impliquer une compétition d'adsorption (Sélectivité) entre les différents constituants et réduire les capacités unitaires d'adsorption (Adsorption d'un composé pur).

II.3 Type d'adsorption

Selon les types et la nature des interactions adsorbat-adsorbant ou les forces qui maintiennent les adsorbats sur la surface solide, on distingue deux types d'adsorption: la physisorption et la chimisorption.

II.3.1 Physisorption

C'est une adsorption de type physique, qui se produit lorsque les forces qui fixent l'adsorbat dans une couche à la surface de l'adsorbant sont du même ordre que les forces de Van der Waals. Ce type d'adsorption se caractérise par la rapidité dans l'établissement de l'équilibre entre la phase adsorbée et la phase fluide. Une chaleur d'adsorption sensiblement du même ordre que la chaleur de liquéfaction du gaz adsorbé. Une réversibilité relativement facile et une absence de spécificité [34-35].

II.3.2 Chimisorption

C'est une adsorption de type chimique, qui résulte des forces de liaison de nature chimique nettement supérieures aux forces de Van der Waals avec mise en commun ou transfert d'électrons; il y a donc des ruptures et des créations de liaisons chimiques en surface entre le réactif et les sites actifs de l'adsorbant. La Chimisorption se caractérise par:

- Un équilibre long à atteindre entre la phase adsorbée et le milieu fluide.
- Une augmentation de la quantité de matière adsorbée avec la température.
- Une chaleur dégagée durant l'adsorption comparable aux chaleurs de réaction (de 40 à 100 kJ/mol), environ 10 fois supérieure à l'adsorption physique.
- La non-réversibilité.
- Une spécificité marquée, dans le sens que sur un adsorbant déterminé se fixent certains adsorbats.

II.4 Facteurs influençant le phénomène d'adsorption

Plusieurs paramètres influent sur l'adsorption les plus importants; la température, la nature de l'adsorbat et de l'adsorbant.

II.4.1 Température

La quantité adsorbée à l'équilibre augmente quand la température diminue, de plus, l'adsorption libère une chaleur d'adsorption comme toute réaction exothermique, elle est donc favorisée par les basses températures.

II.4.2 Facteurs caractérisant l'adsorbat

Toutes les substances ne sont pas adsorbables au même titre. La capacité de rétention d'un polluant est fonction :

- De l'énergie de liaison de la substance à adsorber.

Chapitre II : Généralités sur l'adsorption et les argiles

- De la structure et la taille des molécules : un haut poids moléculaire réduit la diffusion et par conséquent la fixation de l'adsorbat.
- De sa solubilité: moins une substance est soluble, mieux elle est adsorbée.
- De sa concentration.

II.4.3 Facteurs caractérisant l'adsorbant

Un solide adsorbant est caractérisé par des propriétés physicochimiques, mécaniques et géométriques, les plus importantes sont les propriétés géométriques.

- *La surface spécifique*

La surface spécifique est une mesure essentielle de la capacité de sorption de l'adsorbant. Elle désigne la surface accessible rapportée à l'unité de poids d'adsorbant. Une surface spécifique est d'autant plus grande, si l'adsorbant est plus divis.

- *La structure de l'adsorbant*

L'adsorption d'une substance croît avec la diminution de la taille des particules et les dimensions des pores de l'adsorbant. Mais si le diamètre des pores est inférieur aux diamètres des molécules, l'adsorption de ce composé sera négative, même si la surface de l'adsorbant a une grande affinité pour le composé.

La distribution des tailles des pores joue un rôle important dans la cinétique globale du processus d'adsorption.

- *La polarité*

Les solides polaires adsorbent préférentiellement les corps polaires, et les solides apolaires adsorbent les corps apolaires. L'affinité pour les substrats croît avec la masse moléculaire de l'adsorbat. L'adsorption est plus intense pour les corps qui ont relativement plus d'affinité pour le soluté que pour le solvant [37-38].

II.6 Types d'adsorbants

L'adsorption est un phénomène de surface d'où l'intérêt de connaissance des propriétés physiques des matériaux adsorbants tel que, la porosité, la surface spécifique, la densité apparente et réelle.

Chapitre II : Généralités sur l'adsorption et les argiles

II.6.1 Charbons actifs

Ce sont des adsorbants hydrophobes dont la surface spécifique se situe entre 500 et 1500m²/g .Leur porosité, leur vaste domaine d'application et leur coût font des charbons actifs les adsorbants les plus répandus. [36]

II.6.2 Zéolithe

Les zéolithes sont des adsorbants de squelette cristallin aluminosilicate tridimensionnel constitué de tétraèdres SiO₄ et AlO₄, de formule globale (AlO₂M, nSiO₂) où représente le plus souvent un métal alcalin ou alcalino-terreux. [39].

II.6.3 Argile

Les argiles sont des aluminosilicates. Ce sont des produits naturels, qui sont activées pour avoir de meilleures propriétés adsorbants.

L'utilisation des argiles comme adsorbants, présente un intérêt dans le traitement des eaux de rejets industriels. Ceci est justifié par l'importance de la surface développée par ce matériau, par la présence de charges négatives sur la surface, par la possibilité d'échange des cations et par une large disponibilité dans la nature.

Une argile purifiée, est utilisée pour le traitement de purification des eaux souterraines susceptibles d'être polluées par des métaux lourds (Zinc, Plomb, Nickel). L'argile est caractérisée par plusieurs méthodes physico-chimiques, telles que la diffraction des rayons X, la spectroscopie infrarouge, l'analyse thermique et l'analyse chimique.

II.7 Généralités sur les argiles

L'argile est une matière première utilisée depuis la plus haute antiquité. Le mot argile vient du grec "argilos" dérivé de "Argos" qui veut dire blanc, ou du latin "argila"; c'est la couleur du matériau utilisé en céramique qui a conduit les anciens à lui donner ce nom [40]. Le mot argile peut être défini par les géologues comme étant une particule dont la dimension est inférieure à 4 micromètres quel que soit sa nature minéralogique, ou comme étant un minéral de la famille des phyllo silicates (silicates en feuillets). Ils sont à l'origine de l'altération par l'eau des autres silicates, mis à part le quartz. Les minéraux argileux sont alors des phyllo silicates hydratés de petite taille [41].

Tous les minéraux argileux ne sont pas des phyllosilicates (quartz, feldspath), ni même des silicates (oxydes). Les argiles, ou roches argileuses sont un mélange de minéraux et d'impuretés cristallines. Le terme "ARGILE" désigne non seulement une formation rocheuse, mais définit aussi un

Chapitre II : Généralités sur l'adsorption et les argiles

domaine granulométrique comprenant des particules minérales dont le diamètre des grains est inférieur à deux micromètres ($< 2 \mu\text{m}$) [42].

L'intérêt d'argile se justifie par :

- Leur abondance dans la nature.
- L'importance des surfaces qu'elles développent.
- La présence de charges électriques sur ces surfaces.
- L'échangeabilité des cations inter foliaires responsables de l'hydratation et du gonflement, ce qui confèrent à ces argiles des propriétés hydrophiles.

L'argile brute est constituée généralement d'un composant minéral de base (kaolinite, montmorillonite, etc...) et de certaines impuretés comme les Oxydes et hydroxydes de silicium (le quartz et la cristobalite), les minéraux ferrifères: l'hématite Fe_2O_3 , la magnétite Fe_3O_4 , les Carbonates: la calcite CaCO_3 , la dolomite $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, les Oxydes et hydroxydes d'aluminium: La gibbsite $\text{Al}(\text{OH})_3$ et les matières organiques [43].

II.7.1 Structure des argiles

Les argiles sont des phyllosilicates d'aluminium hydratés [44]. Les argiles ont une organisation complexe, la description suivante concerne les couches, les feuilletts, les particules élémentaires et les cristallites

a. Les couches d'éléments

Les couches d'éléments sont composées de tétraèdres (Fig. II.1) ou d'octaèdres (Fig. II.2).

La couche tétraédrique est composée de tétraèdres Si^{4+} entourés de quatre anions O^{2-} aux Sommet.

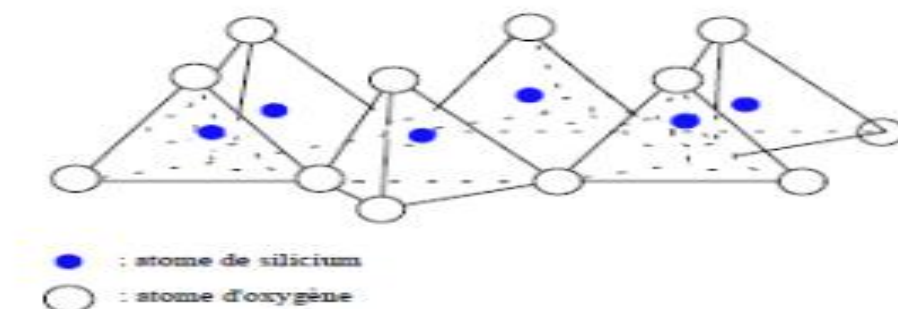


Figure II. 1les couches tétraédriques

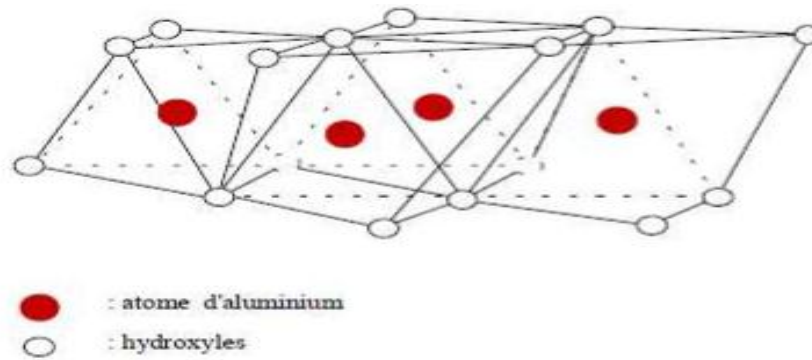


Figure II. 2 les couches octaédriques

b. Les feuillets élémentaires

On distingue deux types de feuillets élémentaires [44] :

- Les feuillets 1/1

Ils sont formés d'une couche tétraédrique et d'une couche octaédrique (A). Les liaisons entre les couches composant les feuillets sont très rigides.

- Les feuillets 2/1

Ils sont formés d'une couche octaédrique entourée de deux couches tétraédriques (B).



A : Les feuillets 1/1

B : Les feuillets 2/1

Figure II. 3 : A : Les feuillets 1/1, B : Les feuillets 2/1

c. Les Particules élémentaires

Les particules élémentaires ou les cristallites sont constituées par un empilement de feuillets élémentaires. Les cristallites s'organisent en unités morphologiques. On peut distinguer par exemple des structures floculées, bord-face et des structures dispersées face-face.

II.7.2 Classification des argiles

Il existe différentes classifications des argiles. La plus classique est basée sur l'épaisseur et la structure du feuillet. On distingue ainsi quatre groupes [45]:

•Minéraux à 7 Å

Le feuillet est constitué d'une couche tétraédrique et d'une couche octaédrique. Il est qualifié de T:O ou de type 1:1, son épaisseur est d'environ 7 Å.

•Minéraux à 10 Å

Le feuillet est constitué de deux couches tétraédriques et d'une couche octaédrique. Il est qualifié de T:O:T ou de type 2:1, son épaisseur est d'environ 10 Å.

•Minéraux à 14 Å

Le feuillet est constitué par l'alternance de feuillets T:O:T et de couches octaédriques interfoliaires. Son épaisseur est d'environ 14 Å.

•Minéraux Inter stratifiés

L'épaisseur du feuillet est variable. Ces minéraux résultent du mélange régulier ou irrégulier d'argiles appartenant aux groupes décrits ci-dessus.

II.8 Principaux types d'argile

Parmi les deux cents types d'argiles, on rencontrera dans les travaux liés à la géotechnique [45], Essentially les argiles monominérales suivantes: la kaolinite, l'illite et la montmorillonite.

a. Kaolinite

La kaolinite ne présente aucune substitution iso morphique, les charges disponibles pour la fixation des cations hydratables ne se trouvent qu'en bordure des feuillets élémentaires.

Le Diamètre de la particule est de l'ordre de 1µm. Le feuillet élémentaire est 1/1 et comporte quelques dizaines de Feuillets.

b. Illite

Le feuillet élémentaire est 2/1. Dans les couches tétraédriques un cation Si^{4+} sur quatre est remplacé par un cation Al^{3+} . Le déficit de charge qui en résulte est compensé par des ions potassiums K^+ anhydres situés entre les feuillets. Le potassium situé entre les feuillets

Chapitre II : Généralités sur l'adsorption et les argiles

compense les charges internes et bloque toute hydratation et expansion foliaire. La particule primaire d'illite comporte une dizaine de feuillets qui lui donne une largeur de 0,3 μm et une épaisseur de 10 nm.

c. Montmorillonite

Le feuillet élémentaire est 2/1, le déficit de charge interne aux feuillets est provoqué par des substitutions de cations Al^{3+} en couche octaédrique par des cations Mg^{2+} . Ce déficit de charge qui en résulte est compensé par des cations hydratés échangeables localisés entre les feuillets.

Le nombre de feuillets dépend des paramètres minéralogiques, la nature des cations échangeables et la concentration en sels de la solution. L'unité morphologique est un assemblage bord à bord de particules primaires.

PARTIE
EXPERIMENTALE

III.1 Préparation du matériel

Le matériel utilisé est nettoyé séparément, avant usage de la manière suivante :

- Lavage de la verrerie ainsi que les flacons d'échantillonnage à l'aide d'un détergent.
- Rinçage à l'eau de robinet puis à l'eau distillé.
- Trempage de la verrerie et les flacons dans l'acide nitrique 10 % pour une période d'au moins 24 heures. L'acide nitrique est utilisé pour décontaminer la verrerie,
- Rinçage à l'eau distillée puis séchage.

III.2 Zone d'étude

Une station a été retenue sur le littoral de Ghazaouet pour effectuer notre suivi. Le 09/04/2017 nous avons fait un prélèvement de trois points différents, et autre prélèvement dans la région de Sekak, Remchi et R'hiba .Les échantillons d'eau ont été mis dans les flacons étiquetés et transportés au laboratoire.

Le port de Ghazaouet Nord-Ouest Algérie est situé à 75 km au nord-Est de la ville de Tlemcen, 3 points de prélèvement ont été réalisés au port de Ghazaouet et un point à barrage Sekak;

- **Port Point1:** Le premier emplacement est situé près de l'usine de zinc où l'eau est mobile (Figure III. 1).
- **Port Point 2:** il se trouve à environ 15 mètres du premier point c'est le point de contact entre la mer et le rejet d'usine d'Alzinc (Figure III. 1).
- **Port Point 3:** il est à environ 400 à 550 mètres du premier point (Figure III. 1)
- **Barrage de Sekak:** située à 32 km au nord-Est de Tlemcen et à 7 km de la municipalité d'Ain Youcef.

L'eau potable de différentes régions de l'état de Tlemcen constituée dans l'eau de robinet a été étudiée :

- Remchi est situé à environ 30 km de Tlemcen.
- Ain Youcef : commune située à 25 km au nord-est de Tlemcen à une altitude de 277 m du niveau de la mer.
- R'hiba : un quartier du centre-ville du vieux Tlemcen à l'ouest de Mashwar.



Figure III. 1 les points 1,2 et 3 ciblés pour l'échantillonnage

III.3 Echantillonnage

Les eaux prélevées sont mises dans les flacons préalablement nettoyés et rincés à l'acide nitrique. Les récipients sont rincés trois fois avant l'échantillonnage, Puis remplis et clairement étiqueté. Sur le terrain quelques paramètres ont été mesurés ; la température, le pH et la conductivité avant d'ajouter 5 gouttes d'acide nitrique à 69 % pour ramener le pH à 2 afin puis mis au réfrigérateur pour une bonne conservation.

III.4 Les paramètres mesurés

IV.1 Température

La température de l'eau est mesurée sur le site à l'aide d'un thermomètre.

IV.2 Potentiel Hydrogène (pH)

PH mesure la concentration en ions H^+ dans l'eau. Il reflète ainsi l'équilibre entre les acides et la construction sur une échelle de 0 à 14. La valeur de 7 est neutre. La zone située entre 0 et 7 est un moyen acide, et entre 7 et 14 mélange de base. Par exemple, l'eau de surface a un pH compris entre 7 et 8. Les Eaux souterraines d'eau ont un pH compris entre 5,5 et 8.

Tableau III. 1 Caractéristiques des échantillons

	Température C°	PH	Conductivité ms/cm	Apparence
Port point 1	21	7,96	32,3	Trouble
Port point 2	19	8,08	-	clair
Port point 3	22	8,13	-	clair
Eau de Sekak	20	8,39	11,23	Trouble
Eau de Remchi	18	7,54	0,50	clair
Eau d'Ain youcef	19	7.80	-	clair
Eau de R'hiba	20	7,9	7,68	clair

III.5. Matériels

- Eau distillée
- Fioles jaugées
- Micropipettes réglable, de capacité 1 ml
- Béchers
- Barreaux aimantés
- Argile (BB, BS, TD)
- Spectromètre d'absorption atomique
- Centrifugeuse
- Agitateur magnétique
- Balance analytique

III.6 Dosage des métaux : Spectrométrie d'absorption atomique

III.6.1 Introduction

Parmi les métaux recherchés il y a le plomb, le cuivre et le fer. Ces métaux sont détectés grâce à la technique d'absorption atomique mode flamme (SAA).

La spectrométrie d'absorption atomique (SAA) est une technique décrite pour la 1ère fois par Walsh (1955). SAA étudie les absorptions de lumière par l'atome libre. C'est une des principales techniques mettant en jeu la spectroscopie atomique dans le domaine UV-visible utilisée en analyse chimique. Elle permet de doser une soixantaine d'éléments chimiques (métaux et non-métaux). Les applications sont nombreuses étant donné qu'on atteint couramment des concentrations inférieures au mg/L (ppm).



Figure III. 2 La spectrophotométrie d'absorption atomique

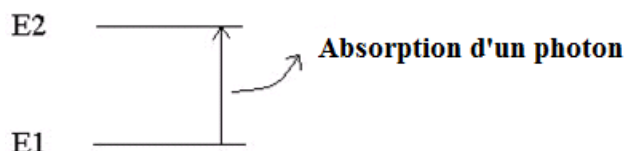
III.6.2 PRINCIPE

L'absorption atomique de flamme est une méthode qui permet de doser essentiellement les métaux en solution. Cette méthode d'analyse élémentaire impose que la mesure soit faite à partir d'une analyse (élément à doser) transformé à l'état d'atomes libres. L'échantillon est porté à une température de 2000 à 3000 degrés pour que les combinaisons chimiques dans lesquelles les éléments sont engagés soient détruites. La spectrométrie d'absorption atomique est basée sur la théorie de la quantification de l'énergie de l'atome. Celui-ci voit son énergie varier au cours d'un passage d'un de ses électrons d'une orbite électronique à une autre :

$$\square E = h\nu$$

où h est la constante de Planck et ν est la fréquence du photon absorbé.

Généralement seuls les électrons externes de l'atome sont concernés.



Les photons absorbés étant caractéristiques des éléments absorbants, et leur quantité étant proportionnelle au nombre d'atomes d'élément absorbant selon la loi de distribution de Boltzmann, l'absorption permet de mesurer les concentrations des éléments à doser. L'analyse par absorption atomique utilise la loi de Beer- Lambert. S'il y a plusieurs éléments à doser, on réalise cette manipulation pour chaque élément de l'échantillon en se plaçant à une longueur d'onde fixée. Il faut donc à chaque manipulation choisir une source adaptée pour éclairer l'élément que l'on cherche à exciter.

III.6.3 INSTRUMENTATION DE BASE

Le dispositif expérimental utilisé en absorption atomique se compose d'une source, la lampe à cathode creuse, d'un brûleur et un nébuliseur, d'un monochromateur et d'un détecteur relié à un amplificateur et un dispositif d'acquisition.

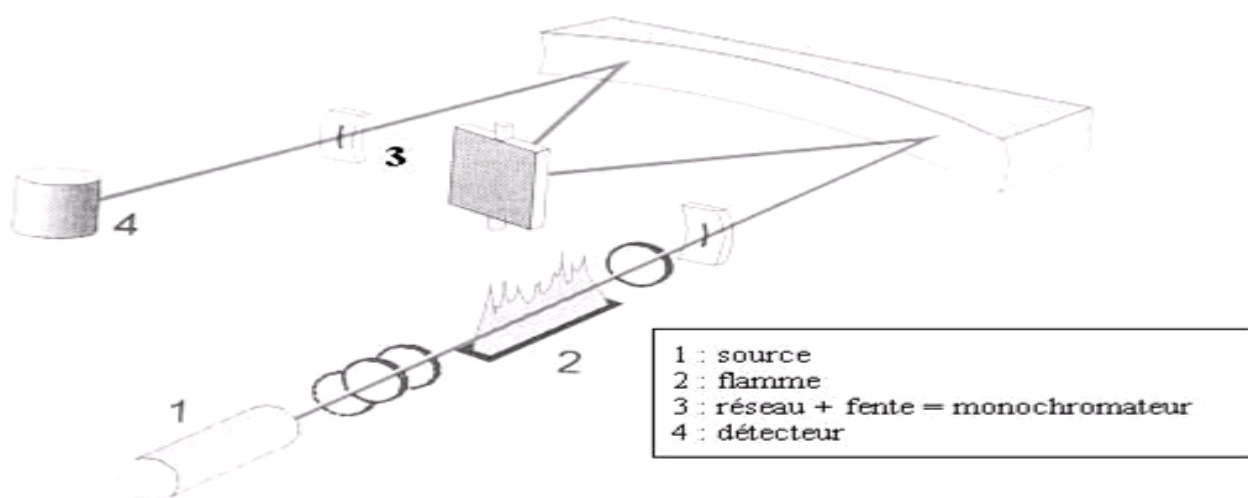


Figure III. 3 Principaux éléments de la SAA



Figure III. 4Atomiseur Flamme

L'aérosol pénètre dans le brûleur puis dans la flamme. Au bout d'un certain parcours au seuil de la 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.

- **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.

- **Perturbations physiques et chimiques**

Un élément est dosé par absorption de sa raie la plus intense. Cependant, plusieurs facteurs peuvent affecter la position des raies donc conduire à des dosages inexacts.

Les interférences perturbant l'analyse sont de quatre types :

- chimique,
- d'ionisation,
- physique,

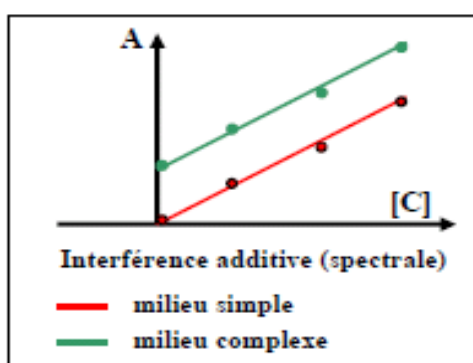
- spectrale.

- **Interférences spectrales**

Ces phénomènes ont leur siège dans la source d'atomisation et affectent la mesure spectrale d'absorbance de l'analyse :

- par superposition de raies : raie de l'élément à doser et raie appartenant à un autre élément
- par superposition d'absorbances provenant de molécules
- par la diffusion de la lumière incidente sur des particules solides ou liquides présentes dans l'atomiseur.

Elles se traduisent souvent par une translation de la droite d'étalonnage établie en milieu complexe, par rapport à celle obtenue en milieu simple (interférences additives).



Correction des interférences spectrales

Le rôle des correcteurs est de mesurer automatiquement les absorbances non spécifiques dues aux interférents en tout genre afin de les soustraire de l'absorbance. Lors des réglages préliminaires de l'appareil (c.à.d. en l'absence d'échantillon), il faut ajuster $\log I_0/I = 0$ si on veut obtenir une mesure correcte.

- **Interférences chimiques**

Elles sont dues au fait que certains sels métalliques sont difficiles à atomiser, ou qu'ils forment des oxydes réfractaires dans la flamme. L'anion qui accompagne le cation que l'on dose joue un rôle important dans ce cadre : Exemple : Le CaCl_2 est plus facile à atomiser, donc plus facile à doser que du Ca sous forme de $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$: phosphate tricalcique. Donc, on n'utilise jamais l'acide phosphorique comme acide redissoudre les échantillons après minéralisation, car il forme des phosphates difficiles à atomiser.

- **Interférences physiques**

Elles sont généralement liées aux propriétés physiques des solutions étudiées (changement de viscosité entre les étalons et les échantillons).

Si la solution dans laquelle on veut doser un métal donné renferme un ou plusieurs autres ions en concentration importante, quand on va provoquer la nébulisation de la solution dans une flamme, ces autres sels métalliques s'insolubilisent. Il y a formation de petites particules qui vont physiquement provoquer des perturbations, car ils dispersent la lumière. Ce phénomène est appelé le scattering effect : effet de diffusion de la lumière par des particules qui s'insolubilisent dans la flamme.

- **Interférences d'ionisation**

Les interférences d'ionisation se rencontrent lorsque l'analyte est un élément facilement ionisable, car tout atome qui s'ionise ne peut plus être dosé. On choisit donc des conditions de température qui permettent d'éviter l'ionisation. Cependant, on ne peut pas toujours l'éviter : la présence d'un autre élément plus facilement ionisable modifie l'équilibre d'ionisation de l'analyte. Il peut être ajouté sciemment afin de diminuer l'ionisation de l'analyte (effet tampon) et donc accroître l'absorbance.

III.7 Méthode de Dosage

La courbe d'étalonnage est déterminée de deux manières différentes :

- **Etalonnage direct** → matrice simple (un seul élément à doser)
- **Méthode des ajouts dosés** → matrice complexe ou inconnue

III.7.1 Courbes d'étalonnage

A partir d'une solution standard de concentration de 1000 mg/L en Cu, Fe et Pb nous avons donc prélevé 1 mL pour préparer une solution (C_2) 10 mg/L dans une fiole de 100 mL en utilisant la loi de dilution. Afin de préparer la courbe d'étalonnage, nous avons préparé plusieurs solutions de concentrations différentes (1ppm, 2ppm, 3ppm, 4ppm, 5 ppm) dans des fioles de 25 mL à partir de la solution C_2

$$C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$$

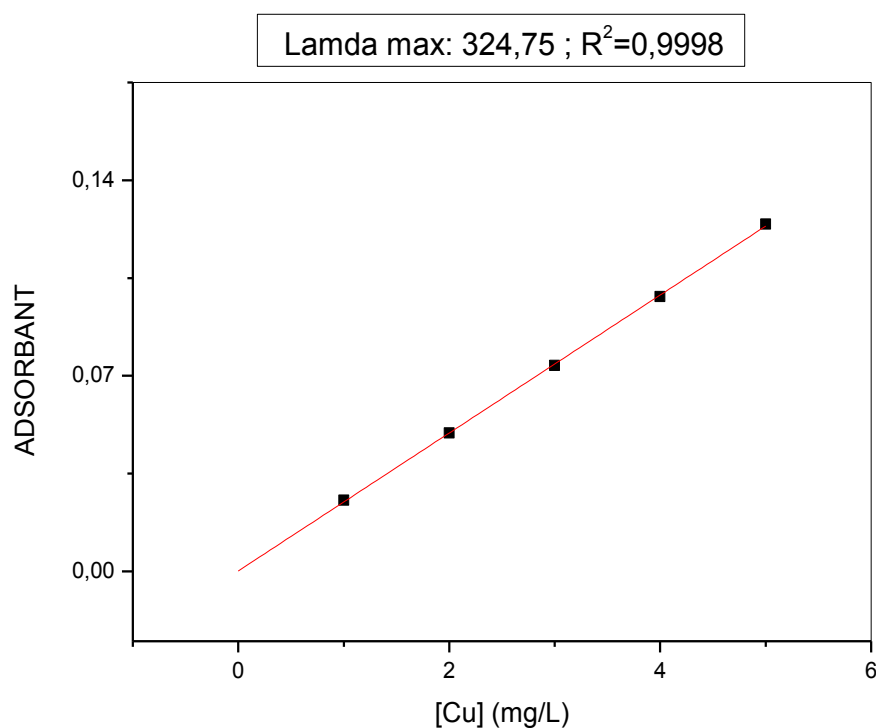
Chapitre III : Partie expérimentale

C_3 (ppm)	1	2	3	4
V_2 (ml)	2,5	5	7,5	10

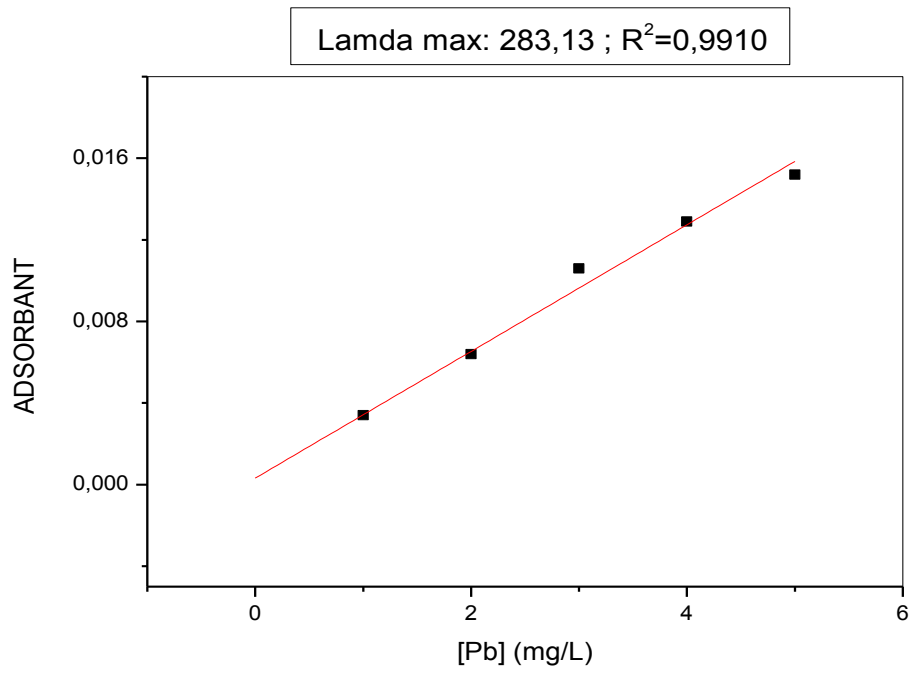
$$1000 \cdot V_1 = 10 \cdot 100 \qquad V_1 = \frac{10 \cdot 100}{1000} = 1 \text{ ml}$$

Ainsi, pour chaque métal nous avons pris V_2 à partir de la solution C_2 dans une fiole de 25 ml suivant le tableau suivant pour préparer les solutions de concentrations C_3 .

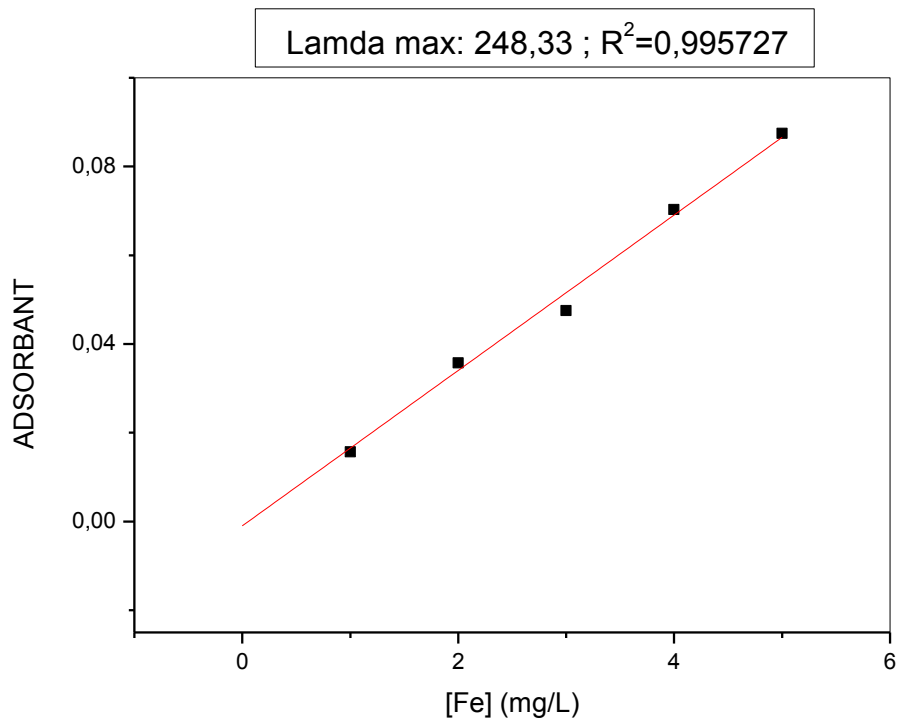
$$C_2 V_2 = C_3 V_3 \qquad 10 \cdot V_2 = C_3 \cdot 25 \qquad V_3 = \frac{C_3 \cdot 25}{10}$$



(a)



(b)



(C)

Figure III. 5 Courbes d'étalonnage (a)Cu, (b) Pb, (c)Fe

III.7.2 Matériaux de traitement

Les différentes eaux polluées ont été traitées avec trois types d'argiles : bentonite brut (BB), bentonite sodique (BS), terre décolorante (TD).

- **Bentonite brute (BB)** : argile appelée aussi bentonite de forage extraite du gisement de Hammam-Bougrara à Maghnia (Tlemcen). Elle est de type Montmorillonite

- **La terre décolorante (TD)** : appelée bentonite acide activée ou bien argile activée, utilisée au cours de ce travail est le produit d'un traitement acide de la bentonite de forage extraite du gisement de Hammam-Bougrara à Maghnia (Tlemcen)

- **La bentonite sodique (BS)** : Avant leurs applications techniques, les bentonites brutes doivent être soumises à une préparation adaptée aux exigences de leur utilisation (activation).

III.7.3 Méthode de traitement,

Durant notre travail, nous avons réalisé un traitement de 24 h et de 2 h des différents échantillons d'eau collectés contenant des métaux lourds tels que le cuivre le plomb et le fer.

Le traitement est réalisé en mettant en contact ces échantillons d'eau avec un de ces adsorbants à base d'argile, soit BB, BS ou TD.

* Mode opératoire

10 mg d'adsorbant est mélangé avec 10 ml d'échantillon d'eau port point 1 et mis sous agitation à température ambiante pendant 2h ou 24h. Une fois le temps nécessaire est écoulé, la solution est centrifugée afin de bien séparer les deux phases liquide et solide grâce à un appareil de centrifugation, la vitesse d'agitation est fixée à 4000 tours/minutes.

La partie liquide est ensuite analysée par SAA.

Le même mode opératoire est utilisé pour les autres échantillons d'eau port point 2, port point 3. Sekak, Ain Youcef et Remchi,

- Calcul du pourcentage d'adsorption

L'analyse de SAA mode Flamme permet de déterminer la concentration en métal dans la solution en ppm. Cette dernière représente la concentration en métal C_t non adsorbé ou non retenu par l'adsorbant. Grâce à la relation suivante nous pouvons calculer pourcentage d'adsorption A%

Soit :

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

Ainsi, la quantité du métal adsorbée par l'adsorbant est déterminée par la différence entre les concentrations initiale (C_0) et instantanée (C_t) de la solution.

Capacité d'adsorption : Elle peut être généralement exprimée par la relation suivante

$$Q_t = \frac{(C_0 - C_t) \cdot V}{m}$$

Q_t : Capacité d'adsorption du support (mg.g⁻¹).

C_0 : Concentration initiale du substrat (mg.L⁻¹)

C_t : Concentration du substrat (mg.L⁻¹) à l'instant t du processus d'adsorption.

V : Volume de la solution (litre).

m : Masse du support (g).

Résultats et Discussion

IV.1 Dosage des échantillons par SAA :

Le tableau IV.1 montre les teneurs initiales en fer, cuivre et plomb dans des différents échantillons d'eau de la région de Tlemcen déterminés par SAA mode Flamme. Nous pouvons remarquer que l'eau potable de R'hiba est la moins contaminé, en revanche les eaux de Remchi et Ain Youcef contiennent 0,499 et 0,895 ppm respectivement en fer et 0,18 et 0,025 ppm respectivement en cuivre. Sans surprise les eaux du port de Ghazaouet et celle du barrage de Sekak représentent des teneurs considérables en fer, cuivre et en plomb. Il faut noter que les valeurs zéro trouvées peuvent représenter des traces.

Tableau IV. 1 Teneurs métalliques initiales dans les différentes eaux récoltées

Eaux	[Cu]	[Pb]	[Fe] mg/L
Port point 1	0,049	0	0,283
Port point 2	0,059	0,087	3,787
Port point 3	0,075	0,282	0,666
Eau de Sekak	0	0	0,475
Eau de Remchi	0,018	0	0,499
Eau d'Ain Youcef	0,025	0	0,895
Eau de R'hiba	0	0	0

IV.2 Traitement des eaux par différentes argiles

IV.2.1 Cuivre

IV.2. 1.1 Traitement par la bentonite brute

Les différents échantillons d'eau contenant du cuivre initialement ont été mis au contact avec la bentonite brute pendant 24h, les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau IV.2.

Tableau IV. 2 Quantification du cuivre après traitement par la bentonite brute pendant 24 h.

Echantillon Teneur	Ct (mg/L)	Qt (mg/g)	A (%)
Port point 1 C0 = 0,049	0,046	0,003	6,12
Port point 2 C0 = 0,059	0,028	0,031	52,54
Port point 3 C0 = 0,075	0,061	0,014	18,66
Eau de Remchi C0 = 0,018	0,016	0,022	11,11
Eau d'Ain Youcef C0 = 0,025	0,022	0,003	12

Nous pouvons constater que la rétention du cuivre n'est pas totale après 24 h de temps de contact avec la bentonite brute (BB). Le pourcentage d'élimination du cuivre dans le port point 2 est supérieur par rapport aux autres échantillons comme le montre l'histogramme de la figure IV. 1

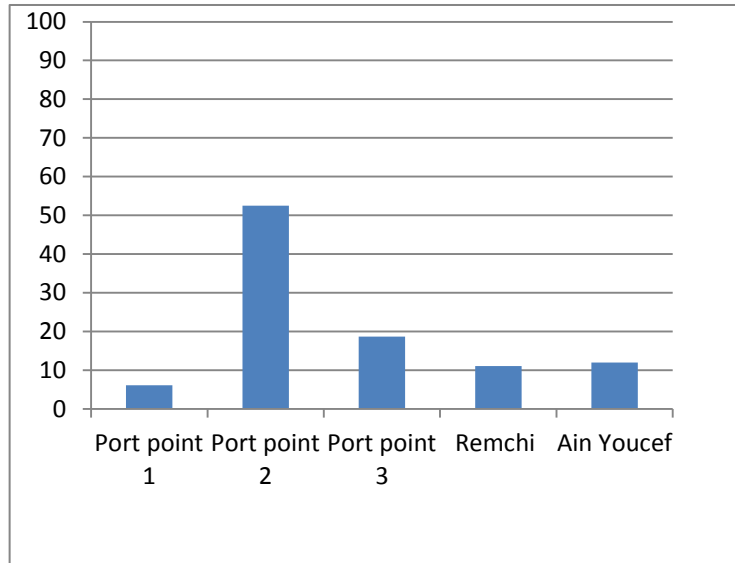


Figure IV. 1 Pourcentage d'adsorption du cuivre par la bentonite brute après 24 h de temps de contact.

Nous remarquons après 24 h de contact avec la bentonite brut, le pourcentage d'adsorption du cuivre varie de 6 % à 52 % avec une meilleure adsorption pour le port point 2.

IV.2.1.2 Traitement par la terre décolorante

Tableau IV. 3 Quantification du cuivre après traitement par la terre décolorante pendant 24 h.

Echantillon Teneur	Ct (mg/L)	Qt (mg/g)	A (%)
Port point 1 C0 = 0,049	0,042	0,007	14,28
Port point 2 C0 = 0,059	0,017	0,042	71,86
Port point 3 C0 = 0,075	0,052	0,023	30,66
Eau de Remchi C0 = 0,018	0,014	0,004	22,22
Eau d'Ain Youcef C0 = 0,025	0,017	0,005	20

Le tableau IV.3 représente le traitement du cuivre par la terre décolorante dans les différents types d'échantillons d'eaux. Le pourcentage d'adsorption du cuivre après 24 h de contact est bien supérieur dans le port point 2.

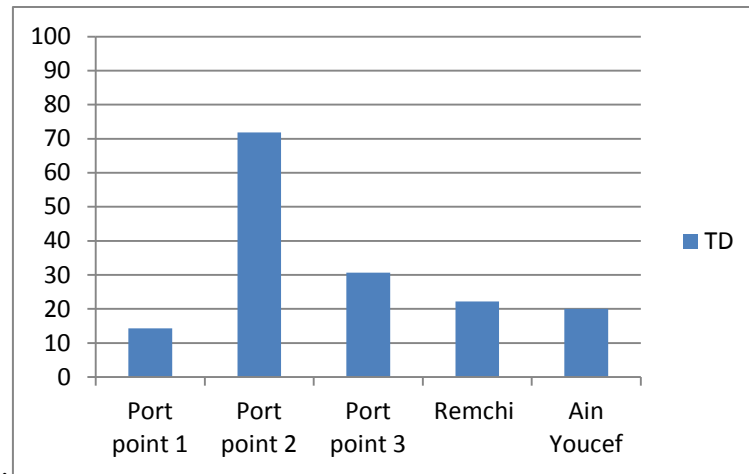


Figure IV. 2 Pourcentage d'adsorption du cuivre par la terre décolorante pendant 24 h de temps de contact.

IV.2.1.3 Traitement du cuivre par la bentonite sodique

Tableau IV. 4 Quantification du cuivre après traitement Par la bentonite sodique pendant 24 h.

Echantillon Teneur	Ct (mg/L)	Qt (mg/g)	A (%)
Port point 1 C0 = 0,049	0,029	0,02	40,81
Port point 2 C0 = 0,059	0	0,059	100
Port point 3 C0 = 0,075	0,063	0,012	16
Eau de Remchi C0 =0,018	0,016	0,002	11,11
Eau d'Ain Youcef C0 = 0,025	0,018	0,007	28

Le tableau IV.4 représente le traitement du cuivre par la bentonite sodique (BS) dans les différents types d'échantillons d'eaux.

Pour le port point 2 il y a une adsorption totale du cuivre par la BS.

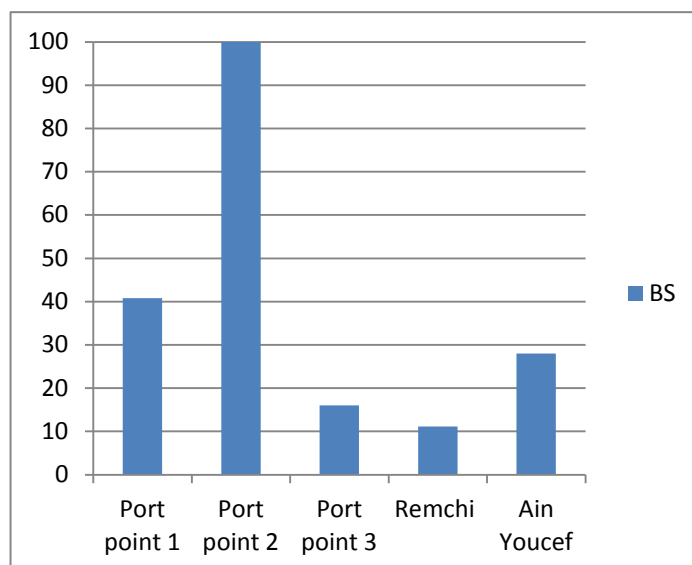


Figure IV. 3 Pourcentage d'adsorption du cuivre par la bentonite sodique Pendant 24 h de temps de contact.

IV.2.2 Plomb

IV.2.2.1 Traitement par la bentonite brute

Etant donné que le plomb est absent à l'échelle ppm dans le port point 1, Sekak, Remchi et Ain Youcef, le traitement a été effectué que sur deux échantillons : port point 2 et port point 3 comme l'indique le tableau IV.5.

Tableau IV. 5 Quantification du plomb après traitement par la bentonite brute pendant 24 h.

Temps traitement	24h		
Echantillon Teneur	Ct (mg/L)	Qt (mg/g)	A (%)
Port point 2 C0 = 0,087	0,082	0,005	5,75
Port point 3 C0 = 0,282	0	0,282	100

Nous remarquons que dans le traitement du plomb avec la bentonite brute dans le port point 2, le taux d'adsorption ne dépasse pas 6 % alors qu'il atteint 100 % dans le port point 3 bien que initialement la concentration initiale soit supérieur dans ce dernier.

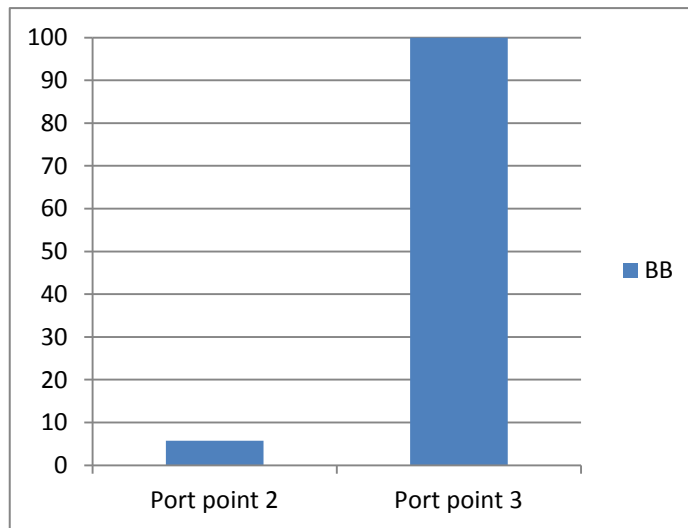


Figure IV. 4 Pourcentage d'adsorption du plomb par la bentonite brute pendant 24 h de temps de contact.

IV.2.2.2 Traitement du plomb par la terre décolorante

Tableau IV.6 : Quantification du plomb après traitement par la terre décolorante pendant 24 h.

Temps traitement	24h		
Echantillon Teneur	Ct (mg/L)	Qt (mg/g)	A (%)
Port point 2 C0 = 0,087	0	0,087	100
Port point 3 C0 = 0,282	0	0,232	100

Nous remarquons dans ce cas avec la terre décolorante que l'adsorption du plomb est efficace pour les deux échantillons d'eau port point 2 et 3.

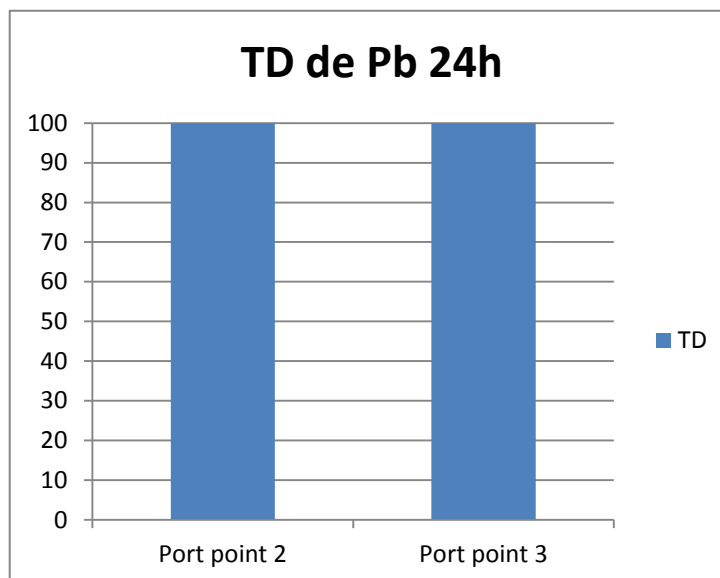


Figure IV. 5 Pourcentage d'adsorption du plomb par la terre décolorante pendant 24 h de temps de contact.

En effet, la Figure IV. 6 montre bien que le pourcentage d'adsorption ou de rétention du plomb est de 100 % par la terre décolorante

IV.2.2.3 Traitement par la bentonite sodique

Tableau IV. 7 Quantification du plomb après traitement par la bentonite sodique pendant 24 h

Temps traitement	24h		
Echantillon Teneur	Ct (mg/L)	Qt (mg/g)	A (%)
Port point 2 C0 = 0,087	0	0,087	100
Port point 3 C0 = 0,282	0	0,232	100

Le tableau IV. 7 montre les quantités de plomb retenues par la bentonite sodique après 24 h de traitement dans le port point 2 et le port point 3.

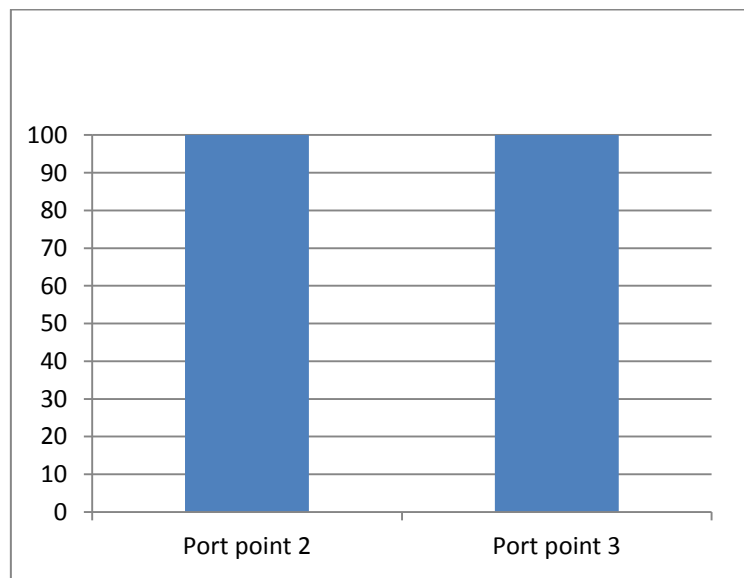


Figure IV. 7 Pourcentage d'adsorption du plomb par la bentonite sodique Pendant 24 h de temps de contact.

IV.2.3 Fer

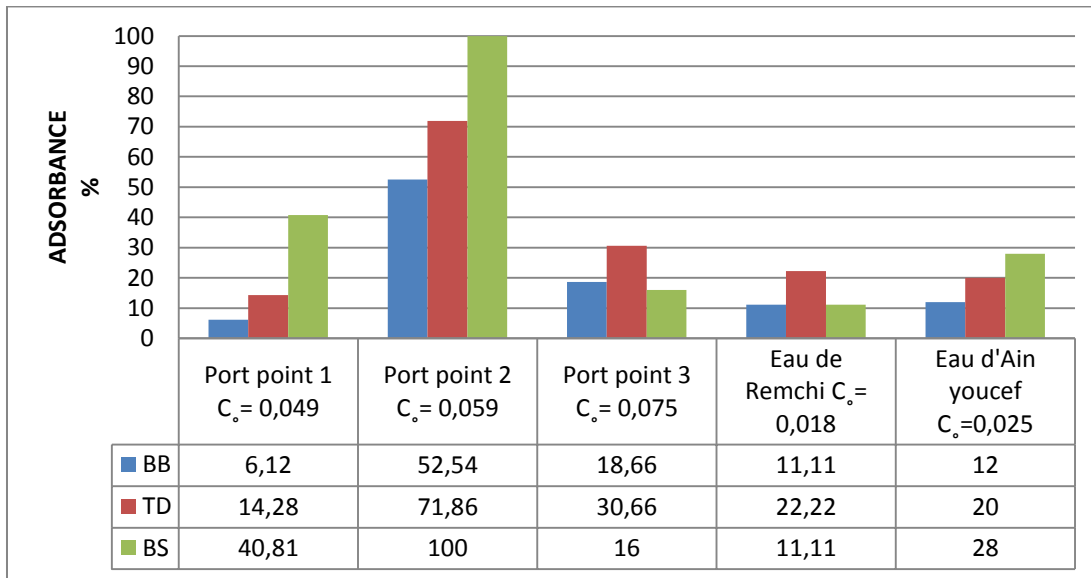
Le dosage du fer restant après le traitement des eaux contaminées par ce métal par la technique de SAA nous a posé des problèmes inexplicables qui nécessitent des vérifications supplémentaires avant d'être exposés dans ce travail. Un phénomène de désorption a été observé dans le cas du traitement de 24 h. En revanche, les résultats du traitement de 2 h semble être cohérents (tableau IV.8) sauf dans le cas de point port 1, point3 avec TD et Sekak avec BS.

Tableau IV. 6 Quantification du fer après traitement par l'argile: BB, TD et BS

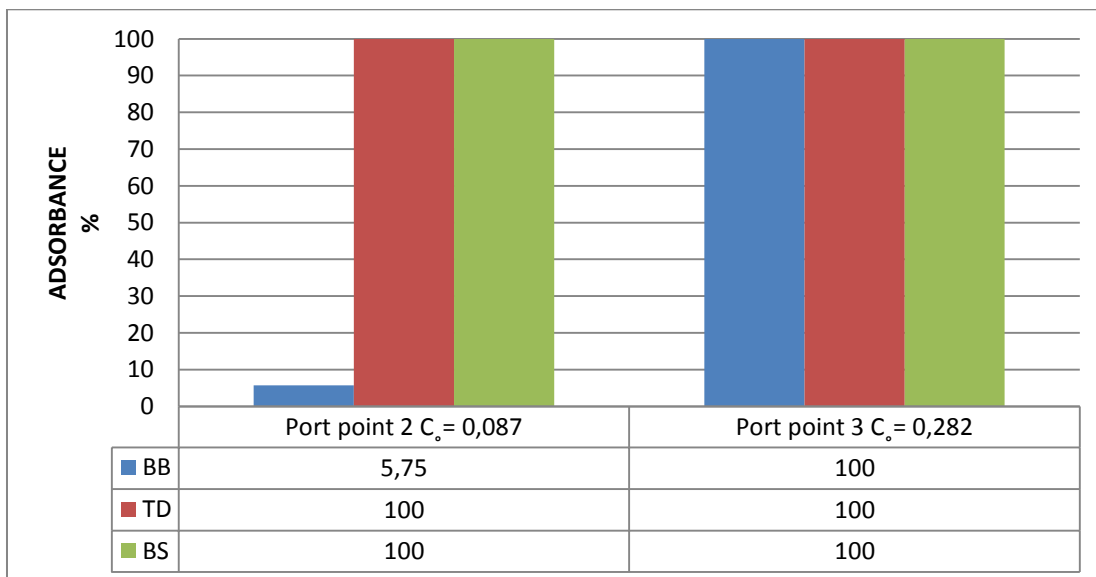
échantillons	A R G I L E	2 h		
		C _t (mg/L)	Q _t (mg/g)	A (%)
Port point 1 0,283	BB	0,944	-	-
	TD	0,400	-	-
	BS	0,432	-	-
Port point 2 3,787	BB	0,752	3,035	80,14
	TD	0,861	2,926	77,26
	BS	1,531	2,256	59,57
Port point 3 0,666	BB	0,544	0,122	18,31
	TD	0,678	0,067	10,06
	BS	0,574	0,092	13,81
Eau de Remchi 0,499	BB	0,046	0,453	90,78
	TD	0,087	0,412	92,56
	BS	0	0,499	100
Eau d'Ain Youcef 0,895	BB	0,079	0,816	91 ,17
	TD	0,147	0,748	83,58
	BS	0,041	0,854	95,42
Eau de Sekak 0,475	BB	0,089	0,386	81,26
	TD	0,260	0,215	42,26
	BS	0,659	-	-

IV.3 Efficacité de l'adsorbant

D'après les deux histogrammes de la figure IV.7, représentant le pourcentage d'adsorption du cuivre et du plomb par les trois types d'adsorbant, nous pouvons constater que les deux argiles BS et TD sont les plus efficaces vis-à-vis de ces deux métaux.



(a) adsorption du cuivre



(b) adsorption du plomb

Figure IV. 8 Efficacité des adsorbants : BB, TD et BS

IV.4 Effet du temps de contact

a/ Cas du cuivre :

Les trois histogrammes de la figure IV. 8 représentent le pourcentage de rétention du cuivre se trouvant dans les eaux usées du port de Ghazaouet par les trois types d'argile BB, TD et BS à deux temps de contact différents ; 2 h et 24 h.

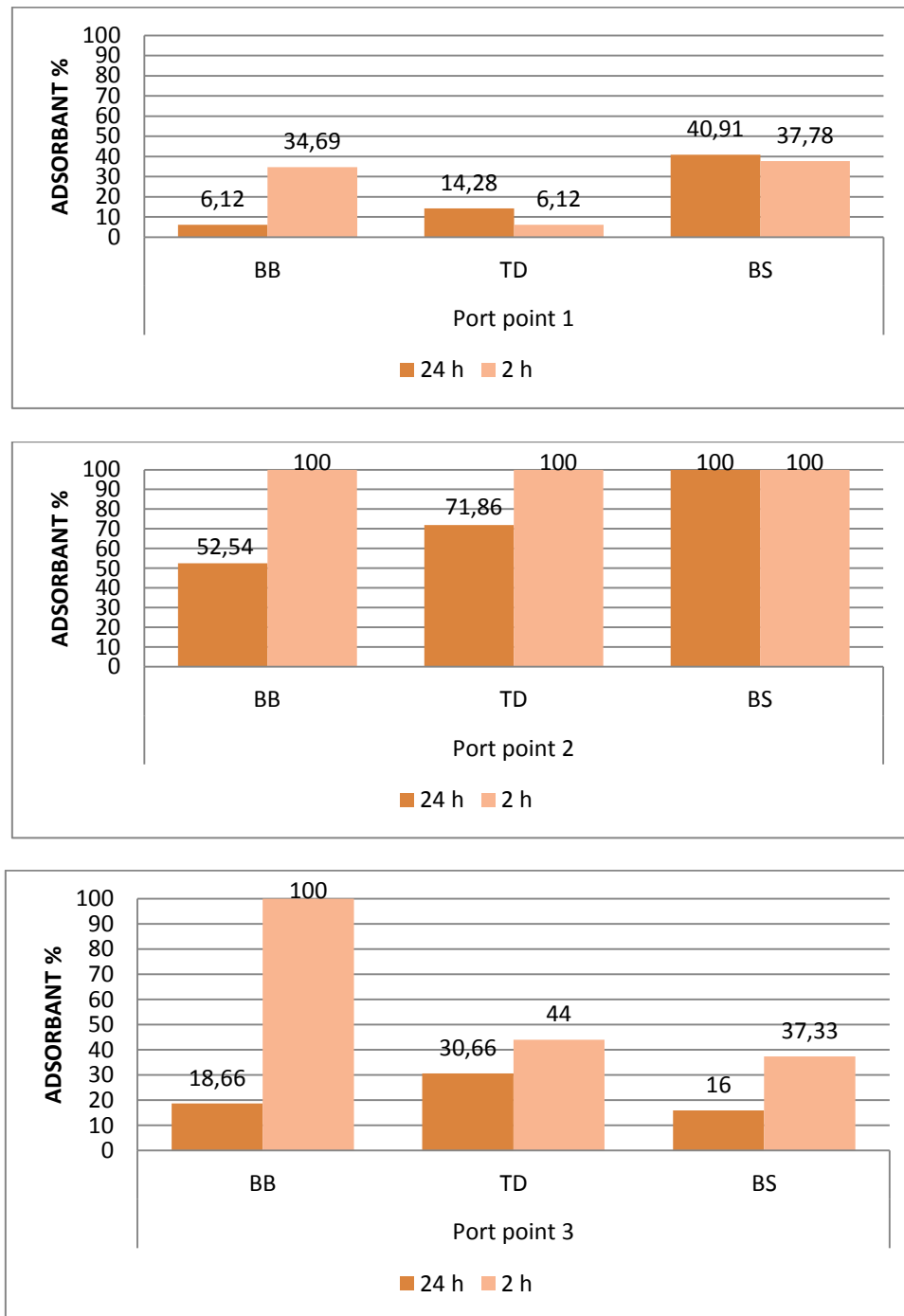


Figure IV. 9 Effet de temps de contact entre adsorbant et l'eau du port de Ghazaouet :

cas du cuivre

Chapitre IV : Résultats et Discussions

Ces résultats montrent que la rétention au bout de 2 h de contact est la meilleur pour le point 3 et point 2 et atteint les 100 % dans ce dernier. Cette tendance est légèrement inversée dans le cas du point 1 pour TD et BS.

Pour ce qui concerne les eaux potables de Ain Youcef et Remchi (figure IV. 9) le même phénomène est observé, c'est-à-dire que le temps de 2 h est le plus efficace pour l'eau de Remchi avec petite inversion remarquée dans le cas de Ain Youcef pour TD et BS.

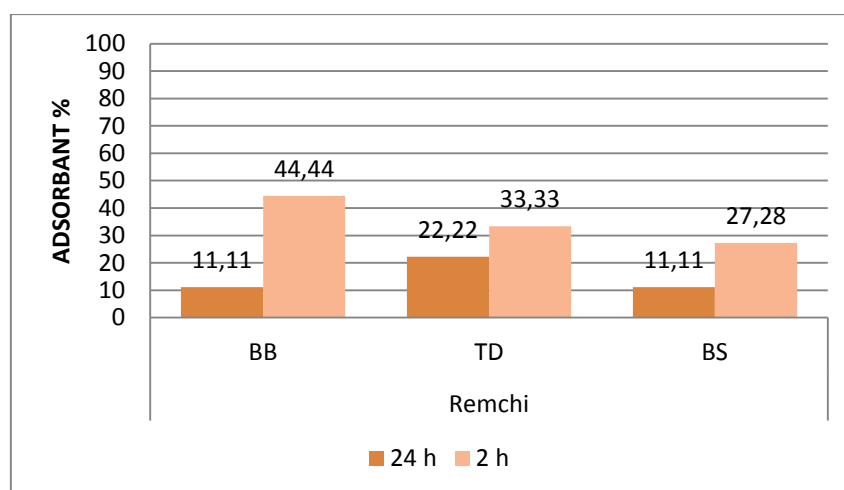
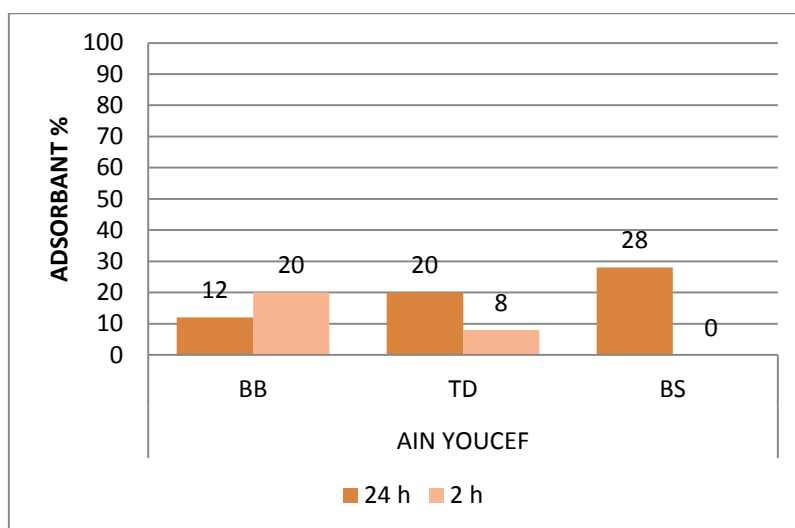


Figure IV. 10 Effet de temps de contact entre adsorbant et l'eau potable Remchi et Ain youcef cas du cuivre

Cas du plomb

Dans le cas du plomb nous pouvons retenir que le temps de contact de 2 h est largement suffisant pour la rétention de ce métal dans les deux point d'eau du port de Ghazaouet comme l'indique les deux histogrammes de la figure IV.10.

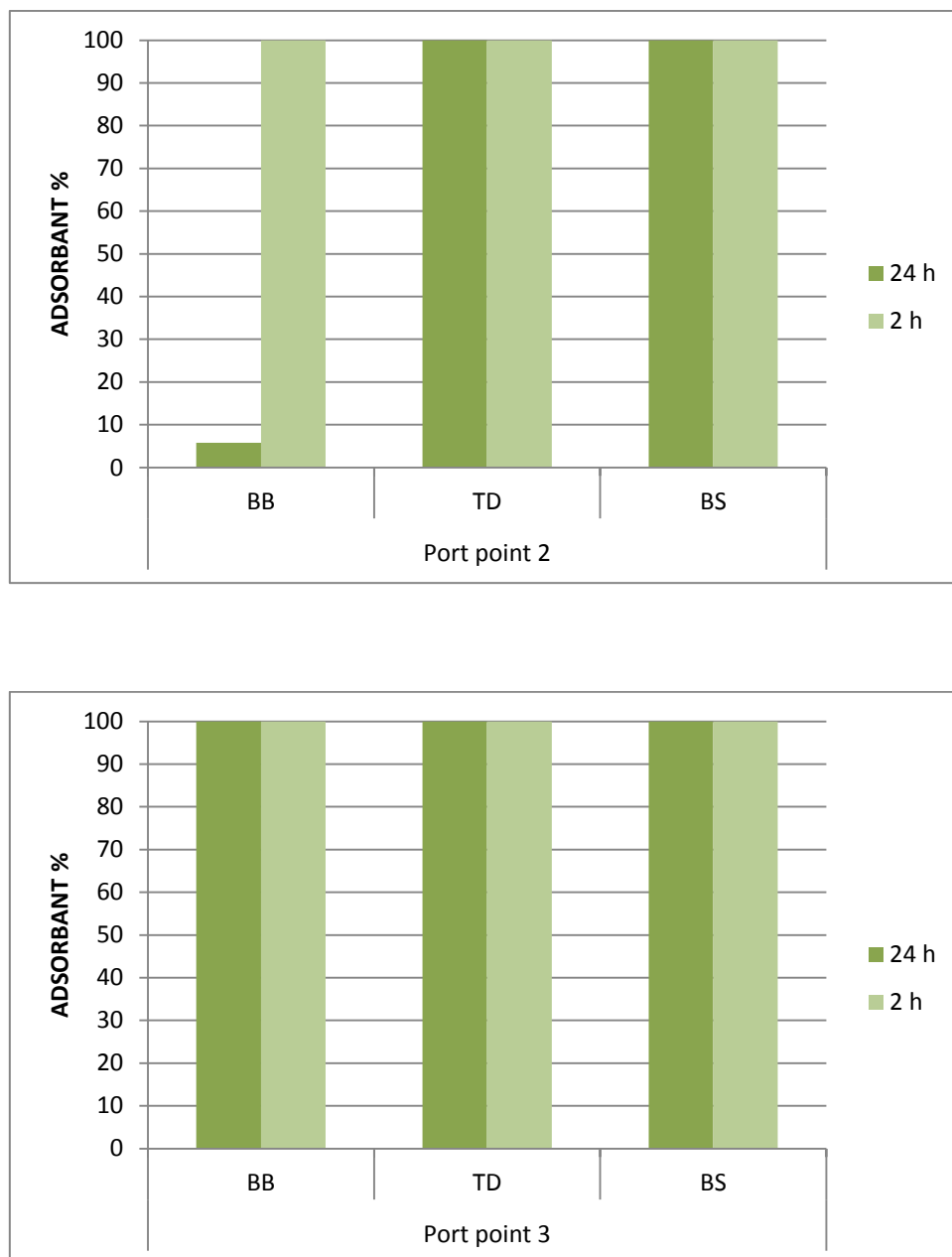


Figure IV. 11 Effet de temps de contact entre adsorbant et l'eau du port de Ghazaouet : cas du plomb

Conclusion générale

Conclusion

La sauvegarde de l'environnement et le traitement des eaux demeure un enjeu économique et politique très important. La protection de l'eau est indispensable et le recyclage des eaux usées par des matériaux naturels et non toxiques est devenu un intérêt majeur. Cette étude préliminaire nous a permis d'avoir une idée générale sur l'état des eaux de la région de Tlemcen et en particulier les eaux de la mère proche du port de Ghazaouet, barrage Sekak, Remchi, Ain Youcef et Rhiba.

Le travail effectué a permis, en effet, de calculer les teneurs métalliques en fer, cuivre et en plomb dans ces eaux.

Les eaux du port de Ghazaouet et sans surprise sont les plus contaminées elles contiennent entre 0,283 et 3,787 mg/L en fer, entre 0,49 et 0,075 en cuivre et entre 0 et 0,282 mg/L en plomb. Les autres eaux sont moins chargées en cuivre et contiennent probablement des traces de plomb. En revanche, la teneur en fer reste importante dans les eaux de Remchi, Ain Youcef et Sekak mais pas dans l'échantillon d'eau potable de Rhiba.

En vue de ces teneurs métalliques, notre travail a porté un autre volet qui est la dépollution en procédant par la technique d'adsorption et en utilisant des matériaux naturels et locaux.

Ces matériaux sont des argiles brute et traité qui ont la capacité de retenir des polluants organiques et non organiques tels que les métaux. Les résultats obtenus lors de cette étude montrent l'efficacité des différents types d'argiles de Maghnia représenté par la bentonite brute (BB), la terre décolorante (TD) et la bentonite sodique (BS) pour la rétention des métaux lourds.

Cette étude nous a permis de dégager quelques points essentiels :

- Les argiles utilisées ont manifesté un bon effet de rétention vis-à-vis du cuivre et du plomb.
- Dans le cas du fer, nous avons rencontré un phénomène de désorption du fer, un résultat sur lequel il faut rester prudent car ça nécessite plus de vérification et de tests de confirmations.
- Influence du temps de contact sur le taux d'adsorption, le temps de 2 h a montré une meilleur adsorption par rapport à 24 h.
- Les argiles BS et TD sont plus performantes que l'argile BB dans la rétention ou l'adsorption de ces métaux.

Conclusion

Ces expériences effectuées sur des échantillons d'eau usées sont une ouverture sur un grand domaine important nécessitant beaucoup de temps et d'investigations car l'impact de la pollution est important. Aussi, la valorisation des argiles comme étant des matériaux naturels pour la réduction de la pollution qui nuit à l'environnement est indispensable et prometteuse.

Référence

- [1] M. Gérard, Les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé, Sénateur France 2001.
- [2] U. Ilhan, Kinetics of the adsorption of reactive dyes by chitosane. Dyes and Pigments, p76. 2006
- [3] ww. Eckenfelder, Gestion des eaux usées urbaines et industrielles, technique et documentation, LAVOISIERR Paris, Edition 1982.
- [4] R. Thomaz eau, Station d'épuration eaux potables - eaux usées, Précis théorique et technologique, Tec et Doc Paris Edition LAVOISIER 1981.
- [5] MG. Miquel, Les effets des métaux lourds sur l'environnement et santé, rapport de l'office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, France, 2001.
- [6] Gérard Gros Claude, L'eau usage et polluants, Coord tome II INRA 1999.
- [7] R. Colas, La pollution des eaux, coll. « Que dais je ? » P U F, Paris 4eme édition, 1977.
- [8] S. Baumont, J. Camard, A. Lefranc, A. Franconi, Réutilisation des eaux usées: risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France, Rapport ORS, 220p, 2004.
- [9] R. Desjardins, Le traitement des eaux, 2ème édition, Ed, Ecole polytechnique de Montréal, Canada, 303p, 1997.
- [10] H. Chalal, Pollution par les effluents liquides et les déchets, Plan d'action national pour l'environnement, Rapport phase I (Bilan et analyse), juillet, 1997.
- [11] M. Souiki, Rapport sur la situation de l'environnement dans la wilaya de Tlemcen Janvier, 1995.
- [12] Rapport de Greenpeace « Le retour de Greenpeace en Algérie », 1991.
- [13] Direct exécutif règlement les rejets effluent liquides industriels, p93-160, du 10 juillet 1993.
- [14] M. Crine, Le traitement des eaux industrielles chargées en métaux lourds, Turbine de l'eau, 561, 3-19, 1993.
- [15] F. Edeline, Traitement des eaux industrielles chargées en métaux lourds, tribune de l'eau, 5 édition CEDEDOC, p565, Liège 1993.

- [16] G. Sposito, Trace metals in contaminated water, Environmental Science and Technology, p396, 1981.
- [17] M. Dietrich Klinghardt, Les métaux lourds et leurs effets sur la santé, Conférence à l'école Polytechnique de Zurich, le 14 mai 1998.
- [18] P. Duverneuil, B. Fnouillet, C. Chaffot, Récupération des métaux lourds dans les déchets et boues issues des traitements des effluents, État de l'art, Édition Lavoisier Technique et Documentation, Paris, 1997.
- [19] D. Chapman, Water quality assessments et FNSPON second édition, (UNESCO/WHO/UNEP), 1996.
- [20] B. Mahan, Química, Curso Universitario, Fondo Educativo Interamericano S, A, 1987.
- [21] R. Lantzy, F, ET McKenzie, Atmospheric trace metals: global cycles and assessment of man's impact, Geochimica ET Cosmochimica Acta, 43: 511-523. 1979.
- * J. Phelan, D. Finnegan, D. Ballantine, W. Zoller, M. Hart, J. Moyers, Air borne aerosols measurements in the quiescent plume of Mount St. Helen in, Journal of Geophysics Research, p1093, September, 1980, 1982.
- * A. Horowitz, A primer on Trace Metal Sediment Chemistry, United States Geological Survey, 1985.
- [22] Anonyme., Britannica Encyclopedia, Sociedad Comercial y Editorial santiago Ltda., Lima, 2800 p, 2007.
- [23] E. Callender, Heavy Metals in the Environment-Historical Trends, In: B.S. Lollar (Ed.), Environmental Geochemistry, Treatise on Geochemistry, Elsevier-Pergamon, Oxford, p 67, 2003.
- [24] Jr. Hurlbut, C. S, et C. Klein, Manual de Mineralogía de Dana, Editorial Reverté, Barcelona, 564 p, 1982.
- [25] G. Plumlee, et T. Ziegler, The medical geochemistry of dust, soils and other earth materials, In: B.S. Lollar (Ed.), Environmental Geochemistry, Treatise on Geochemistry Elsevier-Pergamon, Oxford, p, 264-310, 2003.
- [26] J. Leckie, et J. Davis, Aqueous environmental chemistry of copper, In: J. O. Nriagu (Ed.), Copper in the Environment, Wiley, New York, p 90-121, 1975.

- [27] J. Hem, Geochemical controls on lead concentrations in stream water and sediments, *Geochimica ET Cosmochimica Acta*, 40(6): 599-609. 1976.
- [28] P. Grandjean, Biological effects of organolead compounds, CRC Press, Boca Raton, FL, USA, United States, Pages: 288 p, 1984.
- [29] O. P. S, Guías para la Calidad del Agua Potable, Criterios relativos a la salud y otra información de base, Publicación científica 506, Organización Panamericana de la Salud, Washington, 350 p, 1987.
- [30] P. Diard, Etude de la biosorption du plomb et du cuivre par des boues de stations d'épuration, Mise en œuvre d'un procédé de Biosorption à contre-courant, Thèse de Doctorat de l'INSA Lyon, France, 1996.
- [31] N. Budries, Biosorption des métaux lourds sur une biomasse mycélienne, Thèse de Magister ENP Alger, 1997.
- [32] Memento technique de l'eau. Neuvième édition Tomel, 1989.
- [33] P. Wuithier, Raffinage et génie chimique, Édition Technip, Paris, 1972.
- [34] C. Chitour, Physico-chimie des surfaces, Volume 2, Les interfaces gaz-solide et liquide-solide, Édition O, P, U, Alger, 1992.
- [35] E. Koller, Aide-mémoire Génie chimique, 2ème Edition DUNOD, p 364-366, Avril 2005.
- [36] G. Halsey, The role of surface heterogeneity, *Advances Catalysis*, p 259-269, 1952.
- [37] L. Robert, F. Dardel, Adsorption J 2730, *Traité Génie des procédés*, 1988.
- [38] Degremonts. Memoto, *Technique de l'eau*, Lavoisier et Documentation., 1989.
- [39] Fiani, Adsorption de polluants gazeux sur des filtres à charbon actif, Modélisation des échanges couplés de matière et de chaleur, INPG-EMSE, Saint-Etienne, France, 2000.
- [40] H. Bouktah, «Etude comparative d'adsorption du plomb sur différents adsorbant » mémoire de magister en chimie de l'université de Skikda-Algérie, 2008.
- [41] M. Ferhat, « Co-adsorption des métaux lourds sur la bentonite modifiée en présence des flocculants minéral et biologique » mémoire de magister en Chimie de l'université de Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou –Algérie, 2012.

- [42] F.Belaib, «Etude expérimentale de l'effet de la l'enrobage de supports solides par des polymères conducteurs sur leur capacité de rétention des cations métalliques en solution aqueuse par adsorption » Thèse de doctorat de l'université de Constantine- Algérie, 2006.
- [43] B.Benguella, « Valorisation des argiles Algériennes application a l'adsorption des colorants textiles en solution » Thèse de doctorat de l'université de Tlemcen-Algérie, 2009.
- [44] P.Messersmith, E. Giannelis, Synthesis and barrier properties of poly (caprolactone)Layered silicate nanocomposites, J,Polym,Sci., Part A, p 33, 1047-1057,
- [45] N. Guven, Smectites, Rev, Mineral. , p19, 497. 1995.

المخلص

المياه الملوثة الاصطناعية تحتوي على مجموعة هائلة ومتنوعة من مركبات الكيميائية منها المعادن الثقيلة وهذا ما يجعلها خطيرة على البيئة.

المعادن الثقيلة نجدها في السوائل المطروحة من المصانع وفي المياه الحضرية.

لقد اثبتت دراسات مختلفة على ان المواد الطبيعية ذات المنشأ البيولوجي لها القدرة على تثبيت وامتصاص المعادن الثقيلة من بين هذه المواد الطبيعية الطين.

الطين يستعمل في المعالجة لقدرته على الامتصاص والهدف من هذا العمل هو دراسة الفعالية لثلاثة انواع من الطين البنتونيت عادي والبنتونيت السوداني وTD على تثبيت المعادن الثقيلة والتخلص منها كالرصاص والحديد والنحاس الموجودة في المياه المتسربة من مصنع الزنك بالغزوات وسد سكاك والمياه الحضرية المتمثلة في منطقة الرمشي ومنطقة عين يوسف وحي الرحيبة بتلمسان حيث قمنا بجلب عينات من المناطق المذكورة وقمنا بايصاله مع كل نوع من الطين. الذي اثبت فعاليته على ازالة المعادن الثقيلة . تعتمد هذه التقنية على عدة عوامل منها درجة الحرارة , الحموضة وسرعة التحريك.

النتيجة المتحصل عليها تلجا الى التحليل بجهاز الامتصاص الذري الطيفي. وفي الاخير اظهرت هذه النتائج المتحصل عليها مخبريا على ان الطين لها القدرة على معالجة المياه الملوثة.

الكلمات المفتاحية : التلوث , المعادن الثقيلة , الطين , الامتصاص الذري الطيفي.

Résumé

Les rejets des eaux usées industrielles contiennent des quantités importantes et très diverses de composés chimiques, comme les métaux lourds qui posent un sérieux problème pour l'environnement. Diverses études ont montré qu'une variété de matériaux d'origine biologique naturelle tels que l'argile à l'aptitude de fixer des quantités importantes de cations métalliques dans le traitement des eaux. Ce travail a permis dans un premier temps de calculer la teneur métallique dans différents échantillons d'eau de la région de Tlemcen, à savoir le port de Ghazaouet, barrage Sekak, Remchi, Ain Youcef et Rhiba. Des teneurs en fer, cuivre et plomb ont été déterminé par SAA. Dans un second temps, l'élimination de ces métaux en utilisant des argiles naturelles locales soit bentonite brute, terre décolorante et bentonite sodique ont été utilisés ; les résultats obtenus montrent une grande efficacité de la TD et BS vis-à-vis de l'adsorption du cuivre et le plomb. Aussi, un meilleur effet de temps de contact de 2 h a été constaté sur l'adsorption par rapport à celui de 24 h.

Mots clés : pollution, métaux lourds, argile, spectroscopie d'absorption atomique

ABSTRACT

The synthetic polluted water contains an enormous variety of chemical compounds, heavy metals and what makes him dangerous for the environment. Heavy metals found in liquids of factories and in civilization of water.

Diverse studies proved that the materials natures of biological origin have the capacity in represent and absorb heavy natural metals of these materials in the clay.

The clay used in the treatment of its capacity to absorb the objective of this work has to study the efficiency of 3 types of clay: brute and sodic bentonite and bleaching earth on heavy metals and the arrangement besides, steel and the copper in the water running away from the zinc factory and the water of dam sekak and the civilization in the region of Remchi and AinYoucef and Rhiba we bring the samples of zones mentioned above and we tripled spending with every type of mud. It proved the efficiency to remove heavy metals. The obtained result by resorting to the analysis with the atomic absorbent spectroscopy. In showed these results obtained in the laboratory that the mud has the capacity to handle the contaminated water.

Keywords: pollution , Heavy metals, the atomic absorbent spectroscopy.