

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID – TLEMCEM

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES
DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS

Département d'Ecologie et Environnement

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de MASTER en Ecologie et Environnement

Option : Pathologie des Ecosystèmes

Thème

Contribution à l'étude de la contamination par quelques métaux lourds chez le poisson *Sardina pilchardus* au niveau de littoral de Ghazaouet (Wilaya de Tlemcen)

Présentée par : M^{elle} SAHBAOUI Fatiha

Soutenue le : 29 /09/2015 devant la commission du jury composée de :

M^{me} BENGUEDDA Wacila Maître de conférences « B » Présidente

M^r BENDIMERAD Med El Amine Maître de Conférences « A » Encadreur

M^r BETTIOUI Réda Maître assistant « A » Examineur

Année universitaire 2014-2015

Remerciement

Il m'est tout d'abord particulièrement honorable d'exprimer ma profonde reconnaissance, mes plus sincères remerciements et ma gratitude à mon encadreur Mr BENDIMERAD Mohammed el Amine, Maître de Conférences « A » à la faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'univers - Université de Tlemcen pour avoir accepté de m'encadrer.

Et qui n'a cessé de prodiguer ses conseils permanents, et pour le temps précieux qu'il m'a consacré toutes les fois que cela était nécessaire.

Je tiens à remercier M^{me} BENGUEDDA Wacila, Maître de conférences « B » à la faculté des sciences de la nature et de la vie et des Sciences de la Terre et l'univers, Université de Tlemcen, d'avoir accepté d'assurer la présidence du jury de mon mémoire de Master, qu'elle trouve ici l'expression de mon profond respect.

Un très grand merci à Mr BETTIOUI Réda maître Assistant « A » à la faculté des sciences de la nature et de la vie et des Sciences de la Terre et l'univers, Université de Tlemcen pour son suivie dans la partie statistique et d'avoir accepté d'examiner ce travail.

J'adresse mes remerciements aussi à tous les techniciens du laboratoire N°10 « Valorisation des Actions de l'Homme pour la Protection de l'Environnement et Application en Santé Publique ».

Aussi j'adresse mes remerciements à toute l'équipe du service du laboratoire d'usine d'Alzinc pour m'avoir bien accueilli et permis d'effectuer les analyses des métaux lourds au sein d'Alzinc - Ghazaouet.

Mes remerciements vont également à l'adresse de toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce travail à mes parents, qu'ils trouvent ici toute ma gratitude pour leur soutien tout au long de mes études.

À ma très chère sœur

À mes chers frères

À toute la famille paternelle et maternelle

*À toutes mes amies : khadidja,
meriem, fatna, hayat, salima, nacéra.*

*Un grand merci à Monsieur Erref miloud et Monsieur
Reffoufi bakey*

*À ceux qui ont attribué de près ou de loin à
l'élaboration de ce modeste travail.*

*À toute la promotion 2015 de master en Pathologie des
Ecosystèmes*

Fatíha

sommaire

Introduction.....	1
Chapitre I : La pollution marine en générale et métallique en particulier	
I-Généralités sur la pollution marine.....	3
1- Définition de la pollution marine.....	3
2- Origine de la pollution marine.....	3
2-1-Effluents urbains	3
2-2- Effluents industriels et émissions.....	4
2-3-Rivières et cours d'eau	4
2-4-Décharge côtières incontrôlées:.....	4
2-5- Transports maritimes	4
3- les principales pollutions marines	4
3-1-La pollution des fonds côtiers	4
3-2-L'eutrophisation du littoral	4
3-3-La Pollution biologique	5
3-4-Pollution physique:.....	5
4- Circulation des polluants dans la chaîne trophique	5
5- La pollution en Méditerranée	6
6- La Pollution en Algérie.....	6
7- Conséquences de la pollution	6
7-1- conséquences sanitaires	6
7-2- conséquences esthétiques	7
7-3- conséquences économiques	7
II -pollution métallique	7
1-Définition des métaux lourds	7
2- Mécanismes de pénétration des métaux lourds chez l'organisme marin	8
3-Les transferts des contaminants dans le milieu marin	8
3-1- La bioaccumulation	8
3-2- La bioconcentration.....	8
3-3- La bioamplification	9
4-Impacts des métaux lourds sur la santé humaine.....	9
5 –Toxicité des métaux lourds sur la vie aquatique	9
5-1- Toxicité aigue	9
5-2- Toxicité sublétales	9
5-3-Toxicité chronique	10
6- Présentation des métaux lourds	10
6-1- le Cadmium	10
6-1-1- Usages	10
6-1-2- Origine	10

6-1-3- Toxicité	11
6-2- Le Zinc	11
6-2-1- Usages	11
6-2-2- Origine	11
6-2-3- Toxicité	11
6-3- Le Cuivre.....	12
6-3-1- Usages	12
6-3-2- Origine	12
6-3-3- Toxicité	12
6-4- Le Plomb	12
6-4-1- Origine	12
6-4-2- Usages	13
6-4-3- Toxicité	13

Chapitre II Présentation de l'espèce et de la zone d'étude

I -Etude de l'espèce.....	14
I -1-Généralités sur les clupéidés	14
I -2- Présentation de la sardine.....	14
I -2-1-Position systématique	14
I -2-2- Description de l'espèce	15
I - 2-2- Différences avec les autres espèces les plus similaires.....	15
I -2-3-Biologie de la sardine	16
I - 2-4-Distribution géographique	16
I -2-5-Nutrition et digestion	16
I -2-6-Respiration	16
I -2-7-Croissance	17
I -2-8- Reproduction	17
I -2-9-Comportement de la sardine.....	17
I -3 - Valeur alimentaire de la sardine.....	18
I -4- La pêche de la sardine.....	18
I -4-1-Les sennes coulissantes	18
I -4-2- Chaluts pélagiques	18
II – Présentation de zone d'étude	19
II -1-Situation géographique	19
II -2 – Milieu physique	20
II -2-1-Hydrologie	20
II -2-2-Courantologie	20
II -2-3- Sédimentologie.....	20
II -2-4-Géologie.....	20
II -3-Tissu industriel	20
II -4-Le port	21
II -5- La pollution du milieu marin de Ghazaouet	22
II -5-1-Les apports du rejet industriel	22
II -5-2- les différents oueds et rejets dans la région	22
II -5-3- Les activités humaines	23

Chapitre III Matériel et méthodes

I - L'échantillonnage	24
I -1-Choix de station	24
I -2-Choix du matériel biologique	24
I -3-Choix des métaux à analyser	24
I -4 –Récolte des échantillons.....	24
II- Travail au laboratoire	24
II- 1-Traitement des matériaux avant usage.....	25
II- 2- Mensuration	25
II- 3- Dissection	25
III- Minéralisation des échantillons	26
III-1-Principe de minéralisation	26
III-2-Protocole expérimental de la minéralisation des échantillons par voie sèche.....	26
III -2-1 Séchage à l'étuve	26
III -2-2 -Réduction en cendres.....	26
III-2-3 Filtration et mise en solution.....	27
III-3- Analyse par Spectrophotométrie d'Absorption Atomique Avec Flamme.....	28
III -3-1-Définition.....	29
III -3-2-Principe.....	29
IV – Analyses statistiques.....	29

Chapitre IV Résultats et discussions

I-Les résultats.....	30
I-1-Evaluation des teneurs métalliques moyennes chez <i>Sardina pilchardus</i>	31
I-2-Comparaison des teneurs moyennes en métaux lourds avec les DMA	32
I -3- Comparaison des teneurs métalliques entre les deux sorties	35
II- Discussion	38
Conclusion	41
Références bibliographiques	42

liste des figures

Fig.1. <i>Sardina pilchardus</i> (Walbaum, 1792).....	15
Fig.2. Ville de Ghazaouet.....	19
Fig.3. Plan du port de Ghazaouet.....	21
Fig.4. Photo du port de Ghazaouet.....	21
Fig.5. Filet prélevés de la sardine (photo personnelle).....	25
Fig.6. L'étuve (photo personnelle).....	26
Fig.7. Four à moufle (photo personnelle).....	27
Fig.8. Conservation des godets (photo personnelle).....	27
Fig.9. Protocole expérimentale adopté dans la minéralisation d'un échantillon par la voie sèche.....	28
Fig.10. Evaluation des teneurs moyennes en métaux (Cd, Cu, Pb, Zn) en mg /kg chez la sardine.....	31
Fig.11 comparaison des teneurs métalliques moyennes de Cd en mg/kg avec DMA.....	32
Fig.12 comparaison des teneurs métalliques moyennes de Cu en mg/kg avec DMA.....	32
Fig.13: comparaison des teneurs métalliques moyennes de Pb en mg/kg avec DMA.....	33
Fig.14 comparaison des teneurs métalliques moyennes de Zn en mg/kg avec DMA.....	33
Fig.15 comparaison des teneurs métalliques moyennes de Cd en mg/kg entre les deux sorties.....	35
Fig.16 comparaison des teneurs métalliques moyennes de Cu en mg/kg entre les deux sorties.....	35
Fig.17 comparaison des teneurs métalliques moyennes de Pb en mg/kg entre les deux sorties.....	36
Fig.18 comparaison des teneurs métalliques moyennes de Zn en mg/kg entre les deux sorties.....	36

liste des tableaux

Tableau.1. Les principales unités industrielles qui activent dans la bande littorale.....	21
Tableau.2. les différents oueds et rejets déversant dans la région.....	22
Tableau.3. Les doses maximales admissibles (D.M.A) en ppm des métaux lourds chez les poissons la sardine en poids sec	29
Tableau.4. Les teneurs métalliques	30
Tableau.5. comparaison des concentrations moyennes relevées chez <i>Sardina pilchardus</i> (mg/kg) avec les données bibliographiques.....	39

liste des abréviations

SAAAF : Spectrophotométrie d’Absorption Atomique A Flamme.

DMA : Dose Maximale Admissible.

Introduction

Introduction :

L'espace marin constitue une immense réserve de ressources énergétiques, minérales et biologiques qui est à la base de l'alimentation de l'immense majorité de la population mondiale. Cependant, cet espace ne cesse d'être menacé par différentes sources de pollutions qui risquent de diminuer ses potentialités économiques et d'avoir des répercussions néfastes sur la santé humaine.

Le milieu marin méditerranéen est particulièrement exposé au déversement de déchets agricoles, de particules en suspension dans l'air et d'eaux de ruissèlements chargées d'agents pathogènes, de métaux lourds, de matières organiques polluantes, d'huiles et de substances radioactives (**Mersaud,2005**).

L'Algérie est un pays méditerranéen qui se développe de jour en jour économiquement et industriellement, la source d'énergie de notre pays n'est autre que le pétrole et ses dérivés, en effet, les activités pétrolières et ses produits dérivés ne sont qu'une cause parmi tant d'autres (rejets urbains, agricoles et autres rejets industriels) de la pollution du littoral algérien (**Bensahla talet,2001**).

La pollution par les métaux lourds, comme toutes les autres pollutions (pesticides, organochlorés, organophosphorés, d'hydrocarburespétroliers, déchets nucléaires) représente actuellement un facteur toxicologique important, dont les conséquences sur les organismes marins peuvent affecter la vie marine, depuis les producteurs primaires; le danger de contamination s'amplifie au fur et à mesure que l'on monte à travers les maillons des chaînes trophiques.

D'après (**Chen et al, 2000**), les métaux qui sont transférés à travers le milieu aquatique aux poissons, aux hommes et autres animaux piscivores, peuvent avoir des impacts sur l'environnement et la santé humaine.

Notre travail consiste en la recherche et la quantification de quatre métaux lourds (Cuivre « Cu », Cadmium « Cd », Plomb « Pb » et Zinc « Zn ») au niveau du filet d'une espèce de poisson ; la Sardine « *Sardina pilchardus* » procurée à la pêche de Ghazaouet, et finalement voir s'il y'a ou non une accumulation.

Le choix du site 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 l'unité (AL-ZINC) d'électrolyse de zinc.

En ce qui concerne le matériel biologique qui a été choisi, à savoir les poissons, du moment qu'ils constituent un maillon de la chaîne alimentaire, ils sont donc récepteurs de toutes contaminations qui seront dangereuses pour l'homme et qu'elles sont considérées comme aliment de choix pour de nombreuses populations côtières.

Les prélèvements ont été réalisés pendant les mois de Mars et d'Avril 2015, les échantillons ont subi une minéralisation puis une analyse par spectrophotométrie d'absorption atomique avec flamme (S.A.A.A.F.). Tous les résultats obtenus par dosage au S.A.A.A.F. sont traités statistiquement par le test de Student.

Le présent manuscrit comporte quatre chapitres :

- ✚ Le premier est une synthèse bibliographique regroupant la pollution marine en général et métallique en particulier.
- ✚ Le deuxième chapitre est une présentation de la zone d'étude, de ses caractéristiques et des généralités sur l'espèce étudiée.
- ✚ Dans le troisième chapitre nous avons décrit le matériel utilisé où il a été mentionné le protocole expérimental
- ✚ Le quatrième et dernier chapitre est essentiellement réservé aux résultats obtenus et à leurs interprétations.

Enfin ce travail est achevé par une conclusion générale.

Chapitre I

La pollution marine en général et métallique en particulier

I-Généralités sur la pollution marine :

La pollution a été définie par **Alloway (1995)** comme : « l'introduction par l'homme dans l'environnement de substances ou d'énergie susceptibles de provoquer des dommages à la santé des espèces vivantes (hommes, ressources vivantes et systèmes écologiques) ». La contamination est définie, toujours selon cet auteur comme : « un apport anthropique de polluants dans l'environnement, mais sans que des effets nocifs sur la santé des espèces vivantes puissent être mis en évidence ».

La méditerranée souffre de la pollution (notamment la contamination chimique et bactérienne et la propagation des micro-organismes pathogènes) et de l'eutrophisation principalement du fait des déversements provenant des fleuves en particulier en bordure des côtes (**AEE, 1995**).

Les zones littorales sont les plus sujettes à cette pollution car elles reçoivent les effluents provenant des diverses activités de l'homme.

1- Définition de la pollution marine :

C'est l'altération du milieu aquatique : modification de l'état d'un milieu aquatique ou d'un hydro système, allant dans le sens d'une dégradation. Les altérations se définissent par leur nature (physique, ionique, organique, toxique et bactériologiques....etc.) et leur effet (eutrophisation, asphyxie, empoisonnement, modification des peuplements.....etc.). (**Malquiot et Bertolini, 2000**).

La pollution peut avoir des répercussions à toutes les échelles trophiques, des producteurs primaires aux consommateurs supérieurs et, par conséquent, affecter le fonctionnement des écosystèmes. Les contaminants chimiques peuvent avoir des effets en cascade sur la croissance et la reproduction des organismes, entraînant des changements dans l'organisation biologique supérieure, chez les populations et les communautés (**Amiard-Triquet et Amiard, 2008**).

2- Origine de la pollution marine :

La production et les émissions de polluants sont souvent dérivées des activités humaines, telles que l'agriculture (les fertilisants, pesticides et produits agrochimiques), l'industrie (les métaux lourds, les éléments traces et les composés organiques), l'urbanisme (agents pathogènes, substances organiques, métaux lourds et éléments traces contenus dans les eaux usées), le tourisme (détritus plastiques sur les côtes) etc..... (**Larno, 2001**).

2-1-Effluents urbain :

La plupart des effluents urbains déversent directement dans l'environnement marin immédiat sans aucune mesure de traitement. Ces effluents sont fortement chargés en polluants minéraux et micro-organismes (bactéries, virus pathogènes et parasites). Au sein des agglomérations urbaines ces effluents contiennent des déchets chimiques provenant aussi bien des activités ménagères qu'industrielles, et confluent dans la majorité des cas vers des collecteurs principaux (**Sabhi, 1998**).

2-2- Effluents industriels et émissions:

Les industries installées dans les zones côtières déversent leurs déchets directement dans la mer, ou dans les cours d'eau. Les émissions atmosphériques provenant des industries projettent des polluants qui peuvent être transférés par voie atmosphérique vers la mer (UNEP, WHO, 1992; WHO/UNEP, 1995; UNEP/FAO/WHO, 1996).

Les rejets industriels peuvent contenir des métaux lourds (Cuivre, Cadmium, Nickel, Mercure, Plomb...etc. ou d'autres substances dangereuses (hydrocarbures, titane, etc...)) (CHRISTIAN, ALAIN, 2004).

2-3-Rivières et cours d'eau:

Les rivières polluées véhiculent des charges considérables de déchets liquides vers le milieu marin. En plus des apports provenant des installations industrielles et des agglomérations urbaines, les rivières peuvent parfois aussi transporter les fertilisants et les pesticides utilisés en agriculture. Ainsi, les rivières contribuent fortement au transport des polluants.

2-4- Décharge côtières incontrôlées:

Plusieurs formes de dépôts de déchets solides et liquides dans ou près de l'environnement marin, contribuent d'une manière directe ou indirecte à la pollution de la mer selon plusieurs processus dépendant du type et de la quantité de matériel déposé (Eisler, 1995 ; Mance, 1987 ; WHO/UNEP, 1995 ; in Sabhi, 1998).

2-5-Transports maritimes :

Le transport maritime est surtout connu du grand public par les dégâts et les pollutions spectaculaires qu'il inflige à la mer, on estime que 4 à 6 millions de tonnes de pétrole arrivent ou sont déversés chaque année dans les océans, l'institut français de l'environnement évoque quant à lui des dégazages sauvages à hauteur de 600 000 tonnes par an d'hydrocarbures déversée en mer méditerranée, et de trois millions de tonnes par an en mer du nord (CHRISTIAN ,ALAIN , 2004).

3- les principales pollutions marines :

3-1-La pollution des fonds côtiers :

Au niveau des émissaires d'égout notamment, une altération des fonds côtiers, principalement marquée par l'envasement, avec de fortes teneurs en matières organiques et métaux lourds. (Gis Posidonie, 1996), aussi par la disparition de la faune benthique ou sa limitation à quelque espèces résistantes (*Capitella capitata*), ou bien encore la disparition des herbiers (posidonies) limitant les zones de reproduction (Gaujaus, 1995).

3-2-L'eutrophisation de littoral :

Les éléments nutritifs vont contribuer à la prolifération des plantes aquatiques et des algues. Bien que ces derniers constituent la base du réseau alimentaire des écosystèmes aquatiques, leur

prolifération va à l'encontre de l'équilibre naturel entre producteurs et consommateurs, et engendre d'autres problèmes comme l'eutrophisation (**Berg et al, 2009**).

En Bretagne et en mer du nord, des pullulations d'algues vertes ou de phytoplancton traduisant un phénomène d'eutrophisation (**Gaujous, 1995**).

3-3-La Pollution biologique:

Cette pollution est répartie en deux types:

✚ Pollution bactérienne :

C'est de loin le problème le plus important du point de vue économique et sanitaire, il porte sur la pollution des plages (de l'eau et du sable) l'incidence sur les maladies de peau et sur les gastroentérites des baigneurs qui est pratiquement certaine ainsi que sur la contamination des élevages (conchyliculture). (**Cravez et Bernard, 2006**).

✚ Pollution par les espèces marines étrangères au milieu marin :

La pollution peut être engendrée par l'introduction d'une espèce marine dans la zone où elle est normalement absente (espèce invasive) et dans laquelle elle a un impact non négligeable (**Bouchriti, 2003**). Par exemple la Caulerpe *Caulerpa taxifolia*, introduite accidentellement en méditerranée, se développe au détriment de la posidonie (**Desautels, 2005**).

3-4-Pollution physique:

On parle de pollution physique lorsque le milieu marin est modifié dans sa structure physique par divers facteurs, il peut s'agir d'un rejet d'eau douce qui fera baisser la salinité d'un lieu (par une centrale hydroélectrique), d'un rejet d'eau réchauffée ou refroidie (par une centrale électrique ou une usine de gazéification de gaz liquide), d'un rejet liquide ou solide de substances modifiant la turbidité du milieu (boue, limon, macro déchets.....) d'une ressource de radioactivité. (**GIS1996;Cravez et Bernard, 2006**).

4- Circulation des polluants dans la chaîne trophique :

Tous les êtres vivants présentent une propriété de pouvoir stocké dans leur organisme toute substance peu ou pas biodégradable, de ce fait, il apparaîtra des phénomènes d'amplification biologique dans tout écosystème contaminé. En effet, les organismes qui ont ainsi concentré telle ou telle substance toxique vont servir de nourriture à d'autres espèces animales qui les accumuleront à leur tour dans leurs tissus. Il va se produire de la sorte de proche en proche une contamination de tout le réseau trophique de l'écosystème, initiée par les producteurs primaires qui pompent le polluant dispersé dans le biotope, les phénomènes de bioaccumulations se produisant dans l'ensemble de la chaîne trophique (**Ramade, 2007**).

5- La pollution dans la Méditerranéen :

La méditerranée a toujours été un Carrefour de civilisations et de cultures, actuellement Elle est l'une des mers les plus polluées du monde, de plus, elle est sillonnée par 50% de circulation maritime mondiale (**Bousquet, 2003**).

Les principaux problèmes de la pollution dans le milieu Méditerranéen c'est son caractère semi-fermé, ainsi que leur faible profondeur qui limite considérablement les échanges des courants avec l'atlantique voisin et ne permet pas le renouvellement complet de l'eau qu'une fois tous les soixante-dix ans seulement.

En effet, la méditerranée représente 30% du transport maritime mondiale, elle connaît à elle seule 1/5 des accidents pétroliers mondiaux. La méditerranée est la première destination touristique au monde (30% du tourisme mondiale) (**P.N.U.E. 2004**).

La plupart des zones côtières de la méditerranée abritent des industries chimiques et extractives qui produisent des quantités significatives de déchets industriels (par exemple des métaux lourds, des substances dangereuses et des polluants organiques persistants) susceptibles de gagner directement ou indirectement (c'est-à-dire via les rivières et les eaux de ruissellement) les milieux marins de la méditerranée (**AEE, 1999; AEE, 2002**).

La pollution par les métaux et les hydrocarbures présentent des dangers certains pour la méditerranée à court et à long terme (**DONNIERS. 2007**)

6- Pollution en Algérie :

En Algérie, les endroits où les problèmes de déchets industriels existent, sont les villes côtières et industrielles à l'image de Skikda, Annaba et Jijel dans l'Est. Au centre on trouve l'axe Alger-Oued Smar, Rouiba-Reghaia et Béjaia. A l'ouest, Oran-Arzew, Ghazaouet et Mostaganem (**UNEP, 2001**).

Les côtes Algériennes étaient considérés comme étant les plus poissonneuses au niveau de la méditerranée, le rendement de la pêche à diminuer de près de 80% ces deux dernières années. C'est la première conséquence de la pollution marine (**C.N.R.S., 2005**).

17 station d'épurations des eaux usées urbaines aient été construites dans la zone côtière algérienne, 5 seulement fonctionnent normalement ce qui représente environ 25 % de capacité de traitement totale (**A.E.E, 2006**).

7- Conséquences de la pollution :

Les conséquences d'une pollution peuvent être classées en trois catégories principales :

7-1- conséquences sanitaires :

L'impact de la pollution dépend de l'état de santé de la personne et de la concentration des polluants, la durée de l'exposition et de l'importance des efforts physiques réalisés, ces quatre facteurs sont très importants dans l'évaluation précise de risques sanitaires liés à la pollution chez un

individu (**Khelil, 2007**). Les personnes qui se baignent dans les eaux polluées par les déversements d'égouts sont souvent atteintes de troubles gastro-intestinaux, d'otites, d'infections des yeux et de la peau et de troubles respiratoires (**Bourahla et Daffalah, 2007**). Les épidémies de choléra et l'hépatite virale fréquentes parmi les populations vivant sur les côtes font à chaque fois de nombreux cas de létalité. (**Hebbar, 2005**).

7-2- conséquences esthétiques :

Elles perturbent l'image d'un milieu (par exemple, des bouteilles plastiques ou de goudrons rejetés sur une plage). Aussi les marées vertes ayant une incidence sur le tourisme (**Gaujaus, 1995**).

7-3- conséquences économiques :

Les pertes économiques pour les pêcheries commerciales de certaines régions ou la pêche et la culture marines ont dues être limitées ou abandonnées pour des raisons de santé publique ou encore les stocks de poissons se sont réduits par suite de la destruction des habitats ou des frayères. La baisse de la qualité et la réduction des quantités des produits halieutiques des pays en développements (**Hebbar, 2005**).

II -pollution métallique:

La pollution par les métaux traces représente un véritable problème qui dépend du milieu, de l'état physiologique de l'organisme et de certains facteurs environnementaux (**Rainbow et Phillips, 1993**).

Les métaux lourds sont des polluants dont la nocivité est liée à leur rémanence et à leur spéciation. Les métaux lourds sont peu métabolisés (à l'inverse des polluants organiques), ils peuvent donc être transférés dans le réseau trophique et s'accumuler dans la matière vivante (**Dusquene, 1992**). Les métaux, qui sont des constituants normaux de l'environnement à l'état de traces (**Bryan, 1971,1984**) sont tous toxiques au dessus d'un certain seuil (**Kucuksezgin et al, 2006**).

Les éléments traces métalliques dits essentiels (rôle important dans le processus biologiques ex: Cuivre, Fer et Zinc) peuvent produire des effets toxiques comme dits non essentiels (aucun rôle dans les processus biologiques ex: Plomb et Mercure) lorsque leur concentration dépasse un certain seuil d'acceptabilité (**Chiffolleau et al.,2001;Miquel,2001;Turkmen et al.,2005;Lafabrie,2007**).

1-Définition des métaux lourds :

D'un point de vue physique, le terme « métaux lourds » désigne les éléments métalliques naturels, métaux ou dans certains cas métalloïdes (environ 65 éléments), caractérisés par une forte masse volumique supérieure à 5 g.cm³ (**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.

✚ Les métaux essentiels sont des éléments indispensables à l'état de trace pour de nombreux processus cellulaires et qui se trouvent en proportion très faible dans les tissus biologiques (Loué, 1993). Certains peuvent devenir toxiques lorsque la concentration dépasse un certain seuil, C'est le cas du Cuivre (Cu), du Nickel (Ni), du Zinc (Zn), du Fer (Fe). Par exemple, le Zinc (Zn), à la concentration du milli molaire, est un oligo-élément qui intervient dans de nombreuses réactions enzymatiques (déshydrogénases, protéinase, peptidase) et joue un rôle important dans le métabolisme des protéines, des glucides et des lipides (Kabata-Pendias et Pendias, 2001).

✚ 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. C'est le cas du Plomb (Pb), du Mercure (Hg) et du Cadmium (Cd).

2- Mécanismes de pénétration des métaux lourds chez l'organisme marin :

Chez l'organisme marin, la pénétration de ces éléments toxiques se fait selon trois voies (Ramade, 1979):

- ✚ La voie transtégumentaire : mode de contamination directe à partir du milieu extérieur.
- ✚ La voie respiratoire (branchiale): c'est le mode prépondérant de contamination.
- ✚ La voie trophique: dépend du régime alimentaire.

3-Les transferts des contaminants dans le milieu marin :

Beaucoup d'organismes marins accumulent des contaminants à de très fortes concentrations dans leurs tissus. Ces processus d'accumulation dépendent des taux d'assimilation, d'excrétion et de stockage de chaque élément (Rainbow et Phillips, 1993).

3-1- La bioaccumulation:

Est un mécanisme physiologique qui se traduit par la fixation des substances toxiques dans les organismes marins, c'est donc la possibilité pour une espèce donnée de concentrer un toxique donné à partir du milieu extérieur, ces substances non biodégradables vont se concentrer le long des divers maillons de la chaîne trophique, les concentrations maximales se trouvent chez les grands prédateurs (poisons, mammifères marins, l'homme) ou chez les mollusques filtreurs comme les moules (Boutiba, 2004).

3-2- la bioconcentration:

La bioconcentration est un cas particulier de bioaccumulation. Elle est définie comme le processus par lequel une substance (ou un élément) se trouve présente dans un organisme vivant à une concentration supérieure à celle de son milieu environnant. C'est donc l'accroissement direct de la concentration d'un contaminant lorsqu'il passe de l'eau à un organisme aquatique. Le facteur de concentration FC est défini comme une constante issue du rapport de la concentration d'un élément dans un organisme en état d'équilibre à sa concentration dans le biotope (Ramade, 1992).

3-3- La bioamplification:

C'est une concentration d'un toxique après consommation de plus petit organisme de la chaîne par le plus grand; il s'agit dans ce cas de la possibilité pour un toxique d'être cumulé par une chaîne trophique, si le toxique n'est pas dégradé ou éliminé, il va s'accumuler de plus en plus au niveau de chaque maillon de la chaîne alimentaire (**Boutiba,2004**).

4-Impacts des métaux lourds sur la santé humaine :

Parmi les éléments chimiques minéraux, les métaux occupent une place prépondérante dans notre monde moderne car ils interviennent dans la plupart des secteurs d'activité. Par ailleurs, ils sont, pour beaucoup d'entre eux, indispensables au monde vivant (Fer, Zinc...) parfois en très faible quantité (oligo-éléments essentiels). Certains de ces oligo-éléments (Chrome, Nickel, Manganèse...) indispensables a petite dose, deviennent toxiques a forte concentration. Enfin, il y a des métaux comme le Mercure, le Plomb et le Cadmium qui sont uniquement toxiques pour les organismes vivants (**Picot, 2002**).

L'intoxication au Cadmium, chez la femme enceinte, a été liée a la diminution, de la durée de la grossesse, du poids du nouveau-né et récemment, au dysfonctionnement du système endocrinien et/ou immunitaire chez l'enfant (**Schoeters et al., 2006**).

L'exposition au Plomb, a été maintes fois, liée a un retard dans le développement neurocomportemental.

Plusieurs études ont été effectuées sur la fertilité en testant la vitalité des spermatozoïdes ; ce qui fait que l'exposition à ces métaux réduit cette capacité. Alors qu'un traitement d'œufs avec chaque métal (Cd, Hg, Pb, Ni et Zn) n'a pas empêché la fertilisation, mais a retardé ou bloqué les premières divisions mitotiques, et un changement précoce dans le développement embryonnaire est envisagé (**Lidsky et Schneider, 2003**).

5 –Toxicité des métaux lourds sur vie aquatique :

Selon **Thomazeau (1981)**, il existe trois types de toxicité, suivant la rapidité d'apparition, la sévérité et la durée des symptômes et la rapidité d'absorption de la substance toxique :

5-1- Toxicité aigue:

Elle se déroule pendant une durée très brève de la vie d'un organisme, par absorption rapide du toxique, par voie transmembranaire, pulmonaire, branchiale ou buccale, les manifestations d'intoxication se développent rapidement, la mort ou de très graves troubles physiologiques ou la guérison surviennent sans retard.

5-2- Toxicité sublétales:

Dans ce cas, des expositions fréquentes ou répétées sur une période de plusieurs jours ou semaines sont nécessaires avant que les symptômes n'apparaissent.

5-3-Toxicité chronique :

Elle se manifeste par les effets toxiques produit non pas par l'absorption en une brève période de doses assez fortes, mais au contraire, de l'exposition à de très faibles concentrations, parfois même à des doses infimes, à des substances polluantes dans la répétition d'effets cumulatifs qui sont mesurés sur les paramètres généralement plus sensible comme la reproduction, les modifications du comportement, cette toxicité chronique finit par provoquer des troubles beaucoup plus graves. (Ramade, 1982).

6- Présentation des métaux lourds:

Dans la présente étude quatre métaux ont été étudiées en particulier : le Cadmium, le Zinc, le Cuivre et le Plomb.

6-1- le Cadmium:

C'est un métal blanc argenté ayant des propriétés physiques proches de celle du Zinc .Il est ductile (résistance à l'étirement), malléable (résistance à l'aplatissement) et résiste à la corrosion atmosphérique, ce qui en fait un revêtement de protection pour les métaux ferreux.

Le Cadmium est un polluant lié à plusieurs processus industriels modernes, c'est l'un des métaux les plus toxiques non essentiel dans l'environnement, en plus il se produit sur la région agricole comme contaminant des engrais phosphoreux et en boue d'épuration qui est également utilisé pour la fertilisation (Prankel et al., 2004).

6-1-1- Usages:

Le Cadmium est généralement utilisé dans :

- ✚ Fabrication des baguettes de soudure
- ✚ Fabrication des accumulateurs électriques
- ✚ Industrie atomique
- ✚ Pigments pour peintures .

6-1-2- Origine :

- ✚ Les sources naturelles sont assurées essentiellement par les agents atmosphériques et l'érosion terrestre qui libèrent et transportent le Cadmium ainsi que d'autres oligo-éléments dans le milieu marin (Casas, 2005).
- ✚ Industrielle : métallurgie du Zinc, du Plomb, traitement de surface, industrie chimique (matières plastiques)
- ✚ Les batteries
- ✚ Agricoles: engrais chimiques (Gaujous, 1995).

6-1-3- Toxicité :

Le Cadmium est considéré comme le métal le plus apte à s'accumuler dans les chaînes alimentaires (**Milhaud et al. 1998**).

Le Cadmium est un poison cumulative très toxique qui s'élimine très lentement de l'organisme, sa demi vie biologique est de plusieurs années (>10 ans), il provoque :

- ✚ Des effets Chez l'homme: des atteintes rénales, troubles digestifs, hypertension artérielle, altération osseuses (déformation du squelette).
- ✚ Des effets écologiques : toxicité aigue chez les organismes supérieurs et des algues à partir de 0.1 mg/l, les bactéries y sont moins sensibles, le cadmium se concentre comme le Mercure dans la chaîne trophique (**Gaujous, 1995**).

6-2- Le Zinc:

Le Zinc est un oligo-élément nécessaire au métabolisme des êtres vivants, essentiel pour de nombreux métallo enzymes 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 (**Gunnar et al, 2007**).

6-2-1- Usages:

Le Zinc est utilisé pour la couverture des bâtiments, la chimie de caoutchouc, il est contenu dans certaines peintures antisalissure (**Benmansour, 2009**).

Il entre dans la composition de divers alliages (laiton, bronze, alliages légers). Il est utilisé dans la construction immobilière, les équipements pour l'automobile, les chemins de fer et dans la fabrication de produits laminés ou formés. Il constitue un intermédiaire dans la fabrication d'autres composés et sert d'agent réducteur en chimie organique et de réactif en chimie analytique (**Belabed, 2010**).

6-2-2- Origine:

- ✚ Corrosion des canalisations et des toitures
- ✚ Industrie : métallurgie, traitement de surface, galvanoplastie, savonnerie, fabrique de bougie (**Gaujous, 1995**).

6-2-3-Toxicité:

L'exposition au Zinc de longues périodes peut entraîner des anémies, en particulier en association avec une déficience en Cuivre (**Leblanc et al, 2004**). Sa toxicité pour les organismes aquatiques n'en fait pas un contaminant prioritaire, bien qu'il agisse, à fortes concentrations, sur la reproduction des huîtres et la croissance des larves.

La présence de Cuivre dans le l'eau de mer semble produire un effet de synergie sur la toxicité du Zinc, dont ce dernier métal avec le Cadmium sont, en général, considérés comme antagonistes (**Asso, 1982**), et leur présence simultanée réduit la toxicité du Zinc.

6-3-Le Cuivre :

Le Cuivre est métal rouge bleuâtre, ductile et malléable possédant une excellente conductivité électrique et thermique, c'est aussi un oligo-élément essentiel entrant dans la constitution de diverses enzymes.

6-3-1- Origine :

Le transport par le vent des poussières de sol, les éruptions volcaniques, les décompositions végétales, les feux de forêts constituent les principales sources naturelles d'exposition (**Atsdr, 1990**). Les principales sources anthropiques sont l'industrie (métallurgie, traitements des surfaces, galvanoplastie), corrosion des tuyaux. (**Gaujous, 1995**).

6-3-2-Usages :

Le Cuivre est un métal très employé à cause de ses propriétés physiques et de sa conductibilité électrique et thermique. Il est utilisé dans la métallurgie, dans la fabrication des alliages de Bronze (avec Etain), de Laiton (avec le Zinc) ou de joaillerie (avec l'Or et l'Argent).il est très largement utilisé dans la fabrication de matériels électriques (fils, enroulements de moteurs, transformateurs), dans la plomberie, dans les équipements industriels, dans l'automobile et en chaudronnerie (**Casas, 2005**).

6-3-3-toxicité :

Toxique sur les animaux et les micro-organismes à des doses inférieures au 1 mg/l, diminue l'activité photosynthétique (végétaux marins), provoque une altération des branchies et retarde la ponte chez les poissons.

Le Cuivre est plus toxique sous forme ionique que lorsqu'il est complexé avec la matière organique ou qu'il précipite sous forme de carbonate (**Gaujous, 1995**).

6-4- le Plomb :

Élément chimique métallique de la famille des cristallogènes, de symbole Pb, rarement disponible à l'état natif, le Plomb est très souvent associé au Zinc dans les minerais.

Ce métal est dense paradoxal, d'une couleur grise argentée, mou, malléable, flexible et facile à laminier, il se ternit à l'eau, facile à tréfiler tant qu'il est sous forme de gros fils (**Chiffolleau et al. 2001**)

6-4-1- Origine :

Le Plomb est majoritairement présent dans le compartiment atmosphérique et provient des fonderies, des industries de la métallurgie, de la combustion du charbon, de l'incinération des déchets et des gaz d'échappement des véhicules. Le flux le plus important de Plomb à l'océan provient de l'atmosphère (**Gagneux-Moreaux, 2006**).

En milieu marin, il arrive majoritairement par les apports atmosphériques et le lessivage des zones urbanisées.

6-4-2-Usages :

Le Plomb est principalement utilisé dans les batteries électriques, son utilisation comme additif antidétonant dans les essences, de la sidérurgie, des industries de décapage et de traitement des métaux, de l'incinération des déchets, de la combustion du bois, des cimenteries et des industries de fabrication des accumulateurs (**Pichard et al., 2003**).

6-4-3-Toxicité :

Le Plomb est l'un des polluants les plus importants à l'heure actuelle du fait de sa non dégradabilité et de son aspect cumulatif dans les milieux naturels et dans les organes (**Verloo, 2003**). Est l'un des quatre métaux les plus nocifs pour la santé, en particulier pour les vertébrés homéothermes (**Ramade, 2000**).

Chez l'homme, le Plomb est un poison cumulatif responsable du saturnisme et il est toxique dans l'organisme sous toute sa forme (**Casas, 2005**). L'anémie est un signe caractéristique d'une intoxication par le Plomb, les enfants sont plus sensibles que les adultes, le système nerveux est affecté aussi. L'empoisonnement par le Plomb varie avec la durée et l'intensité de l'exposition (**Cheftel, 1977**).

Chez les poissons le Plomb tout comme le Cuivre augmente avec l'âge, il s'accumule dans le foie, les reins et la colonne vertébrale (**Amiard, 1988**).

Chapitre II

Présentation de l'espèce et de la zone d'étude

I -Etude de l'espèce :

I -1-Généralités sur les clupéidés :

Poissons grégaires argentés, à nageoires molles sans rayons épineux, portant une courte nageoire dorsale, et dont les nageoires ventrales sont situées sous cette dernière, ils n'ont pas de nageoire adipeuse, et leurs écailles sont grandes. Mais ils détectent les sons et les variations de pression dans l'eau grâce à une liaison directe entre la vessie natatoire et l'oreille interne.

Les clupéidés sont répandus des tropiques aux zones tempérées de toutes les mers, quelque 20 millions de tonnes de clupéidés, soit environ le quart des pêches mondiales, sont pêchées annuellement (**Muus et al,1998**).

Les clupéidés constituent la base nourricière de nombreux écosystèmes (**Bakun 1996, Cury et al, 2000**).

Parmi les clupéidés qui fréquentent le plus les côtes algériennes, on peut citer la sardine *Sardina pilchardus*, l'allache (sardinelle) *Sardinella aurita*, la fausse allache *Sardinella moderensis* (**Djabali et al.1993**).

Notre travail a porté sur une espèce de poisson très consommé en Algérie *Sardina pilchardus* appelée communément la sardine.

I -2- Présentation de la sardine:

La sardine *Sardina pilchardus* appartient à un groupe taxonomique complexe qui regroupe le poisson pélagique marin et dulçaquicole comme les harengs, les sprats, les aloses.... Le genre *Sardina* ne comprend qu'une espèce, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) (**Lavoué et al. 2007**).

I -2-1-Position systématique :

Embranchement :	Vertébrés
Sous-embranchement:	Gnathostomes
Super –classe:	Poissons
Classe :	Ostéichthyens
Sous-classe:	Actinoptérygiens
Super-ordre :	Téléostéens
Ordre :	Clupéiformes
Sous-ordre :	Clupéoidés
Famille :	Clupéidés
Genre :	<i>Sardina</i>
Espèce :	<i>Sardina pilchardus</i> (Walbaum, 1792)

Les noms vernaculaires (FAO) :

Anglais: European pilchard

Français: Sardine commune

Espagne : Sardina

Algérie :Sardine,sardin,sadin açili (arabe)

I -2-2- Description de l'espèce :

La sardine est a coloration sur la partie dorsale vert ou olive, flancs dorés devenant blanc argenté sur le ventre, une série de tâches sombres sur le haut des flancs, avec parfois une deuxième rangée au dessus (Grimes et al, 2004).

La sardine caractérisée par leurs grosses écailles s'avancant jusqu'à la nageoire caudale, où elles forment deux ailettes latérales, la nageoire dorsale prend naissance dans une sorte de sillon formé par les écailles qui recouvrent presque entièrement son extrémité postérieure. Un autre caractère typique des sardines est l'allongement des deux rayons de la nageoire anale et la présence de paupière adipeuses à l'avant et à l'arrière de l'œil (Pivnicka et Cerny, 1996). Elle possède environ 80 écailles le long des flancs; (Muus et al,1998).

Sa taille maximale est en général de 25 cm, mais plus commune de 15 à 20 cm. C'est un poisson pélagique jusqu'à 180 m de profondeur, profondeur préférentielle de jour de 25-55 m et 15-35 m la nuit (Grimes et al,2004).



Figure 01: *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792)

I - 2-2- Différences avec les autres espèces les plus similaires:

La sardine peut se distinguer des jeunes aloses (genre *Alosa*, est un poisson migrateur de la famille des Clupeidae) par l'absence d'une fente médiane à la mâchoire supérieure et par la position de l'extrémité postérieure de la bouche. Chez la sardine, cette dernière est située en avant de la verticale qui passe par le centre de l'œil.

Les deux espèces de sardinella, *Sardinella aurita* et *Sardinella maderensis*, diffèrent de *Sardina pilchardus* par l'absence de stries rayonnantes sur l'opercule et des points sombres sur les côtés du corps.

I -2-3-Biologie de la sardine :

La sardine présente un cycle de vie qui se caractérise essentiellement par une croissance rapide, une durée de vie courte, une taille petite, une maturation rapide associée à une grande fécondité et une mortalité élevée surtout en phase larvaire (**Rochet, 2000 ; Rose et al., 2001**).

La sardine vit en bancs parfois importants, près de la surface la nuit et plus en profondeur le jour. Elle fraie toute l'année avec une période de ponte variant en fonction de la répartition géographique (**Dumay, 2006**).

I - 2-4-Distribution géographique :

La sardine, *Sardina pilchardus* possède une aire de répartition assez large, elle est rencontrée en Atlantique Nord, en Méditerranée et en Mer Noire, sa répartition s'étend sur les côtes Atlantiques depuis le Dogger-Bank en mer du Nord jusqu'à la côte saharienne en Mauritanie (**Forest,2001**).

Très commune dans la méditerranée, ce qui fait que cette dernière est capturée toute l'année vu son abondance, bien qu'elle soit plus abondante dans le bassin occidental que dans le bassin oriental (**Bauchot, 1980**). Elle se distribue dans le Centre, l'Ouest et l'Est algérien (**Djaballi et al ,1993**).

I -2-5-Nutrition et digestion :

L'appareil digestif se compose de mâchoires qui sont subégales, dont les dents tapissent l'ensemble de la cavité buccale disposé en table de broyage, pharynx, œsophage, estomac et un duodénum (**Darley, 1992**).

C'est une espèce planctophage, la jeune sardine se nourrit de phytoplancton, d'œufs et de larves de petits crustacés, alors que l'adulte consomme essentiellement des crustacés planctoniques, des larves de crabes ou d'ophiures (**Ettahiri, 1996**).

L'analyse des contenus stomacaux montre l'abondance des larves de crustacées; alors que l'on trouve dans les contenus stomacaux des jeunes, principalement du phytoplancton représenté par les diatomées (**Fisher et al,1987**).

I -2-6-Respiration :

La respiration se fait par un appareil respiratoire qui contient quatre paires de branchies operculées et qui sont complétées par la vessie gazeuse, qui joue le rôle de réserve d'oxygène (**Dob, 1998**).

Lors de la respiration de la sardine, l'eau est aspirée dans la cavité buccale, tandis-que les opercules sont fermés, l'eau pénètre par la bouche jusqu'aux branchies, puis lorsque la bouche est refermée, elle sort par les opercules ouverts (**Pivricka et Cerny, 1996**).

I -2-7-Croissance :

La sardine a une croissance rapide, notamment dans sa phase juvénile, mais qui connaît des différences en fonction de la période, la zone de ponte et du sexe (**Forest, 2001**).l'intensité de la croissance peut être rapide au printemps et ralentie ou même interrompue au cours de l'hiver (**Lee, 1961**). Leur longévité est faible, probablement inférieure à 10 ans (**Claude et Jacques, 2005**).

I -2-8- Reproduction :

La Ponte de la sardine est fortement corrélée aux facteurs environnementaux, comme la température et l'hydrodynamisme (**Olivar et al, 2001**), la température semble être un facteur essentiel dans le déclenchement de la Ponte soit par une stimulation des mécanismes physiologiques soit par un enrichissement trophique du milieu (**Amenzoui et al., 2005**).

La femelle pond de 50 000 à 60 000 œufs pélagiques, mesurant environ 1.5 mm, dans la mer ou près des côtes, elle pond, de juin à août, tout au sud de la mer du Nord, en avril dans la Manche, de février à avril au Portugal, et de septembre à mai dans la Méditerranée. Les œufs éclosent au bout de 2 à 4 jours, les larves mesurant 4 mm de longueur (**Muus et al. 1998**).

La phase larvaire dure 60 jours (**Ramirez et al., 2001**), les larves vivent entre 10 et 40 m de profondeur et se dispersent plus largement la nuit (**Olivar et al., 2001**).

I -2-9-Comportement de la sardine:

La sardine est une espèce grégaire dont la répartition est conditionnée surtout par la température et notamment par la richesse en plancton et l'hydrologie (**Forest,2001**), elle forme des bancs parfois très importants qui peuvent composés d'individus d'âge et de sexe différent mais de tailles équivalentes (**Furnestin,1943; Lee,1961; Forest,2001**), par contre si la sardine est moins importante , les bancs seront composés de plusieurs espèces de petits pélagiques, notamment des anchois et/ou des chinchards (**Cury et al., 2000**).

Les poissons planctophages effectuent des migrations verticales entre la nuit et le jour, suivant exactement celles du plancton animal dont ils se nourrissent, en période de pleine lune cette migration est réduite par le risque d'exposition aux prédateurs qui peuvent profiter de la brillance des poissons facilement repérables à partir des couches d'eau inférieures. La sardine effectue des déplacements saisonniers de faible amplitude, commandés par la nutrition, la reproduction et les conditions thermiques (**Fréon et al.,2005**).

La sardine est une espèce sténotherme, elle supporte mal les grandes variations de température, elle est également euryhalin et recherche les eaux salées (Soualili, 1997).

I -3 - Valeur alimentaire de la sardine:

La sardine est un poisson gras qui possède un grand intérêt nutritionnel, En effet, c'est l'un des poissons les plus riches en lipides et particulièrement en acides gras de la famille des (n-3)(20 à 30% des acides gras totaux), dont les propriétés vasculoprotectrices sont maintenant bien établies.

La sardine est également un des poissons les plus riches en protéines (autour de 20% de la composition totale du filet). Ces protéines sont une bonne source d'acides aminés indispensables puisque 100 g de sardine suffisent à couvrir 100% des besoins quotidiens.

La sardine est pauvre en glucides (0.1% par rapport au poids frais), et contient des vitamines, des sels minéraux et des oligo-éléments (Dumay, 2006).

I -4- La pêche de la sardine:

Les poissons pélagiques constituent la plus grande part des captures marines mondiales, En méditerranée, les petits pélagiques (sardines, anchois, maquereaux, sparts et sardinelles) totalisent presque 50 % des débarquements totaux annuels de pêche (Leonart et Maynou, 2003). Parmi eux, l'anchois (*Engraulis encrasiclus*) et la sardine (*Sardina pilchardus*) sont les espèces les plus importantes en termes d'intérêt commercial et de biomasse (Pinnegar et al., 2003; FAO, 2005).

Les deux principaux métiers qui exploitent la sardine sont les senneurs et chaluts pélagiques. La pêche à la sardine est une activité influencée par les conditions hydrologiques et climatiques, car la température agit directement sur la localisation et la concentration des bancs de sardines et donc sur l'accessibilité aux flottilles de pêche (Forest, 2001). Dans les côtes algériennes, la pêche est effectuée à environ 60 m de profondeur (Bedairia et Djebbar, 2009).

I -4-1- Les sennes coulissantes :

Les sennes coulissantes sont des grands filets rectangulaires que l'on suspend autour d'un banc de poissons, et dont on lie ensuite le bord inférieur, ou pied, il s'agit souvent de très grands engins pouvant mesurer jusqu'à 500 m de longueurs et même plus, et s'étendre jusqu'à 150 m de profondeur, les sennes coulissantes sont des engins très efficaces (Muus et al, 1998).

I -4-2- Chaluts pélagiques :

Les chaluts permettent de pêcher en pleine mer dans les couches supérieures des eaux, ils sont habituellement constitués par quatre côtés à peu près identiques. Le filet de devant est à grandes mailles, le supérieur ne forme pas d'avancée, et sur les ailes les mailles sont souvent constituées de fils fins et plus résistants, qui répartissent les contraintes subies par le chalut dans les fils centraux, le câble supérieur est maintenu en haut des flots, et le câble inférieur n'est pourvu que d'une très légère protection (Muus et al, 1998).

II – Présentation de zone d'étude :

L'Algérie dispose d'une large façade maritime qui se situe au cœur de la méditerranée, partie intégrante du sous continent nord africain, du point de vue écologique, le littoral algérien est riche et diversifié. Sa façade maritime longue alterne rivage rocheux, plages sablonneuses et zones humides (**Benzohra et Millot, 1995**).

Dans la présente d'étude nous avons choisi le littoral de Ghazaouet (Extrême Nord Ouest algérien).

II -1-Situation géographique :

La commune de Ghazaouet est attachée administrativement à la wilaya de Tlemcen ; elle prend sa position dans la bande côtière Ouest de l'Algérie sur la mer méditerranée, traversée par l'Oued Ghazouana issu de la confluence des deux oueds, Oued Taima qui draine la zone accidentelle de la commune de Djebala et Oued Tlata qui draine une grande partie de la commune de Nedroma.

Commune côtière située au centre des monts des Traras, elle a un relief accidenté et légèrement parallèle à la côte (**PDAU, 1996**), couvrant une superficie de 28 km².

La ville de Ghazaouet est limitée :

- ✚ au Nord par la mer méditerranée ;
- ✚ au Sud par la commune de Tient ;
- ✚ au Sud -est par la commune de Nedroma .
- ✚ à l'Est par la commune de Dar Yaghmoracen.
- ✚ à l'Ouest par la commune de Souahlia (Tounane) (**L.E.M, 1997**).



Figure 02 : Ville de Ghazaouet (photo personnelle)

II -2 – Milieu physique :

Située sur une zone montagneuse appartenant aux monts de Traras et surplombant la mer, elle a un relief accidenté et légèrement parallèle à la côte (**Gherbi, 1998**).

II -2-1-Hydrologie :

Les cours d'eau qui débouchent sur la côte de Ghazaouet sont principalement :

- ✚ oued Ghazaouana passant au centre de la ville, il est considéré comme le plus grand oued de la région.
- ✚ Oued Abdellah, se situe vers l'Ouest de la ville, il débouche dans la petite plage dite du "premier ravin"
- ✚ Oued el Ayadna en provenance du massif montagneux des Traras, il est plus petit que les autres oueds (**A.N.A.T, 2000**).

II -2-2-Courantologie :

Les courants marins sont importants dans certaines zones, notamment dans la zone Ouest, engendrée par les différences de la salinité et de température. Nous faisons remarquer de plus que le système de courant permanent en méditerrané occidental possède la particularité de converger vers un courant longeant les côtes algériennes d'ouest et est appelé "courant algérien" d'une vitesse entre 05 et 1 m/s et engendrant un contre-courant côtier d'une vitesse moyenne de 0.2m/s (**Millot,1987**).

II -2-3- Sédimentologie:

Les sédiments calcaires arénitiques très peu importants dans le golfe de Ghazaouet, les sédiments calcaires pélitiques et les vases calcaire-argileuses sont très développés et plus abondants. La frange littorale sableuse est très réduite, elle est localisée au Cap Figalo à Ghazaouet et prend progressivement une extension importante à partir du Cap Milona (**Leclaire, 1972**).

II -2-4-Géologie:

La ville de Ghazaouet comprend un certain nombre de massifs montagneux, le plus important d'entre eux est le massif des Traras ainsi que son prolongement méridional. Pendant le miocène moyen, le massif des Traras et la chaîne de fillaoucène demeurent zone haute, certaines parties restent constamment émergées et forment ainsi une île (**Benset, 1985**).

II -3-Tissu industriel :

La région de Ghazaouet, présente un tissu industriel plus ou moins diversifié, représenté par un certain nombre d'entreprises (**tableau n° 01**), l'unité **ALZINC** (Société Algérienne de Zinc) qui occupe une place importante dans la région.

La société algérienne du zinc par abréviation est une filiale de **METANOF**, située sur la rive Ouest de la ville de Ghazaouet en Algérie dans la wilaya de Tlemcen, elle est actuellement le centre

d'activité industrielle le plus important de la région en étant l'unique producteur du zinc électrolytique au monde arabe et le deuxième en Afrique après l'Afrique du sud.

Tableau n°01: Les principales unités industrielles qui activent dans la bande littorale (D.E.T,2006)

Entreprise	Date de mise en service	Localisation	Type de production	Type de pollution
ALZINC	1974	Ghazaouet	Zinc	Solide-liquide-gazeux
CERAMIG	1977	Ghazaouet	Céramique sanitaire	solide
SOBRIT	1974	Ghazaouet	Briques	/

II -4-Le port :

Le port de Ghazaouet est situé à une trentaine de kilomètres à vol oiseau à l'est de la frontière Algéro-marocaine et à 45 km de l'aéroport international MESSALI EL HADJ de Tlemcen.

C'est un port mixte de pêche et de commerce, il s'étend sur 23 Ha de terre-pleins et 25 Ha de plan d'eau (dont une petite darse pour les navires de pêche de 01 ha) (D.U.C, 2005).

Ce port de Ghazaouet concentre l'essentiel de l'activité de pêche de la wilaya, puisqu'à l'exception de cette localité, seule Honâine affiche une activité significative dans ce domaine (M.A.T.E,2006).

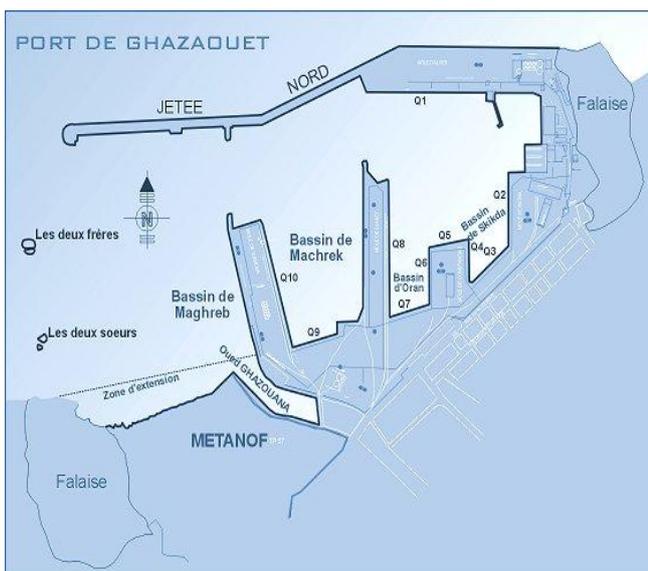


Figure 03 : Plan du port de Ghazaouet



Figure 04 : Photo du port de Ghazaouet

II -5- La pollution au milieu marin de Ghazaouet :

II -5-1- Les apports du rejet industriel :

L'industrie algérienne dominée par les activités pétrochimique, chimique, sidérurgique et aujourd'hui agroalimentaire s'est concentrée dans la bande littorale on recense plus de 50% des unités industrielles nationales (**Grimes, 2010**), le milieu marin de Ghazaouet reçoit les eaux résiduaires industrielles recyclées en provenance de l'unité d'électrolyse de zinc, ces rejets chargés des métaux lourds, sont déversés dans le milieu marin et ils ont participé à la contamination de la vase aggravée par le stockage sauvage des déchets de lixiviation de zinc sur la falaise surplombant la mer et l'usine (**D.P.R.H.T,2004**).

Une synthèse bibliographique des travaux relatifs à la pollution marine est réalisée par **Grimes (2003)** dans le cadre du Bilan et Diagnostic National révèle dans divers secteurs de la côte algérienne, de fortes teneurs en polluants métalliques dépassant, souvent, les normes admises. Ces teneurs témoignent de sources de pollution très localisées:

- Des pics rencontrés dans les sédiments du port de Ghazaouet, avec une prédominance du zinc (3540.59 ± 1206.33) $\mu\text{g/g}$, contamination causée par l'usine d'électrolyse de zinc (Metanof), suivie de mercure (3.87 ± 1.79) $\mu\text{g/g}$ et du plomb (177.39 ± 103.29) $\mu\text{g/g}$.

L'indice de contamination pour ces trois métaux classe le port comme zone à risque pour l'environnement marin.

II -5-2- les différents oueds et rejets dans la région :

D'après **Grimes (2010)**, le tableau n^o : 02 représente les différents oueds et rejets déversant dans la région :

Tableau n^o : 02: les différents oueds et rejets déversant dans la région

Régions		Les oueds et les rejets
Ghazaouet	Golf	<ul style="list-style-type: none"> - Oued Tafna, Oued de sidi Djilloul, Oued el Hallouf - Oued de Ghazaouet (se déverse au milieu du port) - Systèmes d'égouts qui collectent les eaux usées domestiques (Metap, 1994).
	Port	<ul style="list-style-type: none"> - Les rejets industries de la METANOF (entreprise nationale des métaux non ferreux) et de la briqueterie de Touane (Metap, 1994). - Les rejets de 03 ports (Mers-el kebir, d'Oran, et de Kristal). - Les rejets domestiques de la ville d'Oran essentiellement chargées en matière organique et en détergents (Metap, 1993).

II -5-3- Les activités humaines :

La commune de Ghazaouet s'étendant sur une superficie de 28 km² a connue une croissance importante de sa population, en plus des rejets industriels, le milieu marin de Ghazaouet reçoit des rejets urbaines qui apportent plusieurs éléments au milieu :

- + Apport de macro déchets dans la mer (plastique, verre, boites métalliques) lors des épisodes pluvieux.
- + Apport de matières organiques et particulaires dans les sédiments.
- + Apport d'hydrocarbures
- + Apport de substances nutritives
- + Apport de métaux lourds d'origine anthropiques
- + Apport de sable ou d'argiles
- + Contamination bactériologique et virale des eaux marines (**M.A.T.E, 2007**).

Chapitre III

Matériel et méthodes

I - L'échantillonnage :

I-1-Choix de station :

Notre choix s'est porté sur la station de Ghazaouet parce qu'elle est caractérisée par la présence d'activités industrielles (l'usine d'Alzinc) ce qui a généré une augmentation considérable des rejets en mer, ce type de pollution influence la qualité des eaux marines en provoquant la dégradation des écosystèmes littoraux.

I-2-Choix dumatériel biologique :

L'espèce de clupéidés *Sardina pilchardus* a été choisie en raison de sa valeur nutritionnelle, et de sa considération comme aliment très consommable pour de nombreuses populations. Nous nous sommes intéressés dans ce travail au filet (partie consommée par l'homme).

Ce poisson peut se retrouver dans nos assiettes car c'est un poisson très apprécié, il est donc indispensable de connaître l'état et le degré de sa contamination par les métaux lourds.

I-3-Choix des métaux à analyser :

Dans notre étude on s'intéresse à quatre éléments métalliques : Zinc, Cuivre, Cadmium, Plomb. Ce choix a été motivé par la grande persistance dans l'environnement, leur faculté à s'accumuler dans les tissus adipeux des organismes vivants et se propager le long de la chaîne trophique, en plus de leur toxicité potentielle pour les écosystèmes et santé humaine, qui constitue une préoccupation mondiale (WHO, 2004; PNUE, 2005; CEE, 2011).

I-4 –Récolte des échantillons :

Notre échantillonnage pour les deux mois d'étude a été composé de vingt individus de sardine *Sardina pilchardus* prélevé au port de Ghazaouet pendant les mois de Mars et Avril, c'est une récolte fraîche du jour même, le matériel biologique prélevé est mis dans des sachets en plastiques et placés dans un conteneur frigorifié en évitant toute contamination métallique jusqu'à leur traitement au laboratoire.

II- Travail au laboratoire :

Le matériel utilisé lors de nos expériences au laboratoire est composé de :

- Trousse de dissection
- Une balance de précision
- Une balance
- Une étuve ordinaire
- Four à moufle
- Boîtes de pétrie
- Verrerie (fioles, entonnoirs)
- Papier filtre

II- 1-Traitement des matériaux avant usage:

Afin de minimiser tout risque de contamination pendant la manipulation, il convient de prendre des précautions particulières.

- Avant toute manipulation du matériel biologique, tous les instruments doivent être nettoyés successivement avec des détergents, puis trempés dans l'eau acidulée (solution d' HNO_3) pendant une nuit et rincés à l'eau distillée.
- Les échantillons ont été disséqués à l'aide d'instruments inoxydables.
- La dissection était faite sur une paillasse propre, en portant des gants de laboratoire.
- Une fois chaque échantillon préparé, les instruments ont été systématiquement lavés.

II- 2- Mensuration :

Une fois nos échantillons arrivés au laboratoire, ils vont subir d'abord, une mensuration.

Nous avons travaillé sur 20 individus. Nous avons procédé aux mensurations suivantes : à savoir, le poids total qui correspond au poids du poisson à l'aide d'une balance, et la longueur totale qui est mesurée aux deux extrémités du poisson.

II- 3- Dissection :

Après avoir accompli toute les mensurations, nous avons procédé à la dissection de chaque individu, le poisson posé sur la planche de dissection et à l'aide d'une pince et des ciseaux on prélève 1g de filet. Ce dernier conservés dans les boîtes de pétri fermées et étiquetées (**figure 05**) à basse température jusqu'à la minéralisation.

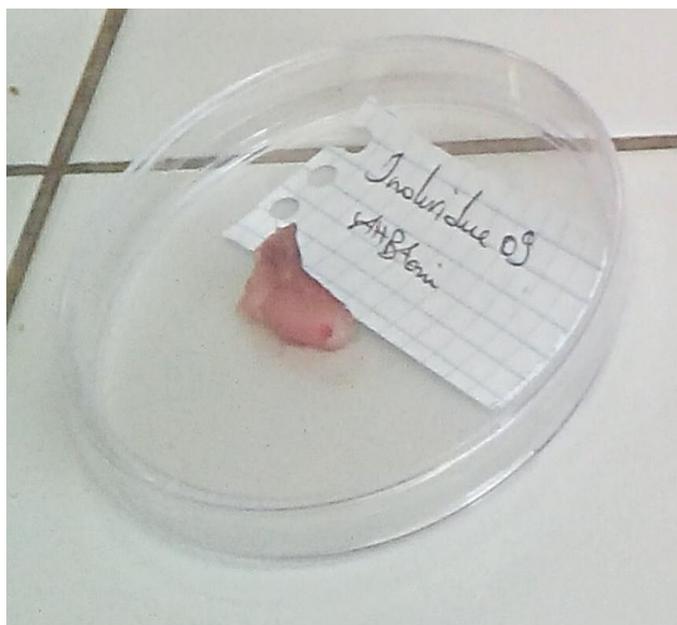


Figure 05 : Filet prélevés de la sardine (photo personnelle)

III- Minéralisation des échantillons :

III-1-Principe de minéralisation :

La minéralisation d'un échantillon consiste à éliminer toute matière organique dans le but de rechercher un toxique minéral (Amiard, 1991).

III-2-Protocole expérimental de la minéralisation des échantillons par voie sèche:

Dans cette étude la minéralisation a été effectuée par la voie sèche.

Le but de la minéralisation

- ✚ D'ioniser les métaux,
- ✚ D'assurer la concentration des métaux

Le protocole de minéralisation est le suivant :

III -2-1 Séchage à l'étuve :

Après la décongélation des échantillons de filets ont été placés dans l'étuve (**figure 06**) à une température de 110°C pendant 3 heures.



Figure 06: L'étuve (photo personnelle)

III -2-2 -Réduction en cendres:

Après les 03 heures de séchage, les échantillons ont été placés dans un four à moufle et cela pendant 15 minutes à une température de 450 C° et après, ils ont été humectés avec de l'acide nitrique puis nous les avons remis dans le four à moufle à 350C° pendant 01 heure et 30 minutes (**figure 07**).



Figure 07: Four à moufle (photo personnelle)

III-2-3 Filtration et mise en solution:

Les cendres obtenues sont filtrées à l'aide d'un papier filtre. Le filtrat obtenu est ajusté à 25 ml par l'acide nitrique à 1% et conservé au frais dans des godets étiquetés (**figure 08**) jusqu'à l'analyse par la spectrophotométrie d'absorption atomique avec flamme.

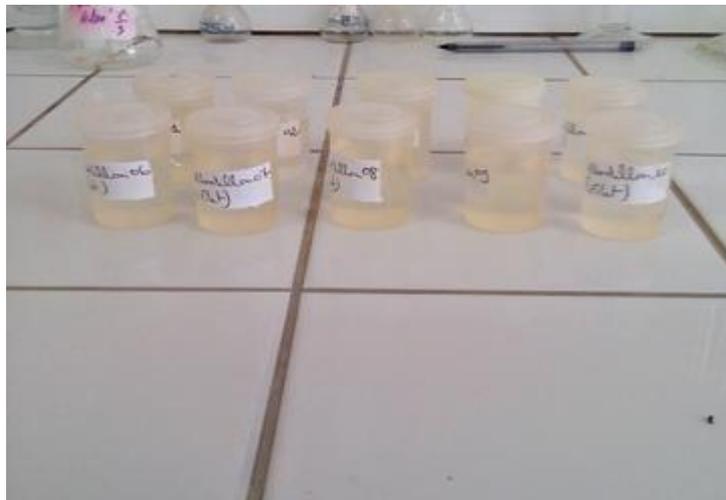


Figure 08: Conservation des godets (photo personnelle)

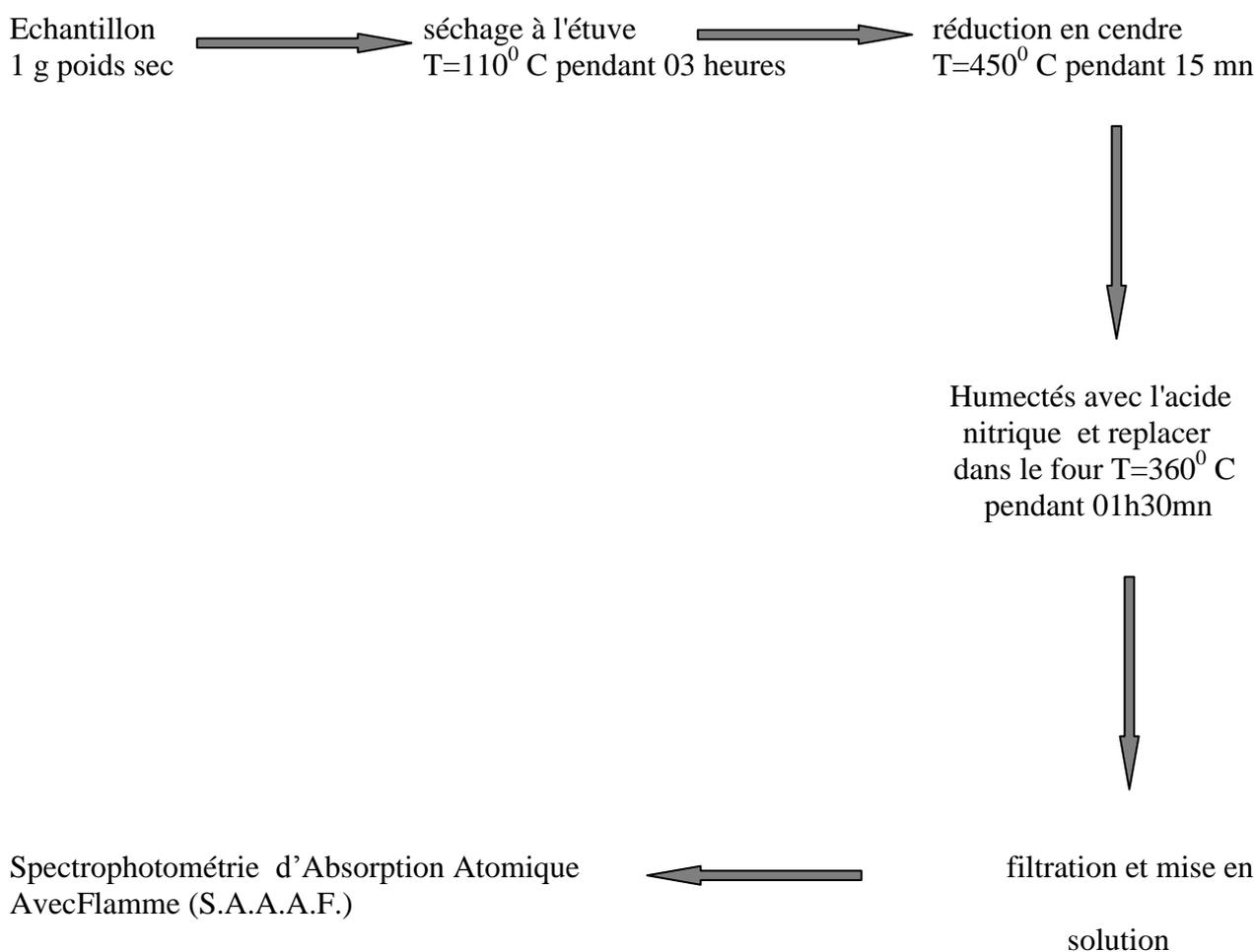


Figure 09: protocole expérimentale adopté dans la minéralisation d'un échantillon par la voie sèche

III-3- Analyse par spectrophotométrie d'absorption atomique:

Le dosage des métaux est réalisé par la spectrophotométrie d'absorption atomique avec flamme (SAAAF) au niveau du laboratoire de contrôle de qualité (ALZING) de Ghazaouet.

Cette méthode est appliquée pour les sédiments et pour le matériel biologique (**Pinta et al, 1980**).

III -3-1-Définition:

La spectrophotométrie d'absorption atomique est une méthode analytique permettant de déterminer la concentration d'une substance par l'absorption d'une radiation spécifique à l'élément chimique contenu dans la substance.

III -3-2-Principe:

Proposée par **WALSH en 1955**, la spectrophotométrie d'absorption atomique est une méthode d'analyse quantitative s'adressant essentiellement aux métaux. Elle est basée sur la propriété des atomes de l'élément qui peuvent absorber des radiations de longueur d'onde déterminée.

La solution de l'élément à analyser est nébulisée dans une flamme, ce qui provoque successivement l'évaporation du solvant, la vaporisation de l'élément sous forme de combinaisons chimiques, la dissociation de ces combinaisons avec production d'atomes libres à l'état fondamental.

IV – Analyses statistiques:

Dans ce travail nous avons utilisé pour l'analyse statistique de nos résultats le Test de Student ou alors Test « T », qui est un test paramétrique qui compare les deux sorties, a été effectuée pour démontre s'il y a une différence des variations métalliques entre ces dernières exprimé en (p value).si p est inférieur à 0.05, il ya une différence des moyennes des deux sorties pour chaque métal.

Ce test basé sur le calcul de la statistique μ (moyennes des échantillons). Les valeurs moyennes obtenues pour les deux sorties ont été comparées par des tests de comparaison de moyennes (test t de Student).

❖ **Les doses maximales admissibles(D.M.A) :**

Tableau N°03 : Les doses maximales admissibles (D.M.A) en ppm des métaux lourds chez les poissons la sardine en poids sec (FAO, 2009).

Les métaux lourds étudiés	Cd	Cu	Pb	Zn
<i>Sardina pilchardus</i>	0.15 mg/kg	03 mg/kg	0.3 mg/kg	5 mg/kg

Chapitre IV

Résultats et discussions

I-Les résultats :

Le tableau N° 03 représente les moyennes des concentrations des métaux lourds (Zn, Cu, Pb et Cd) dans le filet de la sardine *Sardina pilchardus* prélevé au large de la baie de Ghazaou et durant les deux mois d'étude. Toutes les analyses ont été réalisées par spectrophotométrie d'absorption atomique avec flamme (S.A.A.A.F).

Tableau N°04 : Les teneurs métalliques (exprimés en mg/kg) de poids sec

Element	Cd	Cu	Pb	Zn
Ech 01/S1	0.023	0.034	0.055	0.31
Ech 02	0.003	0.024	0.18	00
Ech 03	0.013	0.041	00	00
Ech 04	0.039	0.028	0.03	0.031
Ech 05	0.008	0.042	0.12	0.15
Ech 06	00	0.043	0.046	0.15
Ech 07	00	0.026	0.064	0.25
Ech 08	00	0.008	0.048	0.12
Ech 09	00	0.033	0.038	0.095
Ech 10	00	0.014	0.087	0.32
Ech 01/S2	0.006	0.019	0.033	0.16
Ech 02	00	0.015	0.079	0.19
Ech 03	0.01	0.021	0.081	0.17
Ech 04	0.003	0.017	0.011	0.32
Ech 05	00	0.011	0.086	0.23
Ech 06	00	0.017	0.08	0.55
Ech 07	00	0.01	00	0.18
Ech 08	00	0.021	0.1	0.78
Ech 09	00	0.008	0.12	0.23
Ech 10	00	0.016	00	0.29

D'après le tableau on remarque une présence variable des quatre métaux au niveau du filet de la sardine.

Nous avons remarqué que le taux de concentration moyenne en Zinc pendant les deux mois d'étude est supérieur à d'autres métaux lourds, avec une concentration maximale atteinte (0.78 mg/kg).

Nous distinguons par ailleurs que les concentrations moyennes en Cadmium et en Cuivre sont très importantes pendant le premier mois d'étude par rapport au deuxième mois.

I-1-Evaluation des teneurs métalliques moyennes chez *Sardina pilchardus* :

La Figure N° 10 montre les résultats des analyses des éléments métalliques (Cd, Cu, Pb et Zn) obtenus à partir des échantillons analysé par spectrophotométrie d'absorption atomique avec flamme(SAAAF).

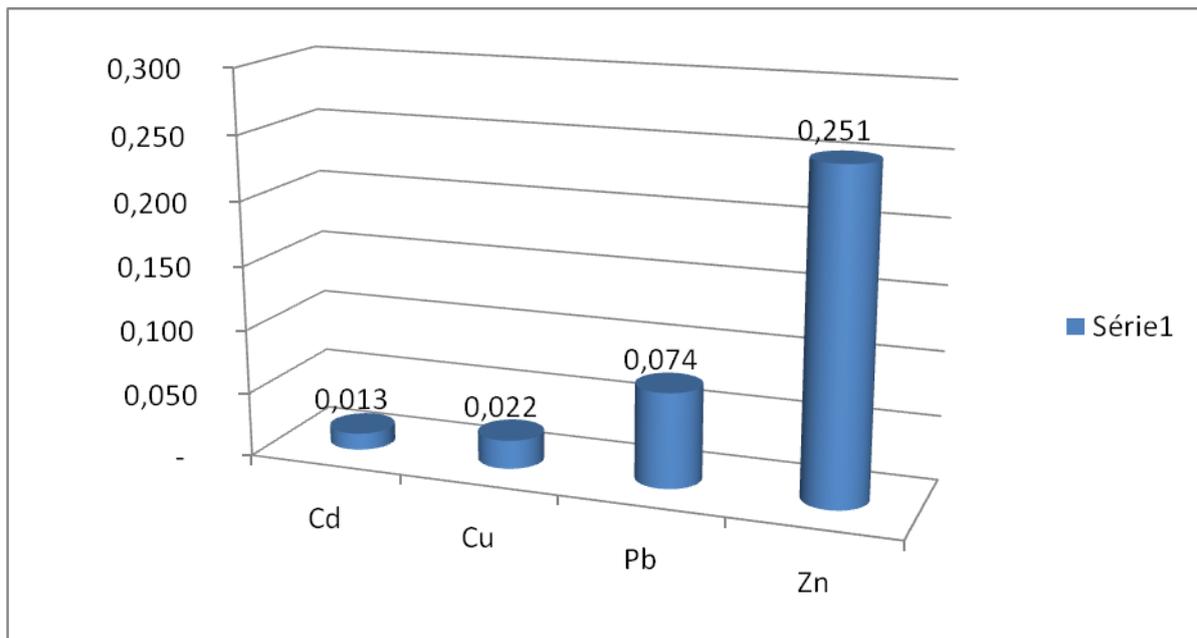


Figure n° 10 : Evaluation des teneurs moyennes en métaux (Cd, Cu, Pb, Zn) en mg /kg chez la sardine

Les résultats représentés sur la figure affichent les concentrations moyennes des quatre métaux lourds recherchés chez la Sardine prélevé à la baie de Ghazaouet. De ce fait les concentrations du Cadmium et du Cuivre sont moins importantes par rapport au Plomb et au Zinc.

La concentration du Cadmium est très insignifiante par rapport aux autres métaux, mais les concentrations de Zinc sont très élevées avec une moyenne de 0.251 mg/kg. Cette forte concentration peut être liée à la présence de l'usine d'électrolyse de zinc de Ghazaouet .

I-2-Comparaison des teneurs moyennes en métaux lourds avec les DMA :

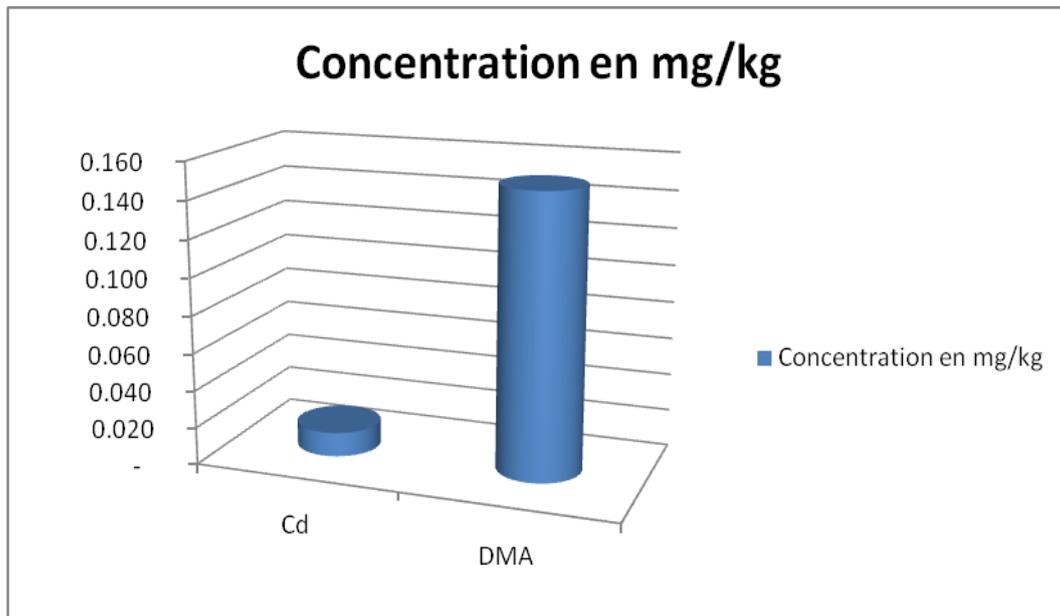


Figure n° 11 : comparaison des teneurs métalliques moyennes de Cd en mg/kg avec DMA

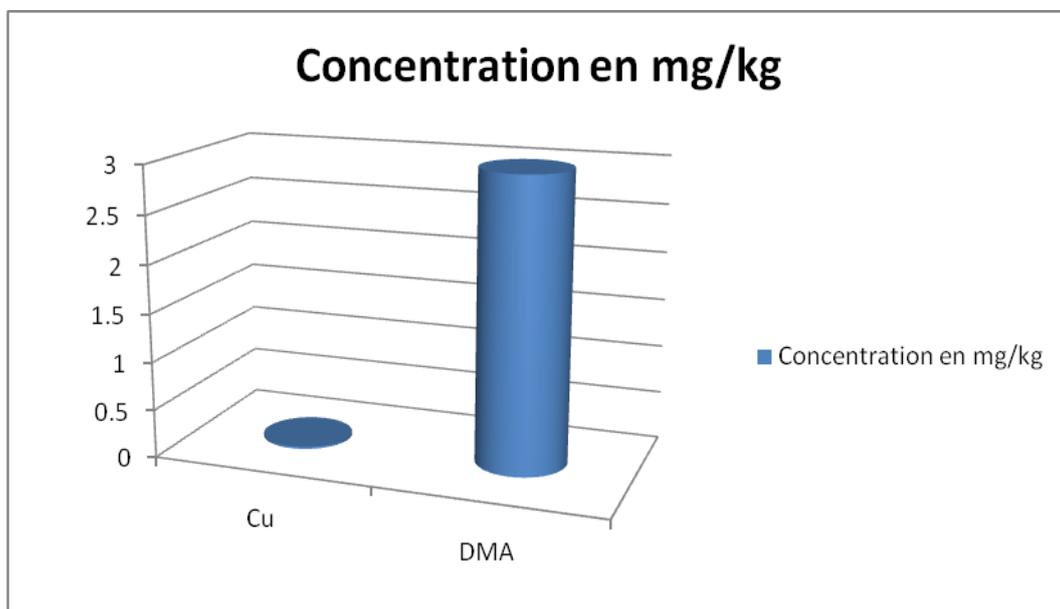


Figure n° 12 : comparaison des teneurs métalliques moyennes de Cu en mg/kg avec DMA

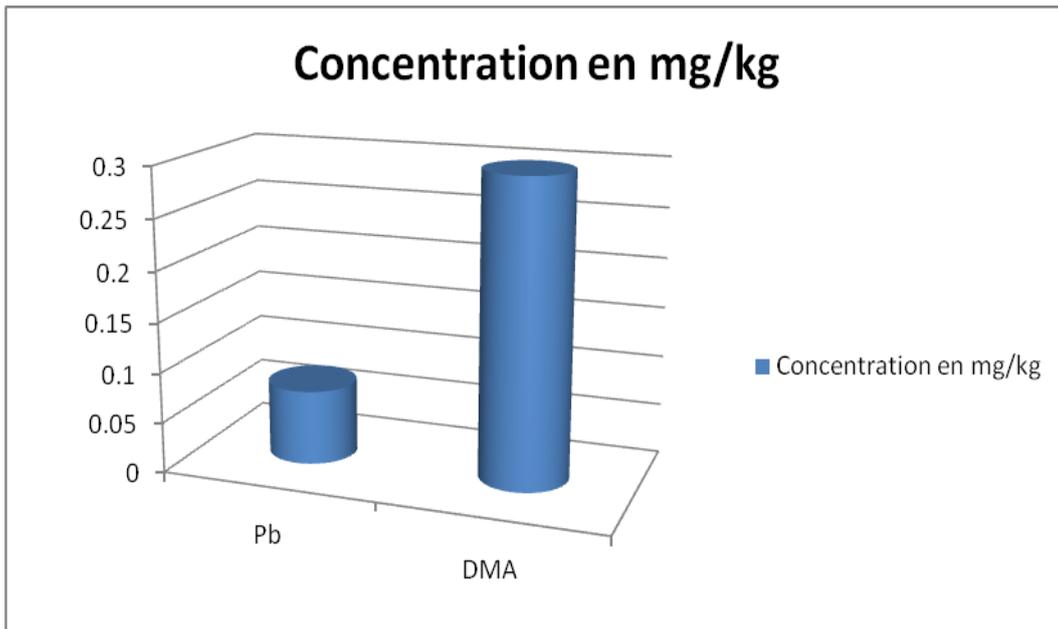


Figure n° 13 : comparaison des teneurs métalliques moyennes de Pb en mg/kg avec DMA

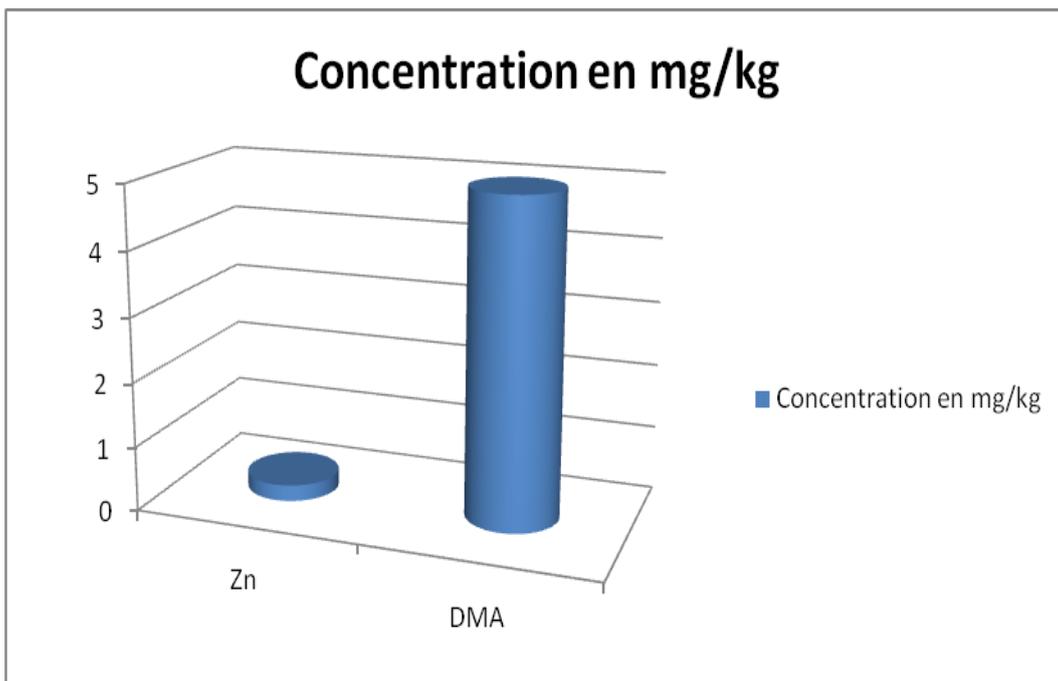


Figure n° 14 : comparaison des teneurs métalliques moyennes de Zn en mg/kg avec DMA

+ Cadmium:

Les concentrations retrouvées dans le filet de la Sardine sont faibles pour le Cadmium, les concentrations varient de 0.003 mg/Kg à 0.039 mg /Kg avec une moyenne de 0.013 mg/Kg.

Nous remarquons que les doses moyennes du Cadmium relevées chez la Sardine comparée à celles des doses maximales admissibles, ne sont pas inquiétantes.

A partir de figure n^o 11, les teneurs en Cadmium enregistrées montrent une faible accumulation.

La valeur maximale est de 0.039 mg/kg dans le filet de la Sardine, les concentrations moyennes en Cd sont inférieures à la D.M.A (la dose maximale admissible = 0.15mg/kg).

+ Cuivre:

Les teneurs en Cuivre enregistrées montrent une faible accumulation de cet élément, la valeur maximale enregistrée est de 0.22 mg/kg. Les concentrations moyennes en Cu sont inférieures à la D.M.A (la dose maximale admissible = 3 mg/kg).

+ Plomb :

Les concentrations retrouvées dans ce cas-là sont relativement moins importantes pour le Plomb, les concentrations varient de 0.006 mg/Kg à 0.190 mg/Kg avec une moyenne de 0.074 mg/Kg.

La valeur maximale atteinte 0.190 mg /kg mais elle est inférieure à la D.M.A (0.3mg/kg).

+ Zinc :

Les concentrations retrouvées pour le Zinc sont faibles, les concentrations varient de 0.030 mg/Kg à 0.78 mg/Kg avec une moyenne de 0.251 mg/kg.

On note une valeur maximale de 0.78mg/kg mais ne dépasse pas la D.M.A (5mg/kg).

D'après les quatre figures nous constatons que les concentrations du Cd, Cu, Pb, Zn chez les individus de la Sardine ne dépassent pas les doses maximales admissibles.

I-3- Comparaison des teneurs métalliques entre les deux sorties :

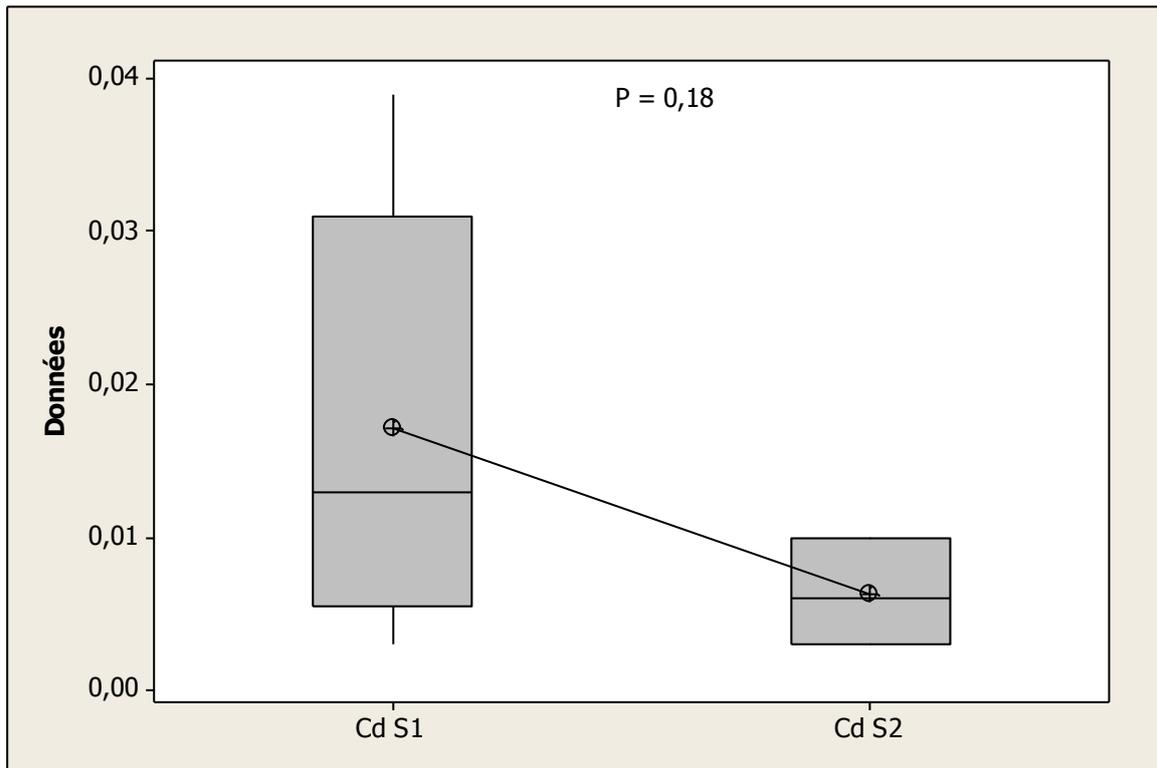


Figure n°15: comparaison des teneurs métalliques moyennes de Cd en mg/kg entre les deux sorties

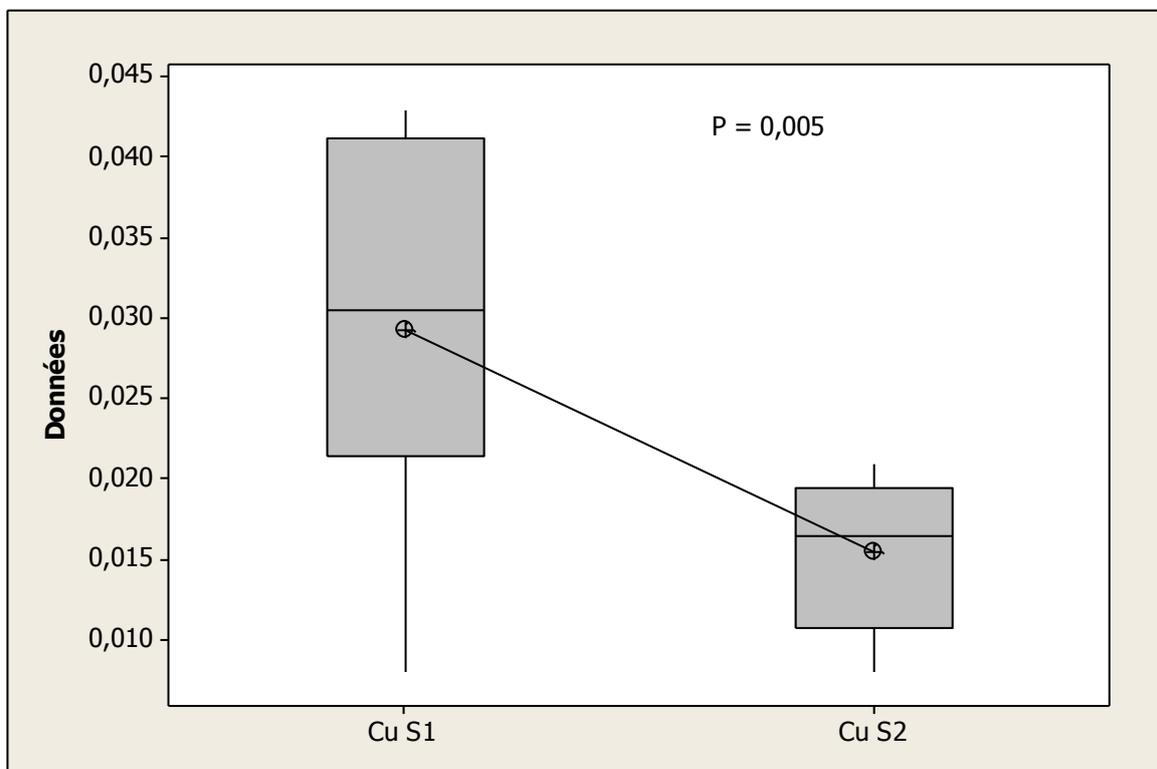


Figure n°16: comparaison des teneurs métalliques moyennes de Cu en mg/kg entre les deux sorties

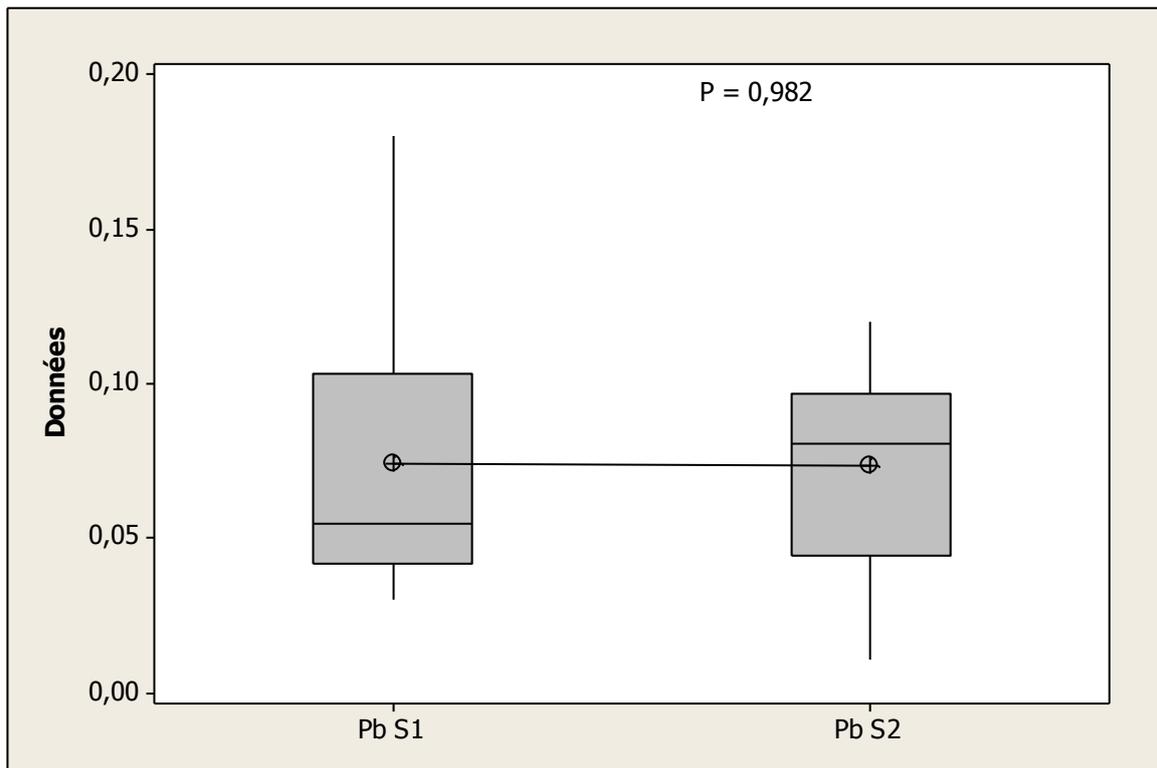


Figure n°17: comparaison des teneurs métalliques moyennes de Pb en mg/kg entre les deux sorties

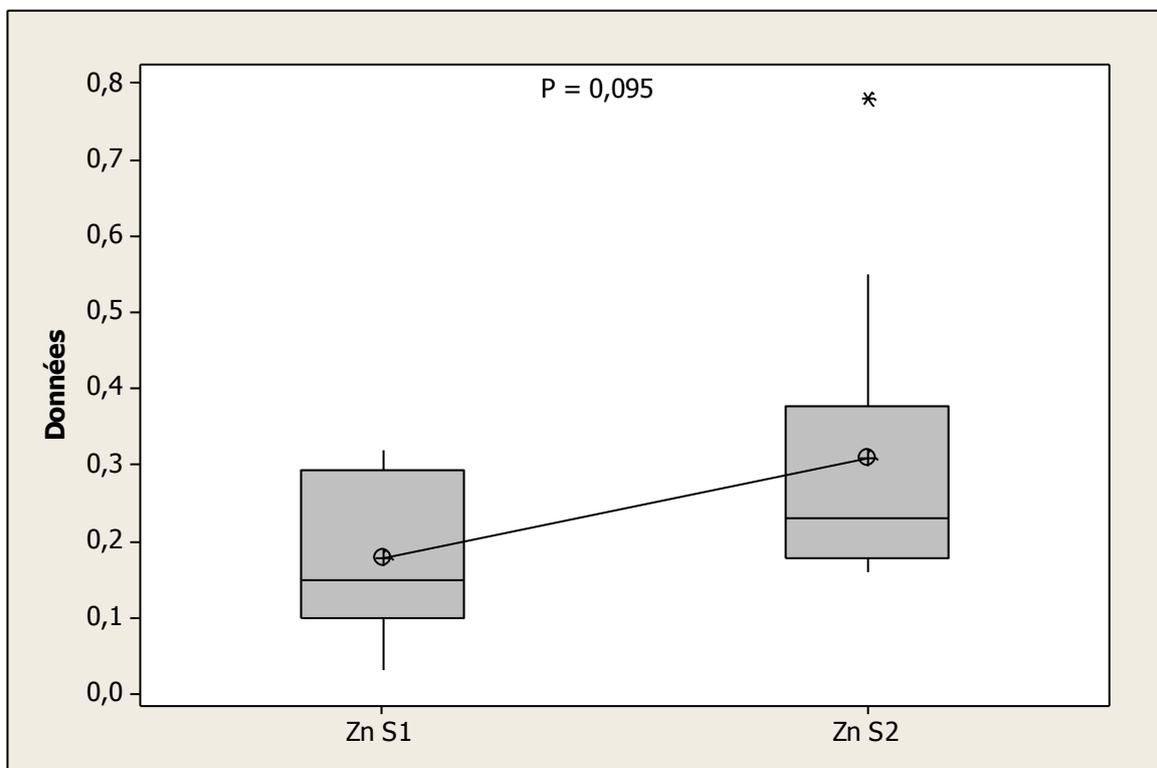


Figure n°18: comparaison des teneurs métalliques moyennes de Zn en mg/kg entre les deux sorties

D'après Les figures 15.16.17.18, nous notons que :

- Pour le Cadmium, les concentrations moyennes pendant la première sortie sont élevées que celle de la deuxième. L'étude statistique Test de Student ou test « T » ne révèle aucune différence significative ($p > 0.05$) entre les deux sorties.

Donc nous avons enregistré la présence des éléments traces mais aucune différence significative n'est notée entre elles.

- Concernant le Cuivre, une accumulation élevée de cet élément a été noté durant la première sortie avec un teneur moyenne de 0.0293 mg/kg.

La valeur $p < 0.05$ pour le Cuivre les concentrations moyennes présentent une différence significative entre des deux sorties.

- Quant au Plomb, les moyennes de la concentration de Plomb de la première sortie et celle de la deuxième sont similaires avec les moyennes de 0.074 mg/kg et 0.073mg/kg.

Les concentrations moyennes en Plomb n'ont révélées aucune différence significative entre les deux sorties, la valeur p est supérieure à 0.05.

- Enfin pour le Zinc, nous avons enregistré la présence de cet élément avec une moyenne plus élevée visiblement atteinte durant la deuxième sortie (0.31mg/kg).

Les concentrations moyennes en Zinc n'ont révélées aucune différence significative entre les deux sorties, la valeur p est supérieure à 0.05.

Globalement tous les métaux étudiées ne présentent pas de différences significatives sauf pour le cas du Cuivre.

II- Discussion :

D'une manière générale, les quatre métaux lourds recherchés sont omniprésents dans le filet de la sardine (*Sardina pilchardus*).

Les résultats apportés par cette étude ont montrés que chaque métal accumule dans le filet de la sardine à un gradient différent.

L'ordre général de la bioaccumulation des métaux analysés dans le filet est comme suit:

Zn> Pb>Cu>Cd.

D'après les teneurs moyennes enregistrées, nous pouvons tirer les observations suivantes : Vue que le Zinc qui présente la plus forte moyenne de concentration par rapport aux autres métaux lourds, ce taux élevé peut s'expliquer par la présence de l'usine d'électrolyse de zinc de Ghazaouet; cette usine utilise de l'eau de mer pour le refroidissement des installations de fabrications de l'acide sulfurique et de certaines installations de la centrale thermique de l'usine (**Bakalem,1980**). Aussi nous supposons que les apports des eaux usées d'origine domestique en contiennent du Zn.

Le Zinc est un métal essentiel pour le métabolisme, donc il fait objet d'une accumulation assez importante.

Les résultats obtenus sont inférieurs aux doses maximales admissibles pour la sardine (*Sardina pilchardus*).

On a utilisé le test de Student qui a démontré l'absence de différence significative entre les deux mois d'étude sauf pour le cas du Cuivre où on a trouvé une différence significative entre les deux sorties avec un $p = 0.005$, le Cu est essentiel pour le métabolisme des poissons (**Canli et al, 2003**), mais dangereux pour l'homme. Il a été révélé que même dans les eaux non polluées par le Cuivre les poissons l'accumulent (**Ogino, 1980**).

Sur **le tableau n° 04** nous avons comparés nos résultats avec d'autres travaux :

Tableau⁰ 05 comparaison des concentrations moyennes relevées chez *Sardina pilchardus*(mg/kg- p.s)avec les données bibliographiques :

Site	Espèce	Métaux lourds				Références
		Cd	Cu	Pb	Zn	
Oran	<i>S.pilchardus</i>	0.02±0.01	-	2.17±0.450	10.99±3.93	Merbouh, 1998
Ghazouet Algérie	<i>S.pilchardus</i>	0.38	4.6	1.14	7.09	Goual, 2000
Méditerranée Turquie	<i>S.pilchardus</i>	0.55	4.17	5.57	34.58	Canli et al 2002
Beni-saf	<i>S. pilchardus</i>	-	0.25	0.094	1.91	Berrayah, 2004
Beni-saf	Engraulis encrasicolus	-	0.78	2.76	16.08	Benmansour, 2009
Ghazouet	Engraulis encrasicolus	-	1.01	3.78	23.12	Benmansour, 2009
Ghazouet	<i>S.pilchardus</i>	0.013 PPM(P.S)	0.022 PPM(P.S)	0.074 PPM(P.S)	0.251 PPM(P.S)	Présente d'étude, 2015

D'après la comparaison des concentrations métalliques chez les poissons clupéiformes nous montre que :

Les concentrations des éléments métalliques évaluées par notre étude sont très faibles par rapport autres travaux.

De plus nos résultats ne dépassent pas les valeurs de référence, à l'inverse les autres travaux comme **Goual (2000)**, la même station et la même espèce ont montrés une contamination du milieu, les valeurs dépassent les doses maximales admissibles.

Les teneurs enregistrées en Cadmium chez **Merbouh (1998)**, se rapprochent ou presque s'égalisent aux nôtres.

L'étude effectuée sur *Sardina pilchardus*, a un gradient d'accumulation qui est globalement le même que le nôtre : Zn>Pb>Cu>Cd.

Conclusion

Conclusion :

La préservation de la qualité du milieu marin nécessite non seulement une connaissance quantitative des apports vers l'environnement marin, mais également une connaissance des niveaux de présence des contaminations chimiques toxiques identifiés dans cet environnement.

Dans ce travail nous nous sommes consacrés à évaluer le degré de contamination du large de la baie de Ghazaouet par les métaux lourds. L'étude s'est basée sur l'analyse et le suivi de quatre éléments métalliques (Plomb, Cadmium, Cuivre et Zinc) au niveau du filet (partie consommable par l'être humain) de la sardine *Sardina pilchardus*.

Le choix de l'espèce s'est porté sur la sardine à cause de leur large consommation par l'homme, D'après **Reilly (1991)**, l'homme consommateur final des produits marins et occupant le dernier maillon de la chaîne alimentaire peut à n'importe quel moment, en être victime.

Les résultats obtenus par cette étude ont montré que *Sardina pilchardus* accumule les éléments traces de façon variable mais ne dépasse pas la dose maximale admissible (DMA).

Le gradient d'accumulation est le suivant : $Zn > Pb > Cu > Cd$.

Après traitement statistique, on comparant l'accumulation des métaux entre les deux sorties, concernant Cd, Pb, Zn ne présente aucune différence significative sauf le cas du Cuivre.

Les concentrations moyennes des métaux ciblés au cours de notre étude semble bien inférieur aux doses maximales admissibles, par conséquent ces résultats ne sont pas très inquiétants, ne semble pas présenter un véritable danger pour le consommateur malgré que la pollution par les métaux lourds reste un des problèmes majeurs qui menace les écosystèmes marins.

Références

Bibliographiques

- AEE, 1999**-le milieu marin et littoral Méditerranéen état et pression e lapathonassion et G P gabrielidés sous la direction agence européenne pour l'environnement, environnementaleassessmentsseries N^o 05,PP 137.
- AEE, 2002**-Europe biodiversity –biogeographicalregions et seas (la biodiversté en Europe-regions et mers biogeographiques ,rapport sur des problemesenvironnementaux publié par l'AEE(agence européenne pour l'environnement) copenhagen 2002.
- ADRIANO, D.C.,2001**- Trace elements in terrestrid environment Biogeichemistry Bioavailability and risk of metals, second ed springer- verlog,new-york.
- A.E.E ; 2006**- (Agence Européenne pour l'Environnement) .problèmes prioritaires pour l'environnement méditerranéen. Rapport n°4/2006.P93.
- ASSO,A ; 1982**-contribution à l'étude des polluants métalliques chez la moule PernaPerna (L) dans la région d'Alger, thèse Doc 3^{ème} cycle d'océanographie biologique univ Marseille II,138 P.
- ATSDR, 1990**- Agency for toxic substances and disease registry – toxicological profiles for copper, depostement of health and human services,public health services atlantaGasus.
- AMIARD, j. e., 1988**- Réflexions sur l'estimation des flux des éléments traces dans les organismes aquatiques. J. Rech. Océanog : p36
- AMIARD-TRIQUET, C., BERTHET,B ET MARTOJA, R., 1991**- Influence of salinity on trace metal (Cu,Zn,Ag)accumulation at the molecular, cellular and organism level in the oyster crassostera gigas thumberg .biol.metals 4 :144-150.
- AMIARD-TRIQUET, C ET AMIARD, J.C; 2008**- Les bio marqueurs dans l'évaluation de l'état écologique des milieux aquatiques , Doc (Editions).
- AEE, 1995**-Europe's environnement the dobrisassessent– Agence Européenne pour l'Environnement –CopanHangue (Dane Mark).
- ALLOWAY B J ; 1995**-heavy metals in soils, second edition balckieacademie London.UK.
- AMENZOU K., FERHAN-TACHINANTE F.,YAHLAOUI A.,MESFIOUI A.,KIFANI S.,2005**-Etude de quelques aspects de la reproduction de *Sardina pilchardus* (walbaum,1792) de la région de Laâyoune (Maroc).Bulletin de l'institut Scientifique, Rabat, Section Sciences de la Vie,n^o 26-27,43-50.
- A.N.A.T, 2000**. Schéma d'organisation de l'armature urbaine «Nord- Ouest» - Ville de Ghazaouet, Mission 1: Diagnostic et état des lieux. 53p.
- BOUCHRITI, 2003**- surveillance des zones de production conchytiocolas actes du séminaire sur la qualité des produits de la pêche ,20-24 mai 2002,casablanca,maroc,édité par insamak, pp:99-125.
- BOUSQUET, J.C,2003** – Avis du conseil economique et social regional sur " les risques de pollution par hydrocarbure en méditerranée" seance plénière du 1 er decembre 2003.

- BOURAHLA ET DAFFALAH, 2007-** La pollution microbiologique de la plage de sablette et oureah au niveau de la wilaya de mostaganem, mémoire d'ingeniorat, université de Mostaganem.145 P.
- BOUTIBA, Z,2004-** Guid de l'environnement marin Edit : DAR EL GHARB,273 P.
- BRYAN G W., 1971.**The effect of heavy metals (other than mercury) on marine and estuarine organisms. Proceedings of the Royal Society of London, Series B Biological Sciences 177, 389-410.
- BRYAN G W., 1984.** Pollution due to heavy metals and their compounds. Marine ecology 5: 1290-1431.
- BENMANSOUR, N. 2009-**Contribution à l'étude de l'anchois (*Engraulis encrasicolus*, (1758) de l'escrime Ouest Algérien (Ghazaouet et Beni saf) recherche de quelque métaux lourds. Mémoire de Magister d'écologie et biologie des populations Université de Tlemcen: p.28.147.
- BELABED, 2010** - la pollution par les métaux lourds dans la région d'Annaba "sources de contamination des écosystèmes aquatiques". mémoire de doctorat en sciences de la mer, université de Badji Mokhtar-Annaba:-P:11.
- BENSET M., 1985-** Evolution de la plate forme de l'Ouest Algérien et du Nord –Est Marocaine au cours des jurassiques supérieurs et au début du Crétacé.Docum.Lab.Geol.Lyon n^o 95, fax1, pp.1-367, fax 2, pp396-581.
- BAKUN A., 1996** - Patterns in the Ocean Processes and Marine Population Dynamics. University of California sea Grant, Sand Diego, California, Usa,in cooperation with Centro de Investigaciones Biologicas de Noroeste, La Paz, Baja California Sur, Mexico, 323p.
- BOUCHOT , M,L.,1980** – Guide des poissons marines d'Europe ,Edition; Delachaux et Niestlé,Paris.
- CURY P., BAKUN, A., CRAWFORD, R.J.M., JARRE, A., QUIÑONES, R.A., SHANNON, L.J., VERHEYE, H.M., 2000-** Small pelagic in upwelling systems: patterns of interaction and structural changes in "waspwaist" ecosystems. *Ices Journal of Marine Science*, 57, 603-618.
- BEDAIRIA, A & DJEBBAR, A.B.2009** –A preliminary analysis of the state of exploitation of the sardine, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792),in the gulf of Annaba, East Algerian. Animal biodiversity and conservation, 32, 2.
- BENZOHRA M., MILLOT C., 1995-** Characteristics and circulation of the surface intermediate water masses off Algeria .Deep Seares.42 (10), 1803-1830.
- BAKALEM A,1980-**Aménagement du littoral ouest : problème de pollution marine –étude préliminaire de la zone Arzew –mers el Hadjadj.cahiers géographiques de l'ouest ,5-6 : 115-149.

- BENSAHLA TALET L, 2001**-Contamination du rouget de vase (*Mullus barbatus* L, 1758) par quatre métaux lourds (Cd, Pb, Cu et Zn) pêché dans la baie d'Arzew, Mémoire de maîtrise, Université d'Oran, 105P.
- Berg D.M., RAVEN.P.H et HASSEN ZAHL D M ., 2009**-Environnement de Boech 6^{ème} édition P: 554-569.
- CRAVEZ V ET BERNARD G , 2006**- Pollution marine : les définitions www.nuiv-mrs.fr.
- C.N.R.S., 2005**- (centre nationale de la recherche scientifique) « Principaux rejets industriels »
- CHIFFOLEAU J C., 2001**. La contamination métallique, région haute Normandie, (Programme Scientifique Seine-Aval) IFREMER 8 : 39p.
- CASAS, S, 2005**- modélisation de la bioaccumulation des métaux traces (Hg, Cd, Pb, Cu et Zn) chez la moule *Mytilus galloprovincialis* en milieu méditerranéen thèse doctocebiologique ENV MAR univ sud Toulon ,314P.
- CHRISTIAN, N; ALAIN, R; 2004**-Déchets et pollution, impact sur l'environnement et la santé, Dunod, paris.pp100.
- CLAUDE .J.Q., JACQUES .V., 2005**- Les poissons de mer des françaises .Paris.P :96-97.
- CEE, 2011**-Les risques sanitaires des métaux lourds et d'autres métaux, Rapport de la commission des questions sociales, de la santé et de la famille du conseil de l'europe.Doc :12613.
- CANLI M., ATLI, 2003**- the relationships between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Zn, Pb) levels and the size of six mediterranean fish species. Environ pollut. 121: 129-136
- CANLI, M., ATLI, G. , 2002**- The relationships between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Zn, Pb) levels and the size of six mediterranean fish species. Environmental pollution .121: 129-136.
- CHEN C.Y., STEMBERGER R.S., KLAUEB., BLUM J.D., PICHARDT C., FOLT C.L., 2000**- Accumulation of heavy metals in food web components across a gradient of lakes. limnol oceanogr., 45(7):1525-1536.
- CHEFTEL J.C., 1977**-Introduction à la biochimie et la technologie des aliments. Vol II .Ed. Entreprise moderne:137-160.
- CHIFFOLEAU J F., claisse, D., Cossa, d., Ficht, A., Gonzalez, J. , Guyot T , Michel, P., MIRAMAND, P; OGER, C ET PETIT., 2001**- La contamination métallique, programme scientifique seine aval : 39p.
- DONNIERS. 2007**-« Pollution chimique en Méditerranée » CERBOM. (INSERM). Nice.
- DUSQUENE S. 1992**- Bioaccumulation métallique et métallothioneines chez trois espèces de poissons du littoral Nord-Pas De Calais. Thèse de Doctorat en Biologie et Santé. Université des Sciences et Techniques de Lille. 263 p.

- DESAUTELS, M ; 2005**-l'eutrophisation de nos plans d'eau, c'est quoi fiche technique n° 2 Quebec canada,2P.
- D.E.T, 2006** – Rapport de Présentation Sur L'état de l'environnement de la zone côtière du golfe de Ghazaouet, 11p.
- D.P.R.H.T** (direction de la pêche et des ressources halieutiques de la wilaya de Tlemcen) ,**2004** – le secteur de la pêche et de l'état environnemental du littoral de la Wilaya de Tlemcen, 41P.
- DUMAY, J, 2006** – Extraction de lipides en voie aqueuse par bioréacteur enzymatique combine à l'ultrafiltration : application à valorisation de coproduits de poisson (*Sardina pilchardus*).Thèse de Doctorat label Européen. P284.
- DJABALI F, BRAHMI B ET MAMMASSE M, 1993** - Poissons des côtes Algériennes I.S.M.A.L.Alger P58.
- DOB M., 1988** – Approche de quelque paramètre de la biologie et de la dynamique de population exploitée de la sardine .Mémoire d'ingénieur en océanographie. Mostaganem. P33.
- DARLEY,B., 1992**- Poissons des côtes Algériennes OPU collections de cours d'agronomie.
- D.U.C (Direction d'Urbanisme et de Construction de la wilaya de Tlemcen), 2005**- Révision du plan directeur d'aménagements urbains de la zone de Ghazaouet (P.D.A.U).
- EISLER. R. (1995)**-Mercury hazards to fish, wildlife, and invertebrates: a synoptic review. Contaminant Hazard Reviews Report no. 10. US Fish Wildl. Serv. Biol. Rep.
- ETTAHIRI O.,BERRHO A.,VIDY G.,RAMDANI M.,DOCHI T.,2003** – Observation of spawning of *Sardina* and *Sardinella* off the south Moroccan atlantic coast (21-26°),Fisheries researcg,60:207-222.
- FISCHER W.,BAUCHOT M.L. ET SCHNEIDER M.,1987**-"Fiches F.A.O d'identification des espèces méditerranée et Mer noir (zone de pêche 37)" Révision 1tome II : Vertébrés. FAO, Rome. P761, 1530.
- FOREST, A., 2001**- Ressources halieutiques hors quotas du Nord Est Atlantique : bilan des connaissances et analyse de scénarios d'évolution de la gestion. Ifremer Eds, tome 2 : 215 pp.
- FURNESTIN, A.1943** – Contribution à l'étude biologique de la sardine atlantique *Sardina pilchardus*.Rev.Trav.Off.Pêche Maritime,13,221-386.
- FRÉON ,P.,CURY P.,SHANNON L.,& ROY ,C.,2005**-Sustainable exploitation of small pelagic fish stocks challenged by environmental and ecosystem changes : A review .Bulletin of marine science .76(2):385—462.
- FAO, 2005** – L'état des ressources halieutiques marines mondiales .services des ressources marines, Division des ressources halieutiques, Département de la pêche des FAO. FAO document technique sur les pêches N° 457, Rome.23P.

- FAO. 2006** – Report of the working group on the assessment of small pelagic fish off northwest africa.fao fisheries Report.811.181PP .
- GAUJOUS. 1995** -La pollution des milieux aquatiques. Aide mémoire, 2^{ème} édition, Tec & Doc Lavoisier, Paris, pp. 17-18.198-199, 62,64,65.
- GIS, POSIDONIE, 1996-** groupement d'internet scientifique d'etudes et de protection de l'environnement marin , biologie méditerranéenne,nuissance et pollution.
- GUNNAR, F. NODBERG. BRUCE, A. NODBERF F,W. FRIBERG L.** *Handbook on the toxicologie of metals.* 3eme edition. AcademicPress, 25 juin 2007. 1024 p. ISBN: 978-0123694133
- GRIMES, S., RUELLET, T., DAUVIN, J.C., 2010-** Ecological Quality Status of the soft-bottom communities from the Algeria coast: general patterns and diagnostic. Marine Pollution Bulletin, 60 1969–1977.
- GRIMES S., 2003-** Bilan et Diagnostic National de la pollution marine de la côte algérienne liée à des activités menées à terre. Programme d’actions stratégiques (PAS) destiné à combattre la pollution due à des activités menées à terre et de sa stratégie opérationnelle. Final Report PAM/PAS MED/MEDPOL, 119 pp.
- GRIMES S., BOUTIBA Z., BAKALEM A., BOUDERBALA M., BOUDJELLAL B ., BOUMAZA S., BOUTIBA M.,GUEDIOURA A., HAFFERSSAS A., HEMIDA F., KAIDI N., KHELIFI H., KERSABI F., MERZOUG A., NOUAR A., SELALI B., SELALI-MERABTINE H., SEMROUD R., SERIDI H., TALEB M Z., TOUABRIA T., 2004-** Biodiversité marine et littorale-Ed.SONATRACH-Ed.DIWAN, Alger-362p.
- GHERBI, M.1998-** problématique d'aménagement d'une zone littorale par une approche cartographique (cas de la commune de dar Yaghmoracen) Mém.Ing.Dép.Ecologie. Université de Tlemcen.
- GAGNEUX-MOREAUX S., 2006** - Les métaux (Cd, Cu, Pb et Zn) dans la production des micro algues sur différents milieux de culture : biodisponibilité-bioaccumulation et impact physiologique. Thèse de doctorat en biologie marine. Université de Nantes.257P
- GOUAL, M.NASSOUR, M.2000** – Bioaccumulation métallique chez l'entéromorphe, le patelle,la sardine et dans les sédiments superficiel de la région de Ghazaouet.Mem.Ing.Uni.Tlemcen.
- KUCUKSEZGIN F., KONTAS A., ALTAY O., ULUTURHAN E., DARILMAZ E., 2006-** Assessment of marine pollution in Izmir Bay: Nutrient, heavy metal and total hydrocarbon concentrations. Environment International 32: 41-51.
- KHELIL,F, 2007-** evaluation de la contamination de l’eau de mer et d’un mollusque la moule *Mytillusgalloprovincidis* pêche du port d’Oran , mémoire de magistère , Univ d’oran,112P.

- KABATA-PENDIAS, A. AND PENDIAS, H. 2001-** Trace elements in soils and plants. CRC Press,London.
- HEBBAR, C, 2005-**Surveillance de la qualité bactériologique des eaux de baignades cas des plages d'ainfranin et de Kristel, mémoire de magister, université d'ORAN, 228P.
- LARNO, V., LOROCHÉ, J., LAUNEY S., FLAMMAION P., DEVAUX A., 2001 –** responses of chub (*leuciscuscephalus*) populations chemical stress,assessed by genetic markeus.DUA damage and cytochrome P 4501A induction,Ecotoxicologie 10:175-
- LOUE, A.1993-** Oligo-éléments en agriculture. Ed. Nathan (ed), 45-177.
- LEBLANC.J.C ; GUERIN,T ; VERGER,P ; VOLATIER, J.L. ,** étude de l'alimentation totale française. Mycotoxines minéraux et éléments traces .INRA. Ministère de l'agriculture, de l'alimentation de la pêche et des affaires rurales .72P.
- LAFABRIE C., 2007.** Utilisation de *Posidoniaoceanica*(L) Delile comme bio-indicateur de la contamination métallique. Thèse de Doctorat en écologie marine. Univerité De Corse 158p.
- LIDSKY T.I., SCHNEIDER J.S., 2003-**Lead neurotoxicity in children: basic mechanisms and clinical correlates. Brain 100: 284–293.
- L.E.M (Laboratoire d'Etudes Maritimes), 1997.** Etude d'impact sur l'environnement du dragage du port de Ghazaouet. Alger. 34p.
- LEE,J.Y.,1961-LA SARDINE DU GOLF DU LION(*Sardina pilchardus sardina regan*) .** Revue des travaux de l'institut de pêches maritimes,25(4).
- LAVOUE S.,MIYA,M.,SAITOH K.,ISHIGUR,N,B.,NISHIDA M.,2007-** Phylogenetic relationships among anchovies,sardines,herrings and their relatives (Clupeiformes),inferred from whole mitogenome sequences.Molecular Phylogenetics and Evolution 43(2007)-1096-1105
- LECLAIRE L., 1972-** La sédimentation holocène sur le versant méridional du bassin algéro-baléares
(Précontinent algérien). Mém. Mus. Natn. Hist. Nat., Paris, C, 24, 391p.
- LLEONART J et MAYNOU F, 2003 –** Fish stock assessments in the Mediterranean: state of the art.Scienta marina 67 : 37- 49.
- MALQUIOT et BERTOLINI, 2000-**Encyclopédie de l'environnement et du développement durable,1100mots,Ed,Mecy consult,192P.
- MILHAUD G. ; VASSAL L. ; FEDERSPIEL B. ; DELACOROIX- 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. LeLait78 689-698.
- MIQUEL M. ,2001.**Les effets des métaux lourds sur l'Environnement et la Santé. Rapport office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques. Rapport Sénat N°261 : 360p

- MANCE G., 1987-** Pollution threat of heavy metals in aquatic environment. Poll. Monitor. Ser. 371p.
- M.A.T.E (Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement), 2006-** Etude de pré investissement pour le HOT SPOT de Ghazaouet (Algérie)- Rapport de Phase I. 67p.
- M.A.T.E, 2007.** Etude de pré investissement pour le HOT SPOT de Ghazaouet(Algérie)- Rapport de Phase II. 217p.
- MUUS B.J,NEILSON J.C,DAHSTROM P ET OLECN NYSTROM B.,1998-** Guide des poissons de mer et pêche .5^{ème} édition Delachaux et Neislé .Paris.P
- METAP, 1994-** Etude de protection contre la pollution des ports et du littoral Algérien. Rapport final, Banque Européenne d'Investissement - Ministère du transport - Direction des ports; Algérie : 170 p.
- MILLOT C, 1987.** La circulation générale en méditerranée occidentale. Annale de géographie n°549. Marseille. pp 497-515.
- MERBOUH, 1998-**Contribution à l'étude de la contamination par les métaux lourds (Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, Zn, Pb) d'un poisson pélagique, la sardine (*Sardina pilchardus*, walbaum, 1972) pêché dans la baie d'Oran .Mémoire de magister, I.S.M.A.L.Alger,139p.
- MERSAUD O.,2005-**La méditerranée malade de la pollution , Revue de presse du 18 avril .El watan.
- OLIVAR M.P., SALAT J., PALOMERA I., 2001-** Comparative study of spatial distribution patterns of the early stages of anchovy and pilchard in the NW Mediterranean Sea. Marine Ecology Progress Series 217: 111-120.
- P.D.A.U, 1996 -** Rapport d'orientation et règlements. Phase 3.U.R.S.A. Saïda: 1-27.
- P.N.U.E. 2004 -**Programme des nations unies pour l'environnement). « Mers et océans-morts ou vivants ? la mer méditerranée ». publié par PNUE. Bruxelles. Edit. Spéciale. P16.
- PRANKEL S.H.; NIXON R.H.; PHILIPS C. J. C.(2004).** Méta-analysis of feeding trials investigating cadmium accumulation in the livers and kindeys of sheep. Environmental Research 94,171,183(2004).Revue de Médecine Interne, 17: 826-835
- PICOT ANDRE, 2002-**Expert european de toxicologie. Le trio mercure, plomb, cadmium.Lesmetaux lourds : de grands toxiques.2002.
- PICHARD A., BISON M., DIDERICH R., DOOMAERT B., LACROIX G., LEFEVRE J.P., LEVEQUE., MAGAUD H., MORIN A., OBERON D., PEPIN G., TISSOT S., 2003-**Plomb et ses dérivés. Fiche de donnée toxicologiques et environnementales des substances chimiques INERIS.P 90.

- PINNEGAR J.K., POLUNIN N.V.C., BADALAMENT F. -2003-** Long term changes in the trophic level of western Mediterranean Fishery and aquaculture landing .Con.J.Fish.Aquat.Sci.60: 222-235.
- PIVNICKA ., CENRY .K.,1996** – Poissons .pp:80.
- PICHARD A., 2003** - *Fiche* de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques, plomb et ses dérivés. INERIS.03 avril 2003.
- PINTA M., BAUDIN G ET BOURDON R, 1980-** Spectrophotométrie d'absorption atomique .Tome .1.problème général 2^{ème} édition Ed .Masson ORSTOM .259P.
- PNUE, 2005-** réglementation des métaux lourds parmi les décisions clefs du conseil d'administration du PNUE .CP25/272 du 02.2005, Nairobi.
- RAMADE F, 2007-** introduction à l'écotoxicologie: fondements et application , Ed lavoisier.
- RAMADE, 1979-**Ecotoxicologie, Ed.masson France, 227-228 P.
- RAINBOW PS & PHILLIPS DJH (1993).** Cosmopolitan biomonitors of trace metals. A review.Marine Pollution Bulletin, **26**: 593-601p.
- RAMADE,F; 1982-**Element d'écologie, écologie impliqué,megraw-H,LL,Ed,452PP.
- RAMADE, F ; 1992-** précis d'Eco toxicologie Masson, paris, 300p.
- RAMIREZ T., CORTÉS D., GARCIA A., 2001-** Growth of North Alboran Sea sardine larvae estimated by otolith microstructure, nucleic acids and protein content. Journal of Fish Biology 59: 403-415.
- ROCHET M-J., 2000** – A comparative approach to life-history strategies and tactics among four orders of teleost fish .ICES J.Mar.Sci.,57,228-239.
- ROSE, K.A., COWAN JR., J.H., WINEMILLER K.O.MYERS R.A., HILBORN, R., 2001-** Compensatory density dependence in fish populations: importance, controversy, understanding and prognosis.Fish Fis. 2,293-327.
- REILLY , W.K., 1991** – Notre monde notre environnement : l'économie et l'écologie du diapason. Revue « Dialogue »,93(3) : PP.19-24.
- RAMADE F.,2000** – Dictionnaire encyclopédique des pollutions – les polluants de l'environnement à l'homme .Edt.Ediscience international. Paris.690 P.
- SCHOETERS G., DEN HOND E., ZUURBIER M., NAGINIENE R., VAN DEN HAZEL P., STILIANAKIS N.,RONCHETTI R., KOPPE J.G., 2006.-**Cadmium and children: exposure and health effects. *ActaPaediatr.* 95 (Suppl.), 50–54.
- SABHI Y. 1998** – Etudes des tendances des contaminations des organismes marins de la côte méditerranéenne marocaine par les métaux lourds (Hg, Cd, Pb, Cr, Ni, Ti, Zn et Cu) : aspects

environnementaux et expérimentaux. Thèse de Doctorat Es-Sciences biologie. Fac. ScDhar el Mehraz. Fès.

SOUALILI S, 1997- Exploitation de la sardine *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) pêchée au chalut dans la Baie de Bousmail par l'analyse des cohortes. Mémoire d'ingénieur d'état en Biologie Marine. ISMAL. Alger. P64.

THOMAZEAU, R; 1981- station d'épuration,eaux potables-eaux uses.précis théoriques et technique et documentation : 08.

TURKMEN A., TURKMEN M., TEPE Y., AKYURT I., 2005. Heavy metals in three commercially valuable fish species from Iskenderun Bay, Northern East Mediterranean Sea, Turkey. Food Chemistry 91: 167-172.

UNEP/WHO, 1992 - Biogeochemical cycles of specific pollutants (Activite K). Survival of pathogens- Final Reports on Research Projects (1989-1991). MAP Technical Reports Series No 63. UNEP Athens 86 pp.

UNEP/FAO/WHO, 1996Etat du milieu marin et du littoral de la région méditerranéenne. MAP Technic. Rep. Ser. 101: 1-148.

UNEP, 2001-Programme des nations unies pour l'environnement.

WHO/UNEP, 1995- Health Risks From Marine Pollution in the Mediterranean. Implication For Policy Markers. EUR/HFA-TARGET 20. PART I. 255.

WHO/UNEP, 1995 - Health Risks From Marine Pollution in the Mediterranean. Implication For Policy Markers. EUR/HFA-TARGET 20. PART I. 255.

WHO, 2004- guidelines for drinking-water quality, third edition, chemical fact sheets.

Résumé :

La pollution par les métaux lourds dans le milieu marin est l'un des problèmes les plus inquiétants dans la dégradation environnementale et sur la santé humaine à cause de leur accumulation dans toute la chaîne trophique.

L'objectif de notre présente étude est d'évaluer l'état de la pollution marine du littoral de Ghazaouet (extrême Nord Ouest algérien) en métaux lourds par quatre éléments métalliques (Cd, Cu, Pb et Zn) en utilisant un poisson osseux la sardine *Sardina pilchardus*.

Les résultats obtenus montrent que la sardine renferme les quatre métaux recherchés. Les plus fortes valeurs sont celles du Zinc, du Plomb suivi du Cuivre et du Cadmium qui sont des concentrations moins importantes. Les concentrations trouvées sont inférieures aux doses maximales admissibles

Après traitement statistique, aucune différence significative n'a été enregistrée entre les deux mois d'étude sauf dans le cas Cuivre.

Mots clés :

Pollution marine, métaux lourds, *Sardina pilchardus*, contamination, Baie de Ghazaouet .

Abstract:

Pollution from heavy metals in the marine environment is one of the most disturbing problems of environmental degradation and human health due to their accumulation in the whole trophic chain.

The aim of our present study is to assess the state of marine pollution of coastal Ghazaouet heavy metals by four metal elements (Cd, Cu, Pb and Zn) using a bony fish *Sardina pilchardus* .

The results obtained show that the sardine contains four desired metals. The highest values are those of Zinc, Lead and Copper followed by the Cadmium which is smaller concentrations.

The concentrations found are less than the maximum permissible doses

After statistical analysis, no significant difference between the two months of study except in the case of copper.

Keywords:

Marine pollution, heavy metals, *Sardina pilchardus*, contamination, Bay Ghazaouet .

المخلص :

التلوث الناجم عن المعادن الثقيلة في البيئة البحرية هي واحدة من المشاكل الأكثر إثارة للقلق من تدهور البيئة و صحة الإنسان بسبب تراكمها في السلسلة الغذائية بأكملها.

الهدف من الدراسة الحالية لدينا هو تقييم حالة التلوث البحري في ساحل الغزوات من المعادن الثقيلة الساحلية لأربعة عناصر معدنية (الكاديوم، والنحاس والرصاص والزنك) باستخدام سمك السردين *Sardina pilchardus*.

أظهرت النتائج أن السردين يحتوي على أربعة معادن مطلوبة، القيم العليا هي الزنك والرصاص و النحاس تليها الكاديوم فيها تجمعات أصغر. و التركيزات التي وجدت هي أقل من الحد الأقصى المسموح به.

بعد التحليل الإحصائي ، لا يوجد فرق كبير بين شهرين من الدراسة إلا في حالة النحاس .

الكلمات الرئيسية: التلوث البحري، والمعادن الثقيلة، *Sardina pilchardus* ، التلوث ، خليج الغزوات.