



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ABOU-BEKR BELKAID - TLEMCEM

MEMOIRE

Présenté à :

FACULTE DES SCIENCES – DEPARTEMENT DE CHIMIE

Pour l'obtention du diplôme de :

MASTER EN CHIMIE

Spécialité : Chimie Analytique

Par :

M. YOUSFI Bachir Marwane

Sur le thème

Analyse des métaux lourds dans les eaux marines par SAA

Soutenu publiquement le 10 Octobre 2020 à Tlemcen devant le jury composé de :

M. ABDERRAHIM Omar	Professeur	Université de Tlemcen	Président
M. ATTAR Tarik	M.C.A	E.S.S.A. Tlemcen	Encadrant
Mme. AMARA Afaf	M.C.A	C. U. Maghnia	Examinatrice
M. OUKEBDANE Khalil	M.C.A	Université de Tlemcen	Examineur

Année Universitaire : 2019 ~ 2020

REMERCIEMENTS

Le travail présenté dans ce mémoire a été réalisé au laboratoire de recherche de Toxicomed à l'Université Abou-Bekr Belkaïd de Tlemcen.

Je tiens à exprimer mon profond respect et mes remerciements les plus sincères à mon encadant, Mr. **ATTAR Tarik** Docteur à l'école supérieure en sciences appliquées de Tlemcen, pour m'avoir guidé durant mon travail avec une disponibilité incessante.

J'exprime ma profonde gratitude à Mr. **ABDERRAHIM Omar** professeur à l'université de Tlemcen qui a honoré ce travail en acceptant la présidence du jury.

Mes remerciements s'adressent également à Messieurs les membres du jury : Mr. **OUKEBDANE Khalil** docteur à l'université de Tlemcen, Mme. **AMARA Afaf** Docteur au centre universitaire de Maghnia Tlemcen pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Enfin, j'adresse mes remerciements à mes collègues mes amis et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

❧ *Dédicaces* ❧

Je dédie ce travail aux êtres les plus chers

A mes parents

A mes grands parents

A mes sœurs « Chaimaa et Fatima Zohra »

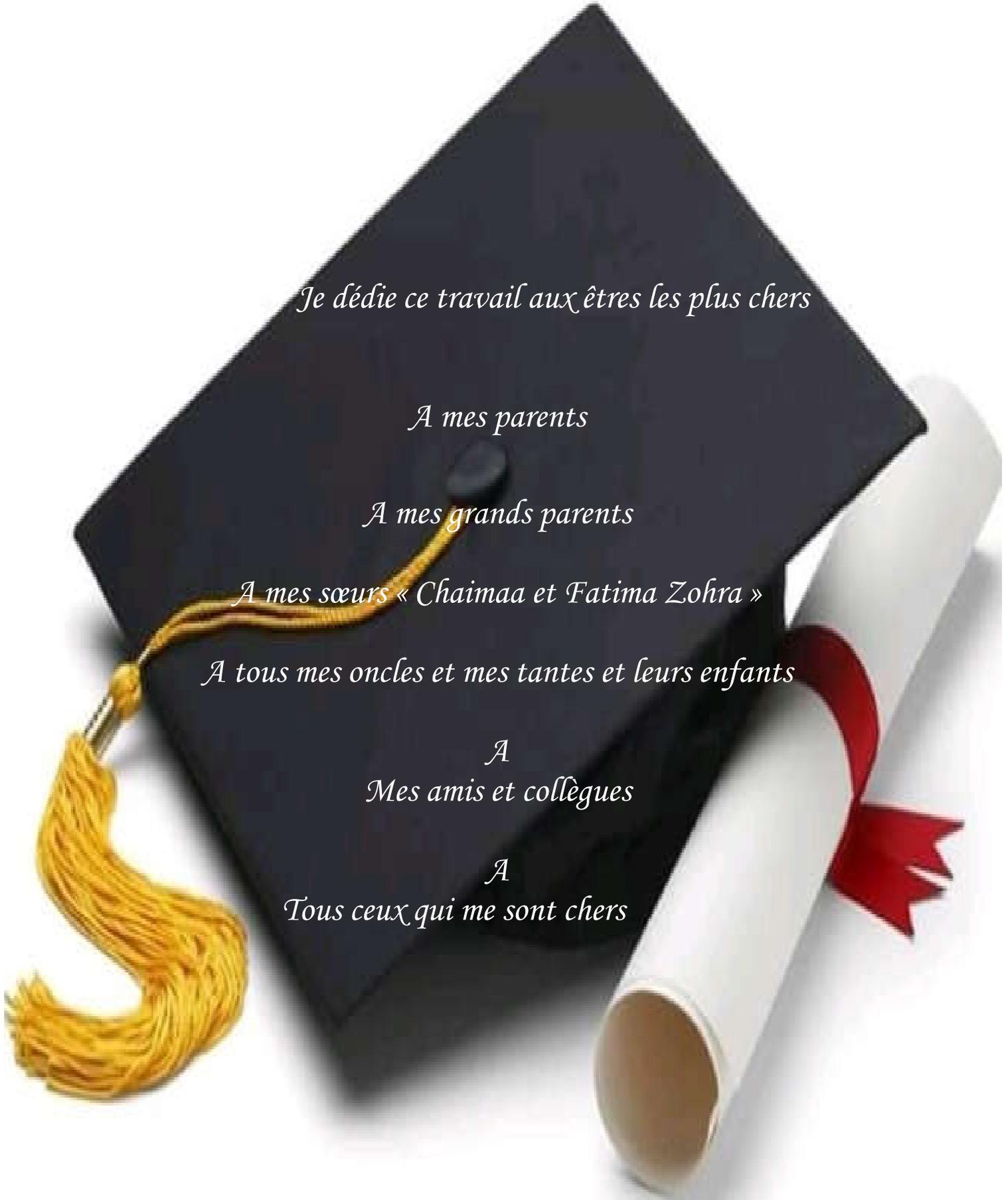
A tous mes oncles et mes tantes et leurs enfants

A

Mes amis et collègues

A

Tous ceux qui me sont chers



Sommaire

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES ABREVIATIONS

INTRODUCTION GENERALE.....01

CHAPITRE I « Partie bibliographique »

I.1. La pollution des eaux.....03

I.1.1. Origine de la pollution marin03

I.1.1.1. Pollution naturelle.....03

I.1.1.2. pollution industrielle.....03

I.1.2. Type de la pollution marine.....04

I.2. Les métaux lourds.....05

I.2.1. Généralités.....05

I.2.2. Origines.....06

I.2.3. Métaux lourds dans le milieu marin.....06

I.3. La spectrométrie d'absorption atomique.....06

I.3.1. Définition.....06

I.3.2. Principe07

I.3.3. Instrumentation.....07

I.3.4. Perturbation chimiques et physiques10

CHAPITRE II « Matériels et Méthodes »

II.1 Sites d'études12

II.1.1. Ghazaouet.....12

II.1.2. Alzinc.....12

II.1.3. Les sources de pollutions de la zone d'études.....13

II.2. Échantillonnage13

II.2.1. Choix des stations de prélèvements	13
II.2.2. Préparation de matériels	14
II.2.3. Méthode d'échantillonnage	14
II.2.4. Paramètres mesurés.....	14
II.3. Traitement des échantillons	15
II.3.1. Matériels utilisés	15
II.3.2. Minéralisation	15
II.3.3. Méthodes de minéralisation.....	15
II.4. Dosage des métaux par SAA.....	16
II.4.1. Appareillage	16
II.4.2. Étalonnage.....	16

CHAPITRE III « RESULTATS ET DISCUSSIONS »

III.1. Paramètres physicochimiques de l'eau de mer.....	18
III.1.1. pH.....	18
III.1.2. La conductivité	18
III.2. Les métaux lourds	19
III.2.1. Zinc.....	19
III.2.2. Plomb.....	22
III.2.3. Cadmium.....	25
III.2.4. Cuivre	27
III.2.5. Fer.....	30
III-2-6. Répartition des métaux lourds par rapport aux stations de prélèvements.....	33

Conclusion générale.....	35
---------------------------------	-----------

Références Bibliographiques

LISTE DES FIGURES

Figures II-1 : Usine Alzinc (Ghazaouet)	14
Figures II-2 : Les stations de prélèvement de l'eau de mer	15
Figures II-3 : Appareil de spectrométrie d'absorption atomique	18
Figure III-1 : Courbe d'étalonnage du zinc à $\lambda = 213,86$ nm	22
Figure III-2 : Variation de teneur en zinc dans différentes stations de prélèvements	23
Figure III-3 : Courbe d'étalonnage du plomb à $\lambda = 217,00$ nm	25
Figure III-4 : Variation de la teneur en plomb dans différentes stations de prélèvements	26
Figure III-5 : Courbe d'étalonnage de cadmium à $\lambda = 228,80$ nm	29
Figure III-6 : Variation de la teneur en cadmium dans différentes stations de prélèvements	30
Figure III-7 : Courbe d'étalonnage pour cuivre à $\lambda = 327,40$ nm	32
Figure III-8 : Variation de la teneur en cuivre dans différentes stations de prélèvements	33
Figure III-9 : Courbe d'étalonnage pour fer à $\lambda = 248,33$ nm	35
Figure III-10 : Variation de la teneur en fer dans différentes stations de prélèvements	36
Figure III-11 : Histogrammes illustrant la répartition des métaux lourds par rapport aux différentes stations de prélèvements.	37

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I-1 : Principaux types de pollution des eaux. Nature des polluants et leur origine.	5
Tableau III-1 : Résultats des paramètres physiques des échantillons prélevés.	20
Tableau III-2 : Teneurs en zinc dans les différentes stations de prélèvements	23
Tableau III-3 : Teneurs en plomb dans les différentes stations de prélèvements	26
Tableau III-4 : Teneurs en cadmium dans les différentes stations de prélèvements.	29
Tableau III-5 : Teneurs en cuivre dans les différentes stations de prélèvements	32
Tableau III-6 : Teneurs en fer dans les différentes stations de prélèvements	35

LISTE DES ABREVIATIONS

- **Cu** : Cuivre
- **Fe** : Fer
- **Pb** : Plomb
- **Zn** : Zinc
- **Cd** : Cadmium
- **SAA** : Spectrométrie d'Absorption Atomique
- **S1**: Station1 : Le port
- **S2**: Station 2 : Oued Abdellah 1
- **S3** : Station 3 : Oued Abdellah 2
- **S4** :Station4 : Sidi Youchaa
- **ppm** : partie par million
- **pH** : Potentiel Hydrogène

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Les zones côtières de l'Algérie sont caractérisées par la faune et les plantes marines et par de nombreuses ressources et opportunités. Depuis plusieurs années, ils sont confrontés à différents types de pollution, ce qui les rend de plus en plus pauvres et rares. Cette situation est très inquiétante et résulte d'un développement anarchique des activités humaines. La plupart de la pollution de l'eau provient de différentes activités humaines, à savoir l'industrie, l'agriculture et les transports. Parmi les activités de pollution, on peut citer les activités industrielles, qui causent le plus la pollution sous diverses formes. Les niveaux de pollution de l'environnement aquatique par les métaux lourds sont devenus un problème mondial. Les polluants toxiques, tels que les métaux lourds provenant de dépôts atmosphériques directs, de l'altération géologique ou du rejet de déchets industriels déposés dans les sédiments marins. En raison de leur effet toxique potentiel et de leur capacité de bioaccumulation dans les écosystèmes aquatiques [1]. Cette forme de la pollution est l'une des formes les plus dangereuses de pollution d'origine humaine qui menace l'environnement. Les métaux lourds sont des traces de polluants car ils ne subissent pas de dégradation biologique ou chimique et affectent donc la santé du milieu marin. Par conséquent, ils peuvent s'accumuler dans divers maillons de la chaîne des nutriments et de la concentration de poisons dans les organismes marins [2]. Ces métaux s'accumulent dans les sédiments et ils sont bioaccumulés par les organismes et peuvent causer des problèmes de santé aux humains tout au long de la chaîne alimentaire [3]. Les métaux lourds comprenant à la fois des éléments essentiels et non essentiels ont un effet écotoxicologique sur l'organisme vivant [4]. Bien que les activités métaboliques des organismes nécessitent certains métaux comme le fer, le cuivre, le manganèse, le zinc, etc., mais certains éléments comme le plomb, le nickel, le cadmium, le mercure, le chrome et l'arsenic sont considérés comme dangereux en raison de leur nature toxique pour l'environnement [5].

L'objectif de ce travail était de déterminer les concentrations et la distribution des métaux lourds dans l'eau de mer de la zone côtière Ghazaouet. Cette étude vise l'évaluation de la contamination des métaux en utilisant la spectroscopie d'absorption atomique (SAA).

Le mémoire est reparti en trois chapitres: le premier chapitre décrit les généralités relatives aux métaux lourds, la pollution et aussi un aperçu sur la spectroscopie

INTRODUCTION GÉNÉRALE

d'absorption atomique. Le deuxième chapitre de cette étude comprend une description de l'équipement et méthodes utilisés, le troisième chapitre présente les résultats obtenus et la discussion et enfin une conclusion générale.

CHAPITRE : I

Partie bibliographique

CHAPITRE I : PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

I-1. La pollution des eaux

La pollution de l'eau est une modification de la qualité et de la nature de l'eau, qui rend son utilisation dangereuse et détruit l'écosystème aquatique. Il s'agit d'eau de surface (rivière, plan d'eau) ou d'eau souterraine. Ses principales sources sont les activités humaines, l'industrie, l'agriculture et les décharges de déchets ménagers et industriels. Dans les eaux de surface, il est principalement dû à la présence de produits toxiques : rejetés sous différentes formes, les effets provoqués par ces substances peuvent prendre deux formes: des effets immédiats ou à court terme ou à long terme. La plupart des produits toxiques proviennent de l'industrie chimique, de l'industrie métallurgique, des activités agricoles et des décharges de déchets ménagers ou industriels [6].

I-1-1. Origine de la pollution marine

I-1-1-1. Pollution naturelle

La teneur de l'eau en substances indésirables n'est pas toujours due à 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 pollution [7].

I-1-1-2. Pollution industrielle

La pollution des ressources des ménages est relativement constante, les émissions industrielles se caractérisent par leur très grande diversité, qui dépend de l'utilisation de l'eau dans les processus industriels.

➤ Effluents urbaines

Le rejet des eaux usées urbaines est souvent encore sans traitement préalable. Les déchets générés par la station d'épuration modifiée ont entraîné l'importation d'une grande quantité de matière organique dans l'eau de mer côtière [8]. La composition des eaux usées urbaines varie considérablement, reflétant la gamme de polluants émis par différentes sources domestiques, industrielles, commerciales et institutionnelles [9]. Ces eaux usées affectent directement ou indirectement la santé humaine, la stabilité des écosystèmes marins et l'économie côtière [10].

CHAPITRE I : PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

➤ **Effluents industrielles et émissions**

Les émissions industrielles directement dans l'océan sont dispersées ; ces émissions affectent gravement la flore et la faune marine. Les émissions atmosphériques atteignent la mer sous forme de sédiments secs ou lavées par la pluie. Ce dépôt est la principale cause de certaines contaminations métalliques [11].

➤ **Rivières et cours d'eau**

La plupart des polluants sont transportés par ruissellement et drainage dans les cours d'eau. Le cours d'eau transporte un grand nombre de polluants provenant des eaux usées industrielles ou urbaines, des substances naturelles ou synthétiques déposées dans le sol, et tous ces polluants sont transportés vers le milieu marin [12].

➤ **Décharge côtières incontrôlées**

L'élimination illégale des déchets sous forme d'ordures, de déchets solides, etc. Dans la plupart des pays / régions, ils sont déposés dans des décharges après un traitement sanitaire minimal. Ces décharges illégales se trouvent souvent à la périphérie des villes ou littéralement au bord de la mer, constituant une source de maladies et d'ordures dans les environs. La lixiviation des décharges peut contaminer les niveaux des eaux souterraines par les polluants organiques et métaux lourds ainsi que le milieu marin côtier [10].

➤ **Transports maritimes**

Le transport maritime est bien connu pour sa destruction et sa pollution selon l'institut français du milieu marin, 4 à 6 millions de tonnes d'hydrocarbures atteignent ou se déversent dans l'océan chaque année, ce qui a un impact énorme sur la mer. On estime qu'il y a 600 000 tonnes d'hydrocarbures dégazés sauvages chaque année en méditerranée. Le nombre est de 300 tonnes et la quantité de pétrole qui s'échappe en mer du nord est de 3 millions de tonnes par an.

I-1-2. Type de la pollution marine

La classification de la pollution des eaux est montrée dans le tableau I-1 :

CHAPITRE I : PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Tableau I-1: Principaux types de pollution des eaux, la nature des polluants et leur origine.

<i>Types de pollution</i>	<i>Nature</i>	<i>Sources</i>
> Physique		
pollution thermique	rejets d'eau chaude	centrales thermiques
pollution radioactive	radio-isotopes	installations nucléaires
> Chimique		
Matière organique	glucides, lipides, protides	effluents domestiques, agricoles, agro-alimentaires
Fertilisants	nitrate, phosphates	agriculture, lessives
métaux et métalloïdes	mercure, cadmium, plomb, aluminium, arsenic...	industries, agriculture, pluies acides, combustion
Pesticides	insecticides, herbicides, fongicides	agriculture, industries
Organochlorés	Polychlorobiphényles (PCB), solvants	Industries
composées organiques de synthèse	nombreuses molécules	Industries
Détergents	agents tensio-actifs	effluents domestiques
Hydrocarbures	pétrole et dérivés	industrie pétrolière, transports
> Microbiologique	bactéries, virus, champignons	effluents urbains et d'élevage

I-2. Les métaux lourds

I-2-1. Généralités

Les métaux lourds sont tous les métaux qui sont caractérisés par une masse volumique supérieure à 5g/cm^3 , un nombre atomique élevé et qui présentent un danger pour les êtres humains et/ou l'environnement. Ces éléments sont de bons conducteurs thermiques et électriques, caractérisés par leur dureté et leur ductilité, se combinent facilement avec d'autres éléments pour former des alliages utilisés par l'homme depuis l'Antiquité. Dans un environnement aquatique, le métal est défini comme un élément chimique qui peut

CHAPITRE I : PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

créer des liaisons métalliques et perdre des électrons pour former des cations. Certains de ces éléments, tels que le cuivre, le zinc et le sélénium, sont essentiels pour tous les organismes vivants ou un grand nombre d'organismes alors que d'autres, ne sont pas essentiels. Certains n'ont pas de fonctions biologiques reconnues, mais pour une teneur élevée et des formes chimiques bio-disponibles, ils peuvent devenir toxiques. Par ordre croissant de toxicité spécifique, les métaux sont classés comme suit : Zn < Pb < Ni < Cu < Mo < Ti < Cr < Hg [13].

I-2-2. Origines

Les métaux lourds se produisent dans l'environnement sous forme de traces: cadmium, plomb, mercure, arsenic, nickel, cobalt, manganèse, cuivre, zinc, etc. Les plus toxiques d'entre eux sont le plomb, le cadmium, arsenic et le mercure. Naturellement, ils sont présents dans la biosphère, ils proviennent de l'érosion mécanique et chimique des roches et de la lixiviation des sols. D'autre part, la contribution d'origine anthropique des rejets industriels et domestiques, des activités minières et des ruissellements contaminés par des engrais et des pesticides utilisés en agriculture sont autant de sources qui ont contribué à une augmentation de la concentration des métaux lourds dans le milieu marin, notamment dans la zone côtière [14].

I-2-3. Métaux lourds dans le milieu marin

Les métaux lourds présents dans l'eau et les sédiments sont absorbés par les plantes et les animaux marins, et le dépassement d'une certaine quantité chez ces espèces provoque leur accumulation dans les organismes et tout au long de la chaîne alimentaire. Ils peuvent atteindre des concentrations qui menacent la survie de certaines populations naturelles et constituent une menace pour les consommateurs de produits marins en raison de leur capacité à se concentrer sur les espèces marines, de leur élimination difficile et de leur large distribution dans le milieu aquatique [7].

I-3. La spectrométrie d'absorption atomique

I-3-1. Définition

La spectrométrie d'absorption atomique est une technique d'analyse quantitative et qualitative qui étudie les absorptions de lumière par atome libre. Elle permet de définir une soixantaine d'éléments chimiques (métaux et non-métaux).

I 3-2. Principe

L'absorption atomique est un processus qui se produit lors du passage d'un atome de l'état fondamental à l'état excité par l'absorption d'une énergie sous forme d'un rayonnement électromagnétique qui a une longueur d'onde spécifique. Le spectre l'absorption atomique d'un élément consiste en une série de raies de résonance.

En générale, la raie de transition entre l'état fondamental et le premier état excité définit la plus grande capacité d'absorption, et c'est la raie habituellement utilisée. Les transitions entre l'état fondamental et l'état excité ne se produisent que lorsque le rayonnement incident d'une source lumineuse est exactement égal à la fréquence d'une transition spécifique.

L'absorption atomique est définie par le changement de la puissance rayonnante du faisceau incident en absence et en présence d'atomes analytes dans l'atomiseur. La largeur de la raie absorbée de l'analyte doit être plus grande que La largeur de la raie émise par la source lumineuse. La quantité d'énergie absorbée augmentera avec le nombre d'atomes de l'élément sélectionné dans la chambre d'absorption. Les concentrations des échantillons peuvent être déterminées en comparant les quantités de rayonnement absorbées par eux avec la quantité de rayonnement absorbée par eux Normes. La lecture de mesure peut être calibrée pour indiquer les concentrations des échantillons directement [15].

I 3-3. Instrumentation

La spectrométrie d'absorption atomique se compose de quatre parties principales :

- 1- Le faisceau lumineux issu de la source
- 2- La chambre d'absorption (flamme ou four) dans laquelle l'élément se trouve porté à l'état atomique.
- 3- Monochromateur qui sélectionne un intervalle très étroit de longueurs d'onde.
- 4- Détecteur

✓ Source lumineux

En spectrométrie d'absorption atomique on a deux types de sources :

- La lampe à cathode creuse qui est la plus répandue
- La lampe EDL

- **Lampe a cathode creuse**

La lampe à cathode creuse est une source discontinue émettant des raies caractéristiques des atomes constituant la cathode. Généralement la cathode est mono-élément, ce qui oblige d'utiliser une lampe par élément, bien que certaines lampes multiéléments (2 à 5) soient commercialisées, avec un risque de durée de vie courte. La sélectivité de la lampe mono-élément permet néanmoins de limiter les risques d'interférence spectrale. La lampe à cathode creuse est une source discontinue émettant des raies [16].

- **La lampe EDL**

On utilise la lampe EDL (electrodeless discharge lampe) surtout pour l'analyse des éléments alcalins et volatils à l'heure actuelle, elles sont remplacées par les lampes à cathode creuse [17].

- **Chambre d'absorption**

Dans la spectroscopie d'absorption atomique on trouve la flamme et le four graphite comme cellules d'absorption car ils sont capables de fournir les atomes libres en proportions suffisantes à partir des éléments présents en solution, pour utiliser la technique d'absorption [18].

- ✓ **La flamme (atomiseur)**

Dans la SAA de flamme, les solutions d'échantillonnage sont généralement nébulisées à l'aide d'un capillaire et d'un venturi dans une chambre de pulvérisation et l'aérosol produit est conduit, accompagné de la combustion résultant du mélange gazeux et oxydant, dans un brûleur approprié. Il est à noter que seulement 10% de la solution finit dans la flamme et qu'après des phénomènes complexes de vaporisation, dissociation, recombinaison, on obtient une proportion plus ou moins élevée d'atomes libres capables d'absorber le rayonnement. Nous sommes obligés de préparer des étalons ayant une composition (une matrice) aussi proche que possible de celle des échantillons afin de mieux contrôler les phénomènes physico-chimiques (nébulisation, vaporisation, réactions chimiques) qui se produisent lors de l'obtention d'atomes libres dans le sol état [19].

- ✓ **Le four graphite (atomiseur électrothermique)**

CHAPITRE I : PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

La température du tube est programmée. Le tube est chauffé par effet Joule. Le processus d'atomisation se déroule en plusieurs étapes:

- Pour l'évaporation des solvants on chauffe l'échantillon à 110 °C pendant 20 à 30 S.
- La décomposition se fait à une température intermédiaire (souvent 500 °C) pour volatiliser les composants réfractaires de la matrice ainsi que la pyrolyse des composés organiques (les graisses et les huiles). La température de calcination doit être intermédiaire, pour qu'on ne trouve pas le risque de perdre l'analyte.
- En atomisation, l'application de la puissance maximale est nécessaire pour élever la température du four plus rapidement jusqu'à la température d'atomisation sélectionnée. Le résidu d'analyte se volatilise et se dissocie en atomes libres qui absorbent la lumière de la source SAA. Le signal d'absorption transitoire doit être mesuré rapidement.

Les caractéristiques d'un four graphite :

- Il nécessite une faible quantité de l'analyte.
- Il analyse même les phases solides, très souvent et sans prétraitement.
- Il augmente la sensibilité car la production d'atomes analysés libres est plus importante que dans la flamme.

➤ **Le nébulisateur**

En général, les échantillons destinés à une analyse par spectrométrie atomique sont pour la plupart dissous en milieu aqueux et introduits dans l'atomiseur par un nébuliseur, celui-ci aspire l'échantillon liquide à travers un capillaire par un flux de gaz à haute pression qui circule autour d'extrémité du tube (effet Bernoulli). Ce mécanisme de transport de liquide est appelé aspiration. La très grande vitesse du gaz provoque la décomposition du liquide en fines gouttelettes de différentes tailles, qui sont ensuite entraînées dans l'atomiseur [18].

➤ **Le monochromateur**

Le faisceau incident (source émise) est un spectre de raies qui contient: les raies de l'élément au dosage et les conduites du gaz de remplissage, les conduites d'éventuelles impuretés ainsi que les conduites de l'atomiseur (flamme) donc, c'est une lumière polychrome. Le rôle de monochromateur consiste à éliminer toute lumière, quelle que

CHAPITRE I : PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

soit son origine, ayant une longueur d'onde différente de celle que l'on travaille pour avoir un faisceau monochromatique [16].

➤ **Le détecteur**

Dans les méthodes physiques d'analyse, l'appareil utilisé fournit un résultat qui sera le plus souvent un signal électrique représentatif de la grandeur à mesurer : le détecteur est donc un "transformateur" qui fournit un courant ou une tension à partir d'une caractéristique physicochimique. 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 : l'absorbance [19].

En SAA, il existe 3 types de détecteurs :

- Les détecteurs thermiques.
- Les détecteurs pyroélectriques.
- Le photomultiplicateur.

La plupart des spectromètres modernes utilisent comme détecteur un photomultiplicateur relié à un étage d'amplification [20].

I-3-4 Perturbation chimiques et physiques

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 :

- ✓ Chimique.
- ✓ Physique.
- ✓ Spectrale.

➤ **Interfaces chimiques**

Elles sont dues au fait que certains sels métalliques forment des oxydes réfractaires dans la flamme, ou ils sont difficile à atomiser. Le cation que l'on dose est accompagné par un anion qui joue un rôle important dans ce cadre.

➤ **Correction des interfaces chimiques**

Il faudra faire l'étalonnage et les dosages sous la même forme saline; par exemple, si on dose du Ca dans CaCl_2 , on prendra CaCl_2 pour faire la gamme d'étalonnage [19].

➤ **Interfaces physiques**

CHAPITRE I : PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Les interférences physiques sont dues aux propriétés physiques des solutions étudiées (changement de viscosité entre les étalons et les échantillons. Il y a formation de petites particules qui vont physiquement provoquer des perturbations, car ils dispersent la lumière. Cet effet provoque la diffusion de la lumière par des particules qui s'insolubilisent dans la flamme. Les interférences chimiques et physiques entraînent un changement de pente de la droite d'ajout par rapport à la droite d'étalonnage établie en milieu simple (interférences multiplicatives) [21].

➤ **Corrections des interfaces physiques**

En vérifiant la viscosité de la solution à analyser, on s'assure que la composition (solvant, concentration en acide, teneur en sel, etc.) est similaire entre les solutions d'étalonnage et l'échantillonnage.

➤ **Interfaces spectrales**

Le dispositif de four en graphite peut entraîner une émission parasite due aux parois du tube. Les composés de la matrice peuvent également entraîner des absorptions supplémentaires. En absorption atomique, la confusion est rare, mais il est parfois conseillé de prendre une seconde mesure en changeant la longueur d'onde [16].

➤ **Corrections des interfaces spectrales**

Les correcteurs jouent un rôle importants dans la mesure des absorbances non spécifiques dues aux interférents en tout genre afin de les soustraire de l'absorbance pour obtenir des résultats correctes, il faut ajuster $\log(I_0/I) = 0$, lors des réglages préliminaires de l'appareil [19].

CHAPITRE : II

Matériels et Méthodes

II-1. Sites d'études

II-1-1. Ghazaouet

Ghazaouet est situé à 35°06' de latitude nord et 1°52' de longitude ouest. Elle est située à 80 km au nord-ouest de la capitale de la ville de Tlemcen, métropole régionale d'Oran et à 50 km de la frontière marocaine. La ville est située sur un terrain accidenté, avec des pentes raides allant de 10 à 15%, couvrant une superficie de 28 km², la ville de Ghazaouet est limitée: au nord jusqu'à la Méditerranée; Au sud Tient; Au sud-ouest Nedroma; à l'ouest Tounane; et à l'est Dar Yaghmoracen. Cette position géographique a été choisie pour tenir compte de conditions suivantes :

- Faciliter les opérations d'importation et d'exportation par voie maritime et par voie ferroviaire.
- La proximité de l'eau de mer pour le refroidissement.
- Proche de gisement d'El-Abed (se trouve à 94 Km au Sud Ouest du Chef Lieu de la Wilaya de Tlemcen).

II-1-2. Alzinc

La société Algérienne de zinc (Alzinc) est une filiale de METANOF, rattachée à SGP TRANSOLB. L'objectif d'ALZINC est conforme à son statut, production et vente de zinc et de ses alliages, cuivre cathodique et l'acide sulfurique. La zone industrielle ALZINC est le seul producteur de zinc électrolytique au Monde arabe et le deuxième en Afrique. C'est un très grand pôle industriel situé sur la rive ouest de la ville de Ghazaouet willaya de Tlemcen répartis sur une superficie de 22 hectares.



Figures II-1 : Usine Alzinc (Ghazaouet)

II-1-3. Les sources de pollutions de la zone d'études

En plus des émanations toxiques, l'entreprise d'électrolyse Alzinc déverse ses déchets liquides et polluants, même la mer reçoit 400.000 tonnes de déchets solides (boues) qui sont exposés à ciel ouvert sur une falaise qui domine la ville et la mer de Ghazaouet. Des pêcheurs affirment qu'il leur est arrivé de remonter des poissons aveugles et des mouettes ont été retrouvées mortes près des décharges.

Les principales sources de pollution dans la zone côtière de Ghazaouet sont variées et diversifiées. Il existe plusieurs catégories de pollution due aux activités humaines. Nous citons:

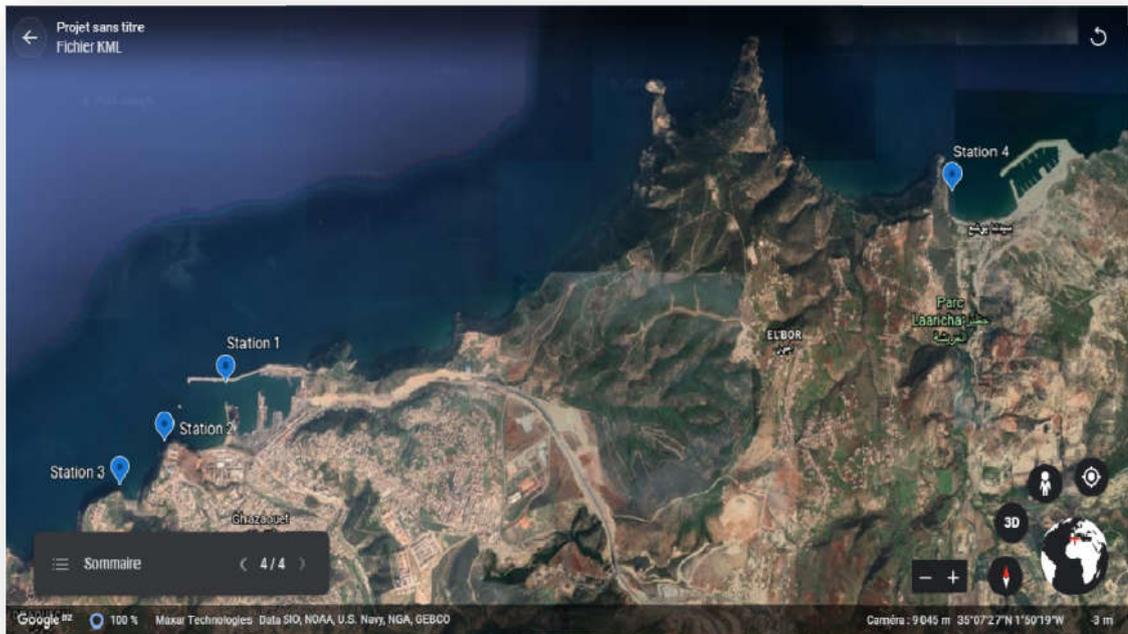
- Métaux lourds, souvent à l'état de traces (huiles et hydrocarbures provenant des rejets industriels "Alzinc"), d'eaux usées et des zones portuaires.
- Eaux usées municipales (y compris les eaux usées domestiques).
- Émissions agrochimiques, y compris les pesticides, herbicides et autres substances (polluants organiques persistants) : ordures, déchets solides, plastiques et déchets marins.

II-2. Échantillonnage

II-2-1. Choix des stations de prélèvements

Le choix du site d'étude s'est porté sur la baie de Ghazaouet, du fait que la ville représente un pôle industriel important, par son port ouvert aux bateaux de pêche, de marchandises et de voyageurs, et surtout par la présence de la zone industrielle. Le choix du site d'échantillonnage dépendait de la facilité d'accès et de la proximité des sources de pollution, notamment la zone industrielle de la ville de Ghazaouet (Alzinc) et reflète les principales caractéristiques chimiques de l'eau de mer.

La zone d'étude concernée par le prélèvement est le golfe de la ville de ghazaouet et plus précisément la région qui s'étend de Sidi Youchaa jusqu'à celle d'Oued Abdallah (figure II.2). Pour évaluer le degré de contamination métallique du golfe de Ghazaouet, plusieurs prélèvements ont été réalisés dans les différentes stations. Les métaux recherchés sont: Pb, Cd, Cu, Fe et Zn. Les prélèvements sont réalisés durant le mois de Mars 2020.



Figures II.2 : Les stations de prélèvement de l'eau de mer

Station1(S1) : Le port

Station 2 (S2): Oued Abdellah 1

Station 3 (S3): Oued Abdellah 2

Station 4 (S4): Sidi Youchaa

II-2-2. Préparation de matérielles :

La préparation et le lavage des bouteilles en polyéthylène ont été effectués selon la réglementation la veille de la collecte. Mode de fonctionnement est le suivant:

- Nettoyez le récipient et le couvercle avec du détergent et de l'eau.
- Rincer abondamment à l'eau du robinet.
- Rincer avec une solution aqueuse d'acide nitrique à 10 % [22].

II-2-3. Méthode d'échantillonnage :

Pour prélever les échantillons, nous avons utilisé des flacons en polyéthylène, la capacité est d'un litre, doit être rincer la bouteille 3 fois à l'eau de mer, après prélèvement. Le récipient contenant l'échantillon est clairement étiqueté.

II-2-4. Paramètres mesurés

➤ **Conductivité**

La conductivité fournit des informations sur la capacité de l'eau à conduire le courant. Nous utilisons un conductimètre avec une électrode. La conductivité fournit des

CHAPITRE II: MATÉRIELS ET MÉTHODES

informations sur la teneur en substances dissoutes dans l'eau sous forme d'ions chargés électrique. La température de l'eau affectera la conductivité, la conductivité augmente avec la température. Le résultat de la mesure de conductivité est généralement exprimé en conductivité équivalente à 20 ou 25 °C. La conductivité est généralement mesurée en micro-siemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$) [23].

➤ **Potentiel Hydrogène (pH)**

La valeur du pH mesure la concentration d'ions H^+ dans l'eau. Par conséquent, il reflète l'équilibre entre les acides et base sur une échelle de 0 à 14. Une valeur de 7 signifie neutre. Par exemple, le pH de l'eau de surface est de 7 à 8. Le pH souterrain est de 5,5 à 8. Un pH très alcalin indique une évaporation féroce [23].

II-3. Traitement des échantillons

II-3-1. Verreries et produits

- Erlenmeyers
- Eprouvette graduée
- Entonnoir
- Papier filtre
- Plaque chauffante
- Acide nitrique 67% (Réactif analytique)
- Acide chlorhydrique 37% (Réactif analytique)
- Eau distillée

II-3-2. Minéralisation

Le rôle de la minéralisation est de détruire les matières organiques et de libérer les métaux de leurs associations en les amenant à leur état ionique le plus oxydé. Cela peut être fait à sec ou par une méthode humide. Ce dernier, utilisant un milieu acide, permet de limiter la perte de certains métaux par volatilisation. Classiquement, on retrouve la digestion selon les acides seuls ou en mélange (HNO_3 , H_2SO_4 , HCl) avec ou sans oxydant comme le peroxyde d'hydrogène [24].

II-3-3. Méthodes de minéralisation

Après filtration de l'échantillon, nous effectuons une minéralisation avec l'ajout d'un mélange d'acides 4 ml d'acide chlorhydrique 37% et 4 mL d'acide nitrique 65% dans 500

CHAPITRE II: MATÉRIELS ET MÉTHODES

mL d'échantillon après avoir placé notre échantillon dans un flacon étiqueté et fermé et le mis au réfrigérateur.

II-4. Dosage des métaux par SAA

II-4-1. Appareillage

- Solution standard à 1,000 mg/L de chaque élément à doser (Cd, Fe, Pb, Zn, Cu).
- Eau de mer minéralisée.
- Eau pure
- Le spectrophotomètre utilisé est un (Perkin elmer atomic absorption spectrometer PinAAcle900H). programmé par un ordinateur et comprend :
 - Une source d'émission primaire : une tourelle qui peut contenir six lampes pour un dosage successif;
 - Une source d'atomisation constituant la cellule d'absorption (aspirateur d'échantillon, nébuliseur, une flamme);
 - Un sélecteur de radiations : monochromateur;
 - Un four à graphite à injection.



Figures II.3 : Appareil de spectrométrie d'absorption atomique.

II-4-2. Étalonnage

Pour chaque élément à doser, une gamme d'étalons à différentes concentrations a été préparée. La solution mère est de concentration de 1000 ppm, à partir de laquelle on

CHAPITRE II: MATÉRIELS ET MÉTHODES

prépare des séries de solutions avec des concentrations bien définies. Ces solutions filles sont analysées par SAA. On établit ainsi la droite d'étalonnage représentant l'absorption en fonction de la concentration (C), ce qui est cohérent avec la relation de Beer-Lambert

$$A = \epsilon.l.C$$

avec :

- A : absorbance
- ϵ : le coefficient d'absorption molaire en $L.mol^{-1}.cm^{-1}$
- l : la largeur de cuve en cm
- C: la concentration de la solution en $mol.L^{-1}$

A partir de chaque solution mère on effectue des dilutions suivant la formule :

$$C_1.V_1=C_2.V_2$$

C_1 : concentration de la solution mère.

V_1 : volume de la solution mère.

C_2 : concentration de la solution diluée.

V_2 : volume de la solution diluée.

CHAPITRE : III

Résultats et discussions

III- RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

III-1. Paramètres physicochimiques de l'eau de mer

La connaissance de certains paramètres physico-chimiques donne une appréciation préliminaire de la qualité et le degré de la pollution d'une eau.

Tableau III.1. Résultats des paramètres physico-chimiques des quatre stations à 20 °C.

Paramètres \ Stations	S1	S2	S3	S4
Conductivité (mS/cm)	58,9	57,01	56,80	56,80
pH	8,00	8,12	8,10	8,00

S1 : Le port; S2: Oued Abdellah 1; S3 : Oued Abdellah 2; S4 : Sidi Youchaa

III-1-1. pH

Le pH, abréviation de potentiel hydrogène, est une grandeur qui permet de quantifier le caractère acide ou basique d'une solution (varie de 1 à 14). L'eau a un pH neutre de 7. Elle n'est ni basique ni acide. Plus les unités décroissent de 7 vers 1, plus la solution est acide. Il mesure la concentration de protons H^+ dans l'eau. Le changement de pH causé par certains rejets industriels ou l'afflux d'eaux de ruissellement cause la pollution [25]. Dans notre étude, nous avons enregistré des valeurs de pH variant entre 8,00 et 8,12. Le pH de l'eau de ces stations est conforme par rapport au pH standard de l'eau de mer qui varie entre 6,5 et 8,5 [26].

III-1-2. La conductivité

La mesure de la conductivité est une méthode extrêmement répandue et utile, tout particulièrement dans des applications de contrôle de la qualité. La conductivité peut être mesurée sur un intervalle très large puisqu'il s'étend de 0,1 $\mu S/cm$ pour la conductivité de l'eau pure jusqu'à 0,5 S/cm pour des solutions très concentrées [23]. D'une manière générale, on peut dire que la conductivité constitue un moyen rapide et

CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

peu coûteux de déterminer la force ionique d'une solution. La forte concentration en sel dissous confère à l'eau de mer une conductivité élevée. Comme la concentration des différents ions est proportionnelle, la salinité peut être mesurée avec une grande précision grâce à la conductivité. Les valeurs de conductivité des stations étudiées diffèrent d'une station à l'autre avec des valeurs légèrement élevées par rapport aux normes ($20\ 000\ \mu\text{S}/\text{cm} < \text{norme} < 50\ 000\ \mu\text{S}/\text{cm}$). Nos résultats du tableau III.1 sont élevés en raison de la dominance maritime, cette forte conductivité est due aux rejets urbains et industriels [27]. Cette augmentation de la conductivité n'est pas associée à une acidité importante puisque le pH de l'eau est basique. Ces valeurs préliminaires peuvent nous renseigner sur la présence des polluants minéraux.

III-2. Métaux lourds

III-2-1. Zinc

- **Propriétés et utilisation**

Le zinc noté Zn est un élément important pour la croissance et le développement de l'organisme, il est parfois appelé le minéral de l'intelligence parce qu'il intervient au niveau du système immunitaire [28], son utilisation est variable et multiple; une grande partie de la pollution provient de l'industrie métallurgique et les rejets. Il est bien présent dans la croûte terrestre, il ne se présente pas à l'état libre dans la nature, mais sous forme d'oxyde de zinc, de silicates, de carbonates de zinc, etc. Le Zn est principalement utilisé comme revêtement protecteur anticorrosif pour les métaux (galvanoplastie, métallisation, immersion) et il entre dans la composition de divers alliages (laiton, bronze, alliages légers) [29].

- **Toxicité**

L'insuffisance de cet élément est associée à une augmentation de la fréquence des infections, et diminue l'incorporation de l'azote nutritionnel. Le zinc est l'un des oligo-éléments les plus abondants dans l'organisme. Comme tout oligo-élément, l'introduction élevée du Zn peut entraîner une toxicité grave. Le zinc est également toxique pour les animaux et les humains, les poissons, la dose létale varie de 0,5 à 5 mg/L. Aux doses de

CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

150 et 650 mg de Zn, il devient toxique pour l'homme. Les troubles physiologiques humains causés par ce type d'intoxication dans le cas primaire comprennent les nausées et les troubles gastro-intestinaux, suivis de complications respiratoires, ainsi que les maladies de la peau. En effet, la nature phytotoxique du Zn a été démontrée dans de nombreuses études qui indiquent une réduction de la production de biomasse dans les sols affectés par des boues riches en Zn. Sa toxicité pour les organismes marins n'a pas été prouvée, sauf pour des concentrations élevées, affecte la reproduction des moules et la croissance des larves [30].

- **Analyse de zinc dans l'eau de mer**

La courbe d'étalonnage obtenue a un coefficient de corrélation de 0,998. La figure III.1 décrit la courbe d'étalonnage pour le zinc à $\lambda = 213,86$ nm.

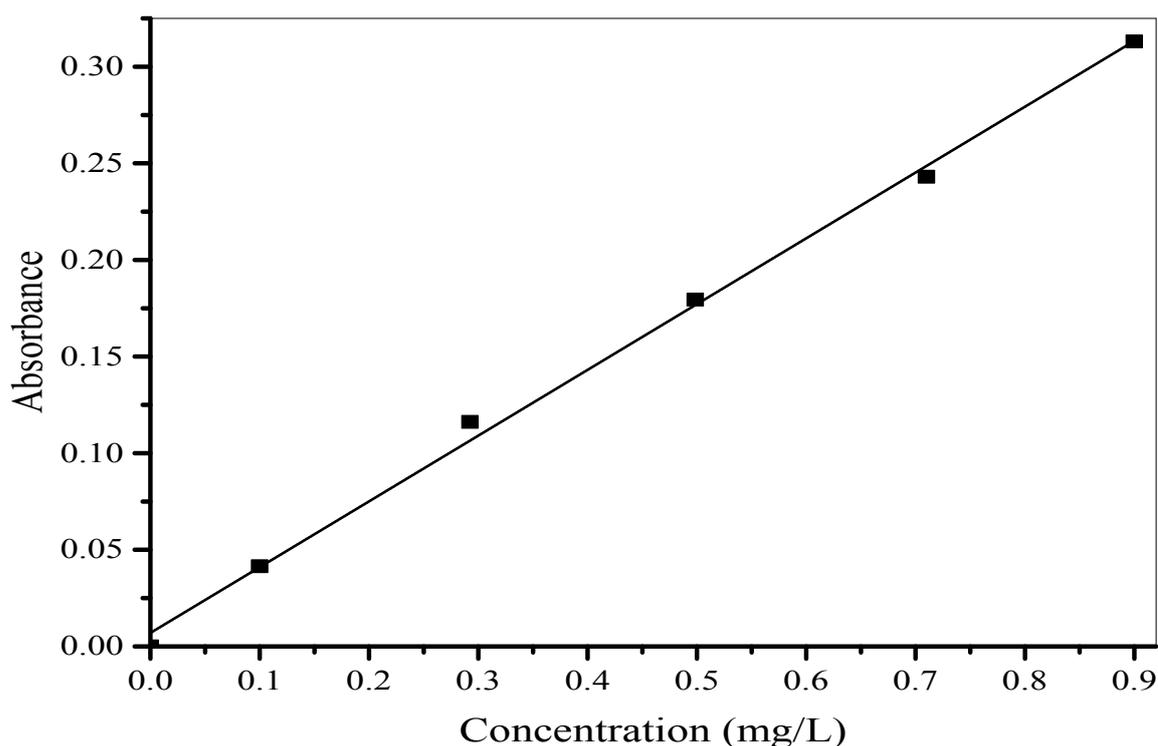


Figure III-1 : Courbe d'étalonnage pour Zinc à $\lambda = 213,86$ nm.

La concentration massique (ppm) du zinc dans l'eau de mer dans les différentes stations de prélèvements est présentée dans le tableau III-2.

CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Tableau III-2: Teneurs en zinc dans les différentes stations de prélèvements

Stations	S1	S2	S3	S4
Concentration (ppm)	0,014	0,013	0,011	0,010

S1: Le port; S2: Oued Abdellah 1; S3 : Oued Abdellah 2; S4 : Sidi Youchaa

Selon la concentration en zinc dans les eaux des quatre stations étudiées, remarque qu'il n'y a pas de pollution. En fait, ils sont inférieurs à la valeur maximale autorisée par les normes algériennes sur les eaux de mer qui est de 3 ppm [26]. Les résultats présentés dans la figure III.2 indiquent que la concentration du zinc varie entre 0,010 - 0,014 ppm.

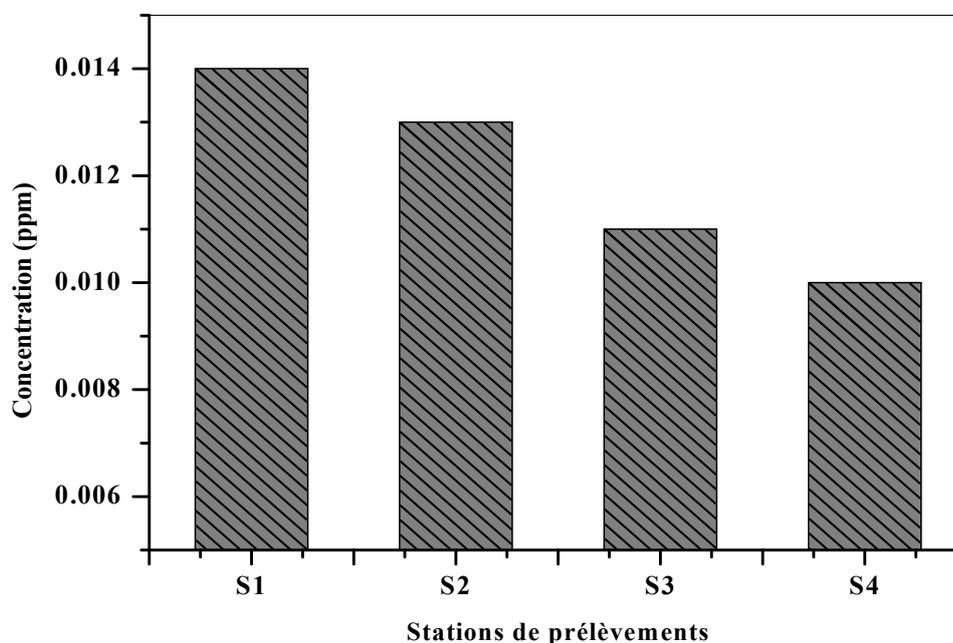


Figure III-2. Variation de la teneur en zinc dans différentes stations de prélèvements

La valeur en zinc la plus élevée a été détectée dans le niveau d'eau de la station S1, qui était de 0,014 ppm. Les teneurs en zinc dans l'eau de mer de Ghazaouet se trouvent sous forme de traces. Nos résultats obtenus sont inférieures aux valeurs (0,09 - 0,375) qui ont été réalisés au niveau de la zone côtière de Tichy (ville de Bejaia) [31] et aussi aux valeurs (0 - 0,35) ppm qui ont été réalisés au niveau de la zone côtière de Honaine et inférieure aux valeurs (0,235 - 0,873) ppm qui ont été réalisé dans la cote de Jijel [32] et inférieure aussi aux (0 - 4,25) ppm qui ont été analysé au niveau de Beni saf

CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

[33]. Nos résultats obtenus sont similaires aux valeurs 0,00511 – 0,0212 ppm marqués au Maroc [34] et inférieures aux valeurs 0,02 à 0,03 ppm enregistrés aux côtes tunisiennes [35].

III-2-2. Plomb

- **Propriétés et utilisation**

Le plomb Pb est un élément chimique de la famille des cristallins et un numéro atomique de 82. Le plomb est un produit naturel de la désintégration de l'uranium, c'est un élément naturel et rare. En raison de son affinité pour le soufre, il est associé à des dépôts de sulfure. Pb comprend également des minéraux ayant la plus forte teneur en zinc (galène), argent et cuivre. En raison de la distribution généralisée et de la facilité d'utilisation du plomb, les humains utilisent le plomb depuis plus de 7 000 ans. Très facile à fondre et à façonner, en particulier pour la plomberie Antiquité. Le plomb est également utilisé dans l'industrie du verre et est très utile pour créer une atténuation protectrice des rayons gamma et des rayons X. En 2004, les batteries en plomb utilisées dans l'automobile ou l'industrie représentaient 72 % de la consommation de plomb [36].

- **Toxicité**

Une exposition régulière au Pb peut provoquer de nombreux problèmes. Les coliques de plomb constituent l'aspect clinique le plus connu de l'intoxication : douleurs aiguës, et vives [37]. La fréquence de l'hypertension artérielle serait plus importante chez les sujets exposés au plomb et au cadmium [38]. Les principales sources d'exposition au plomb et au cadmium sont les émissions industrielles et automobiles, l'eau des tuyaux en plomb, la peinture, les boîtes de conserve soudées au plomb, la céramique, la fabrication de plastique et de piles, la production d'alliages, la fusion, le raffinage et l'impression [39, 40]. La plombémie varie avec le sexe, l'âge, le lieu d'habitation, et la consommation de tabac et d'alcool [41]. L'intoxication au Pb par l'intermédiaire de l'alimentation n'est pas un grand risque pour l'homme. Les effets toxiques du plomb peuvent entraîner une concurrence avec les métaux essentiels. Lorsque le Pb (0,1 mg/L) est présent dans les moules, le métabolisme d'autres métaux divalents (en particulier le magnésium et le cuivre) est perturbé [42].

CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

• Analyse du plomb dans l'eau de mer

La courbe d'étalonnage obtenue a un coefficient de corrélation de 0,994. La figure III-3 décrit la courbe d'étalonnage pour le plomb à $\lambda = 217,00$ nm.

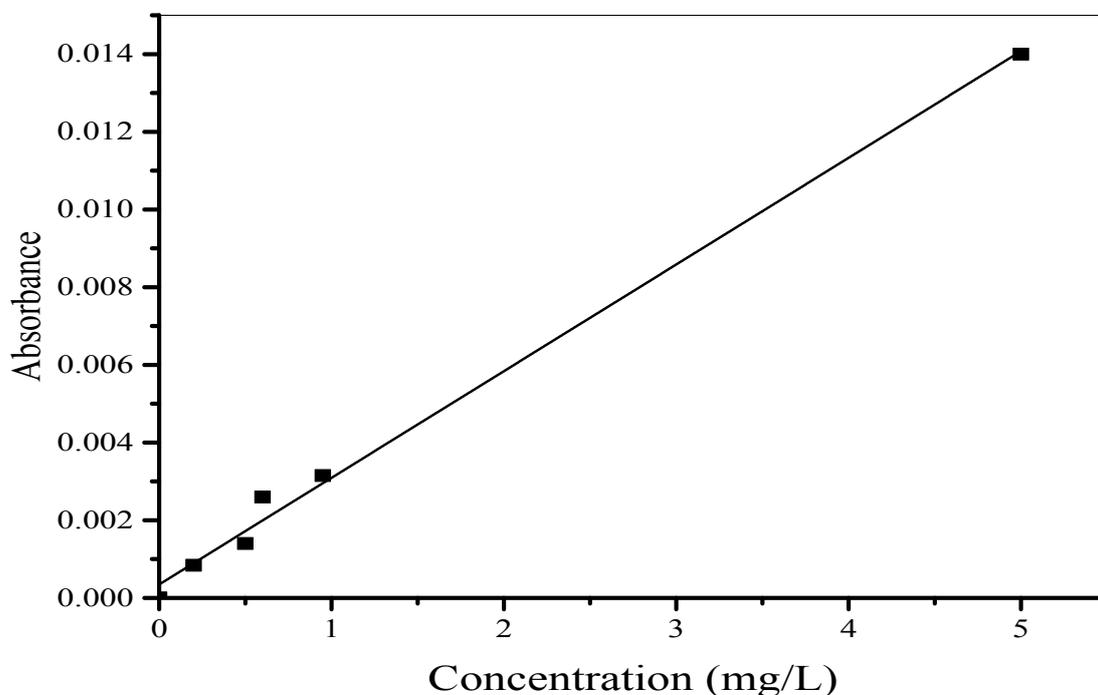


Figure III-3: Courbe d'étalonnage de plomb à $\lambda = 217,00$ nm.

Les résultats tirés de la SAA du dosage de l'eau de mer dans les quatre stations sont présentés dans le tableau III-3 :

Tableau III-3: Teneurs en plomb dans les différentes stations de prélèvements

Stations	S1	S2	S3	S4
Concentration (ppm)	1,594	1,334	1,57	1,189

S1: Le port; S2: Oued Abdellah 1; S3: Oued Abdellah 2; S4: Sidi Youchaa

Le suivi analytique dans l'eau de mer de Ghazaouet indique la présence du plomb dans les quatre sites avec des concentrations différentes.

Les résultats du tableau précédent sont présentés dans la figure III.4.

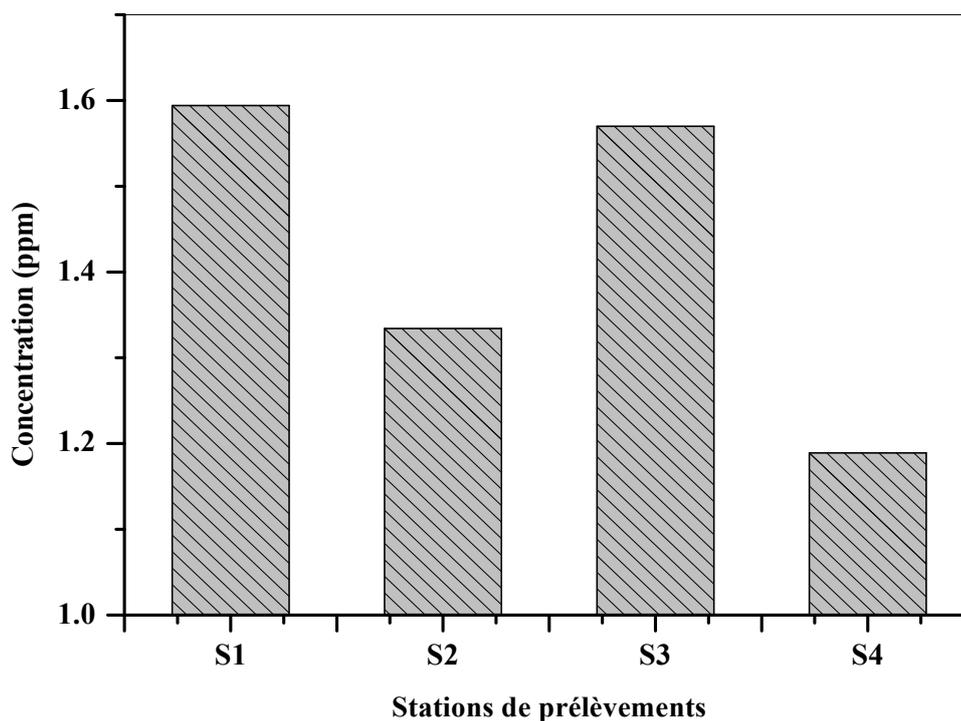


Figure III-4. Variation de la teneur en plomb dans différentes stations de prélèvements

Les teneurs en pb varient entre 1,334 et 1,594 ppm. La valeur maximale en Pb 1,594 ppm se retrouve dans la station S1 qui représente le port. Les teneurs obtenues ne sont pas conformes aux normes algériennes sur les eaux de mer, qui fixent la valeur maximale de Pb à 0,5 ppm [26]. La concentration en plomb est plus élevée pour les quatre stations et ça due à la présence d'unités industrielles complexe d'ALZINC qui rejettent les déchets, et aussi les rejets domestiques (eaux usées) ramenés par l'oued Ghazouana. On constate qu'on a une contamination de plomb dans notre site d'étude car nos résultats sont largement supérieures aux valeurs (0,0025-0,0362 ppm) qui ont été pris au niveau de la mer de Tichy [31] et aussi supérieures aux résultats prise dans la côte de Jijel 0,02-0,033 ppm [32]. Les teneurs en Pb étudiés dans les quatre stations sont largement supérieures aux valeurs 0,0014-0,0094 ppm marqués aux côtes tunisiennes [35]. Elles sont aussi supérieures à celles du Maroc qui varient entre 0,0013-0,0025 ppm [34] et supérieures à la valeur 0,00109 ppm trouvés en Espagne [43]. Les valeurs en Pb dans cette étude sont plus faibles par rapport à la valeur moyenne 9,39 ppm réalisée dans l'eau de mer du port de Canakkale en Turquie [44].

III-2-3. Cadmium

- **Propriétés et utilisation**

Le cadmium (Cd) est un métal doux, brillant, blanc argenté ou bleu qui a été trouvé habituellement dans des gisements de plomb, de cuivre ou de zinc. Le cadmium est généralement présent sous forme d'oxyde de cadmium, de chlorure de cadmium ou de sulfate/sulfure de cadmium. On le trouve le plus souvent dans les gisements de zinc sous forme de sulfure de cadmium. Le cadmium est un élément présent dans le milieu aquatique sous diverses formes physiques (dissoutes, colloïdales, particulaires) et chimiques (minérales ou organiques). Un ensemble de variables physico-chimiques de l'environnement (salinité, pH, potentiel redox, caractéristiques sédimentaires, géochimie des particules, concentration en chlorure) contrôlent la conversion du cadmium dans l'environnement.

Le Cd est utilisé pour le revêtement anticorrosion des métaux (par revêtement, électrolyse, trempage et par pulvérisation au pistolet), fabrication d'électrodes négatives pour batteries rechargeables nickel-cadmium et argent-cadmium. La composition de nombreux alliages. L'oxyde et l'hydroxyde de cadmium sont utilisés pour l'action catalytique du revêtement électrolytique de cadmium en synthèse organique pour l'oxyde. Fabrication de batteries d'hydroxyde, revêtement électrolytique au cadmium (iodure et acétate). Peintures, encres, plastiques, émaux, textiles et papier (chlorure et sulfure jaune, sélénure de sulfynyle rouge-orange) [45].

- **Toxicité**

Le cadmium est un métal toxique pour l'organisme humain, en raison de la pollution industrielle, le Cd est le métal le plus concentré dans l'air que nous respirons après le plomb. Il convient de noter qu'en plus des aliments et des boissons, le tabagisme est une source importante de cadmium dans toutes les études épidémiologiques. L'exposition à cet élément à des doses parfois faibles peut avoir des conséquences importantes pour la santé. Le cadmium a des effets plus spécifiques sur les reins, les os et les poumons. À long terme, l'absorption du cadmium peut provoquer de l'anémie, et il pourrait jouer un rôle dans la survenue d'hypertension artérielle [46]. Le cadmium n'est pas nécessaire au développement d'organismes, d'animaux ou plante et ne semble pas être biologiquement bénéfique pour le métabolisme cellulaire. Dans le milieu marin le Cd ne présente pas de

CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

toxicité aiguë pour les organismes marins à des concentrations pouvant se produire dans l'environnement. Au niveau subléthal, des concentrations de 0,05 à 1,2 $\mu\text{g/L}$ peuvent entraîner des effets physiologiques (anomalies du développement embryonnaire et larvaire chez les moules) et inhiber la croissance [47].

- **Analyse de cadmium dans l'eau de mer**

L'analyse du cadmium dans les quatre sites de prélèvements a été réalisée par l'utilisation de la courbe d'étalonnage donnée dans la figure III-5.

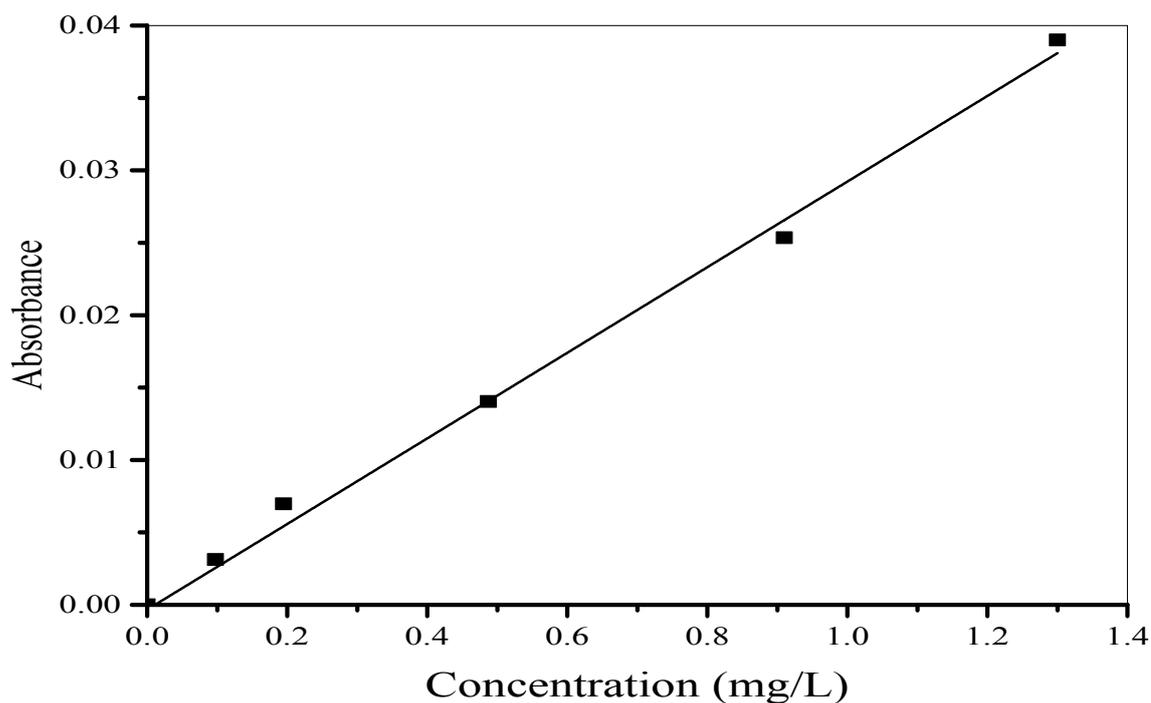


Figure III-5 : Courbe d'étalonnage de cadmium à $\lambda = 228,80 \text{ nm}$

Suivant la courbe d'étalonnage obtenue, nous remarquons un coefficient de corrélation de 0,996, ce qui montre une bonne linéarité de dosage. Les résultats de dosage de Cd sont donnés dans le tableau III-4.

Tableau III-4 : Teneurs en cadmium dans les différentes stations de prélèvements.

Stations	S1	S2	S3	S4
Concentration (ppm)	0,365	0,342	0,371	0,303

S1 : Le port; S2: Oued Abdellah 1; S3 : Oued Abdellah 2; S4 : Sidi Youchaa

CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

L'organisation de santé mondiale a estimé que la teneur moyenne en cadmium dans l'eau de mer est de 0,1 ppm ou moins [47].

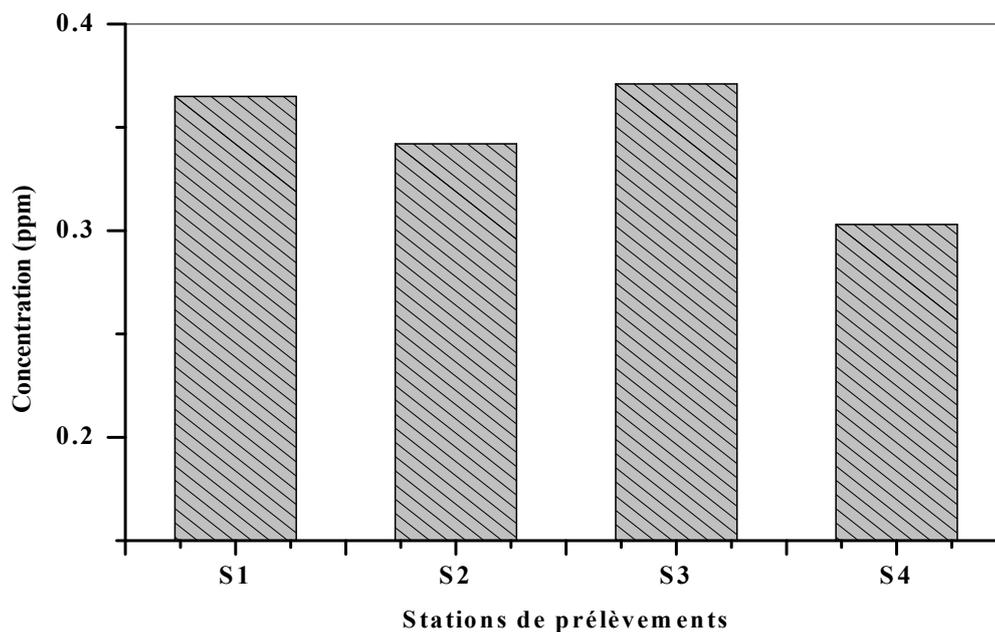


Figure III-6. Variation de la teneur en cadmium dans différentes stations de prélèvements.

La répartition des concentrations de cadmium dans les échantillons d'eau sont présentés dans la figure III-6. Les valeurs de concentration de Cd sont comprises entre 0,303 et 0,371 ppm. Ces teneurs en Cd sont supérieures aux normes algériennes sur les eaux de mer qui sont de 0,07 ppm [26]. La valeur la plus élevée de Cd est de 0,371 ppm. Cette valeur est proche à la valeur moyenne marquée à Beni Saf 0,33 ppm et supérieure par rapport à celui marquée à Honaine 0,056 - 0,11 ppm [33]. Les valeurs trouvées sont supérieures à la valeur 0,00199 ppm marqué dans la Tunisie [35] et aussi supérieures aux celles trouvés au Maroc 0,0008 à 0,0033 ppm [34] et supérieures à la valeur 0,00185 ppm marqués en Espagne [43]. Les concentrations en Cd dans la présente étude sont supérieures aux valeurs 0,00645 ppm enregistré dans la baie d'El-Max Alexandarie en Égypte [48].

III-2-4. Cu

Propriétés et utilisation

Le cuivre noté Cu est un élément chimique essentiel pour l'organisme humain. C'est un métal coloré rouge, a une conductivité thermique et électrique élevée à température

CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

ambiante. Le cuivre est l'un des métaux rares qui existe à l'état naturel. La présence de cuivre natif est cependant assez faible. Cu est modérément riche en croûte terrestre et est un métal lourd. Ce produit est le plus souvent sous forme de sulfure ou de sulfate.

Les modèles chimiques pour les eaux naturelles montrent que Cu reste à l'état d'oxydation 2+, le Cu^{2+} forme de nombreux complexes stables avec des ligands comme les chlorures ou l'ammonium, ou avec des ligands organiques. Le cuivre existe à l'état natif et est extrait d'une large gamme de minerais. Le cuivre est l'un des métaux les plus couramment utilisés en raison de ses propriétés physiques ainsi que sa conductivité électrique et thermique. Il est utilisé en métallurgie, dans la production d'alliages de bronze (avec étain), de laiton (avec zinc) ou de bijoux (or et argent). Il est largement utilisé dans la production d'équipements électriques (fils, enroulements de moteurs, transformateurs), dans la plomberie, les équipements industriels, dans l'industrie automobile et dans la production de chaudières. L'acétate de cuivre est utilisé comme catalyseur, en particulier dans la production de caoutchouc, comme pigments pour céramiques et colorants, comme fongicide et insecticide. Le chlorure de cuivre est utilisé comme catalyseur, déodorant, désulfurant ou purificateur, photo fixateur. Il est utilisé pour la production de couleurs dans des compositions pyrotechniques ou pour la préservation du bois et du raffinage des métaux. De plus, le sulfate de cuivre anhydre est utilisé pour analyser et détecter les traces d'eau des alcools. La forme hydratée est utilisée comme fongicide agricole, bactéricide et herbicide [29].

- **Toxicité**

Le cuivre est un oligo-élément essentiel pour l'homme et l'animal. Dans l'organisme humain, le cuivre existe sous deux formes (Cu^{1+} et Cu^{2+}), la seconde forme d'oxydation est la plus abondante dans l'organisme humain [49, 50]. Le cuivre est le troisième élément trace le plus abondant du corps humain après le zinc et le fer [41]. Il est particulièrement nécessaire pour la formation d'hémoglobine et remplace même le fer pour le transport de l'oxygène. Chez l'homme et les mammifères, régulés par le foie, le cuivre intervient dans le fonctionnement du système immunitaire et contre le stress oxydatif, son absence provoque le syndrome de Menke. Le cuivre pollue les eaux environnantes à de très faibles doses et concentrations pour de nombreux organismes: algues, mousses, micro-organismes marins, champignons microscopiques.

CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

- **Analyse de cuivre dans l'eau de mer**

La courbe d'étalonnage du cuivre est présentée dans la figure III-7 à $\lambda = 327,80$ nm avec un coefficient de corrélation de 0,97.

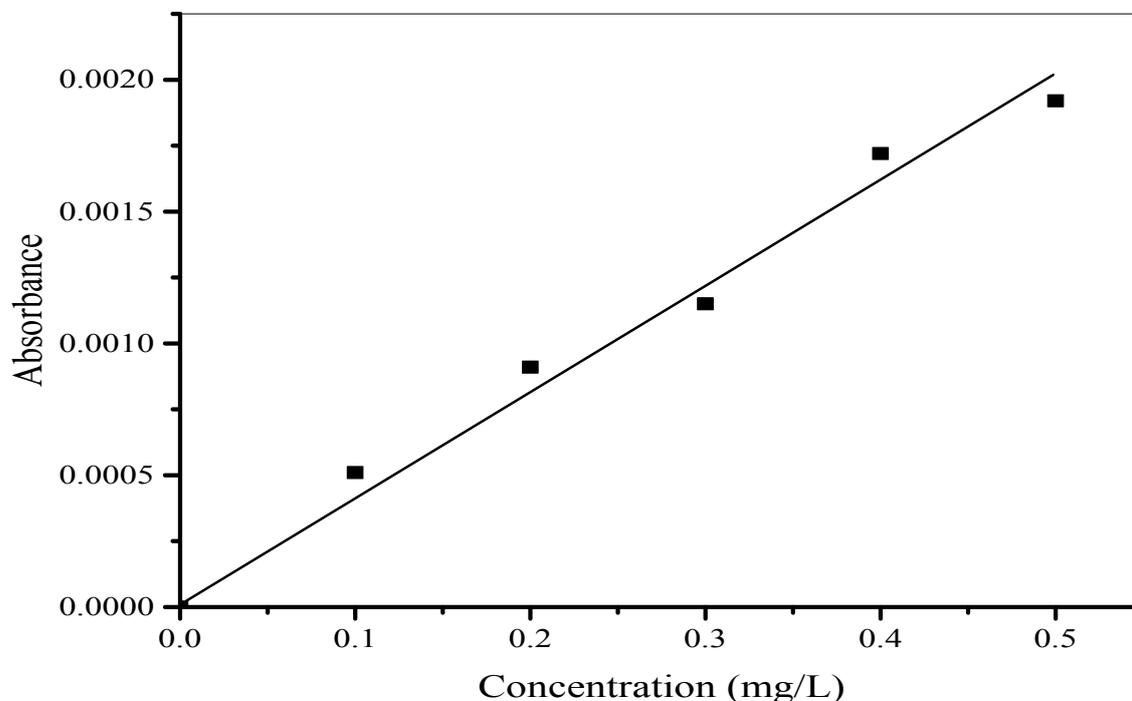


Figure III-7 : Courbe d'étalonnage pour le cuivre à $\lambda = 327,40$ nm

Les résultats de dosage obtenus par la courbe d'étalonnage sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau III-5 : Teneurs en cuivre dans les différentes stations de prélèvements

Stations	S1	S2	S3	S4
Concentration (ppm)	0,333	0,197	0,329	0,248

S1 : Le port; S2: Oued Abdellah 1; S3 : Oued Abdellah 2; S4 : Sidi Youchaa

Les concentrations en Cu dans les lieux de prélèvements sont indiquées dans le tableau III-5. Les valeurs de concentration en Cu dans les échantillons d'eau de mer prélevés sont comprises entre 0,197 et 0,333 ppm. Ces teneur en Cu sont

CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

inférieures mais proches aux normes algériennes sur les eaux de mer qui sont de 0,5 ppm [25].

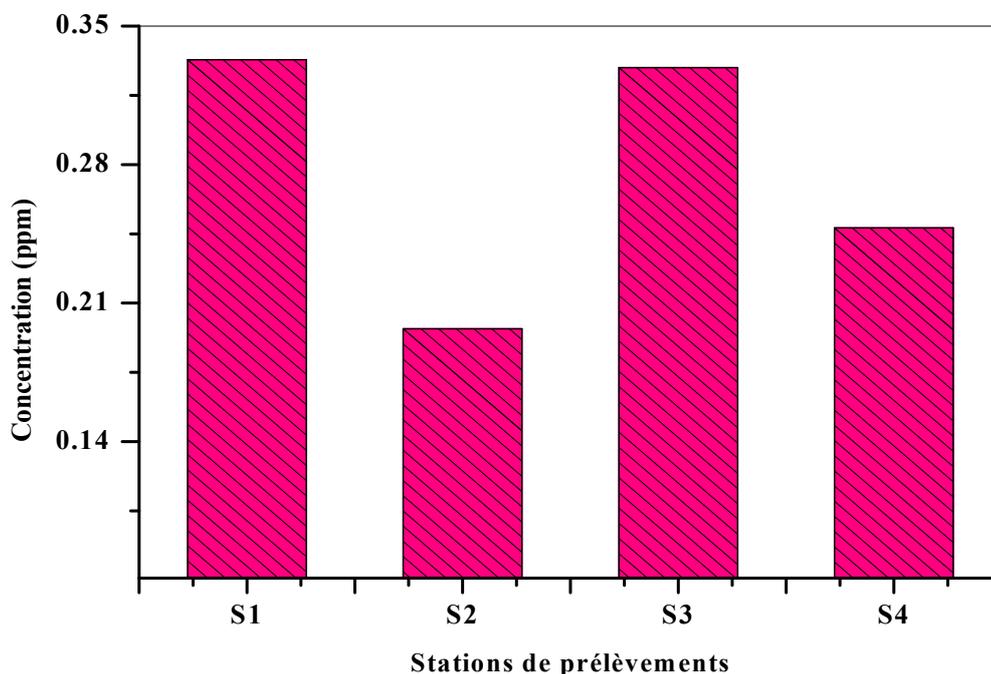


Figure III-8 : Variation de la teneur en cuivre dans différentes stations de prélèvements

Les teneurs en cuivre dans les quatre stations sont similaires à la valeur moyenne marquée à Beni-Saf qui est de 0,24 ppm et supérieure à celle marquée à Honaine qui est de 0,079-0,088 ppm [33]. Les concentrations en Cu sont plus élevées que les valeurs 0,0007 à 0,004 ppm marquées en Maroc [34]. Aussi supérieures aux valeurs 0,00302 à 0,00719 ppm marqués à la Tunisie [35] et supérieures à la valeur 0,00184 ppm enregistrée en Espagne [43].

III-2-5. Fer

- **Propriétés et utilisation**

Le fer dans le latin "ferrum" est un élément métallique blanc argenté, symbole 'Fe'. C'est un élément de transition de numéro atomique 26. À l'état libre, le fer métallique se trouve dans les météorites, formant généralement des alliages avec le nickel. Le métal est largement présent dans certains composés. Dans la classification des grands éléments de la croûte terrestre, il arrive juste derrière l'aluminium. Ses propriétés sont proches de l'aluminium et c'est le métal le plus abondant. Une petite quantité de fer est

CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

présente dans l'eau naturelle, les plantes et le sang sous une forme mixte. Le fer existe généralement à l'état divalent dans l'eau, mais lorsque l'eau de surface exposée à l'air entre en contact avec l'air, tout ou partie du fer est à l'état Fe^{3+} [29]. Le fer est un métal essentiel et fait partie de nombreux composants d'alliage, notamment acier inoxydable. Il est utilisé dans diverses machines et appareils utilisés quotidiennement et dans l'infrastructure du monde moderne. La teneur en fer de la croûte terrestre se classe quatrième dans l'ordre de son abondance, et sa présence dans l'eau peut avoir plusieurs sources: lessivage du sol et dissolution des roches et des minerais contenus dans le sol souterrain. Déchets industriels (mines, métallurgie, pollution de l'acier); corrosion des tuyaux métalliques (fonte ou acier) ou présence de dépôts antérieurs [51].

- **Toxicité**

Le fer est à la fois essentiel et toxique dans l'organisme [49]. La régulation du fer dans le sang est contrôlée par deux protéines d'absorption et d'exportation. Une carence en fer ou un excès de fer peuvent être potentiellement toxiques pour les cellules, c'est pourquoi son transport est strictement contrôlé. De faibles niveaux de fer chez l'homme peuvent provoquer une anémie, l'un des problèmes de santé publique les plus courants. Cela peut être dû à des raisons nutritionnelles, notamment une carence en fer, des maladies inflammatoires ou infectieuses et des pertes de sang. L'intoxication au fer a été décrite comme une évolution en cinq étapes : maladie du système digestif, amélioration clinique à court terme, toxicité systémique du choc, acidose métabolique, coma, hépatotoxicité de la coagulopathie et séquelles digestives de la sténose. Le principal mécanisme de toxicité du fer réside dans sa capacité à induire la formation de radicaux libres, conduisant à la peroxydation lipidique. L'inhalation de poussière et d'oxyde de fer peut entraîner une surcharge de pneumoconiose. La sidérose oculaire est une maladie chronique grave qui peut faire perdre la vue à l'œil atteint [51].

- **Analyse de fer dans l'eau de mer**

L'analyse de Fe a été effectuée par l'utilisation de la courbe d'étalonnage représentée dans Figure III-9, le coefficient de la corrélation est égale 0,985 montre la bonne linéarité de dosage.

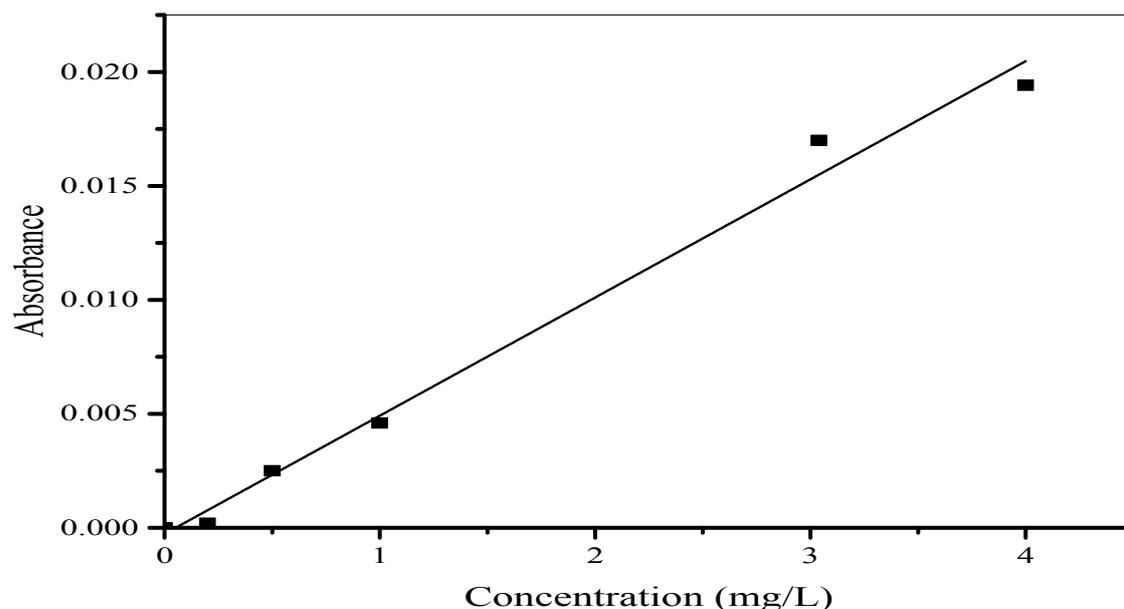


Figure III-9 : Courbe d'étalonnage pour fer à $\lambda = 248,33$ nm

Les valeurs obtenues de Fe dans différents sites de prélèvements sont présentées dans le tableau III-6.

Tableau III-6 : Teneurs en fer dans les différentes stations de prélèvements

Stations	S1	S2	S3	S4
Concentration (ppm)	0,720	0,611	0,626	0,379

S1 : Le port; S2: Oued Abdellah 1; S3 : Oued Abdellah 2; S4 : Sidi Youchaa

La distribution de la concentration de Fe est présentée dans la figure III-10.

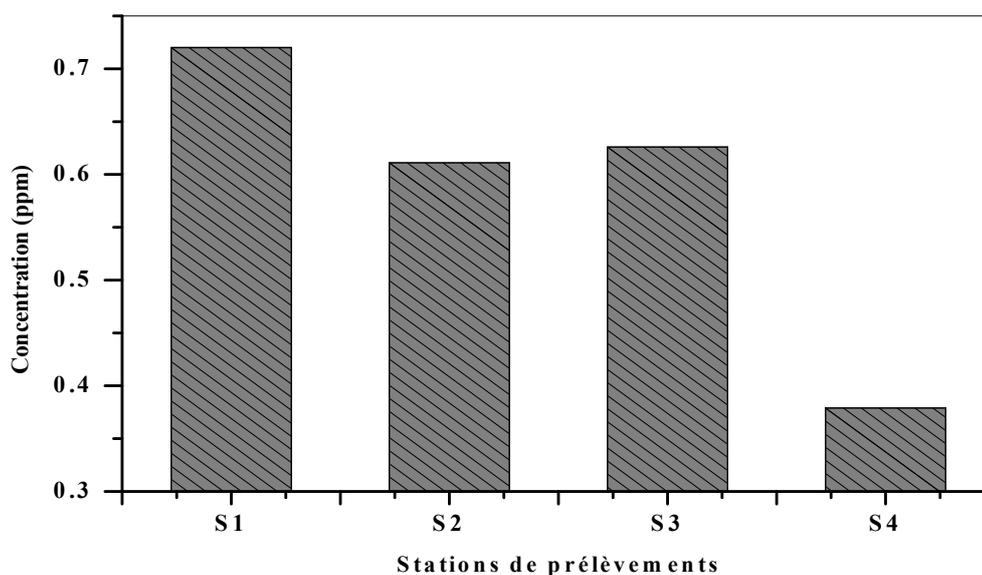


Figure III-10 : Variation de la teneur en fer dans différents stations de prélèvements

CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Les valeurs de la concentration de Fe dans les échantillons d'eau de mer prélevés sont comprises entre 0,379 et 0,720 ppm. La valeur de concentration la plus élevée de Fe est de 0,720 ppm. Bien que ces teneurs ne dépassent pas les valeurs limites fixées par les normes algériennes sur les eaux de mer de 3 ppm [26]. Les teneurs en fer dans l'eau de mer de Ghazaouet est supérieure par rapport aux valeurs (0,05-0,64 ppm) qui ont réalisés au niveau de la zone côtière de Tichy [31]. Les teneurs obtenus en fer sont supérieures aux valeurs 0,0001 à 0,0005 ppm marqués au Maroc [34]. Les concentrations les plus élevées de fer dans les côtières du port de Ghazaouet est due de l'usine d'Alzinc puisque la blende contenait 6% de fer.

III-2-6. Répartition des métaux lourds par rapport aux différentes stations de prélèvements

La figure III-11 présente la répartition des métaux lourds étudiés savoir; Zn, Pb, Cd, Cu et Fe dans les différentes stations de prélèvements de Ghazaouet.

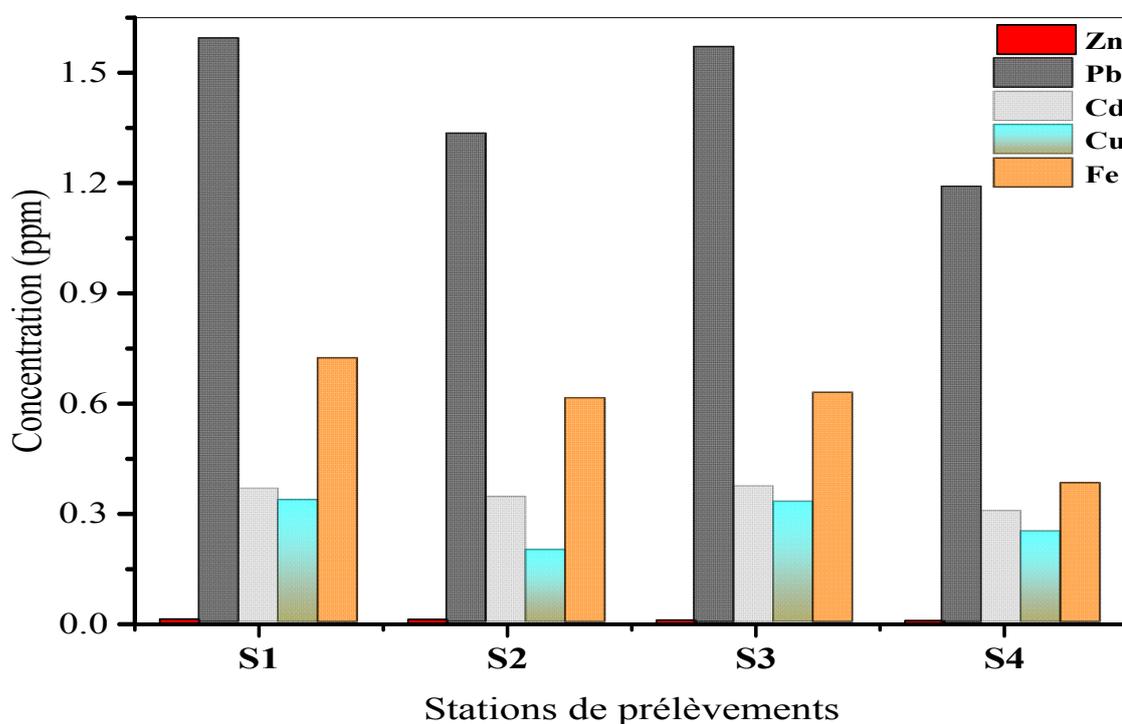


Figure III-11 : Histogrammes illustrant la répartition des métaux lourds par rapport aux différentes stations de prélèvements.

S1: Le port; S2: Oued Abdellah 1; S3: Oued Abdellah 2; S4: Sidi Youchaa

CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

La concentration du cuivre diffère d'une station à une autre. Les valeurs sont remarquables dans les stations du port et/ou de dessalement (S1, S3, S4). On peut conclure que les valeurs de la teneur des métaux lourds sont très proches pour les deux stations (1 et 3) dues aux rejets du port de l'usine d'Al-Zinc et la station de dessalement.

La concentration du cadmium dans les quatre stations de prélèvement est très nocive pour l'environnement et le système aquatique, puisque qu'elle est cinq fois la norme algérienne 0,07 ppm pour ce métal dans les eaux de rejets. La présence du cadmium dans les milieux environnementaux est généralement liée à son utilisation notamment dans les batteries, dans la protection d'acier contre la corrosion (cadmiage), ou comme stabilisant pour les plastiques et les pigments.

Dans les quatre stations, on remarque que les concentrations en Pb sont les plus importantes que les autres métaux. Le plomb est une substance toxique qui s'accumule, il pénètre dans l'organisme par le tube digestif et les poumons. La norme algérienne pour Pb approuvée pour une utilisation dans les eaux usées ne doit pas dépasser 0,5 ppm. D'après l'agence des substances toxiques et des maladies, une plombémie supérieure à une ppm peut entraîner la mort chez les enfants et une encéphalopathie chez les adultes. Les sources de pollution les plus probables sont: l'essence et le carburant utilisés par les bateaux de pêche, la présence d'unités industrielles le complexe d'Al-Zinc qui rejette des déchets. Aussi les rejets des activités urbaines de plastiques, batteries et autres appareils électriques, cela est dû à un mauvais tri des déchets.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GÉNÉRALE

La pollution des mers sous toutes ses formes menace l'écosystème marin. Dans cette étude, nous avons mesuré la répartition des métaux lourds à savoir (Pb, Fe, Zn, Cd et Cu) dans les eaux de la côte du Ghazaouet, l'une des régions connues pour son importance industrielle. La concentration de métaux lourds a été mesurée par la spectroscopie d'absorption atomique (SAA). Les résultats obtenus ont permis de tirer les conclusions suivantes :

- Les teneurs en Pb sont comprises entre 1,334 et 1,594 ppm pour le Pb, ces valeurs sont supérieures à celle de la norme Algérienne de l'eau de mer 0,5 ppm.
- Les concentrations de cadmium dans les quatre stations varient entre 0,303 et 0,371 ppm. Leur teneur est supérieure à norme Algérienne sur les eaux de mer qui est limité de 0,07 ppm pour le Cd.
- Le Zn est sous forme de trace dans les quatre stations. Les valeurs varient entre 0,01 ppm et 0,014 ppm. Les teneurs trouvés sont largement inférieures aux normes Algériennes en zinc dans l'eau de mer de 3 ppm.
- Les valeurs en Cu sont comprises entre 0,197 et 0,333 ppm. Ces valeurs sont inférieures à la norme Algérienne pour le cuivre dans l'eau de mer de 0,5 ppm.
- Les teneurs en fer sont comprises entre 0,379 ppm et 0,720 ppm. Ces valeurs sont moins à la norme Algérienne pour le fer dans l'eau de mer de 3 ppm.
- Les valeurs de la teneur des métaux lourds sont très proches pour les deux stations (1 et 3) dues aux rejets du port (usine d'Al-Zinc) et la station de dessalement.
- La majorité des métaux lourds ont été introduits dans la mer par l'impact des déchets industriels et des déchets urbains.

Toutes les sources connues de contamination doivent être identifiées en premier et la nouvelle construction d'une station d'épuration affectant la bande côtière eaux usées spécialisées selon la nature du rejet, qu'il soit municipal ou domestique, réhabilitation industrielle ou mixte des stations d'épuration non fonctionnel ainsi que la création d'un réseau de bio surveillance des interactions pollution le long de la côte de Ghazaouet et à différents niveaux d'organisation écologique.

Referençes Bibliogrâphiques

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Rainbow, P. S. Trace metal bioaccumulation: Models, metabolic availability and toxicity. *Environment International*, 33(2007) 576–582.
- [2] Neathery, M., Miller WJ., Metabolism and toxicity of cadmium, mercury and lead in animals. *Journal of Dairy Science*, 58(1975) 1767-1781.
- [3] Daby, D. Coastal pollution and potential biomonitoring of metals in Mauritius. *Water, Air and soil pollution*, 174(2006) 63-91.
- [4] Storelli, M. M., et al. Trace elements in loggerhead turtles (*Caretta caretta*) from the eastern Mediterranean Sea: overview and evaluation. *Environmental pollution*, 135(2015)163–170.
- [5] Official Journal of European Communities, Commission Regulation No. 466/2001, 08.03.2001.
- [6] R. Thomaz eau, Station d'épuration eaux potables - eaux usées, Précis théorique et technologique, Tec et Doc Paris Edition Lavoisier, 1981.
- [7] Miquel, MG. Les effets des métaux lourds sur l'environnement et santé- rapport de l'office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, France, 2001.
- [8] Ramade, F, Introduction à l'écochimie : les substances chimiques de l'écosphère à l'homme. Edt Lavoisier, TEC & DOC. Paris .2011.
- [9] UNESCO. Rapport mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau 2017. 7, place de Fontenoy 75352 Paris 07-SP. France, 2017.
- [10] Agence européenne pour l'environnement. Problèmes prioritaires pour l'environnement méditerranéen. Rapport N°4/2006.
- [11] PNUE, Etat de milieu marin et littoral de la région méditerranéenne. MAP Technical Reports séries NO.101.1996.
- [12] Bouhdiba. C-S, Evaluation des concentrations des quatre métaux lourds (Pb, Cd, Cu, Zn) chez le Mulet (*Mugilcephalus Linné 1758*) pêche dans les baies d'Oran et de Béni saf. Thèse de Magister. Université d'Oran, Algérie, 2010.
- [13] Bourrelier. P, H., Berthelin. J, Pedro. G, Contamination des sols par les éléments en traces: les risques et leur gestion:[organisé par l'Académie des sciences, 11 mai 1998]. Tec & Doc., 1998.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [14] Rouessac. F., Rouessac, A. Analyse chimique méthodes et techniques instrumentales modernes. Dunod, Paris. 2004.
- [15] Pradyot, P., Aurie, J. Analytical chemistry handbook. McGraw-Hill, 2004.
- [16] Méthodes spectrométriques d'analyse et de caractérisation, spectrométrie d'absorption atomique. Axe " Génie des Procédés", Centre SPIN, Ecole des Mines de Saint-Etienne, France, 1997.
- [17] Lynch, J. Analyse physico-chimique des catalyseurs industriels, manuel pratique de caractérisation. Edition Technip. Paris, 2001.
- [18] Hammon, M., Pellerin, F., Guernet, M., Mahuzier, G. Méthodes spectrales et analyse chimique. Chimie analytique. 1990
- [19] Broekaert, José AC., Analytical atomic spectrometry with flames and plasmas. Weinheim: Wiley-VCH, 2005.
- [20] Audigie, C., Dupont, G., Zonszain, F. Principes des méthodes d'analyse biochimique (No. 574.192 AUDp), France, 1985.
- [21] Linden. Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaires, volume 2. Tech& Doc. 1993.
- [22] Qualité de l'eau : échantillonnage. partie3 : Lignes directrices pour la conservation et la manipulation des échantillons d'eau. Suisse : ISO 5657-3, 2003.
- [23] Rodier, J., Legube, B. L'analyse de l'eau. Dunod 2009.
- [24] Thibaud, Y. Étude critique des techniques d'analyse utilisées pour la mesure des pollutions en milieu marin-Micropolluants inorganiques. 1975.
- [25] Chaouay, A., et al. Contribution à l'étude de l'analyse physico-chimique et de la contamination métallique de l'eau de mer du littoral d'Agadir (Sud du Maroc). J. Mater. Environ. Sci. 7 (2016)2748-2759.
- [26] Journal Officiel de la République Algérienne (JORA). Décret exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006.
- [27] WHO. Total dissolved solids in drinking-water: Background document for WHO Guidelines for Drinking- water Quality. World Health Organisation. Geneva 2003.
- [28] Attar, T, et al. Determination of Zinc levels in Healthy Adults from the West of Algeria by Differential Pulse Anodic Stripping Voltammetry. Journal of Advances in Chemistry, 6 (2013) 855-860.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [29] Belabed, B-E. La pollution par les métaux lourds dans la région d'Annaba « Sources de contamination des écosystèmes aquatiques, Thèse de doctorat, Université Badji Mokhtar annaba, Algérie 2010.
- [30] Attar, T. Levels of serum copper and zinc in healthy adults from the west of Algeria. *SPC Journal of Environmental Sciences*, 1 (2019) 26-28.
- [31] Alouache, L., Atmaoui. F, Le suivi de la zone côtière de Tichy à travers le dosage de quelques métaux lourds. Mémoire de Master, Université de Bejaia, Algérie 2018.
- [32] Messai, K, Etude de la pollution maritime par les métaux lourds (Pb, Zn) dans les côtes de Jijel, Mémoire de Master, Université Constantine, Algérie 2014.
- [33] Abi ayad, L, Étude expérimentale et statistique du depot spatiotemporel de metaux dans le milieu marin .cas de la cote de dessalage du littorale de l'ouest Algérien, Thèse de Doctorat, Universite de Tlemcen, 2016.
- [34] El Morhit. M, et al. "Heavy metals in sediment, water and the European glass eel, *Anguilla anguilla* (Osteichthyes: Anguillidae) from Loukkos river estuary (Morocco, eastern Atlantic)." *Cybiurn* 33.3 (2009): 219-228.
- [35] El Zrelli. R, et al. "Seawater quality assessment and identification of pollution sources along the central coastal area of Gabes Gulf (SE Tunisia): evidence of industrial impact and implications for marine environment protection." *Marine pollution bulletin* 127 (2018): 445-452.
- [36] Winship, K. A. Toxicity of lead: a review. *Adverse Drug Reactions and Acute Poisoning Review*, 8(1989)117-52.
- [37] Schwartz, J. Lead, blood pressure, and cardiovascular disease in men and women. *Environmental health perspectives*, 91(1991)71-75.
- [38] Nordmann, Y., Devars du Mayne, J. F. Dépistage du saturnisme chronique: intérêt du dosage de la protoporphyrine érythrocytaire. *La Presse médicale*, 13(1984)2137-2141.
- [39] Attar, T et al. Dosage du cadmium et du plomb dans le sang humain par voltamétrie à redissolution anodique. *Annales de Biologie Clinique*. 70(2012):595-598.
- [40] Awad, L et al. Facteurs de variation inter-individuelle de la plombémie. *Rev Epidémiol Santd Publ.*, 29(1981)113-124.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [41] Attar, T. Dosage des éléments traces dans le sang humain par voltampérométrie à redissolution anodique et /ou cathodique. Thèse de doctorat, Université de Tlemcen, Algérie, 2014.
- [42] Gonzalez, JL., Dange, C., Thouvenin, B. Spéciation des contaminants métalliques en milieu estuarien: Intérêt de la modélisation et application au cadmium. *Hydroécologie Appliquée*, 13(2001) 37–55.
- [43] Castillo, ML Alonso, et al. "Bioavailability of heavy metals in water and sediments from a typical Mediterranean Bay (Málaga Bay, Region of Andalucía, Southern Spain)." *Marine pollution bulletin* 76 (2013): 427-434.
- [44] Yilmaz, F et al. Heavy metal levels in two fish species *Leuciscus cephalus* and *Lepomis gibbosus*. *Food chemistry*, 100(2007)830-835.
- [45] Kabata-Pendias, A., Mukherjee, A.B. Trace elements of group 12 (Previously group IIb). *Trace elements from soil to human*, (2007)283-319.
- [46] Thureson-Klein, ÅK., Klein, RL. Exocytosis from neuronal large dense-cored vesicles. In *International review of cytology*, 121(1990) 67–126.
- [47] WHO. *Environmental Health Criteria No. 165: Cadmium*, World Health Organization, Geneva.1992.
- [48] Elmanama, A., et al. Microbiological beach sand quality in Gaza Strip in comparison to seawater quality. *Environmental research*, 14(2005)841-850.
- [49] Attar. T, A mini-review on importance and role of trace elements in the humanorganism. *Chem Rev Lett*, 3 (2020) 117-130.
- [50] Attar, T., et al. Determination of Ultra Trace Levels of Copper in Whole Blood by Adsorptive Stripping Voltammetry. *Journal of the Korean Chemical Society*, 57(2013) 568-573.
- [51] Boulakradech, K., Bendada, M. Optimisation des conditions de dosage par spectroscopie d'absorption atomique (SAAF et SAAET): Application à la détermination de la pollution et de la bioaccumulation des métaux lourds. *Mémoire de Master*, Université des sciences et de la technologie Houari Boumediene (U.S.T.H.B), Algérie 2011.

Résumé :

La pollution de l'eau provient de l'industrie, agriculture, transport, etc. Les polluants tels que les métaux proviennent des déchets industriels sont très toxiques à cause de leur capacité de bioaccumulation dans les écosystèmes aquatiques. L'objectif de cette étude est d'évaluer les teneurs de cinq métaux lourds: Pb, Fe, Zn, Cd et Cu dans les eaux de mer de la côte du Ghazaouet : port Ghazaouet, Oued Abdellah 1, Oued Abdellah 2 et Sidi Youchaa. La concentration de métaux lourds a été mesurée par spectroscopie d'absorption atomique (SAA). Les teneurs en Pb sont comprises entre 1,334 et 1,594 ppm et pour le Cd entre 0,303 et 0,371 ppm. Ces teneurs sont supérieures aux normes Algériennes respectivement 0,5 ppm pour Pb et 0,07 ppm pour le Cd. Pour les autres éléments comme : Fe, Zn et Cu, leurs teneurs sont inférieures à la norme Algérienne.

Mots clés : Pollution; Métaux lourds, Eau de mer et SAA.

Abstract :

Water pollution come frome industry, agriculture, transport, ect. Pollutants such as metals from industrial waste are very toxic because of their ability to bioaccumulate in aquatic ecosystems. The objective of this study is to evaluate the contents of five heavy metals: Pb, Fe, Zn, Cd and Cu in the sea water of the Ghazaouet coast: Port Ghazaouet, Oued Abdellah 1, Oued Abdellah 2 and Sidi Youchaa. The concentration of heavy metals was measured by atomic absorption spectroscopy (AAS). The contents of Pb are between 1.334 and 1.594 ppm and for Cd between 0.303 and 0.371 ppm. These contents are higher than the Algerian standards respectively 0.5 ppm for Pb and 0.07 ppm for Cd. The other remaining elements such Fe, Zn and Cu, their grades are lower than the Algerian standard.

Keywords: Pollution; Heavy metals, Sea water and AAS.

ملخص:

يأتي تلوث المياه من الصناعة والزراعة والنقل إلخ. وتأتي الملوثات مثل المعادن من النفايات الصناعية شديدة السمية بسبب قدرتها على التراكم في النظم الإيكولوجية المائية. الهدف من هذه الدراسة هو تقييم مستويات خمسة معادن ثقيلة : الرصاص والحديد والزنك والكاديوم والنحاس في مياه البحر لساحل الغزوات : ميناء الغزوات ، واد عبد الله 1 ، واد عبد الله 2 ، وسيدي يوشا. تم قياس تركيز المعادن الثقيلة بواسطة مطياف الامتصاص الذري (SAA) يتراوح محتوى الرصاص بين 1,334 و 1,594 جزء في المليون والكاديوم بين 0,303 و 0,371 جزء في المليون. هذه المحتويات أعلى من المواصفات الجزائرية على التوالي 0,5 جزء في المليون للرصاص و 0,07 جزء في المليون للكاديوم. بالنسبة للعناصر المتبقية مثل الحديد والزنك والنحاس ، فإن محتوياتها أقل من المواصفة الجزائرية.

الكلمات المفتاحية: التلوث ، المعادن الثقيلة ، مياه البحر و SAA