

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**

جامعة أبي بكر بلقايد- تلمسان

Université Aboubakr Belkaïd- Tlemcen –

Faculté de BIOLOGIE

Laboratoire de recherche Toxicomed



## **MEMOIRE**

Présenté pour l'obtention du **diplôme** de **MASTER**

**En** : Biologie

**Spécialité** : Toxicologie Industrielle et Environnementale

**Par** : Hadjou Smir Hadjer

**Thème** :

**Dosage de Pb, Cd, Zn et Cu dans l'Eau de Source et l'Eau de Mer de la Wilaya de Tlemcen**

Soutenu le 30 /06 /2020, devant le jury composé de :

Mme Haddam Nahida

MCA

Univ. Tlemcen

Présidente

Mme Bensmain-Benkhaled Amal

MCA

Univ. Tlemcen

Directrice de mémoire

Mme Choukchou Braham Esma

Professeure

Univ. Tlemcen

Examinatrice

Année Universitaire : 2019/2020

## Dédicace

*J'ai l'honneur de dédier ce modeste travail réalisé grâce à l'aide de  
Dieu Tout puissant*

*A*

*Celui qui m'a toujours encouragé et soutenu durant toutes mes années  
d'études.*

*Merci pour ton amour et ta confiance totale...A toi très Cher Père.  
Ce travail est le tien.*

*A*

*Celle qui m'a transmis l'a vie qui m'a guidé dans le bon chemin, toi qui  
m'as appris que rien n'est impossible...A toi Maman.*

*Ce travail est le fruit de tes efforts.*

*A*

*Ma sœur : La princesse Meryem*

*A*

*Mes frères : Hichem-Ahmed et Mohamed-Ilyes*

*A*

*Mon neveu : Ali*

*A*

*Mes chères amies, pour tous les moments que nous avons partagés*

*A*

*Toute la promotion de Toxicologie (2019/2020) sans exception.*

*Hadjer*

## Remerciements

*Le travail présenté dans ce mémoire a été réalisé au **Laboratoire de Recherche Toxicomed** de la Faculté de Médecine, Université ABOU BEKR BELKAID Tlemcen.*

*Je tiens à remercier en premier lieu la directrice du Laboratoire Toxicomed, **Professeure Sekkal Samira** de m'avoir accueillie et mis à ma disposition tous le matériel et produits pour réaliser ce travail.*

*J'exprime mon profond remerciement à ma promotrice, **Mme Bensmain Amal** pour l'aide qu'elle m'a apportée, pour sa compétence patience, sa confiance, son encouragement, et son œil critique qui m'a été très précieux pour structurer le travail et pour améliorer la qualité des différentes sections de mon mémoire, Je la remercie vivement.*

*Mes vifs remerciements à **Mme Haddam Nahida** pour l'honneur qu'elle m'a fait de présider ce jury.*

*Je remercie chaleureusement **Professeure Choukchou-Braham Esma** d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Un grand merci à **Mr Taleb Zoheir**, Ingénieur du Laboratoire Toxicomed pour ses conseils et son aide et soutien durant la réalisation des dosages par SAA.*

*Mes remerciements vont également à toute l'équipe du laboratoire de recherche Toxicomed.*

*Un très grand merci à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à l'élaboration de ce travail.*

## Liste des tableaux

**TableauI. 1** : Sources industrielle et agricole des métaux présents dans l'environnement

**TableauI. 2** : Normes de l'OMS sur l'eau potable en métaux lourds

**TableauI. 3** : Limites en teneur métalliques dans l'eau de rejet

**TableauII. 1** : Abréviations des noms des échantillons

**TableauII. 2** : Les concentrations obtenues pour les courbes d'étalonnage

**TableauIII. 1** : Paramètres physiques des échantillons prélevés le mois de Janvier

**TableauIII. 2** : Paramètres physiques des échantillons prélevés le mois de Février.

**TableauIII. 3** : Longueurs d'ondes de Pb, Cd, Zn et Cu lors du dosage.

**TableauIII. 4** : Teneurs métalliques dans les échantillons des eaux de mer prélevés pendant le mois de Janvier.

**TableauIII. 5** : Teneurs métalliques dans les échantillons des eaux de mer prélevés pendant le mois de Février.

**TableauIII. 6** : Teneurs métalliques dans les échantillons des eaux de source ou potable prélevées pendant le mois de Janvier.

**TableauIII. 7** : Teneurs métalliques dans les échantillons des eaux de source prélevées pendant le mois de Février.

**TableauIII. 8** : Teneurs métalliques de différentes études, selon différents lieux et espèces.

## Listes des figures :

**Figure II. 1** : Vue globale du port de Ghazaouet ; la charge industrielle et l'activité maritime.

**Figure II. 2** : Les flacons contenant les échantillons

**Figure II. 3** : Appareil de spectrométrie d'absorption atomique du laboratoire Toxicomed.

**Figure II. 4** : courbe d'étalonnage pour le Plomb

**Figure II. 5** : courbe d'étalonnage pour le Cadmium

**Figure II. 6** : courbe d'étalonnage pour le Zinc

**Figure II. 7** : courbe d'étalonnage pour le Cuivre

**Figure III. 1** : Teneur métallique des trois points au port de Ghazaouet

**Figure III. 2** : Teneur Métallique du point d'OUED ABDELAH pendant les deux mois de prélèvement.

**Figure III. 3** : Teneur Métallique de plage SIDI YOUCHAA pendant les deux mois de prélèvement

**Figure III. 4** : Teneur Métallique de l'eau MOSQUEE-KIFFAN (MK) pendant les deux mois de prélèvement.

**Figure III. 5** : Teneur Métallique de l'eau AIN-WANZOUTA pendant les deux mois de prélèvement.

**Figure III. 6** : Teneur Métallique de l'eau AIN BENI-BOUBLEN pendant les deux mois de prélèvement.

**Figure III. 7** : Teneur Métallique de l'eau SIDI-HFIF pendant les deux mois de prélèvement.

**Figure III. 8** : Teneur Métallique AIN VILLA-RIVANT pendant les deux mois de prélèvement.

**Figure III. 9** : Teneur Métallique de l'eau de Robinet à MAFROUCH pendant les deux mois de prélèvement

**Figure III. 10** : Teneur en Pb dans les différents points récoltés durant les deux mois de prélèvement.

**Figure III. 11** : Teneur en Cd dans les différents points récoltés durant les deux mois de prélèvement

**Figure III. 12** : Teneur en Zn dans les différents points récoltés durant les deux mois de prélèvement

**Figure III. 13** : Teneur en Cu dans les différents points récoltés durant les deux mois de prélèvement

## **Liste des abréviations**

**Pb** : Plomb

**Cd** : Cadmium

**Zn** : Zinc

**Cu** : Cuivre

**SAA** : Spectrophotométrie d'Absorption Atomique

**PH** : Potentiel Hydrogène

**T°** : Température

**OMS** : Organisation mondiale de la santé

## SOMMAIRE

Dédicace .....	
Remerciements .....	
Liste des tableaux .....	
Listes des figures : .....	
Liste des abréviations .....	
Introduction .....	1
Références .....	2
<b>CHAPITRE I: RAPPEL BIBLIOGRAPHIE</b>	
I. La pollution .....	4
I.1. Définition .....	4
I.2. Pollution de l'environnement .....	4
I.2.1. Pollution du sol .....	4
I.2.2. Pollution de la ressource en eau .....	4
a. La pollution industrielle .....	5
b. La pollution agricole .....	5
c. La pollution domestique .....	5
d. La pollution semi-naturelle .....	5
e. La pollution accidentelle .....	6
I.3. Les différents types de pollution .....	6
a. La pollution organique .....	6
b. La pollution physique .....	6
c. La pollution chimique .....	6
I.4. Généralités sur les métaux lourds .....	6
I.4.1. Définition .....	6
I.4.2. Classification .....	7
a. Les métaux essentiels .....	7
b. Les métaux toxiques .....	7
I.4.3. Propriétés de quelques métaux .....	7
I.5. Origine des métaux lourds .....	9
a. Source naturelle .....	9
b. Source anthropique .....	9
I.6. Normes sur l'eau .....	10

I.7. Pollution et Normes de l'eau en Algérie .....	11
Références.....	13

## **CHAPITRE II: PARTIE EXPERIMENTALE**

I. Présentation de zone d'étude :.....	17
I.1. Eaux de mer .....	17
I.2. Eaux de source et potables .....	18
I.3. Protocoles de prélèvement des échantillons .....	18
a. Préparation des flacons .....	18
b. Procédure de prélèvement .....	19
c. La filtration .....	19
d. Minéralisation et Stockage des échantillons .....	19
e. Etiquetage des flacons d'échantillons .....	19
I.4. Les paramètres physiques mesurés.....	20
I.4.1. pH (Potentiel Hydrogène) .....	20
I.4.2. Température .....	20
I.4.3. Conductivité .....	20
I.4.4. Apparence .....	21
I.5. Matériels .....	21
I.6. Spectrométrie d'absorption atomique .....	21
I.6.1. Principe .....	21
I.6.2. Appareillage .....	22
a. Interférences spectrales.....	23
b. Interférences chimiques.....	23
c. Interférences physiques .....	23
I.7. Méthode de dosage .....	24
I.7.1. Protocoles de réalisation des courbes d'étalonnage.....	24
I.7.2. Les courbes d'étalonnages réalisées .....	25
Références .....	27

## **CHAPITRE III: RESULTATS ET DISCUSSION**

I. Introduction .....	30
I.1. Objectif.....	30
a. Les eaux de mer .....	30
b. Les eaux de source ou potable.....	30

I.2. Paramètres physiques des échantillons .....	31
I.3. Dosage des échantillons .....	32
I.3.1. Réalisations des courbes d'étalonnage .....	32
I.3.2. dosage d'eau de mer.....	33
I.3.3. Dosage des eaux de source ou potable.....	36
I.4. Pollution métallique globale entre les différents points.....	41
a. Plomb .....	41
b. Cadmium .....	41
c. Zinc :.....	42
d. Cuivre : .....	43
I.5. Conclusion.....	43
Références .....	45
Conclusion générale .....	47
Résumé .....	49



# **INTRODUCTION**

# **GENERALE**

## Introduction

La pollution est un constat mondial, elle représente soit des effets directs sur la santé humaine qui peuvent être dus à la toxicité élevée des polluants déversés dans les ressources en eau potable ou les eaux de baignade : métaux (mercure, chrome, plomb, cadmium, nickel), nitrates et pesticides.

Soit, des effets indirects liés à la contamination des milieux aquatiques par des polluants peu biodégradables qui peuvent se stocker dans certains compartiments des écosystèmes et se concentrer ensuite dans les organismes vivants tout au long de la chaîne alimentaire.

De ce fait, les eaux de surfaces se trouvent en lien direct avec la santé humaine, qu'elles soient des eaux de mer ou de source destinées à la consommation de la population.

Peu de pays développés ou non, ont suffisamment œuvré pour la maîtriser, beaucoup n'ont pas de normes leur permettant de contenir la pollution dans des limites raisonnables. Les diverses formes et types de polluants émis, résident à travers les rejets des usines, les carburants liés aux transports, les rejets des déchets des activités urbaines non contrôlés et inconscients... etc.

Les métaux lourds sont réputés pour être parmi les polluants les plus dangereux car ils peuvent se trouver en concentrations beaucoup plus grandes dans les organismes marins que dans l'eau de mer, en raison du phénomène d'accumulation (GHOMARI, 1992). Aussi, les eaux souterraines représentent une importante source d'eau destinée à la consommation humaine et autre et n'est pas n'en plus épargnée par cette pollution (MARGAT, 1992).

Ce travail, est une contribution à l'évaluation de la contamination métallique dans les eaux de mer et dans les eaux de source et potable, de la wilaya de Tlemcen, sur une période définie.

Le principe de dosage est basé sur la méthode spectrométrie d'absorption atomique en mode flamme. Cette étude a été initialement prévu pour la récolte des échantillons sur l'étendu de quatre mois mais pour des circonstances exceptionnelles dues à l'épidémie du COVID-19 qui a causé le gel de toutes les activités universitaires, nous nous sommes restreints à deux mois seulement. Parmi les métaux lourds existants, nous avons pu doser que quatre à savoir le plomb, le cadmium, le zinc et le cuivre.

Ainsi, ce mémoire comporte trois chapitres :

- Le premier chapitre est consacré aux généralités sur : les métaux lourds, la pollution et son impact sur l'environnement et la santé humaine.
- Le deuxième chapitre présente en détail la zone d'étude et les points de prélèvement ;

# INTRODUCTION GENERALE

---

Méthode de prélèvement et stockage des échantillons ainsi que la préparation des courbes d'étalonnages pour le dosage par spectrométrie d'absorption atomique.

- Le troisième chapitre présente les résultats obtenus du dosage des échantillons avec discussion et interprétation.

Les références de chaque chapitre sont classées dans l'ordre alphabétique.

Une conclusion générale est donnée à la fin de ce mémoire.

## Références

[G]

*Ghomari S., (1992).L'approche des mécanismes de bioaccumulation chez l'espadon Xiphias gladius pêché à Ghazaouet pour le dosage de certains métaux lourds (Fe, Zn, Pb, Cu, Hg et Cd). Mémoire d'étude supérieure en halieutique I.S.M.A.L. 58p.*

[M]

*MARGAT .J., 1992. L'eau dans le bassin méditerranéen. Situation et perspective. Edition: Harmattan.*



# **CHAPITRE I**

## **RAPPEL BIBLIOGRAPHIQUE**

## **I. La pollution**

### **I.1. Définition**

La pollution est la dégradation d'un écosystème ou une altération de l'environnement, en général liée à l'activité humaine par diffusion directe ou indirecte de substances chimiques, physiques ou biologiques qui sont potentiellement toxiques pour les organismes vivants ou qui perturbent de manière plus ou moins importante le fonctionnement naturel de l'écosystème.

### **I.2. Pollution de l'environnement**

L'activité humaine, qu'elle soit industrielle, urbaine ou agricole, produit une quantité de substances polluantes de toute nature qui sont à l'origine de différents types de pollution qui peuvent être permanentes (rejets domestiques d'une grande ville par exemple), périodique ou encore accidentelles ou aiguës, à la suite du déversement intempestif des produits toxiques d'origine industrielle ou agricole, ou de lessivage des sols urbains lors de fortes pluies (RODIER, 2005).

#### **I.2.1. Pollution du sol**

Le sol est un support de nombreuses activités humaines (urbanisation, agriculture, industrialisation). Son rôle clé en matière d'environnement a été reconnu récemment : il intervient comme réacteur, récepteur, accumulateur et filtre des pollutions. Le sol comparativement à l'air et à l'eau, est le milieu qui reçoit les plus grandes quantités d'éléments en traces produits par les activités industrielles et constitue une mine de métaux lourds.

#### **I.2.2. Pollution de la ressource en eau**

La pollution de l'eau est actuellement placée en tête des problèmes de l'environnement car l'eau est une interface entre l'air et le sol.

La pollution de la ressource en eau est caractérisée par la présence de micro-organismes, de substances chimiques ou encore de déchets industriels. Elle peut concerner les cours d'eau, les nappes d'eau, les eaux saumâtres mais également l'eau de pluie, la rosée, la neige et la glace polaire.

# CHAPITRE I: RAPPEL BIBLIOGRAPHIQUE

---

Cette pollution peut avoir des origines diverses :

## **a. La pollution industrielle**

Cette pollution est générée par les rejets de produits chimiques ou directement par l'évacuation des eaux usagées. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus de matières organiques, azotées ou phosphorées, elles peuvent contenir : Des produits toxiques ; Des solvants ; Des métaux lourds ; Des micropolluants organiques ; Des hydrocarbures.

## **b. La pollution agricole**

La première cause est l'usage excessif ces dernières années des pesticides, herbicides, insecticides, fongicides mais également par les déjections animales et les produits phytosanitaires contenus dans l'agriculture. Ils pénètrent alors dans le sol jusqu'à atteindre les eaux souterraines.

## **c. La pollution domestique**

Elle provient des différents usages domestiques de l'eau et est essentiellement porteuse de pollution organique.

Eaux ménagers de cuisines sont généralement chargées de détergents, de graisses, de solvants, de débris organiques.

Eaux-vannes (rejets des sanitaires) chargées de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux.

## **d. La pollution semi-naturelle**

Les eaux de pluie ne sont pas dépourvues de pollution et peuvent constituer une cause de dégradation importante des cours d'eau notamment pendant les périodes orageuses. Ces eaux se chargent :

- D'impuretés, au contact de l'air (fumées industrielles, résidus de pesticides..)
- De résidus déposées, en ruisselant sur les toits et les chaussées des villes (huiles de vidange, carburants, résidus de pneus, métaux lourds ...).

## e. La pollution accidentelle

Le déversement accidentel de produits toxiques dans le milieu naturel et qui viennent perturber l'écosystème.

## I.3. Les différents types de pollution

### a. La pollution organique

Elle concerne les micro-organismes pathogènes présents dans l'eau comme les bactéries et les virus. Cette pollution bactériologique se caractérise par un taux élevé de coliformes fécaux. la pollution organique provient principalement des excréments, des ordures ménagères et des déchets végétaux.

### b. La pollution physique

La principale source de pollution thermique est les usines, l'eau étant un agent de refroidissement dans les usines d'électricité.

### c. La pollution chimique

Elle concerne les nitrates et les phosphates contenus dans les pesticides, les médicaments humains et vétérinaires, les produits ménagers, les peintures, les acides, les hydrocarbures utilisés dans l'industrie et en particulier les métaux lourds tels que le mercure, le cadmium, le plomb et l'arsenic. Les métaux représentent une gamme de polluant très dangereuse car ils sont non dégradables et bioaccumulateurs.

## I.4. Généralités sur les métaux lourds

### I.4.1. Définition

Les métaux lourds sont définis généralement comme éléments métalliques naturels dont la masse volumique est supérieur à  $5000 \text{ kg/m}^3$ . Ils sont présents naturellement dans notre environnement et utilisés massivement dans l'industrie. Généralement émis sous forme de très fines particules, ils sont transportés par le vent et se disséminent dans les sols et les milieux aquatiques contaminants ainsi la flore et la faune, et se retrouvent dans chaine alimentaire (MIQEUL, 2001).

- D'un point de vue chimique, les éléments de la classification périodique formant des cations en solution sont des métaux.

## CHAPITRE I: RAPPEL BIBLIOGRAPHIQUE

---

- D'un point de vue physique, le terme « métaux lourds » désigne les éléments métalliques naturels ou dans certains cas métalloïdes (environ 65 éléments), caractérisés par une forte masse volumique supérieure à  $5 \text{ g/cm}^3$  (ADRIANO, 2001).
- D'un autre point de vue biologique, on en distingue deux types en fonction de leurs effets physiologiques et toxiques : métaux essentiels et métaux toxiques.

### I.4.2. Classification

Certain métaux sont essentiels à l'organisme, d'autres n'ont aucune fonction biologique, ils peuvent s'avérer toxiques à forte concentration, mais leur toxicité ne dépend pas seulement de cette concentration, elle est fonction aussi de leur spéciation ; c'est-à-dire de la forme chimique sous laquelle ils sont présents dans notre environnement.

#### a. Les métaux essentiels

Les métaux essentiels sont des éléments indispensables à l'état de traces pour de nombreux processus cellulaires et qui se trouvent en proportion très faible dans les tissus biologiques (LOUE, 1993). Néanmoins, certains peuvent devenir toxiques lorsque leurs concentrations dépassent un certain seuil ; c'est le cas par exemple du cuivre, zinc et fer. (CASA, 2005).

#### b. Les métaux toxiques

Les métaux toxiques ont un caractère polluant avec des effets toxiques pour les organismes vivants même à faible concentration, ils n'ont aucun effet bénéfique connu pour la cellule vivante, c'est le cas du plomb, cadmium et le mercure (BEHANZIN, et al., 2014).

### I.4.3. Propriétés de quelques métaux

#### • Zinc

Le zinc est un oligo-élément nécessaire au métabolisme des êtres vivants, essentiel pour de nombreuses métallo-enzyme et les facteurs de transcription qui sont impliqués dans divers processus cellulaires tels que l'expression des gènes, transduction du signal, la transcription et la réplication. Dans l'organisme, il se trouve principalement au niveau des muscles et des os, Il joue un rôle important dans le métabolisme des protéines, des glucides et des lipides. (Pascal, 1956).

Le zinc est un des métaux les moins toxiques les risques tératogènes mutagènes, et cancérogènes sont pratiquement nuls aux doses utilisées chez l'homme.

## CHAPITRE I: RAPPEL BIBLIOGRAPHIQUE

---

La dose limite de sécurité a été fixée à 15 mg par jour, tous apports compris (aliments, voire compléments alimentaires) (**MARTIN et al, 2001**).

- **Cuivre**

Le corps humain contient environ 150 mg de cuivre sous diverses formes, les besoins quotidiens étant autour de 2 mg chez l'adulte. Il est indispensable au fonctionnement de l'organisme : système nerveux, appareil cardiovasculaire, croissance osseuse, immunité, régulation métabolique, système reproducteur. (**PICHARD, 2003**)

Le cuivre peut devenir toxique dès qu'il dépasse les 35 mg par jour durant une longue période. Cela se traduit par une hépatite grave (lésion inflammatoire du foie) (**LIU et al, 2008**). Une corrosion avancée peut entraîner une accumulation de cuivre dans l'eau.

- **Cadmium**

Le cadmium est un élément très toxique qui n'a aucune fonction connue dans le corps ; il est considéré comme le métal le plus apte à s'accumuler dans les chaînes alimentaires (**Milhaud et al. 1998**). C'est un poison cumulative très toxique qui s'élimine très lentement. Lorsqu'il pénètre dans l'organisme, par ingestion ou inhalation, il passe dans le sang et s'accumule dans le foie et provoque également des troubles rénaux. Il forme des composés métalliques dans l'urée.

Le cadmium est utilisé dans l'industrie, principalement pour la fabrication de batterie, piles, pigment, agent de polymérisation ou de stabilisation des matières plastiques et dans les traitements de surface. Par ailleurs les engrais chimiques du groupe de phosphates constituent une forte source de contamination.

Le cadmium est un agent cancérigène, à l'origine de complication rénal et osseuse grave, c'est un métal persistant à très toxique pour de nombreux organismes vivants même à faible concentration (**GANNAR et al., 2007**).

- **Plomb**

Le plomb est très utilisé dans l'industrie ce qui constitue un agent polluant de l'environnement. La présence de ce métal dans l'eau est liée à la dissolution des conduits et des branchements de bases de plomb soit au phénomène de corrosion des tuyaux après une eau agressive. On trouve des traces dans les eaux superficielles à partir des rejets des combustibles des véhicules car il est utilisé comme adjuvant dans les essences pour automobiles (**PICHAD, 2003**).

Le plomb a la particularité de se fixer sur les reins, les os, les tissus nerveux ou il entraîne des lésions irréversibles, manifestation du saturnisme.

Une ingestion de plomb même à très faible, peut avoir une toxicité en particulier chez les enfants.

C'est l'un des quatre métaux les plus nocifs pour la santé, en particulier pour les vertébrés homéothermes (**Ramade, 2000**).

### **I.5. Origine des métaux lourds**

#### **a. Source naturelle**

Les métaux lourds sont présents naturellement dans les roches, ils sont libérés lors de l'altération de celles-ci pour le fond géochimique et l'activité volcanique. (**BOURRELIER et BERTHELIN, 1998**)

#### **b. Source anthropique**

Les métaux provenant d'apports anthropique sont présents sous des formes chimique assez réactives et entraînent de ce fait des risques très supérieurs aux métaux d'origine naturelle qui sont le plus souvent immobile sous des formes relativement inertes (**WEISS, et al.1999**).

Parmi les activités qui contribuent à l'apport des concentrations dans l'environnement on a : activités pétrochimiques, utilisation de combustibles, transport, incinération de déchets urbains (eaux usées, boues d'épurations, ordures ménagères), agricoles, activités minières, déchets industriels (**AFNOR, 1998**).

## CHAPITRE I: RAPPEL BIBLIOGRAPHIQUE

**Tableau I.1** : Sources industrielle et agricole des métaux présents dans l'environnement (OTHMER, 1978).

Source	Métaux
Batteries et autres appareils électriques	Cd, Hg, Pb, Zn, Mn, Ni
Pigments et peintures	Ti, Cd, Hg, Pb, Zn, Mn, Sn, Cr, Al, As, Cu, Fe
Alliages et soudures	Cd, As, Pb, Zn, Mn, Sn, Ni, Cu
Biocides (pesticides, herbicides)	As, Hg, Pb, Cu, Sn, Zn, Mn
Agents de catalyse	Ni, Hg, Pb, Cu, Sn,
Verre	As, Sn, Mn,
Engrais	Cd, Hg, Pb, Al, As, Cr, Cu, Mn, Ni, Zn
Matières Plastique	Cd, Sn, Pb
Produits dentaires et cosmétiques	Sn, Hg
Textiles	Cr, Fe, Al
Raffineries	Ni, Pb, Fe, Mn, Zn
Carburants	Ni, Hg, Cu, Fe, Mn, Pb, Cd

### I.6. Normes sur l'eau

Les normes découlent de travaux scientifiques, appuyés sur des expériences, généralement sur l'animal, ou découlant de données épidémiologiques, définissant des doses maximales admissibles (DMA) ou tolérables (DMT) (journalières, hebdomadaires...). On peut distinguer les contaminants inertes des contaminants biologiques (bactéries, virus, etc.) qui peuvent se reproduire, la dose infectieuse n'étant pas comparable avec la dose toxique pour un produit chimique. L'eau pure n'existe pas à l'état naturel, dans son parcours jusqu'à nos robinet, elle se charge d'éléments à la fois indispensables à notre santé mais peut également rencontrer des substances potentiellement toxiques telles que les métaux lourds. Les lignes directrices de l'OMS (organisation mondiale de santé) en ce qui concerne la qualité de l'eau potable, mises à

## CHAPITRE I: RAPPEL BIBLIOGRAPHIQUE

jour en 2006 sont la référence en ce qui concerne la sécurité en matière d'eau potable. Une partie de ces normes sur l'eau concernant les métaux est donnée dans le tableau 1.

**Tableau I.2 :** Normes de l'OMS sur l'eau potable en métaux lourds (**Lenntech, site web**).

Elément/ substance	Symbole/ formule	Concentration normalement trouvée dans l'eau de surface	Lignes directrices fixées par l'OMS
Aluminium	Al	/	0,2 mg/l
Antimoine	Sb	< 4 µg/l	0.02 mg/l
Cadmium	Cd	< 1 µg/l	0,003 mg/l
Chrome	Cr <sup>+3</sup> , Cr <sup>+6</sup>	< 2 µg/l	chrome total : 0,05 mg/l
Cuivre	Cu <sup>2+</sup>	/	2 mg/l
Fer	Fe	0,5 - 50 mg/l	Pas de valeur guide
Plomb	Pb	/	0,01 mg/l
Mercure	Hg	< 0,5 µg/l	inorganique : 0,006 mg/l
Molybdène	Mb	< 0,01 mg/l	0,07 mg/l
Nickel	Ni	< 0,02 mg/l	0,07 mg/l

### I.7. Pollution et Normes de l'eau en Algérie

- La pollution d'une façon générale et en particulier la ressource en eau est un constat réel en Algérie. Cette pollution a les mêmes origines citées auparavant (agricole, industrielle, domestique...). La pollution par des produits chimiques et les métaux lourds est également présente d'autant plus que le parc automobile en Algérie est important et assez vieux. Aussi, le mauvais tri des déchets ménagers, l'absence ou très peu de recyclage de solvants organiques ainsi que les produits chimiques contenant des sels métalliques dans les laboratoires de recherches ou de graduation. Tous ces produits se trouvent malheureusement souvent dans les éviers et prennent le chemin des eaux usées qui peuvent contaminer des sols, des nappes souterraines à cause d'accidents d'acheminements jusqu'aux centres d'épuration.
- Les normes Algériennes en métaux lourds autorisés dans les eaux de rejets sont reportées dans le tableau 2.

## CHAPITRE I: RAPPEL BIBLIOGRAPHIQUE

---

**Tableau I.3 :** Limites en teneur métalliques dans l'eau de rejet selon l'article 12 de décrets exécutifs N°06-141 de 23 Avril 2006 (Normes Algérienne).

<b>Eléments métalliques</b>	<b>Limites de rejet (mg.L<sup>-1</sup>)</b>
Plomb	0,5
Nickel	0,1
Mercure	0,01
Cuivre	0,5
Chrome (VI)	0,1
Cadmium	0,07
Cobalt	0,1
Chrome (III)	0,05
Etain	2
Fer	3
Zinc	3

## CHAPITRE I: RAPPEL BIBLIOGRAPHIQUE

---

### Références

#### [A]

ADRIANO D.C., 2001. Trace elements in terrestrial environments: Biochemistry, bioavailability and risks of metals. Springer-Verlag, New York.

AFNOR ,1988. Prélèvement et dosage du plomb dans les aérosols. Paris-La Défense, sept 1988.

ARTICLE 12 de décrets exécutifs N°06-141, Limites en teneur métalliques dans l'eau destinée à la consommation humaine selon les normes Algériennes, Journal officiel de la république.

#### [B]

BEHANZIN G. J., ADJOU E.S., YESSOUFOU A.G., DAHOUEONON A.E. et SEZAN A., 2014. Effet des sels de métaux lourds (chlorure de Cobalt et chlorure de Mercure) sur l'activité des hépatocytes, Journal Applied Biosciences, Vol 83, pp 7499-7505.

BOURRELIER, P.H., BERTHELIN J. (1998) - Contamination des eaux par les éléments en traces: les risques et leur gestion. Rapport n°42, Académie des Sciences. (Ed). Lavoisier, 300p. BOWEN H., J., M., 1979.

#### [C]

Casas S., (2005). *Modélisation de la bioaccumulation de métaux traces (Hg, Cd, Pb, Cu et Zn) chez la moule, Mytilus galloprovincialis, en milieu méditerranée*. Thèse de doctorat en Océanographie biologique, Environnement marin. Univ. Du Sud Toulon Var. 301p.

#### [E]

EDBERG R., RACZYNSKI M., PROST J.C. et ELMUR T., 2000. Aide à la fiabilisation de l'eau potable en milieu rural. Aspect techniques et financiers .Oleau, France .P : 5.

#### [G]

GUNNAR, F. NODBERG. BRUCE, A. NODBERG F,W. FRIBERG L. *Handbook on the toxicologie of metals*. 3eme edition. Academic Press, 25 juin 2007. 1024 p.

## CHAPITRE I: RAPPEL BIBLIOGRAPHIQUE

---

ISBN: 978-0123694133.

### [H]

<https://www.lenntech.fr/applications/potable/normes/normes-oms-eau-potable.htm>

HUBERT P. et MARIN M., 2001. Quelle eau boirons-nous demain ? Edition: Fabienne Travers. P: 64-124.

### [L]

Liu Goyer R.A & Waalkes M. P., (2008). Toxic effects of Metals in Casarett and Doull's toxicology: the basic science of poisons. New York, the McGraw-Hill companies. Chap 23, 931-979.

Loué A., (1993). Oligo-éléments en agriculture. 2. Paris Nathan.

### [M]

Martin A. & al. (2001). Apports nutritionnels conseillés pour la population française. Ed Lavoisier, Tec & Doc

Milhaud G., Vassal L., Federspiel B., Delacoix-Buchet A., Mehennaoui S., Charles E., Enriquez B. & Colf-Clauw M., (1998). Devenir du cadmium du lait de brebis dans la crème et les caillés présure ou lactique. *Le Lait*, 78, 689-698.

Miquel, M., (2001). Rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé. Office Parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques. N° 2979 Assemblée Nationale, N 261 Sénat. 360p.

### [O]

OTHMER., K., Encyclopaedia of chemical Technology., Journal Wiley Inter Science., Vol: 15., pp: 69- 157., (1978).

### [P]

PICHARD, A.. *Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques, plomb et ses dérivés.* INERIS.03 avril 2003.  
<http://194.69.194.227/alexandrie7/dyn/portal/index.seam;jsessionid=ac0967f1a4b9380c6129b>

## CHAPITRE I: RAPPEL BIBLIOGRAPHIQUE

---

6b1a1dd?binaryFileId=941&page=alo&aloId=941&actionMethod=dyn%2Fportal%2Findex.x  
html%3AdownloadAttachment.download&cid=22101

PICHARD, A. *Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques, cuivre et ses dérivés*. INERIS.11 avril 2003. Site web: [www.ineris.fr/substances/fr/substance/getDocument/2751](http://www.ineris.fr/substances/fr/substance/getDocument/2751) .

### [R]

Ramade,F.,(2000). Dictionnaire encyclopédique des pollutions : les polluants de l'environnement à l'homme .Edt . Ediscience international, Paris. p 690

ROBERT N, JUSTE C., (1999) Enjeux environnementaux et industriels- Dynamiques des éléments traces dans l'écosystème sol. In : spéciation des métaux dans le sol, les cahiers du club Crin, Paris, p 15-37.

### [W]

WEISS D., SHOTYK W., KEMPF O., 1999. Archives of Atmospheric Lead Pollution. NaturWissenschaften.



# **CHAPITRE II**

## **PARTIE EXPERIMENTALE**

### I. Présentation de zone d'étude :

La Wilaya de Tlemcen occupe une position de choix au sein de l'ensemble national. Elle est située sur le littoral Nord-Ouest du pays et dispose d'une façade maritime de 120 km.

#### I.1. Eaux de mer

- **Port de Ghazaouet**

Ghazaouet est située à l'ouest de l'Algérie. Elle se trouve à 80 km au Nord-Ouest du chef-lieu de la wilaya de Tlemcen.

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 en plus de la présence de l'unité ALZINC (Fig.1).

Trois points de prélèvement ont été réalisés au port de Ghazaouet

Point 1 : environ 3Km de l'usine AlZinc.

Point 2 : coté pêcheurie.

Point 3 : au large de la mer à peu près à 400 m du port.



**Fig. II.1:** Vu globale du port de Ghazaouet ; la charge industrielle et l'activité maritime.

- **Plage Sidi Youchaa** : c'est une plage de baignade autorisée avec un port de plaisance. Elle est située à un jet de pierre de Ghazaouet (10 km). Le prélèvement a été effectué au bord de la mer.
- **Oued Abdallah** : c'est une petite plage à la sortie ouest de Ghazaouet (3.1 Km) autorisée à la baignade depuis l'été 2014. Le point de prélèvement a été effectué au bord de la mer.

### I.2. Eaux de source et potables

- **Mosquée Ibn-ACHIR** : une petite mosquée de la ville de Tlemcen située dans le faubourg d'El kiffan. Le prélèvement a été réalisé à l'intérieur de la Mosquée
- **Ain Wanzouta** : c'est une source située à Sidi Boumediene, 2 Km de Tlemcen.
- **Ain Bni-Boublen** : c'est une source se trouvant à côté du minaret de Mansourah.
- **Ain Sidi Hffif** : c'est une source située dans la commune de Tirni située à 13 Km au sud de Tlemcen.
- **Villa-Rivant (Birwana)** : c'est une source à environ 1 Km du centre-ville de Tlemcen.
- **Maffrouche** : ville situé à 8 Km de Tlemcen, le prélèvement a été effectué à partir d'un robinet de l'eau de commune dans un domicile.

### I.3. Protocoles de prélèvement des échantillons

#### a. Préparation des flacons

Pour le dosage des métaux lourds, il convient d'utiliser des récipients en matière verre pour éviter toute contamination possible. Les récipients sont préparés à l'avance selon le mode opératoire suivant :

- Laver le récipient et le bouchon avec une solution diluée de détergent et d'eau de robinet.
- Rincer abondamment avec l'eau de robinet puis l'eau distillée.
- Rincer avec une solution aqueuse d'acide nitrique.
- Vider et remplir complètement avec une solution aqueuse d'acide nitrique.
- Laisser reposer pendant au moins 24H.
- Vider les récipients ; rincer avec l'eau distillée et replacer les bouchons.

## CHAPITRE II : PARTIE EXPERIMENTALE

---

### b. Procédure de prélèvement

Pour le prélèvement et le stockage des échantillons, nous avons utilisé la méthode suivante:

Une corde de 10 m dans le cas de l'eau de mer est attachée à un seau (volume = 5L) pour faciliter le remplissage pour les autres cas la corde n'est pas nécessairement longue.

Les récipients sont ensuite rincés avec l'eau du seau trois fois puis remplis complètement jusqu'à l'extrémité puis scellés de manière à éviter des réactions interférentes avec l'air.

Pour les eaux de sources le flacon de récolte est rincé trois fois avec l'eau de source avant remplissage.

### c. La filtration

Filtration sur papier filtre, cette étape concerne les eaux de mer pour éliminer les particules en suspension.

### d. Minéralisation et Stockage des échantillons

On ajoute quelques gouttes (2 à 3) d'acide nitrique à 69% dans chaque flacon d'échantillon pour ramener le pH à 2 à l'aide d'un pH mètre, les flacons sont mis au réfrigérateur à 4 °C pour une bonne conservation. Il faut signaler que par faute de disponibilité d'acide nitrique analytique nous avons dosé un blanc (eau distillée + trois gouttes d'acide nitrique) pour éliminer la présence de traces métalliques dans nos échantillons.

### e. Etiquetage des flacons d'échantillons

Les flacons contenant les échantillons (Fig.2) sont étiquetés de façon claire et leurs abréviations sont expliquées dans le tableau 1.



**Fig.II.2** : Flacons des échantillons.

## CHAPITRE II : PARTIE EXPERIMENTALE

**Tableau II.1** : Abréviations des noms des échantillons.

Abréviations	Echantillon
Gh1-1, Gh1-2	Ghazaouet / point 1 - 1 pour Janvier, 2 pour Février
Gh2-1, Gh2-2	Ghazaouet / point 2 - 1 pour Janvier, 2 pour Février
Gh3-1, Gh3-2	Ghazaouet / point 3 - 1 pour Janvier, 2 pour Février
OA-1, OA-2	Oued-Abdellah- 1 pour Janvier, 2 pour Février
SO-1, SO-2	Sidi-Youchaa
MK-1, MK-2	Mosque El Kiffan
WT-1, WT-2	Ain Wanzouta
BB-1, BB-2	Ain Beni-Boublen
SH-1, SH-2	Ain Sidi-Hfif
VR-1, VR-2	Ain Villa-Rivant
RM-1, RM-2	Eau de Robinet à El Maffrouche

### I.4. Les paramètres physiques mesurés

#### I.4.1. pH (Potentiel Hydrogène)

Le pH mesure la concentration en ions  $H^+$  de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14. La valeur 7 correspond à la neutralité. Le domaine entre 0 et 7 constitue le milieu acide, et entre 7 et 14 le milieu est basique. Le pH renseigne sur l'origine de l'eau. Par exemple, les eaux de surface ont un pH compris entre 7 et 8.

Les eaux souterraines ont un pH situé entre 5,5 et 8. Un pH très basique témoigne d'une évaporation intense (RODIER et al, 2009).

#### I.4.2. Température

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

#### I.4.3. Conductivité

Elle renseigne sur la capacité de l'eau à conduire le courant électrique. On se sert d'un appareil appelé conductimètre muni de deux électrodes. La mesure de la conductivité renseigne sur la teneur en matières dissoutes dans l'eau sous forme d'ions chargés

## CHAPITRE II : PARTIE EXPERIMENTALE

---

électriquement. La température de l'eau influence la conductivité qui sera d'autant plus importante que la température est élevée (AUBERT, 1998).

### **I.4.4. Apparence**

Elle permet de préciser les informations visuelles de la couleur de l'eau et sa turbidité qui est causée par les particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes Microscopiques ou autre.). Cependant, une turbidité forte peut permettre à des micro-organismes de se fixer sur les particules en suspension: la qualité bactériologique d'une eau turbide est donc suspecte (IANOR et al. , 2006).

### **I.5. Matériels**

- Eau distillée
- Acide nitrique  $\text{HNO}_3$  69%
- Bêchers
- Fioles jaugées
- Micropipettes
- pH-mètre
- Conductimètre
- Thermomètre

### **I.6. Spectrométrie d'absorption atomique**

La spectrométrie d'absorption atomique (SAA) est actuellement la plus utilisée, à cause de sa simplicité, de son efficacité et de son cout relativement peu élevé. Le recours à cette technique a commencé au début des années 1950 mené par Alan Walch et s'est ensuite développée de manière quasi exponentielle.

#### **I.6.1. Principe**

- Une technique servant à déterminer la concentration des éléments métalliques en se basant sur le principe de la loi de Beer-Lambert
- L'analyse se base sur l'absorption de photons par des atomes à l'état fondamentale
- L'appareil est réglé suivant la longueur d'onde correspondant au maximum d'absorption de chaque solution à analyser
- les résultats sont affichés directement sur l'appareil

### I.6.2. Appareillage

L'appareil SAA du laboratoire Toxicomed utilisé est montré dans la figure 3.

- **Source lumineuse**

Une source de lumière qui produit une radiation caractéristique à la longueur d'onde de l'élément à doser.

- **Lampes à cathode creuse**

La source la plus utilisée en spectroscopie d'absorption atomique est la lampe à cathode creuse. Elle consiste en une anode en tungstène et une cathode creuse scellées dans le tube de verre qui contient un gaz inerte, tel que l'argon, à une pression de 1 à 5 torrs. La cathode est constituée de la forme métallique de l'analyse, ou encore elle sert de support à une couche de ce métal (BROKEART, 2005).

- **Lampes à décharge sans électrode**

Les lampes à décharge sans électrode produisent également des spectres de raies atomiques : leurs intensités de rayonnement sont généralement de 10 à 100 fois plus élevées que celles des lampes à cathode creuse (JOHN, 2001).

On trouve sur le marché des lampes à décharge sans électrode pour plusieurs éléments. Leurs performances ne semblent pas se comparer à celles des lampes à cathode creuse.

- **La flamme**

En SAA mode flamme, les solutions d'échantillon sont généralement nébulisées grâce à un capillaire et un venturi dans une chambre de pulvérisation et l'aérosol produit est conduit, accompagné de la combustion résultant du mélange gaz et oxydant, dans un brûleur approprié.

- **Un monochromateur**

Sert à éliminer toutes les radiations autres que celle à la longueur d'onde

- **Un détecteur**

Couplé à un système électronique pour enregistrer et traite les signaux

- **Les interférents**

## CHAPITRE II : PARTIE EXPERIMENTALE

---

La mesure d'absorption spécifique à un élément peut être perturbée par des absorptions non spécifiques et différentes interactions qui peuvent être corrigées ou compensées par différentes méthodes.

### **a. Interférences spectrales**

Phénomènes ayant leur siège dans la source d'atomisation et affectant la mesure spectrale d'absorbance de l'analyse :

- Par superposition (chevauchement) de raies
- Par la présence de bandes d'absorption moléculaire
- 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 (SKOOG et al, 2003).

### **b. Interférences chimiques**

Les interférences chimiques résultent des modifications, dans la source d'atomisation, des processus de dissociation, d'oxydoréduction ou d'ionisation. Elles altèrent la densité de vapeur atomique ou sa vitesse de formation (LINDEN,1993).

### **c. Interférences physiques**

Les interférences physiques sont généralement liées aux propriétés physiques des solutions étudiées (changement de viscosité entre les étalons et les échantillons) (LINDEN,1993).



**Fig. II.3 :** Appareil de spectrométrie d'absorption atomique du laboratoire Toxicomed.

### **I.7. Méthode de dosage**

La courbe d'étalonnage est déterminée soit par la méthode des ajouts dosés ou par l'étalonnage direct. Cette dernière est choisie pour le dosage de nos échantillons.

#### **I.7.1. Protocoles de réalisation des courbes d'étalonnage**

Pour chaque élément à doser on prépare une gamme d'étalons à différentes concentrations en fonction du type de métal et la limite de détection de ce métal par l'appareil SAA.

A partir d'une solution standard de  $C = 1000$  ppm en Pb, Cd, Zn et Cu, un volume  $V$  est prélevé est mis dans une fiole jaugée afin de préparer une solution fille de  $C_1 = 10$  ppm (cas de Pb) ;  $C_1 = 5$  ppm (cas de Zn, Cu et Cd) dans une fiole de 100 ml en complétant le volume avec l'eau distillée.

- Un exemple de calcul est donné en dessous :

$$C \times V = C_1 \times V_1$$

$$\text{Cas Pb : } 1000 \times V = 10 \times 100 \quad V = 10 \times 100 / 1000 = 1\text{mL}$$

$$\text{Cas Zn : } 1000 \times V = 5 \times 100 \quad V = 5 \times 100 / 1000 = 0.5\text{mL}$$

## CHAPITRE II : PARTIE EXPERIMENTALE

A partir de cette solution fille de concentration  $C_1$ , différentes dilutions de concentration  $C_2$  ont été effectuées dans des fioles de 25 mL en utilisant la loi de dilution.

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

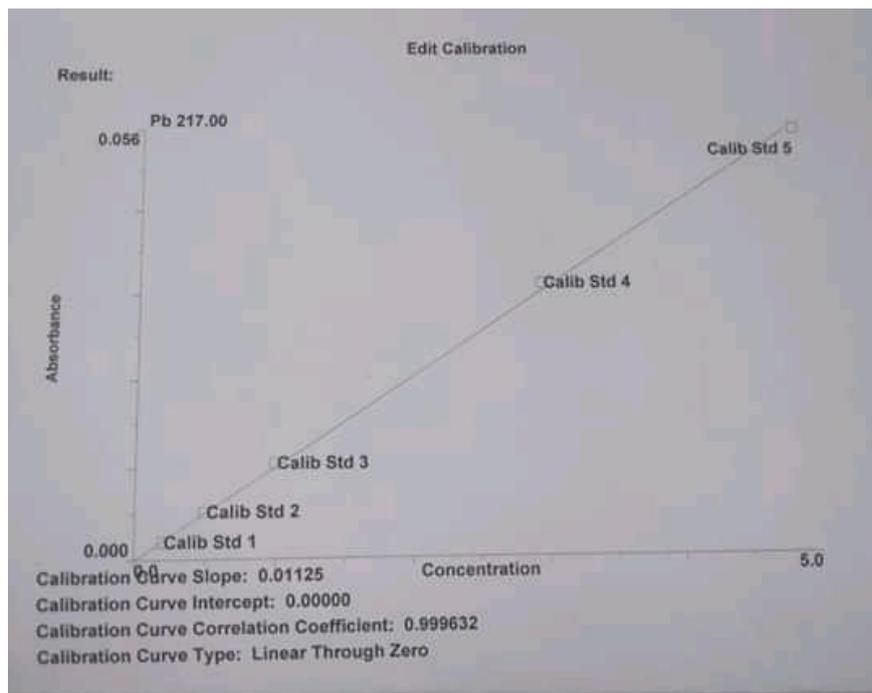
Les concentrations obtenues sont présentées dans le tableau 2.

Tableau II.2 : Calculs des concentrations des courbes d'étalonnages.

Métal	Tube 1		Tube 2		Tube 3		Tube 4		Tube 5		Tube 6	
	$C_2$ ppm	$V_1$ mL										
Pb	0,2	0,5	0,5	1,25	1	2,5	3	7,5	5	12,5	10	25
Cd	0,05	0,25	0,1	0,5	0,5	2,5	1	5	1,5	7,5	2	10
Zn	0,02	0,1	0,05	0,25	0,1	0,5	0,5	2,5	0,7	3,5	1	5
Cu	0,1	0,5	0,5	2,5	1	5	1,5	7,5	2	10	3	12,5

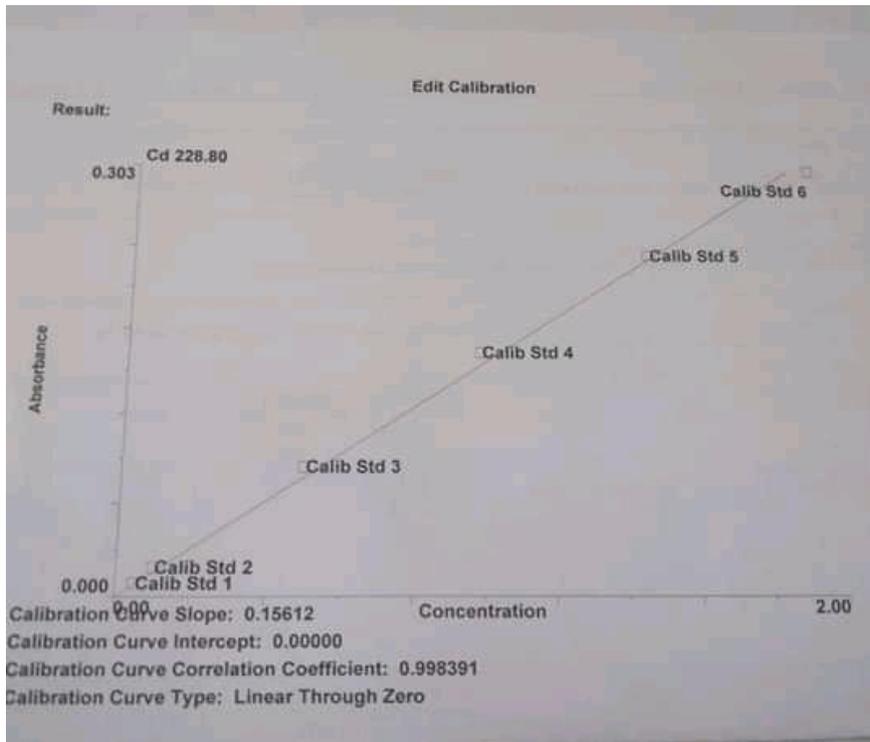
### I.7.2. Les courbes d'étalonnages réalisées

Les courbes d'étalonnages réalisées pour le dosage des quatre métaux Pb, Cd, Zn et Cu sont représentées comme suit :



## CHAPITRE II : PARTIE EXPERIMENTALE

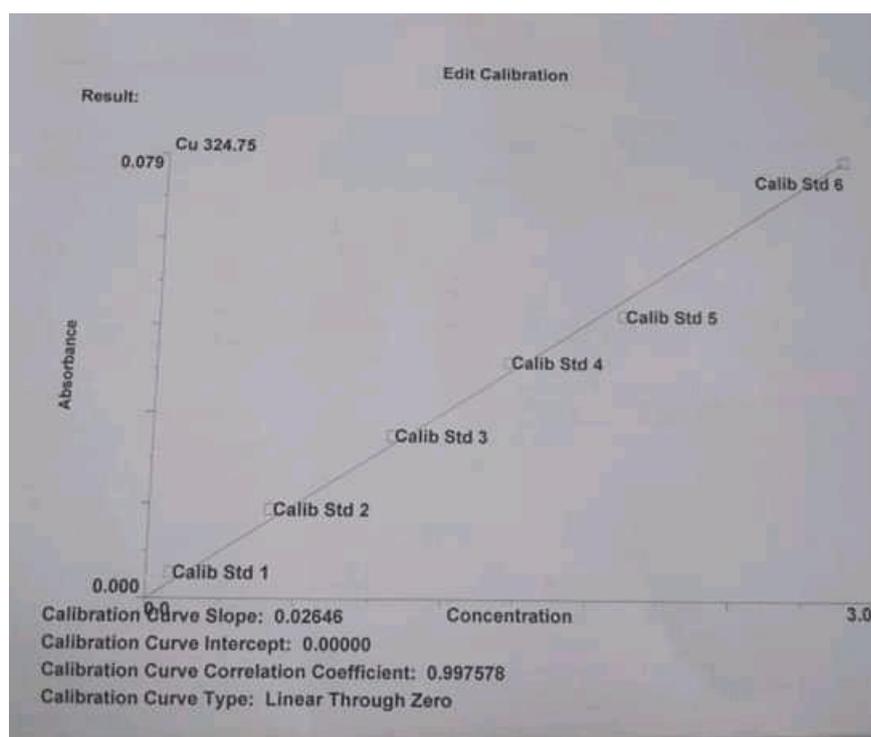
**Fig.II.4** : Courbe d'étalonnage pour le Plomb à  $\lambda = 217,00$  nm.



**Fig.II.5** : Courbe d'étalonnage pour le Cadmium à  $\lambda = 228,80$  nm.



**Fig.II.6** : Courbe d'étalonnage pour Zinc à  $\lambda = 213,85$  nm.



**Fig.II.7** : Courbe d'étalonnage pour le Cuivre à  $\lambda = 324,75$  nm.

### Références

[A]

AUBERT G., 1978 - Méthode d'analyse des sols. Centre national de documentation pédologique. Marseille, 191p.

[B]

BROKAERT, José A. C. Analytical Atomic Spectrometry with Flames and Plasmas. Deuxième édition revue et augmentée. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co.KGaA, Weinheim (Federal Republic of Germany), 2005. 414p. ISBN: 978-3-527-31282-5.

[I]

IANOR. Qualité de l'eau : détermination de la turbidité .NA 746. Alger : IANOR, 2006, 10 p.

[J]

JOHN, L. Analyse physico-chimique des catalyseurs industriels, manuel pratique de caractérisation. Edition Technip. Paris, 2001. 336p. ISBN : 2-7108-0750-5.

[L]

LINDEN. Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaires, volume 2. Tech.& Doc./Lavoisier. 1993. 510p. ISBN: 978-2852065987.

[R]

## CHAPITRE II : PARTIE EXPERIMENTALE

---

RODIER, J. LEGUBE, B. MERLET N. COLL. L'Analyse de l'eau. 9eme édition. Dunod. Paris, 2009. 1526p. ISBN : 978-2-10-054179-9.

[S]

SKOOG, HOLLER, NIEMAN. *Principe d'analyse instrumentale, fifth edition.* Edition de Boeck université. Paris, 2003. 938p. ISBN : 2-7445-0112-3.



# **CHAPITRE III**

## **RESULTATS ET DISCUSSION**

### **I. Introduction**

Notre étude a été réalisée au laboratoire Toxicomed de la Faculté de Médecine de Tlemcen. Les prélèvements ont été effectués au cours des mois de Janvier et Février, ceux des mois de mars et avril ont été interrompus et non effectués à cause de la situation imprévisible de l'épidémie du COVID-19 qui a touché le pays en particulier et le monde entier cette année 2019-2020.

#### **I.1. Objectif**

Dans ce travail, deux types d'eau ont été visés à savoir l'eau de mer et l'eau de source ou potable de la wilaya de Tlemcen. Les points de prélèvement ont été choisis soit en proximité d'une zone industrielle ou très éloigné, et des eaux potables de source naturelle ou de robinet afin d'évaluer la qualité de celles-ci et le degré de contamination s'il y a lieu. Les polluants visés dans cette étude sont les métaux lourds tels que le plomb, le cadmium, le zinc et le cuivre.

##### **a. Les eaux de mer**

Cinq points de prélèvement ont été choisis

- Port de Ghazaouet en raison de sa proximité de l'usine AlZinc, l'activité de pêche et de transports maritimes (Trois points).
- Plage Sidi Ouchaa en raison de son éloignement de toute activité industrielle mais présence de port de plaisance (1point).
- Plage Oued Abdallah plus proche de port de Ghazaouet (1point).

##### **b. Les eaux de source ou potable**

Six points de prélèvement ont été choisis de la wilaya de Tlemcen :

- MOSQUEE EL KIFFAN (Ibn-ACHIR)
- Ain WANZOUTA
- SIDI-HFIF
- BENI-BOUBLEN
- VILLA-RIVANT

## CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

- MAFROUCHE

Les prélèvements sont effectués le mois de Janvier et le mois de Février.

La présentation de tous les points cités au-dessus ainsi que leurs abréviations sont détaillées dans le chapitre II.

### I.2. Paramètres physiques des échantillons

Les paramètres physiques des échantillons d'eau prélevés pour chaque mois sont mesurés avant minéralisation et stockage à 4 °C.

Les tableaux 1 et 2 représentent les paramètres physiques : température, pH, conductivité, et apparence à l'œil nu, des échantillons prélevés pour les mois de Janvier et Février respectivement.

**Tableau III.1** : Paramètres physiques des échantillons prélevés le mois de Janvier.

Echantillon	pH	Conductivité (µS/cm)	T (°C)	Aspect
Gh1-1	7.23	Saturé	16.1	Trouble
Gh2-1	7.82	Saturé	16.9	Trouble
Gh3-1	7.88	Saturé	15.5	Trouble
OA-1	7.85	Saturé	13.1	Trouble
SO-1	7.96	Saturé	15.9	Trouble
MK-1	7.4	845	17.0	Clair, transp.*
WT-1	6.96	1019	19.8	Clair, transp.
BB-1	7.38	624	16.7	Clair, transp.
SH-1	7.04	922	17	Clair, transp.
VR-1	7.02	783	16.9	Clair, transp.
RM-1	7.5	372	19.9	Clair, transp.

**Tableau III.2**: Paramètres physiques des échantillons prélevés le mois de Février.

Echantillon	pH	Conductivité (µS/cm)	T (°C)	Aspect
Gh1-2	7	Saturé	15.7	Trouble
Gh2-2	7,02	Saturé	17	Trouble
Gh3-2	7,78	Saturé	15,8	trouble
OA-2	7,77	Saturé	13,9	Trouble
SO-2	7,79	Saturé	16,7	Trouble
MK-2	7,3	783	18	Clair, transp.*
WT-2	7,03	987	16,3	Clair, transp.
BB-2	7,20	645	15,6	Clair, transp.
SH-2	7	918	18,2	Clair, transp.
VR-2	7,02	838	17,9	Clair, transp.
RM-2	7,8	381	19,1	Clair, transp.

## CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

\*(Trans. : Transparent).

- **pH** : C'est l'un des paramètres les plus importants pour la qualité d'eau.

La mesure du pH est effectuée par un pH mètre électronique relié à une électrode en verre. L'appareil a été d'abord étalonné dans une solution tampon de pH égale à 7 et à 4 puis introduit dans l'eau à analyser. Nous remarquons le caractère neutre du milieu des échantillons prélevés, vu les valeurs de pH obtenus (autour de 7).

- **Conductivité** : Elle est mesurée à l'aide d'un conductimètre, les valeurs élevées des conductivités indiquent le caractère très minéralisée. Dans le cas des eaux de mer l'appareil affiche une saturation, contrairement pour les eaux potables les valeurs enregistrées sont entre 300-1000  $\mu\text{S/cm}$ . Une faible variation est remarquée entre les deux mois en faveur d'un enrichissement (cas de VR-2 et RM-2) ou appauvrissement (cas de MK-2, WT-2) en sels minéraux pour le mois de Février. Ceci peut être intéressant de le vérifier lors du dosage de ces eaux par la suite.
- **Température** : Ce paramètre reflète la température du climat extérieur pendant les mois de prélèvement.
- **Aspect ou turbidité** : sans surprise les échantillons des eaux de mer représente une eau pas claire et trouble.

### I.3. Dosage des échantillons

Le dosage des échantillons a été réalisé pour quatre métaux lourds qui sont le plomb, le cadmium, le cuivre et le zinc en utilisant la technique spectrométrie d'absorption atomique en mode flamme.

#### I.3.1. Réalisations des courbes d'étalonnage

L'analyse des métaux lourds par SAA nécessite au préalable la réalisation des courbes d'étalonnage pour chaque métal en respectant les limites de détections et les longueurs d'ondes (Tableau III.3) données par l'appareil.

**Tableau III. 3** : Longueurs d'ondes de Pb, Cd, Zn et Cu lors du dosage.

Paramètre \ Métal	Zn	Cu	Pb	Cd
Longueur d'onde (nm)	213.86	324.75	217	228.80

La linéarité de la loi de Beer-Lamber est vérifiée pour chaque métal à la longueur d'onde fixe. Les courbes d'étalonnage sont données dans la partie Chapitre II.

## CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

### I.3.2. dosage d'eau de mer

Les résultats du dosage des quatre métaux par SAA en mode flamme des échantillons eau de mer prélevés pour le mois de janvier et Février sont reportés dans les tableaux 4 et 5 respectivement.

**Tableau III.4:** Teneurs métalliques dans les échantillons des eaux de mer prélevés pendant le mois de Janvier.

Echantillon	Pb (ppm)	Cd (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)
Gh1- 1	0.988	0.125	0.023	0.155
Gh2- 1	0.956	0.126	0.38	0.174
Gh3-1	0.901	0.127	0.101	0.06
OA-1	1.226	0.144	0.015	0.172
SO-1	1.215	0.143	0.014	0.162

**Tableau III. 5 :** Teneurs métalliques dans les échantillons des eaux de mer prélevés pendant le mois de Février.

Echantillon	Pb (ppm)	Cd (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)
Gh1-2	0,877	0.129	0,091	0,301
Gh2-2	0.860	0.125	0,169	0,212
Gh3-2	0,807	0.127	0,112	0.057
OA-2	0,799	0.123	0,05	0.044
SO-2	0,793	0.126	0.046	0.031

Pour mieux voir la variation en teneur métallique des eaux entre les deux mois de chaque point, nous avons tracé des histogrammes pour chaque point.

➤ **Points Gh1, Gh2 et Gh3.**

## CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

La figure III.1 montre les teneurs métalliques en Pb, Cd, Zn et Cu pour les trois points de prélèvement situés au port de Ghazaouet : Gh1, Gh2 et Gh3.

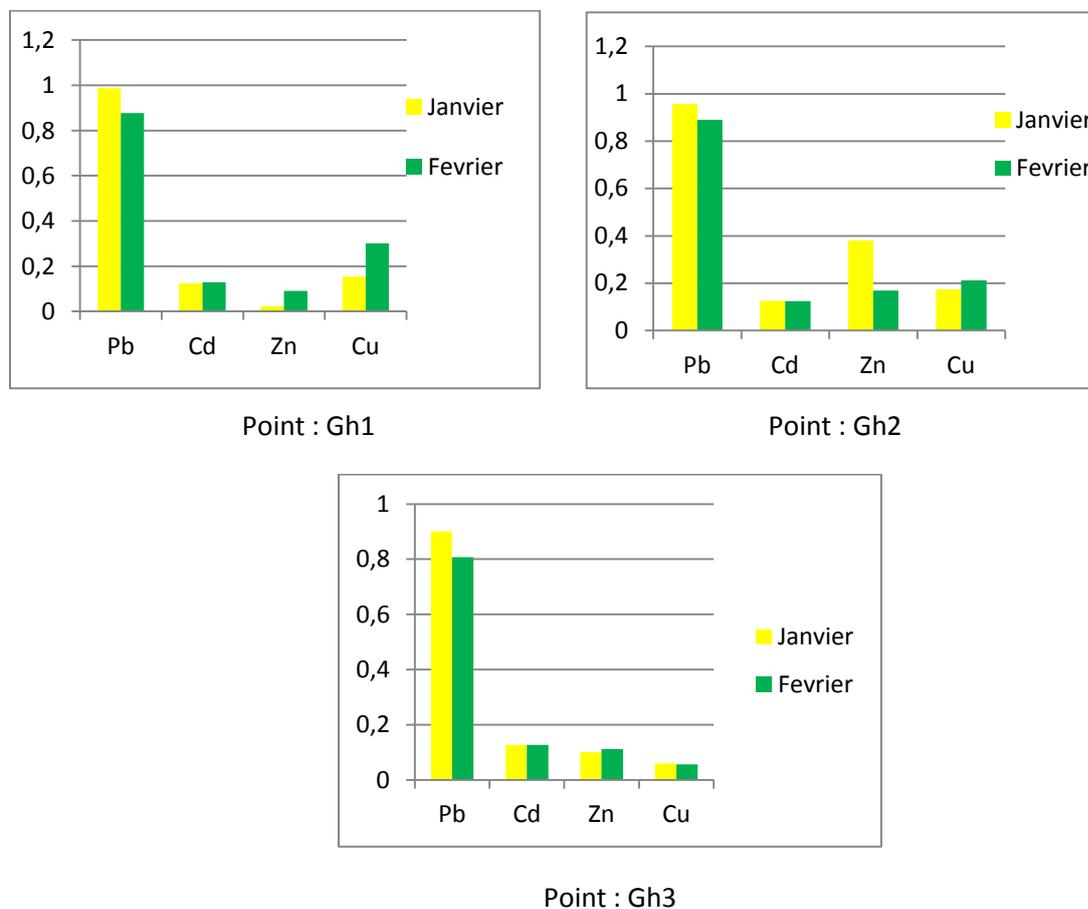
Dans les trois points du port de Ghazaouet, la teneur en Pb (proche de 1 ppm) est plus importante que les trois autres métaux avec une légère diminution du mois de janvier au mois de février.

La teneur du Cd semble être constante et faible ne dépassant pas 0,13 ppm dans les trois points. Néanmoins, ces valeurs restent très nocives pour l'environnement et le système aquatique, puisque qu'elles représentent le double de la norme Algérienne, 0,07 ppm, de ce métal dans les eaux de rejets.

Le point Gh3 semble être relativement moins touché par cette pollution métallique par rapport aux deux autres points voir pas de variation entre les deux mois.

Ce constat est dû peut être au fait que Gh1 et Gh2 sont plus proche du port où les rejets sont plus importants par rapport au point Gh3 qui se trouve au large de la mer éloigné du port.

La teneur en Zn et Cu est variable entre les deux mois pour les points Gh1 et Gh2 et constante pour le point Gh3 mais néanmoins restent pour les trois points inférieur à la norme autorisée en Algérie qui est de 0,5 ppm pour le Cu et 3 ppm pour le Zn.



**Fig. III.1** : Teneur métallique en ppm des trois points Gh1, Gh2 et Gh3 au port de Ghazaouet.

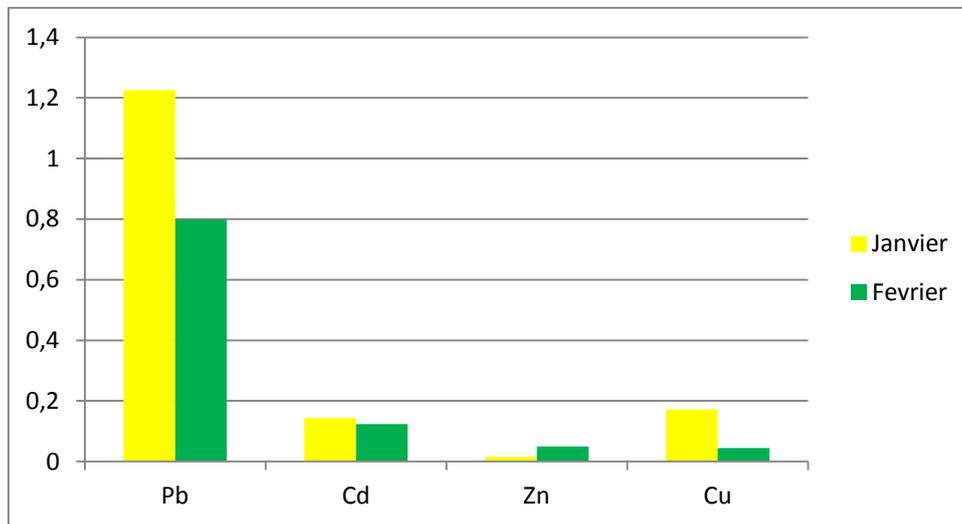
## CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

### ➤ Points OA et SY

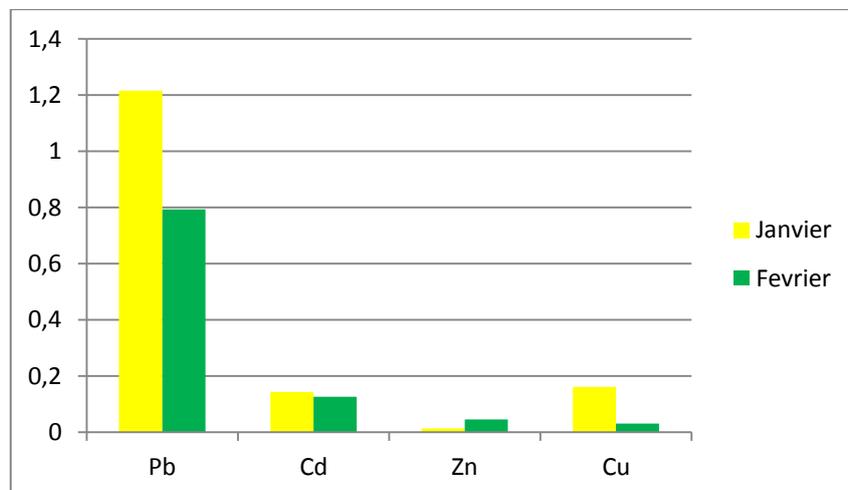
La figure III.2 montre la teneur métallique du point Oued Abdellah (OA) et la figure III.3 celle du point de Sidi Youchaa (SY) pour les deux mois.

La teneur en Pb est la plus élevée par rapport aux Cd, Zn et Cu, pour les deux points OA et SO, elle passe de 1,2 ppm pour le mois de Janvier à 0,8 ppm pour le mois de février.

Les deux points OA et SO ont presque la même teneur en Cd, Zn et Cu pour les deux mois de prélèvement. Ces résultats laissent croire que l'origine de cette pollution est la même, peut être leur proximité avec le port de Ghazaouet vu le taux de Pb élevé aux points (Gh1, Gh2, et Gh3).



**Fig. III.2 :** Teneur métallique en ppm d'OUED ABDELAH pendant les deux mois de prélèvement.



**Fig.III.3 :** Teneur métallique en ppm de SIDI YOUCHAA pendant les deux mois de prélèvement.

## CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

Ce qui nous alerte dans ces résultats c'est le taux élevé du Pb dans ces différents points des eaux de surfaces qui constituent des endroits très convoités par les baigneurs. En effet, le plomb est un toxique cumulatif, n'a pas de rôle physiologique, pénètre dans l'organisme par voie digestive et pulmonaire. Et la norme en Algérie de ce métal autorisée dans les eaux de rejets ne doit pas dépasser 0,5 ppm.

D'après *Agency for Toxic Substances and Disease Registry*, 1990 et des études citées dans InVS/Inserm (2008), une plombémie supérieure à 1000 µg/L (1ppm) peut causer un décès chez l'enfant et une encéphalopathie chez l'adulte.

En plus, depuis les années 2000 les études épidémiologiques se sont multipliées, corrélant des niveaux de plombémies faibles (< 100 µg/l) et des troubles du système nerveux central, cardio-vasculaire et rénal. **LANPHEAR et al. (2005)** concluent à une association significative entre la survenue de déficits intellectuels chez l'enfant et des plombémies inférieures à 100 µg/l.

La question qui se pose dans notre étude est quelles sont les sources de pollution par ce métal dangereux dans les eaux de mers étudiées?

Parmi les sources de pollution les plus probables qu'on peut citer il y a : l'essence et carburant utilisés pour les bateaux de pêche ou autres, les rejets des activités urbaines en matières plastiques, batteries et autres appareils électriques à cause du mauvais tri des déchets.

### I.3.3. Dosage des eaux de source ou potable

Les résultats du dosage des quatre métaux par SAA en mode flamme des échantillons eaux de source ou potable prélevées pour le mois de janvier et Février sont reportés dans les tableaux III. 6 et III.7 respectivement.

**Tableau III.6:** Teneurs métalliques dans les échantillons des eaux de source ou potable prélevées pendant le mois de Janvier.

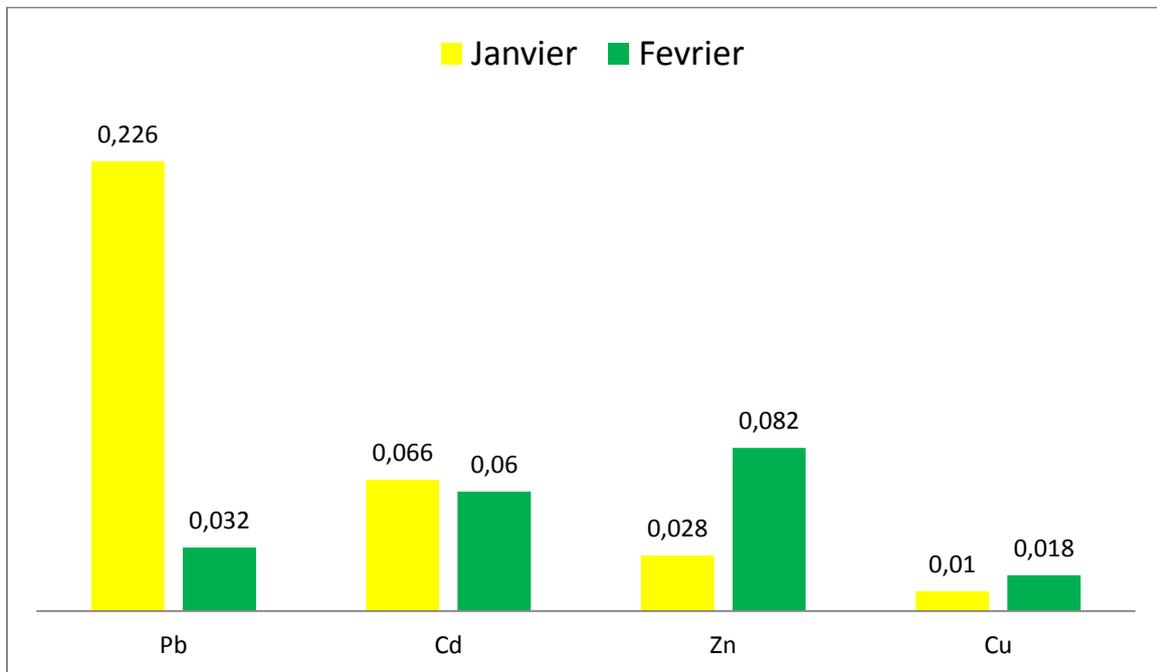
Echantillon	Pb (ppm)	Cd (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)
MK-1	0.226	0.066	0.028	0.010
WT-1	0.327	0.079	0.002	0.028
BB-1	0.072	0.075	0.002	0.007
SH-1	0.168	0.069	0.002	0.012
VR-1	0.130	0.064	0.004	0.026
RM-1	0.196	0.069	0.059	0.010

## CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

**Tableau III.7:** Teneurs métalliques dans les échantillons des eaux de source prélevées pendant le mois de Février.

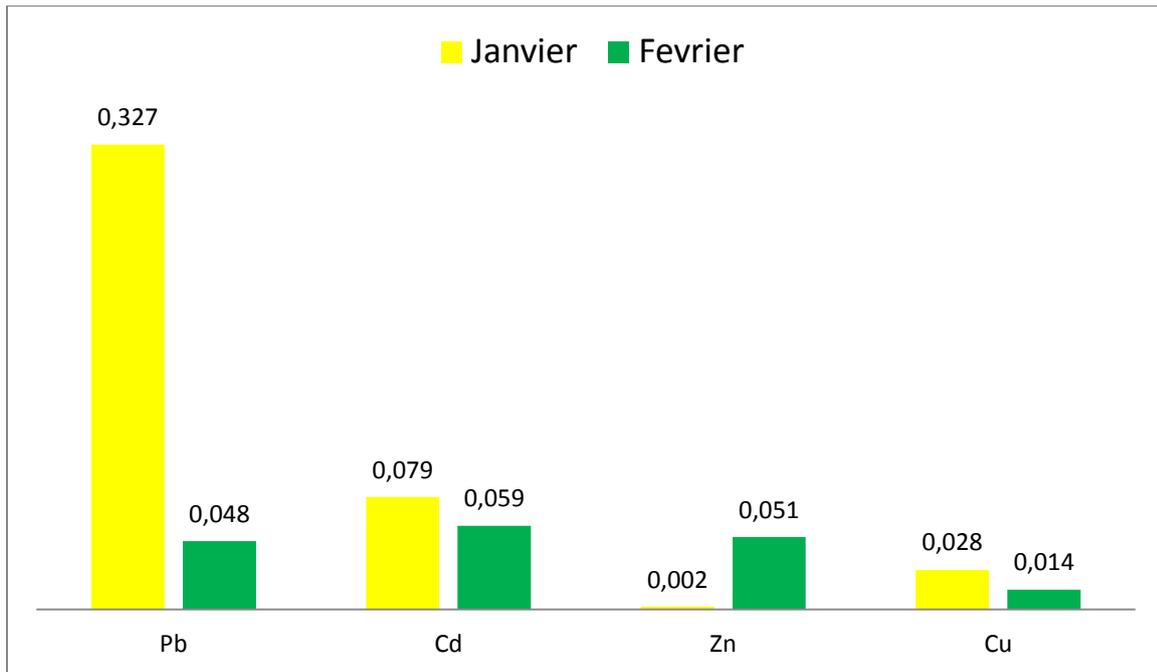
Echantillon	Pb (ppm)	Cd (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)
MK-2	0,032	0.060	0,082	0.018
WT-2	0,048	0.059	0.051	0.014
BB-2	0.049	0.076	0.025	0.015
SH-2	0.099	0.069	0.022	0.024
VR-2	0.052	0.081	0.011	0.06
RM-2	0.185	0.062	0.392	0.011

Les figures de 4 à 9 représentent les teneurs en Pb, Cd, Zn et Cu des eaux de source MK, WT, BB, SH, VR, RM données dans l'ordre, pour les deux mois de prélèvement.

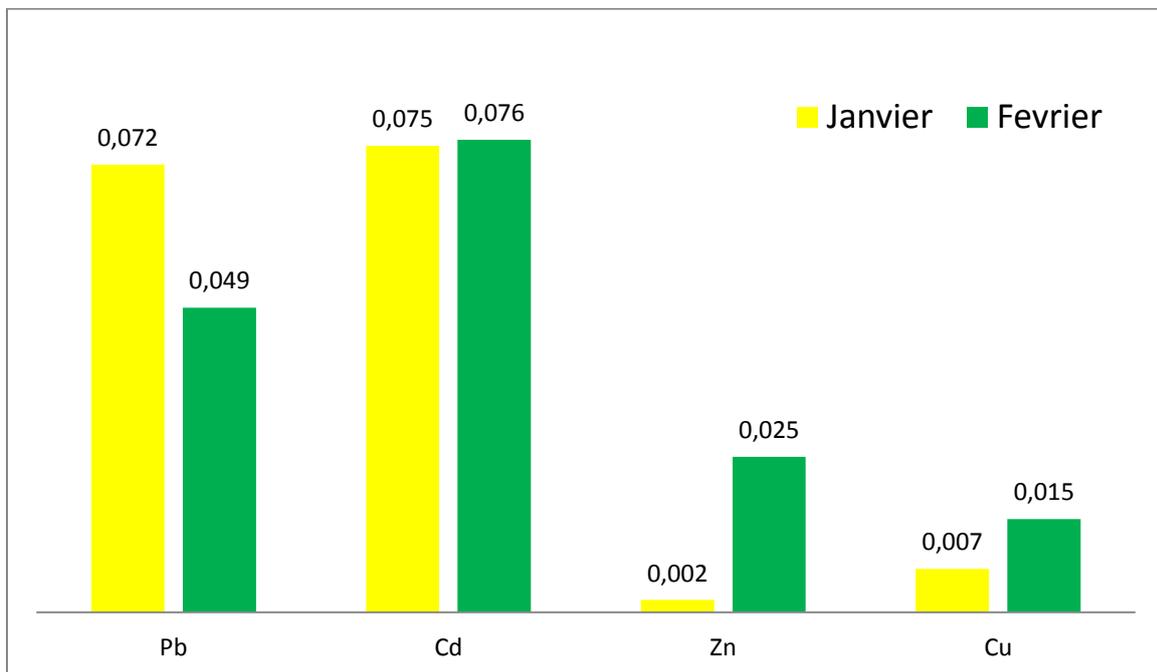


**Fig. III.4 :** Teneur métallique en ppm de l'eau MOSQUEE-KIFFAN pendant les deux mois de prélèvement.

## CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

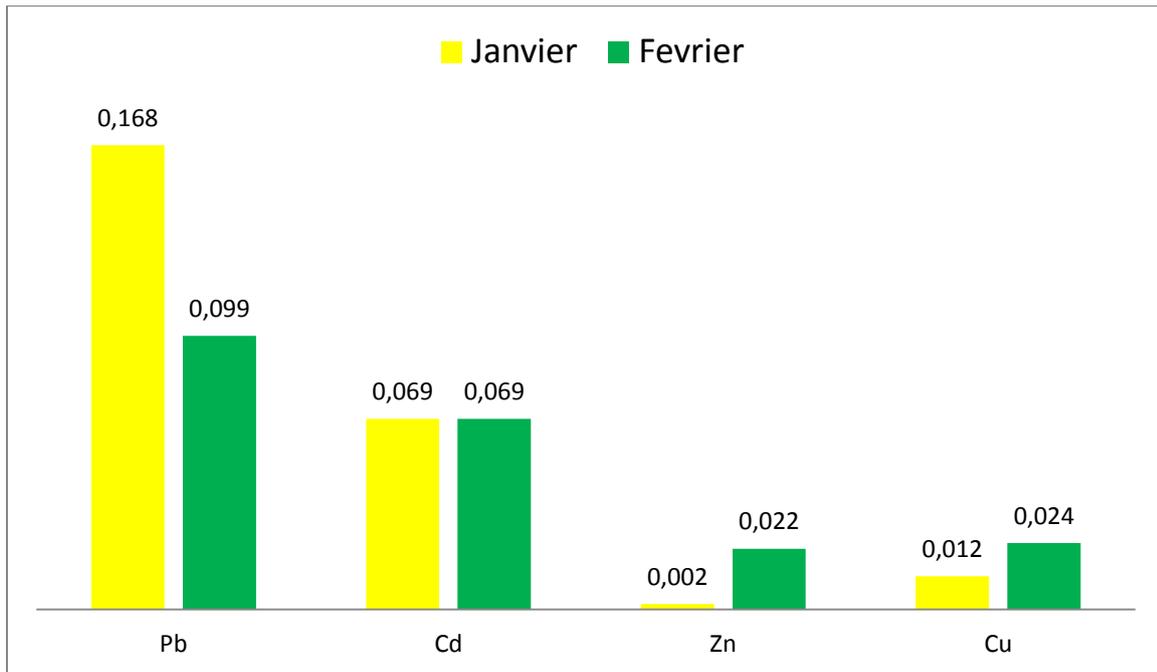


**Fig. III.5 :** Teneur métallique en ppm de l'eau AIN-WANZOUTA pendant les deux mois de prélèvement.

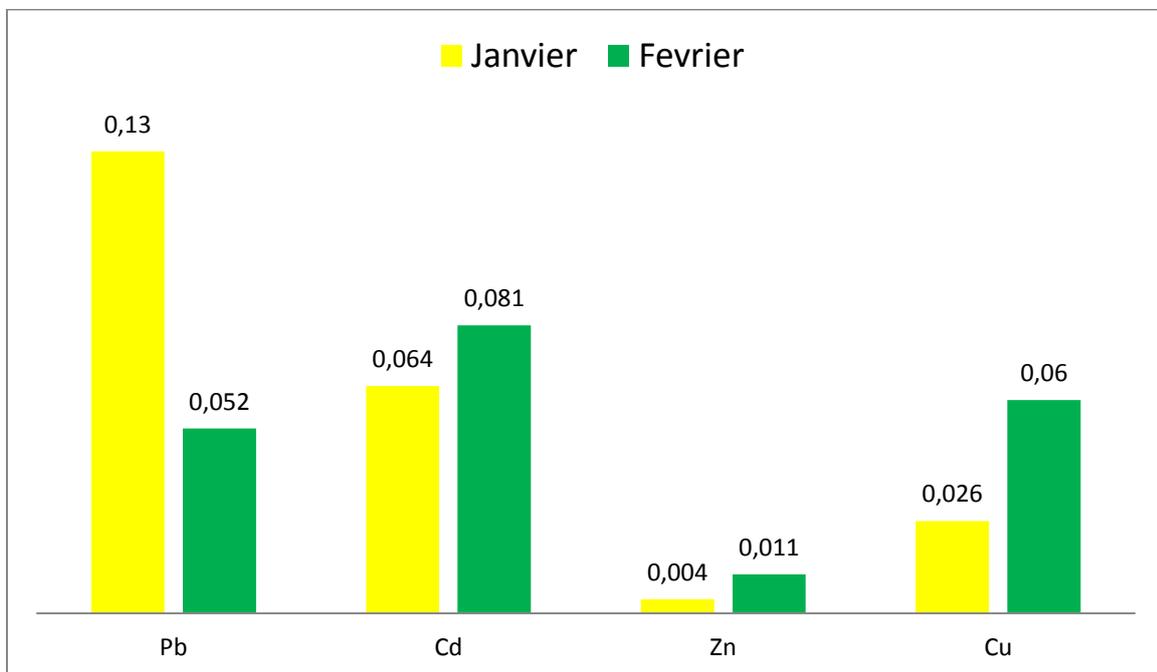


**Fig. III.6 :** Teneur métallique en ppm de l'eau AIN BENI-BOUBLEN pendant les deux mois de prélèvement.

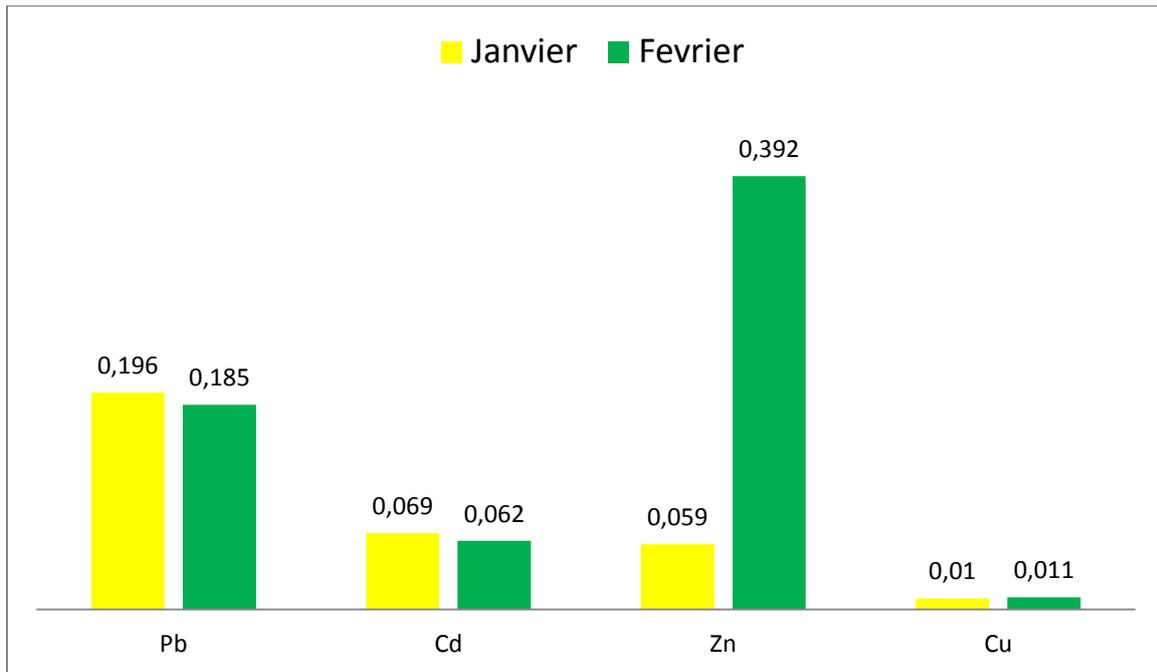
## CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION



**Fig. III.7 :** Teneur métallique en ppm de l'eau SIDI-HFIF pendant les deux mois de prélèvement.



**Fig. III.8 :** Teneur métallique en ppm AIN VILLA-RIVANT pendant les deux mois de prélèvement.



**Fig. III. 9 :** Teneur métallique en ppm de l'eau de Robinet à MAFROUCH pendant les deux mois de prélèvement

- Les six figures montrent une teneur plus élevée en Pb le mois de Janvier par rapport au mois de Février atteignant les concentrations suivantes en ppm :

0,327 (WT-1) > 0,226 (MK-1) > 0,196 (RM-1) > 0,168 (SH-1) > 0,130 (VR-1) > 0,07 (BB-1)

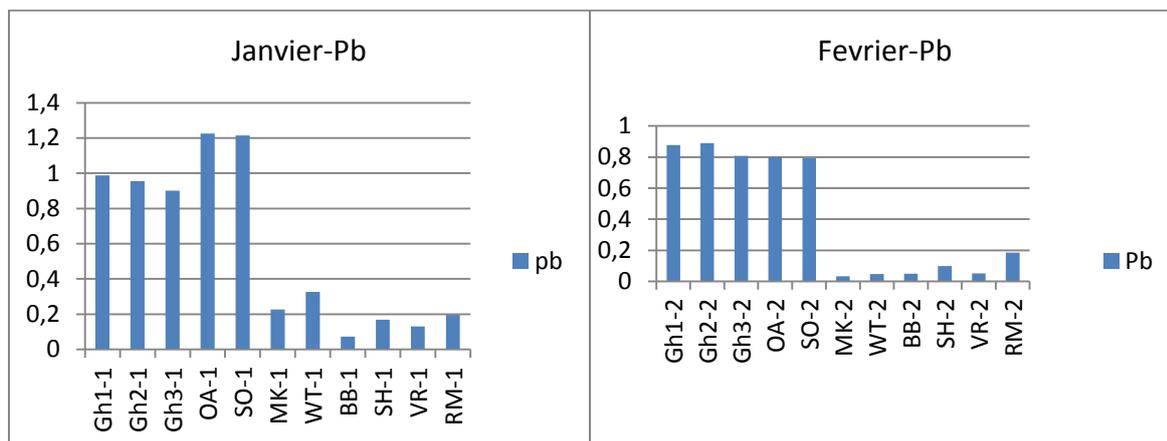
- Ces valeurs sont inférieures à la norme sur l'eau de rejet (0,5 ppm) mais semblent être importantes et dangereuses pour des eaux consommables au quotidien par la population de Tlemcen. En effet, la norme en Pb sur l'eau potable d'après OMS (LENNTECH, site web) ne doit pas dépasser 0,01 ppm.
- La moyenne de la teneur en Cd pour les six points d'eaux de sources ou potable est d'environ 0,08 ppm pour le mois de Janvier et d'environ 0,07 ppm pour le mois de Février. Ces valeurs sont limites avec la norme autorisée en Algérie (0,07 ppm) pour les eaux de rejets ce qui doit être très toxique et dangereux pour des eaux potables. En effet, ces valeurs dépassent la valeur limite de 0,003 ppm indiquée par l'OMS pour des eaux potables.
- Les deux derniers métaux Zn et Cu montrent une faible teneur dans les eaux des six

## CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

points prélevées par rapport aux normes des eaux de rejet à savoir 3 ppm pour Zn, 0,5 ppm pour Cu.

### I.4. Pollution métallique globale entre les différents points

#### a. Plomb

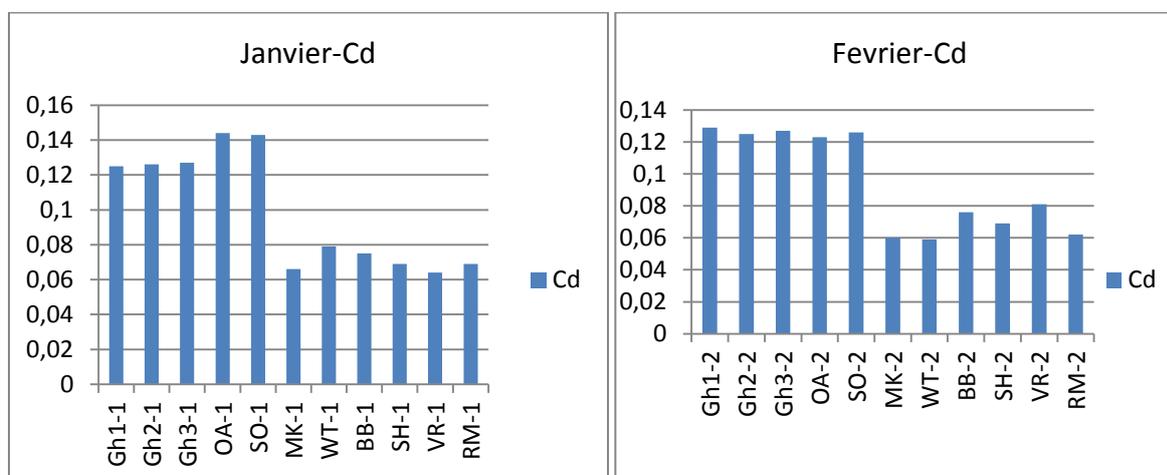


**Fig. III.10 :** Comparaison de la teneur en Pb (ppm) dans les différents points récoltés durant les deux mois de prélèvement.

- Les résultats montrent que le Pb existe dans les différents eaux récoltées dans la région de Tlemcen avec une teneur très élevée dans les eaux de mer et assez inquiétantes pour les eaux potables (robinet) et de source.

- Ces teneurs sont élevées par rapports aux normes des eaux de rejets (0,5 ppm) et à la norme sur l'eau potable (0,01 ppm).

#### b. Cadmium

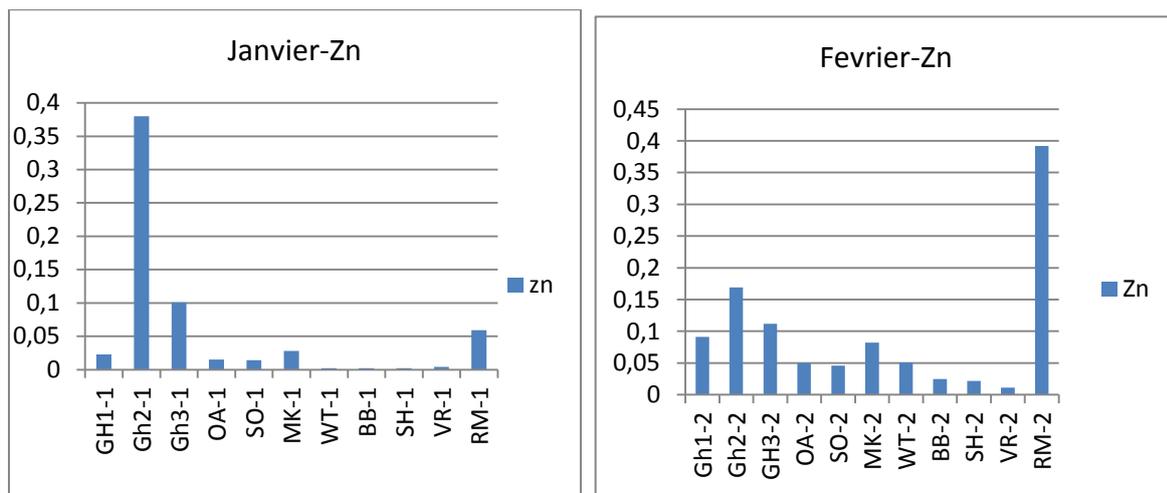


**Fig. III. 11 :** Comparaison de la teneur en Cd (ppm) dans les différents points récoltés durant les deux mois de prélèvement

## CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

- Ce métal toxique est présent dans les différents échantillons avec presque la même teneur (élevé) dans les eaux de mer et presque la même dans les eaux de source et potable.
- La teneur en Cd obtenu dans cette étude varie de [0.123 à 0.143] ppm pour les eaux de mer ; et de [0.064 à 0.081] ppm pour les eaux de source qui dépassent les normes : 0,07 ppm pour eau de rejet et 0.003 ppm pour eau potable.
- Ces valeurs varient peu entre les deux mois sauf pour les points Gh2 et RM.

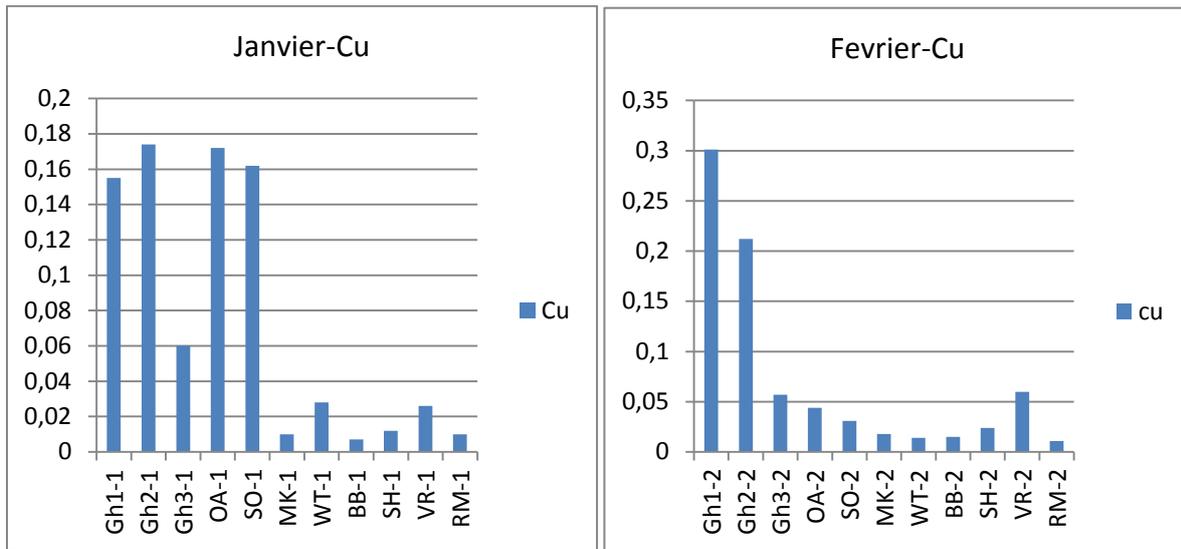
### c. Zinc :



**Fig. III. 12 :** Comparaison de la teneur en Zn (ppm) dans les différents points récoltés durant les deux mois de prélèvement.

- La teneur en Zn trouvée dans les échantillons est faible pendant les deux mois.
- Les points Gh2 et RM sont les plus contaminés par ce métal, mais ils ne présentent pas un danger vu les normes citées auparavant.

**d. Cuivre :**



**Fig. III.13 :** Comparaison de la teneur en Cu dans les différents points récoltés durant les deux mois de prélèvement

- Le cuivre est présent dans tous les échantillons mais avec des concentrations ne représentant aucune conséquence néfaste sur la santé humaine ou autre.

**I.5. Conclusion**

La dangerosité de ces polluants réside éventuellement dans le fait qu'ils sont bio accumulateurs. En effet, des études réalisées auparavant montrent la contamination des espèces aquatiques qui sont des bio indicateurs de cette pollution métallique et confirment la pollution de ces différentes régions d'eau. Le tableau 8 présente des résultats de précédentes études avec des concentrations moyennes en métaux lourds Zn, Cu, Cd et Pb, exprimé en : mg/Kg du poids frais, aux différents lieux et pour différentes espèces en Algérie.

## CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

**Tableau III.8** : Teneurs métalliques de différentes études, selon différents lieux et espèces.

Espèce	Zone	Pb (mg/Kg)	Cd (mg/Kg)	Zn (mg/Kg)	Cu (mg/Kg)	Références
Engraulus encrsicolus	Beni-Saf	0.97	0.17	14.18	0.49	Benmansour, 2009
Engraulus encrsicolus	Ghazaouet	1.08	0.15	3.80	0.31	Benmansour, 2009
Sardina pilchardus	Golf de Bejaia	-	0.01	0.23	0.68	Mansouri et Khenache 2016
Sardina pilchardus	Bejaia	0.00013	0.0000003	0.057	0.011	Moussaoui et Benbellil 1999
Sardina pilchardus	Ghazaouet	-	0.03	2.25	0.16	Bendahou 1993
Sardinella aurita	Baie d'Oran	0.29	0.019	6.02	-	Benamer 2006

Les résultats de notre étude sont en accord avec les résultats du tableau 8 en l'occurrence ceux de la zone de Ghazaouet et doivent attirer l'attention des autorités locales sur le danger de cette pollution et notamment celle liée au Pb et Cd qui sont des métaux très toxiques sans utilité physiologique.

### Références

[B]

Benamer N., (2006). *Evaluation de la pollution marine par trois éléments en trace métalliques (Plomb, Cadmium et Zinc) sur un poisson pélagique : l'allache Sardinella aurita (Valencienne, 1847) pêché dans la baie d'Oran*, .Magistère. Science Environnement. Univ es-senia, Oran. 97p.

Bendahou M., (1993). *Teneurs en métaux traces (Zn, Cu, Cd) dans différents organes de Sardina pilchardus et Trachurus trachurus pêchées à Ghazaouet*. Thèse de magistère en pollution marine, I.S.M.A.L., Alger.119p.

Benmansour N., (2009). *Contribution à l'étude de l'anchois Engraulis encrasicolis (1758) de l'escrime Ouest Algérien (Ghazaouet et Beni saf) recherche de quelques métaux lourds*. Mémoire de Magistère d'écologie et biologie des populations, Université de Tlemcen, Tlemcen. 198p

[I]

InVS/Inserm, *Saturnisme : quelles stratégies de dépistage chez l'enfant ? Expertise opérationnelle*, Saint Maurice, InVS, 2008, 317 p.

[L]

Lanphear B.P., Hornung R., Khoury J., Yolton K., Baghurst P., Bellinger D.C., Canfield R.L., Dietrich K.N., Bornschein R., Greene T., Rothenberg S.J., Needleman H.L., Schnaas L., Wasserman G., Graziano J., Roberts R., "Low-Level Environmental Lead Exposure and Children's Intellectual Function: An International Pooled Analysis", *Environ Health Perspect*, 2005;113(7):894-899.

[M]

Mansouri K. & Khenache L., (2016). *Contribution à l'étude d'accumulation des métaux lourds ( Zn,Cu,Cd,Pb) dan le muscle de la sardine Sardina pilchardus pêchée dans le golf de Bejaïa*. Mémoire master, option : Environnement et Santé Publique. Université A/Mira, Bejaïa.30p.

Moussaoui A. A. & Benbellil S., (1999). *Contribution à l'étude de l'accumulation des métaux lourd (Zn, Cu, Pb et Cd) par la Sardine, Sardina pilchardus (Walbaum, 1792), du golf de Bejaïa*. Mémoire de fin de cycle, option : Zoosystématique. Université A/Mira, Bejaïa.40p.

Muus B.

[W]

Wilhelm Michael, Heinzow Birger, Angerer Jürgen, Schulz Christine, "Reassessment of critical lead effects by the German Human Biomonitoring Commission results in suspension of the human biomonitoring values (HBM I and HBM II) for lead in blood of children and adultsX", *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 2010;213(4):265-269.



# **CONCLUSION**

# **GENERALE**

# CONCLUSION GENERALE

---

## Conclusion générale

Cette étude est une contribution à l'évaluation de la qualité d'eau dans la wilaya de Tlemcen

L'intérêt fourni dans ce travail était de réaliser une évaluation du niveau de contamination des polluants métalliques, dans les eaux de mer et les eaux de source/potable.

Cinq points distribués comme suit : port de Ghazaouet (3 points), Oued Abdellah plage (1point) et Sidi Youchaa plage (1point) et six points pour les eaux de source/potable de Tlemcen ville et ses proches communes: Ain Wanzouta à Sidi-Boumediene, Ain à Beni-Boublene, Ain Sidi-Hfif à Tirni, Ain Villa-Rivant à Birwana, Mosquée El Kiffan, Mafrouche, ont été étudiés.

Le choix de cette large zone d'étude a été justifié par son accessibilité, l'importance qu'elle suscite pour l'économie locale, cas de Ghazaouet, et l'effet indirect et direct sur la santé de la population proche et lointaine, cas des autres plages et les eaux de source/potable.

Le dosage de quatre métaux, Pb, Cd, Zn et Cu, a été effectué par la technique d'absorption atomique pour les mois de Janvier et Février.

Les résultats obtenus ont montré que le Pb et le Cd sont présents dans tous les points de prélèvement de Ghazaouet et les autres plages. Leurs teneurs étaient supérieures aux normes Algériennes sur les eaux de rejets qui sont de 0,5 ppm pour le Pb et 0,07 ppm pour le Cd.

Pour les deux autres métaux, Zn et Cu, ils sont présents mais avec des teneurs plus faibles à la norme Algérienne. Une variation des teneurs entre les deux mois de Janvier et Février pour les eaux de Ghazaouet a été notée. En revanche, des teneurs assez stables entre les deux mois a été constatée pour les deux points ; Oued Abdellah plage et Sidi Youchaa plage.

Nous ressortons de cette étude que les rejets industriels et domestiques inappropriés peuvent être les principales causes de cette pollution métalliques dans cette zone de Ghazaouet avec une progression de cette contamination vers les autres plages en plus d'une pollution locale.

Dans le cas des eaux de source/potable les teneurs en Pb et Cd sont plus faibles que celles des eaux de mer mais supérieures à la norme sur l'eau potable indiquée par L'OMS qui est de 0,01 ppm pour le Pb et 0,003 ppm pour le Cd.

Des teneurs en Pb plus élevées ont été remarquées pour le mois de Janvier avec un ordre de contamination (en ppm) à prendre en considération ;

0,327 (WT-1) > 0,226 (MK-1) > 0,196 (RM-1) > 0,168 (SH-1) > 0,130 (VR-1) > 0,07 (BB-1)

La moyenne de la teneur en Cd pour les six points d'eaux de sources/potable est d'environ 0,08 ppm pour le mois de Janvier et d'environ 0,07 ppm pour le mois de Février.

## CONCLUSION GENERALE

---

Les valeurs trouvées pour ces deux métaux sont dangereuses pour des eaux de consommation de la population de Tlemcen.

Les concentrations de Cu et de Zn trouvées ne sont pas toxiques et n'affectent pas le bon fonctionnement de l'organisme.

La cause de la variation des teneurs en métaux étudiés entre les deux mois reste à explorer.

La découverte de la pollution des métaux lourds dans les eaux de surface de la wilaya de Tlemcen n'est pas une première, mais cette contribution permet de pointer cette pollution avec des valeurs et attirer l'attention des autorités locales sur le danger en particulier de cette contamination par le Pb et Cd qui sont toxiques sans utilité physiologique responsables de graves problèmes de santé. Les causes de la pollution métallique sont multiples et doivent être prises en considération.

## ملخص:

تهدف هذه الرسالة إلى قياس المعادن الثقيلة: الرصاص، الكاديوم، الزنك و في ولاية تلمسان النحاس بواسطة مطياف الامتصاص الذري  
خمس عينات من مياه البحر ؛ ميناء الغزوات (ثلاث نقاط) ، وادي عبد الله ، وسيدي يوشع وستة عينات من مياه الينابيع / مياه الشرب: عين ونزوتا في سيدي بومدين ، وعين فيلا ريفوان في بروانة ، وعين سيدي- حفيف في تيرني ، ومفروش ، ومسجد كيفان. لشهري يناير و فبراير. كشفت جرعة عينات مياه البحر عن محتوى الرصاص و الكاديوم أعلى من المعيار الجزائري لمياه الصرف الصحي  
كما أظهر تحديد مياه الينابيع / مياه الشرب وجود الرصاص و الكاديوم أعلى من معيار منظمة الصحة العالمية بشأن مياه الشرب. من ناحية أخرى، يظل محتوى الزنك والنحاس في المياه المختلفة مقبولاً دون القيم الحدية  
من هذه التحاليل يمكن الاستنتاج أن حالة المياه في مناطق الدراسة هذه تتأثر بشكل خاص بتلوث المعادن السامة الضارة للغاية بصحة الإنسان مثل الرصاص و الكاديوم ، مما يدعو إلى الوعي الجماعي

**الكلمات المفتاحية:** التلوث ، المعادن الثقيلة ، مياه البحر ، مياه الينابيع، مطياف الامتصاص الذري

## Résumé :

Le dosage de quatre métaux lourds ; Pb, Cd, Zn, Cu dans les eaux de la wilaya de Tlemcen a été réalisé par spectrométrie d'absorption atomique.

Cinq échantillons des eaux de mer ; port Ghazaouet (trois points), Oued Abdellah (1point), Sidi Youchaa (1point) et six échantillons des eaux de source/potable : Ain Wanzouta à sidi Boumediene, Ain Villa rivant à Birwana et Ain sidi- Hfif à Tirni, Mafrouch, Mosquée Kiffan ont été récoltés pendant les deux mois de Janvier et Février. Le dosage des échantillons des eaux de mer ont révélés une teneur en Pb et Cd plus élevée à la norme Algérienne sur les eaux de rejets.

Le dosage des eaux de source/potable ont montré également une présence de Pb et Cd supérieure à la norme de l'OMS sur l'eau potable. Par contre la teneur en Zn et Cu dans les différentes eaux restent acceptables en dessous des valeurs limites.

Ces analyses ont permis de conclure que l'état des eaux dans ces zones d'étude est particulièrement affecté par la pollution de métaux toxiques très nocifs à la santé humaine comme le Pb et le Cd, appelant ainsi à une conscience collective.

**Mots clés:** Pollution, eaux de mer, eaux de source, Pb, Cd, SAA.

## Abstract:

The dosage of four heavy metals; Pb, Cd, Zn, Cu in the waters of the province of Tlemcen was produced by atomic absorption spectrometry.

Five samples of seawater; Port Ghazaouet (three points), Oued Abdellah (1point), Sidi Youchaa (1point) and six samples of spring/drinking water : Ain Wanzouta in Sidi Boumediene , Ain Villa Rivant in Birwana and Ain Sidi-Hfif in Tirni, Mafrouch, Kiffan Mosque were collected during the January and February. The dosage of the seawater samples revealed Pb and Cd content higher than the Algerian standard of waste water.

The dosage of spring / drinking water also showed a presence of Pb and Cd higher than the standard of the World Health Organization on drinking water. On the other hand, the content of Zn and Cu in the various waters remains acceptable below the limit values.

These analyzes made it possible to conclude that the state of the waters in these study areas is particularly affected by the pollution of toxic metals very harmful to human health such as Pb and Cd, thus calling for a collective conscience.

**Keywords:** pollution, seawater, spring water, Pb, Cd, SAA.