



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche scientifique

جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج

Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A

كلية علوم الطبيعة و الحياة و علوم الأرض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et de la terre et l'univers

قسم العلوم البيولوجية

Département des sciences biologiques

Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine Des sciences de la nature et de la vie

Filière : sciences biologiques

Spécialité : Analyse et contrôle de qualité des denrées alimentaires

Thème

**Contribution à l'étude de la contamination par Les métaux lourds
(Pb et Cd) dans le poisson (*Sardina pilchardus*) au niveau de la côte
méditerranéenne**

Présenté par :

- BENHAMIMID Halima
- GHOUILA Narimene
- HARZALLAH Hassina

Devant le jury :

Président : Mr BENTABET Abdelouahab (université Mohamed El Bachir El Ibrahimi)

Encadrant : Mr AYECHÉ Riad (université Mohamed El Bachir El Ibrahimi)

Co-Encadreur : Mr BENOUADAH Ali (université Mohamed El Bachir El Ibrahimi)

Examineur: Mr HELLATI Abdelhak (université Mohamed El Bachir El Ibrahimi)

L'année universitaire : 2015/2016





Remerciement

En préambule à ce mémoire nous remerciant ALLAH qui nous aide et nous donne la patience et le courage durant ces longues années d'études

Nous souhaitons adresser nos remerciements les plus sincères aux personnes qui n'ont apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire.

*Ces remerciements vont tout d'abord à notre encadreur **Dr Ayeche Riad** pour son aide et son orientation, ainsi que pour sa patience et sa gentillesse à notre égard.*

*Nous tenant aussi à remercier notre **Co-encadreur Dr Benouadeh Ali** pour leurs conseils*

*Un très grand merci à Monsieur **Makhoukhi** technicien de laboratoire (T) à la faculté de l'SNV d'université de B.B.A pour son suivie dans la partie pratique*

*Nous adressons nos remerciements aussi à Mr **Bettache Azeddine** et Mr **Dahou Moutassem***

*Aussi nous adressons nos remerciements aux membres de jury : le président Mr **Bentabet Abdelouahb** et l'examineur Mr **Hellati Abdelhak***

On n'oublie pas nos parents pour leur contribution, leur soutien et leur patience.

Enfin, nos plus vifs remerciements s'adressent à toute personne qui a contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Sommaire :

Liste des abréviations	
Listes des figures	
Liste des tableaux	
Introduction générale.....	01
Chapitre I : Poisson et produits de la pêche	
I.1. Généralité.....	03
I.2. Introduction.....	03
I.3. La Valeur nutritionnelle des produits de pêches.....	04
I.4. La production et la consommation des produits de pêches.....	05
I.4.1. A l'échelle internationale.....	05
I.4.2. A l'échelle Nationale.....	09
Chapitre II : Contamination par les métaux lourds	
II.1. Définition.....	11
II.2. Pollution des eaux maritimes.....	12
II.3. La pollution dans la méditerranéen.....	13
II.4. La pollution en Algérie.....	13
II.5. Bioaccumulation.....	13
II.5.1. Définition.....	13
II.5.2. Mécanismes de bioaccumulation des métaux-traces chez les organismes aquatiques.....	14
II.6. La toxicité des métaux lourds.....	15
II.6.1. Le Plomb.....	16
II.6.2. Le cadmium.....	16
II.6.3. Le Mercure.....	17
II.7. L'effet sur l'environnement.....	18
II.7.1. Contamination des sols.....	18
II.7.2. Contamination de l'air.....	18
II.7.3. Contamination de l'eau.....	19
II.8. L'effet sur la santé.....	19
II.8.1. Le plomb.....	19
II.8.2. Le cadmium.....	20
II.8.3. Le mercure.....	21
II.9. Limites des métaux lourds dans les poissons.....	22

Chapitre III : Partie expérimentale

III.2. Matériel et méthodes.....	23
III.2.1. Echantillonnage.....	23
III.2.2. Méthodes d'analyse.....	24
III.2.2.1. Principe de la Spectrodirect.....	25
III.2.2.2. Détermination du plomb et cadmium.....	26
III.2.2.2.1. Principe.....	26
III.2.2.2.2. Appareillage.....	26
III.2.2.2.3. les Réactifs.....	27
III.3. Résultats et discussions.....	28
III.3.1. Les teneurs des différents métaux lourds dans les différents échantillons (en µg /kg)	28
III.3.1.1. Cadmium.....	28
III.3.1.2. Plomb.....	29
III.3.2. Les teneurs des différents métaux lourds dans les différentes espèces (en µg/kg) selon la zone de la pêche.....	30
III.3.2.1. Cadmium et plomb.....	30
III.4. Discussion générale.....	31
III.5. Les teneurs en protéines dans les poissons frais	32
III.6. Interprétation de la fiche de sondage.....	33
Conclusion générale.....	34
Références bibliographiques	
Annexe	
Résumé	

Liste des abréviations

As : L'arsenic

Cd : le cadmium

Co : Cobalt

Cr : le chrome

Cu : le cuivre

DA : Dinard algérienne

DHA : acide docosahexaénoïque

EPA : acide eicosapentaénoïque

Fe : Fer

Hab. : Habitant

Hg : le mercure

Mn : le manganèse

Mo : Molybdène

Ng : nano gramme

Ni : le nickel

Pb : le plomb

pH : Potentielle d'hydrogène

Sb : L'Antimoine

Se : le sélénium

Sn : L'étain

V : Vanadium

XX^{ème} : dixième siècle

Z : Numéro atomique

Zn : le zinc

Liste des figures :

Figure.1. production mondiale de la pêche de capture et de l'aquaculture.....	05
Figure.2. Utilisation et offre de poisson dans le monde.....	06
Figure.3. Production mondiale de la pêche de capture.....	08
Figure.4 . Evolution de la disponibilité alimentaire de poissons et fruits de mer en Kg/habitant/an en Algérie, Maroc, Tunisie, Afrique et Monde.....	10
Figure.5. Plantes et aliments qui absorbent les métaux lourds.....	14
Figure.6. Mécanismes de bioaccumulation des métaux-traces chez les organismes aquatiques.....	14
Figure.7. Localisation géographique des différentes zones de la pêche.....	23
Figure.8. photos présentent les 5 échantillons de différentes wilayas : Alger, Annaba, Bejaïa, Tunis et Monastir.....	24
Figure.9. Spectrodirect de type Lovibon.....	26
Figure.10. les teneurs en cadmium de différentes espèces.....	28
Figure.11. les teneurs en plomb de différentes espèces.....	29
Figure .12. Les teneurs en cadmium dans les différentes espèces (en µg/kg) selon la zone de la pêche.....	30
Figure .13. Les teneurs en plomb dans les différentes espèces (en µg/kg) selon la zone de la pêche.....	31

Liste des tableaux :

Tableau. I: La pêche et l'aquaculture dans le monde : production et utilisation.....	06
Tableau. II: Caractéristiques physico-chimiques des métaux lourds.....	12
Tableau. III: Limite maximale des métaux lourds dans les poissons avant consommation (en mg/kg)	22
Tableau. IV: Les caractéristiques des 5 échantillons.....	23
Tableau. V: Méthodes analytiques utilisées.....	24
Tableau.VI: Les teneurs en Cd des différentes espèces.....	28
Tableau. VII: Les teneurs en Pb des différentes espèces.....	29
Tableau. VIII: les teneurs en Cd et Pb différentes espèces selon la zone de la pêche.....	30
Tableau. IX: calcul de protéines totales dans une chaire de poisson.....	32

Introduction
Générale

Introduction générale :

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, 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.

La notion des métaux lourds est apparue lorsque les premiers biologistes ont cherché à caractériser les protéines qui contenaient du soufre. Les sels solubles dans l'eau du plomb, du cadmium, ajoutés à une solution aqueuse d'une protéine, conduisent à la formation de précipitées volumineuses et très denses sus à une combinaison solide entre les fonctions soufrées de ces protéines et ces ions métalliques, ces trois métaux lourds présentent deux autres caractéristiques très importants vis ça vis des organismes vivants [Aschieri, 1999]

Tout d'abord, ces éléments chimiques sont considérés comme uniquement toxiques, et ce pour tous les organismes (microorganismes, plantes, animaux, animaux, hommes). Ils n'ont aucune activité biologique bénéfique, au contraire d'autres métaux comme le

chrome(Cr) ou nickel (Ni) qui, à faible dose, sont indispensables à divers organismes vivants et qui, dans d'autres conditions, deviennent toxiques [Aschieri, 1999]

Le travail se concentre sur la mesure de polluants dans le tissu des poissons pour un nombre de raisons : en particulier parce que les niveaux des tissus sont susceptibles d'être élevé ce qui rend par conséquent l'analyse à la fois plus aisée et en quelque sorte plus fiable. En plus, les organismes analysés sont aussi une importante source alimentaire et par conséquent, la présence de polluants dans ces organismes et par conséquent leur consommation peuvent former une menace à la santé humaine.

Le but de l'étude est une évaluation qualitative et quantitative de la pollution par les métaux lourds dans la sardine (produit de large consommation) de la côte méditerranéenne (Alger, Annaba, Bejaia, Tunis, Monastir). Les polluants étudiés sont le plomb et le cadmium en raison de leur toxicité.

Le mémoire est présenté en deux parties principales : la première partie bibliographique et l'autre expérimentale.

- ✓ La première partie est subdivisée en deux chapitres :
 - Le premier chapitre traite les poissons et produits de la pêche : Généralité sur le secteur de la pêche, une petite introduction sur l'espèce de la sardine, la valeur nutritionnelle des produits de pêche et leur production et consommation a l'échelle national et international ;
 - Le deuxième chapitre sur la contamination des métaux lourds : définition des métaux lourds, la pollution des eaux maritimes, la notion des bioaccumulation, la toxicité des métaux lourds et leur effet sur l'environnement et la santé humaine et enfin les limites des métaux lourds dans les poissons.
- ✓ La deuxième partie traitera :
 - La description du matériel et des méthodes utilisées pour analyser les poissons des 5 régions.
 - La présentation de nos résultats et de leur discussion :
 - Résultats du dosage de protéine
 - Résultats de fiche de sondage
 - Résultats de dosages des métaux lourds
- ✓ Enfin ce travail est achevé par une conclusion générale.

Chapitre I
Poissons et produits
de pêche

Chapitre I

Poissons et produits de la pêche

I.1. Généralité :

Dans plusieurs pays, le secteur de la pêche joue un rôle socio-économique vital et occupe une place très avancée parmi les secteurs de l'économie nationale en particulier dans les pays qui sont à la fois producteurs, consommateurs et exportateurs de produits halieutiques. Sur le plan alimentaire (ingrédients protéiques), les produits de pêche contribuent de manière déterminante à la satisfaction des besoins alimentaires de la majorité de la population mondiale. Le nombre de personnes travaillant directement ou par induction dans ce secteur est en augmentation progressive. Rappelons que la production halieutique mondiale avoisine actuellement les 120 millions de tonnes par an, un nombre prévue auparavant par Ababouch depuis 1995 [Ababouch, 1995]. Il existe de nombreux types de produits de pêches, mais nous appelent le terme de poisson sur les majorités de produits halieutiques. Ce terme n'est plus utilisé en systématique comme super classe car il correspond à un groupe zoologique très complexe et paraphylétique. On continue à l'utiliser dans le langage courant car il est très commode pour désigner ces animaux que tout le monde connaît [Keith *et al*, 2001].

Comme pour notre étude, nous nous sommes concentrés sur la sardine comme il est plus productif et consommable.

I.2. Introduction

La sardine (*Sardina pilchardus*) est une espèce de poisson de la famille des Clupeidae, qui comprend également le hareng, l'alose, notamment. Répartie depuis l'Angleterre jusqu'aux côtes de Mauritanie, en Méditerranée, et en mer noire, la sardine vit au-dessus du plateau continental jusqu'à des fonds de 150 m. Espèce pélagique et grégaire dont la distribution est conditionnée par la température de l'eau, elle est plutôt dispersé pendant la nuit entre la surface et 35 m, et le jour, forme des bancs très dense entre le fond et la surface [Chavance *et al*, 1991].

Elle effectue des déplacements saisonniers de faible amplitude, commandés par la nutrition, la reproduction et les conditions thermiques. Elle migre en automne vers le large et se rapproche de la cote au printemps. Selon la saison, l'âge des individus et leur état sexuel, elle réalise également des déplacements le long de la côte. La sardine a une croissance très rapide, notamment dans sa phase juvénile. Mais il existe des différences de croissance entre groupes selon la période et la région de naissance et aussi en fonction de sexe. Si la jeune sardine se

nourrit de phytoplancton, d'œufs et de larves de petits crustacés l'adulte consomme essentiellement des crustacés planctoniques, des larves de crabes ou d'ophiures [Binet, 1988].

La maturité sexuelle est acquise à une taille variable comprise entre 10 et 20 cm en fonction du groupe de sardines concerné. L'espèce fraie tout au long de l'année, avec deux maximums au printemps et en automne/hiver. Les individus issus de pontes de printemps et d'automne sont respectivement matures au printemps et à l'automne de l'année suivante. Une femelle peut pondre jusqu'à 60 000 œufs pélagiques qui flottent entre 10 et 70 m, éclosent 2 à 4 jours après la ponte et donnent naissance à une larve de 4 mm de long qui aboutira à une sardine juvénile au bout de 12 jours [Marshall, 1991].

I.3. La Valeur nutritionnelle des produits de pêches :

Les consommateurs s'intéressent de plus en plus aux poissons et aux autres produits animaux provenant de l'aquaculture et des pêches de capture; du fait de leur valeur nutritionnelle et des bienfaits qu'ils ont pour la santé. Le poisson offre un ensemble complet de nutriments, à la composition unique, comprenant des acides gras oméga-3 à longue chaîne EPA (acide eicosapentaénoïque) et DHA (acide docosahexaénoïque), des acides aminés, des micronutriments (vitamines: A, D, B et minéraux: Iode, Phosphore, Fer, Potassium, Calcium, Zinc) [STRAT-E-SAID, 2013].

Les aliments provenant de l'environnement aquatique jouent un rôle particulier en tant que sources d'acides gras oméga-3 :

- Développement optimal du cerveau et du système nerveux de l'enfant.
- Pendant la grossesse et les 2 premières années de vie de l'enfant.
- Réduit le risque de maladies liées à l'obésité (maladies cardiovasculaire et le diabète).
- Réduit de 36% le risque de mortalité due à une maladie coronarienne.

Le poisson contribue à raison de 17% à l'apport en protéines animales de la population mondiale, une proportion qui dépasse les 50% dans certains pays. Dans les pays côtiers de l'Afrique de l'Ouest, où le poisson est au cœur des économies locales, la part de protéines alimentaires provenant du poisson est très élevée. Le constat est le même dans certains pays d'Asie et dans certains Etats insulaires, où le poisson représente également une large part des sources de protéine [STRAT-E-SAID, 2013].

I.4. La production et la consommation des produits de pêches :

I.4.1. A l'échelle internationale :

La production mondiale de poisson a régulièrement augmenté au cours des cinq dernières décennies (figure 1) et l'offre de poisson destiné à la consommation a progressé avec un taux de croissance annuel moyen de 3,2 pour cent, soit un taux plus élevé que celui de la population mondiale qui s'est établi à 1,6 pour cent. À l'échelle mondiale, la consommation apparente de poisson par personne est passée d'une quantité moyenne de 9,9 kg dans les années 1960 à 19,2 kg en 2012 (tableau I et figure 2, toutes les données présentées sont des valeurs arrondies). Ce développement spectaculaire, entraîné à la fois par la croissance de la population, l'amélioration des revenus et l'urbanisation, est facilité par l'expansion considérable de la production de poisson et la meilleure efficacité des circuits de distribution [FAO et al, 2014].

L'amélioration de la disponibilité de poisson est en grande partie le fait de la Chine dont la production a explosé, notamment grâce à l'aquaculture. Dans ce pays, la consommation apparente de poisson par habitant a aussi augmenté au rythme annuel moyen de 6,0 pour cent pendant la période 1990-2010 pour atteindre 35,1 kg environ en 2010. L'offre de poisson annuelle par personne dans le reste du monde a été approximativement égale à 15,4 kg en 2010 (contre 11,4 kg dans les années 1960 et 13,5 kg dans les années 1990) [FAO et al, 2014].

Malgré l'envolée de la consommation apparente annuelle de poisson par personne dans les régions en développement (de 5,2 kg en 1961 à 17,8 kg en 2010) et les pays à faible revenu et à déficit vivrier (de 4,9 kg à 10,9 kg), les niveaux de consommation restent plus élevés dans les régions développées. Cependant, l'écart tend à s'amenuiser. Une part importante et croissante du poisson consommé [FAO et al .2014].

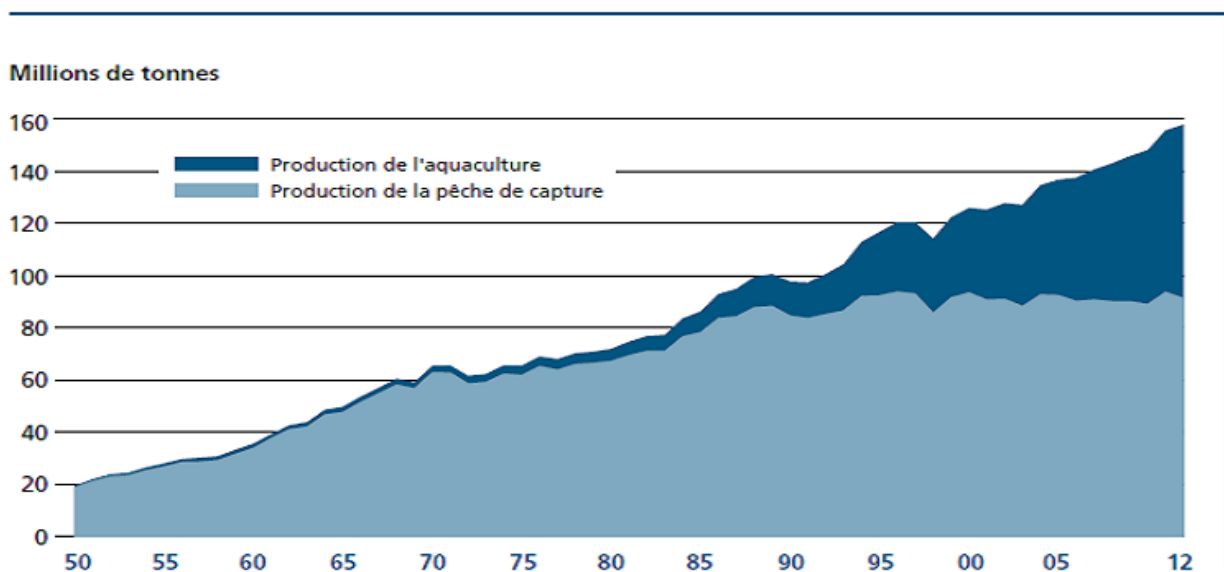


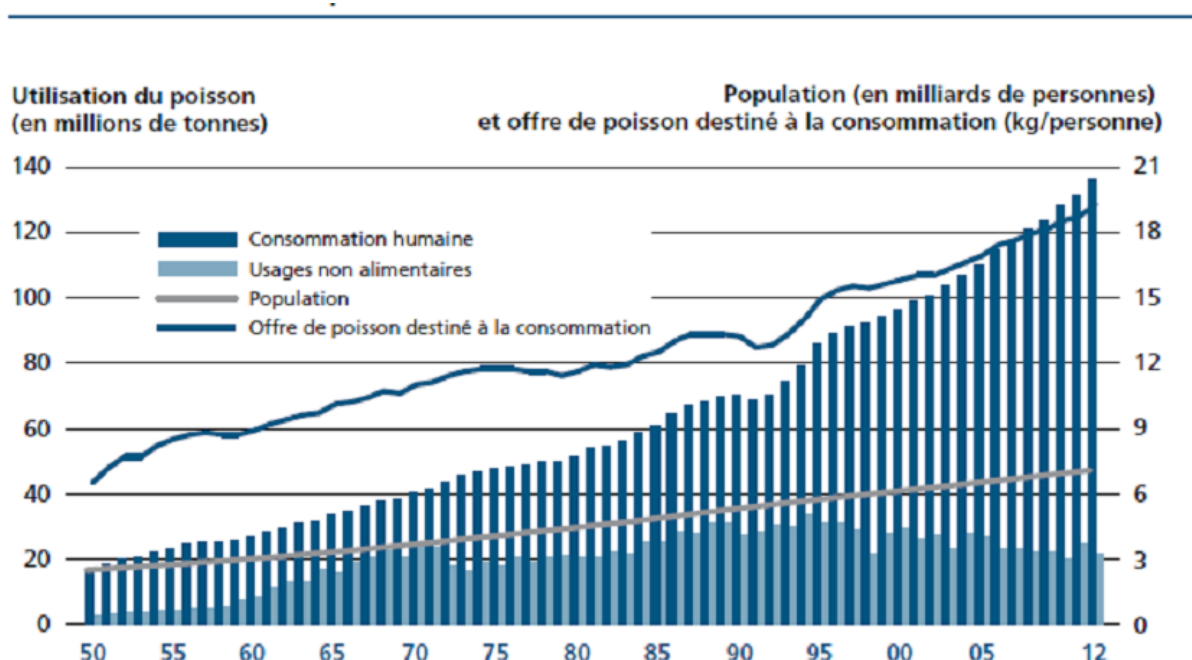
Figure 1 : production mondiale de la pêche de capture et de l'aquaculture [FAO et al, 2014].

Tableau I : La pêche et l'aquaculture dans le monde : production et utilisation [FAO *et al*, 2014].

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<i>(Millions de tonnes)</i>						
PRODUCTION						
Pêche de capture						
Continentale	10,1	10,3	10,5	11,3	11,1	11,6
Maritime	80,7	79,9	79,6	77,8	82,6	79,7
Total pêche de capture	90,8	90,1	90,1	89,1	93,7	91,3
Aquaculture						
Continentale	29,9	32,4	34,3	36,8	38,7	41,9
Maritime	20,0	20,5	21,4	22,3	23,3	24,7
Total aquaculture	49,9	52,9	55,7	59,0	62,0	66,6
TOTAL MONDIAL	140,7	143,1	145,8	148,1	155,7	158,0
UTILISATION¹						
Consommation humaine	117,3	120,9	123,7	128,2	131,2	136,2
Usages non alimentaires	23,4	22,2	22,1	19,9	24,5	21,7
Population (milliards de personnes)	6,7	6,8	6,8	6,9	7,0	7,1
Offre par personne de poisson destiné à la consommation (kg)	17,6	17,9	18,1	18,5	18,7	19,2

Note: Hors plantes aquatiques. Les chiffres ayant été arrondis, les totaux peuvent ne pas correspondre.

¹ Les données relatives à 2012 pour cette section sont des données provisoires.

**Figure 2** : Utilisation et offre de poisson dans le monde [FAO *et al*, 2014].

La production mondiale de la pêche maritime a été de 82,6 millions de tonnes en 2011 et 79,7 millions de tonnes en 2012 (figure 3). Pendant ces deux années, 18 pays (dont 11 en Asie) ont pêché en moyenne plus d'un million de tonnes par an, soit plus de 76 pour cent des captures mondiales en eau de mer. Le Pacifique Nord-Ouest et le Pacifique Centre-Ouest sont les zones où les captures sont les plus importantes et où elles continuent à augmenter [FAO et *al*, 2014].

Dans le Pacifique Sud-Est, la production demeure fortement dépendante des aléas climatiques. Dans le Pacifique Nord-Est, la quantité totale de capture en 2012 a été identique à celle de 2003.

Dans l'océan Indien, l'augmentation régulière des prises s'est poursuivie en 2012. Dans l'océan Indien Ouest, après une période de trois ans (2007-2009) pendant laquelle la piraterie a compromis la pêche, les captures de thon se sont redressées.

Dans les zones de l'Atlantique Nord et en Méditerranée et mer Noire, la production de la pêche a encore enregistré un recul en 2011 et 2012. Dans l'Atlantique Sud-Ouest et l'Atlantique Sud-Est, les prises sont récemment reparties à la hausse.

Pendant la période 2000-2012, la production mondiale de poisson d'aquaculture destiné à la consommation a progressé au rythme annuel moyen de 6,2 pour cent (contre 9,5 pour cent pendant la période 1990-2000), passant de 32,4 millions de tonnes à 66,6 millions de tonnes.

Pendant la même période, la croissance a été relativement plus rapide en **Afrique** (11,7 pour cent) et dans la région Amérique latine et Caraïbes (10 pour cent). Exception faite de la Chine, la production dans le reste de l'Asie a progressé de 8,2 pour cent par an (contre 4,8 pour cent pendant la période 1990-2000) [FAO et *al*, 2014].

En Chine, premier pays producteur aquacole, le taux de croissance annuel s'est établi en moyenne à 5,5 pour cent pendant la période 2000- 2012 (contre 12,7 pour cent pendant la période 1990-2000). En Amérique du Nord, la production de 2012 a été inférieure à celle de 2000 [FAO et *al*, 2014].

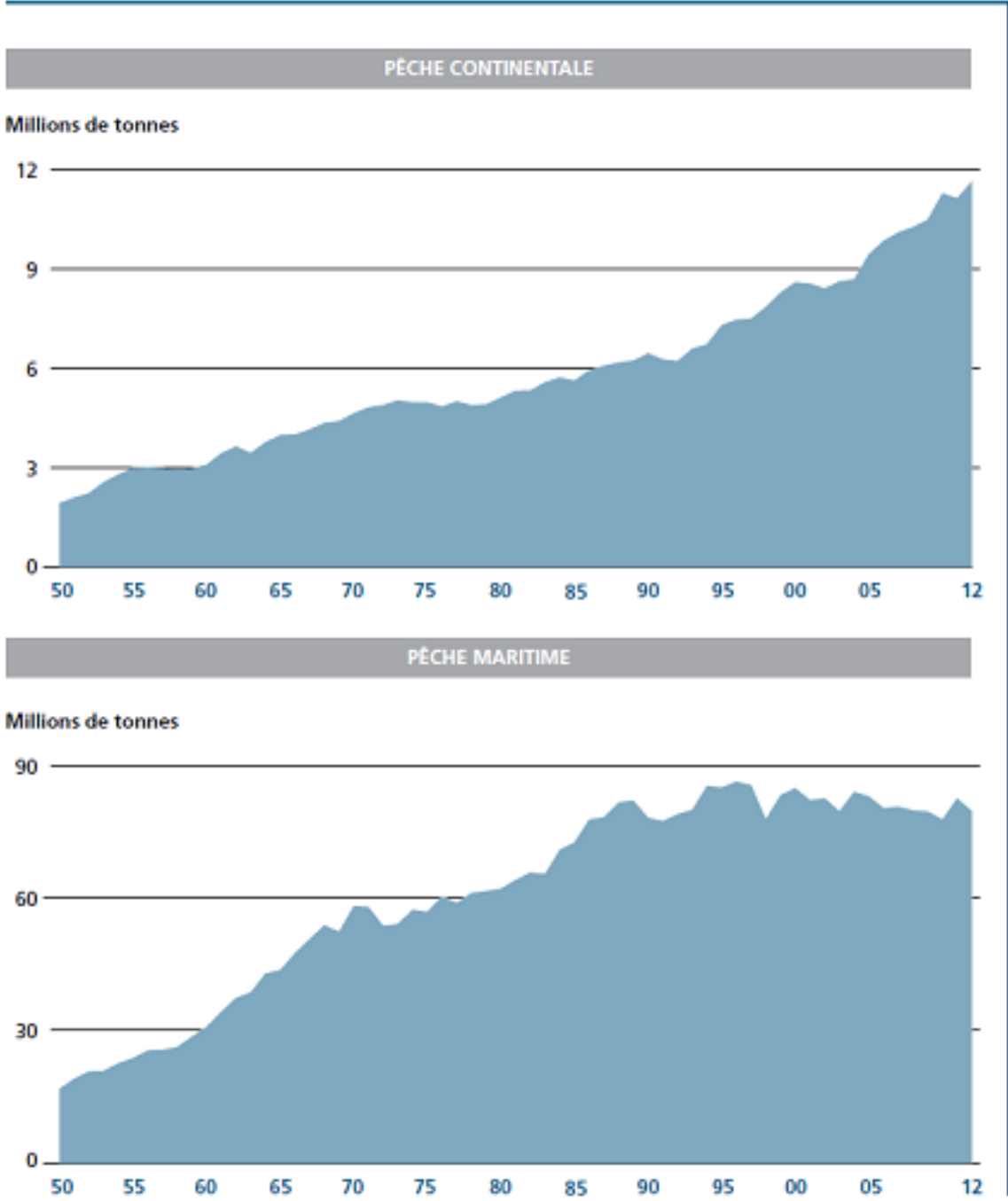


Figure 3: Production mondiale de la pêche de capture [FAO et al, 2014].

I.4.2. A l'échelle Nationale :

Les algériens ont dépensé pour la consommation du poisson pour l'année 2011, 26.45 milliards Dinars Algériens (DA) soit, près de 1,5% de l'ensemble des dépenses alimentaires, dont 75% sont dépensés en milieu urbain [ONS, 2014]. Plus de 80% de la consommation apparente des produits de la pêche est issue de la production nationale [MPRH, 2014]. En Algérie, le secteur de la pêche a un rôle stratégique dans le renforcement de la souveraineté alimentaire. Il contribue à la croissance économique et à l'emploi, notamment au développement des systèmes productifs localisés [MPRH et al.2014].

L'observation de l'évolution de la production de pêche nationale sur une longue période 1960-2013 (53 ans) indique que : la production nationale a pris plus de 20 ans à partir de 1960 pour dépasser le cap des 50 000 tonnes en 1982.

Le secteur de la pêche étant monopolisé par les colons a pris du temps pour être maîtrisé par les algériens au lendemain de l'indépendance en 1962. La production a pris plus de 40 ans pour arriver à 100 000 tonnes dans les années 1990. Une tendance lourde est observée au cours des 20 dernières années pour une relative stabilisation de la production au-delà de 100 000 tonnes avec un pic de production de 146/147 mille tonnes enregistré en 2006/2007.

La structure de la production nationale de pêche par groupe d'espèces montre la dominance des petits pélagiques dans le volume de production avec 87%. Suivis des démersaux avec 8%, Mollusques 2%, crustacées 2% et grands pélagiques 1% [MPRH et al, 2014].

L'évolution de la structure de la production nationale de pêche montre pour la période 2000 à 2013, la domination des petits pélagiques avec un taux qui varie entre **80** et **90** pour cent. Les démersaux viennent en deuxième place avec une part autour de 10 pour cent. Le reste est réparti entre grands pélagiques, crustacés et mollusques avec des quantités annuelles presque identiques.

Le consommateur dispose potentiellement de 3 sources d'approvisionnement en matière de produits de la pêche : la production de capture, la production aquacole et l'importation, soit à des fins de consommation (frais, réfrigéré, congelé) ou de transformation pour la consommation humaine. La différence avec les exportations représente la disponibilité alimentaire, appelée également consommation apparente ; elle est exprimée ici en kg/an/hab. [MPRH et al, 2014].

La figure 4 montre clairement la faiblesse enregistrée dans la consommation apparente des produits de la pêche et de l'aquaculture par les algériens durant les 50 dernières années. Les niveaux de consommation en Algérie stagnent autour de 4 à 5 kg par habitant et par an depuis la fin des années 1980. Avant cette période la consommation ne dépassait guère les 3 kg par

habitant et par an. Comparativement aux niveaux de consommation enregistrés en Afrique et dans les pays voisins, et d'une façon générale dans le monde : l'Algérie est bien loin derrière [MPRH et al, 2014].

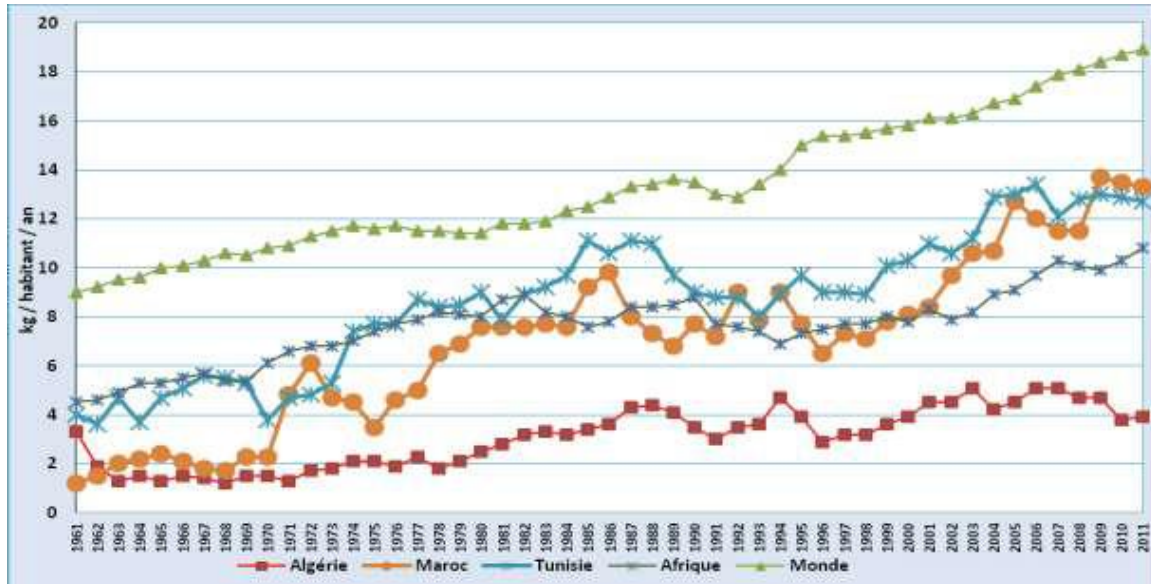


Figure 4 : Evolution de la disponibilité alimentaire de poissons et fruits de mer en Kg/habitant/an en Algérie, Maroc, Tunisie, Afrique et Monde (1961-2011) [MPRH et al, 2014].

Chapitre II

Contamination par les métaux lourds

Chapitre II

Contamination par les Métaux lourds

II.1. Définition :

Le terme "**métaux lourds**" a été introduit historiquement au début du **XX^{ème}** siècle, et comportait à l'époque **le mercure, le plomb et le cadmium**. De nos jours le langage courant a vulgarisé le terme "métaux lourds" englobant à tort un grand nombre d'éléments. Les définitions des métaux lourds sont multiples et dépendent du contexte dans lequel on se situe ainsi que de l'objectif de l'étude à réaliser [Belabed, 2010]

D'un point de vue purement scientifique et technique, les métaux lourds peuvent être également définis comme :

- tout métal ayant une densité supérieure à 5 ;
- tout métal ayant un numéro atomique élevé, en général supérieur à celui du Sodium (Z=11) ;
- tout métal pouvant être toxique pour les systèmes biologiques.

Certains chercheurs utilisent des définitions plus spécifiques encore. Le géologue, par exemple, considérera comme métal lourd tout métal réagissant avec la pyrimidine (C₆H₅N). Dans le traitement des déchets liquides, les métaux lourds indésirables auxquels on s'intéresse principalement sont : l'arsenic (As), le cadmium (Cd), le chrome (Cr), le mercure (Hg), le nickel (Ni), le plomb (Pb), le sélénium (Se), le zinc (Zn) [Belabed, 2010].

Dans les sciences environnementales, les métaux lourds associés aux notions de pollution et de toxicité sont généralement : l'arsenic (As), le cadmium (Cd), le chrome (Cr), le cuivre (Cu), le mercure (Hg), le manganèse (Mn), le nickel (Ni), le plomb (Pb), l'étain (Sn), le zinc (Zn). Enfin, dans l'industrie en général, on considère comme métal lourd tout métal de densité supérieure à 5, de numéro atomique élevé et présentant un danger pour l'environnement et/ou pour l'homme [Belabed, 2010].

Le tableau suivant donne quelques caractéristiques chimiques du plomb, du cadmium et du mercure ainsi que les principaux minerais d'origine [Belabed, 2010].

Tableau II : Caractéristiques physico-chimiques des métaux lourds [Belabed, 2010]

Caractéristiques	Plomb	Cadmium	Mercure
Masse atomique	207.19	112.40	200.59
Masse volumique (g/cm ³)	11.35	8.6	13,546
Température de fusion (en °C)	327.4	320.9	-38,842
Température d'ébullition (en °C)	1725	765	356,62
Symbole chimique	Pb	Cd	Hg
Minerai d'origine	Galène	Scories du Zinc	cinabre

II.2. Pollution des eaux maritimes :

De nombreux produits chimiques sont rejetés dans l'environnement aquatique. Les courants marins les répandent d'un bout à l'autre de la planète. La pollution des eaux est un facteur de destruction bien plus important pour l'écosystème marin, que la pêche industrielle à outrance, elle-même plus dévastatrice que la petite pêche artisanale.

Si les marées noires ont un impact direct sur l'opinion publique elles n'en demeurent pas moins très limitées géographiquement avec des effets à court terme [Bendada et al, 2011].

Les pollutions les plus néfastes pour l'équilibre fragile de la vie marine ne sont pas les plus visibles. Bien au contraire, ce sont celles qui se voient le moins. Les métaux lourds (le Mercure, le Plomb, le Cadmium et d'autres produits chimiques toxiques) et rejets divers, provenant des usines du bassin méditerranéen rejetant des produits très dangereux sous forme organique mais aussi sous forme de plastique, de peinture, de pâte à papier, de pille et certains fongicides, sont souvent illicites, constituent la plus grande menace pour la survie des mammifères marins et la préservation de l'environnement. Ces contaminants y demeurent pendant des années et s'accumulent dans le corps des espèces marines et des êtres humains. Ils peuvent causer le cancer, des dommages au foie, des problèmes de reproduction et des malformations congénitales ainsi que d'autres fléaux dangereux [Bendada et al, 2011].

II.3. 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. Le méditerrané 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]

II.4.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, Rouïba-Reghaïa et Béjaïa. 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].

II.5. Bioaccumulation :**II.5.1.. Définition :**

La bioaccumulation est le processus par lequel un organisme vivant absorbe une substance à une vitesse plus grande que celle avec laquelle il l'excrète ou la métabolise. Elle désigne donc la somme des absorptions d'un élément par voie directe et alimentaire par les espèces animales aquatiques ou terrestres [Casas et *al*, 2005].

Les organismes vont absorber ces contaminants et les composés les plus hydrophobes seront stockés dans des tissus riches en lipides où ils auront tendance à

s'accumuler en raison de leur caractère persistant. Si les contaminants sont lentement métabolisés, ils vont également pouvoir s'accumuler à chaque niveau de transfert entre proie et prédateur [Bodin, 2005].

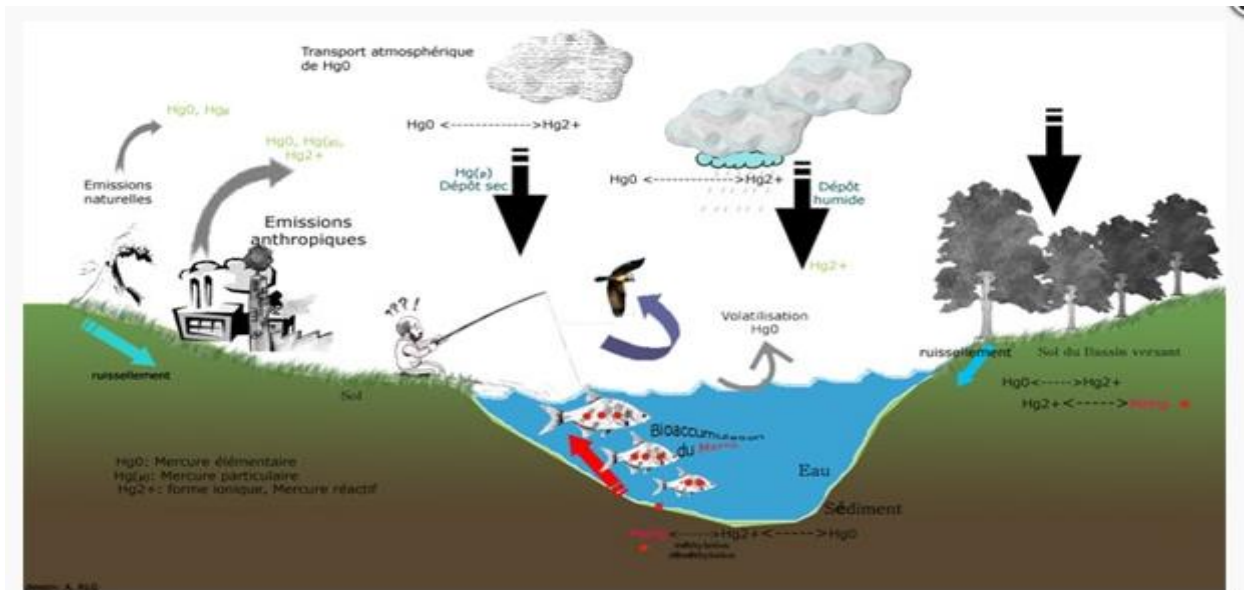


Figure 5: Plantes et aliments qui absorbent les métaux lourds [Bodin, 2005].

II.5.2. Mécanismes de bioaccumulation des métaux-traces chez les organismes aquatiques :

Pendant tout processus physiologique d'échange avec le milieu environnant, les molécules exogènes pénètrent à travers les barrières biologiques séparant l'environnement interne de l'organisme du milieu externe. Quand la contamination se fait, ces barrières (cutanées et respiratoires pour la contamination directe, et intestinale pour la contamination trophique) montrent des propriétés biologiques liées à leur structure et aux conditions physico-chimiques de l'environnement (température, pH, électrolytes, etc.).

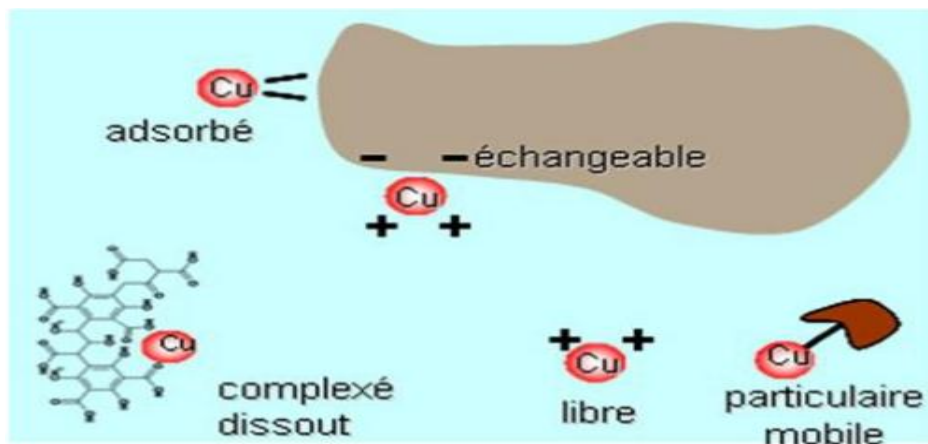


Figure 6 : Mécanismes de bioaccumulation des métaux-traces chez les organismes aquatiques [Casas et al, 2005].

La membrane plasmique est la structure primaire impliquée dans ces processus. Les métaux traces sont piégés par les organismes aquatiques par deux voies principales, à partir de l'eau (voie directe) et à partir de la nourriture (voie trophique). La pénétration des métaux traces nécessite donc le franchissement de structures biologiques spécifiques comme le revêtement extérieur et surtout l'épithélium branchial pour les contaminants présents dans l'eau, et l'ensemble du tractus digestif pour les métaux associés aux particules ou contenus dans les proies ingérées [Casas *et al*, 2005].

Toutes ces voies sont possibles pour un même métal et leur importance relative est fonction de la forme chimique sous laquelle le métal est dans le milieu. C'est la coexistence de ces mécanismes et la dynamique de la spéciation qui rend si complexe la notion de biodisponibilité. Les caractéristiques de l'interface Environnement - Organisme ont une influence importante sur la forme métallique accumulée. Cette interface est une membrane lipidique, non polaire, imprégnée de molécules qui vont intervenir dans le transport de substances polaires essentielles à travers la membrane [Ifremer environnement, 2004].

II.6. La toxicité des métaux lourds :

Les métaux sont généralement séparés en deux catégories selon leur caractère essentiel ou non pour les êtres vivants. En effet, ils peuvent s'avérer indispensables au déroulement des processus biologiques (oligo-éléments), c'est le cas du Fer (Fe), du Cuivre (Cu), du Zinc (Zn), du Nickel (Ni), du Cobalt (Co), du Vanadium (V), du Sélénium (Se), du Molybdène (Mo), du Manganèse (Mn), du Chrome (Cr), de l'Arsenic (As) et du Titane (Ti) [Casas *et al*, 2005].

Dans ce cas, leurs concentrations dans les organismes doivent répondre aux besoins métaboliques de ces derniers. Dans le cas contraire, une carence ou un excès de ces éléments essentiels peut induire des effets délétères [Casas *et al*, 2005].

D'autres ne sont pas nécessaires à la vie, et peuvent être même préjudiciables comme le Mercure (Hg), le Plomb (Pb), le Cadmium (Cd) et l'Antimoine (Sb).

Dans la présente étude deux métaux ont été étudiées en particulier : le Cadmium, le Plomb, les deux métaux (Pb et Cd) ont la propriété de transport et changent de forme chimique, ils ont une conductivité électrique élevée qui expliquent leur utilisation dans de nombreuses industries. Enfin, ils présentent une certaine toxicité pour l'homme [Casas *et al*, 2005].

II.6.1. Le Plomb :

Le Plomb est présent dans la croûte terrestre et dans tous les compartiments de la biosphère. Dans l'air, les émissions de Plomb provenant de poussières volcaniques véhiculées par le vent sont reconnues d'une importance mineure. Les rejets atmosphériques sont principalement anthropiques, ils proviennent d'abord des industries de première et deuxième fusion du plomb, et au niveau urbain ou routier, des rejets des véhicules à moteur [Pichard et Annick, 2011].

Les rejets aquatiques les plus importants proviennent de la sidérurgie.

Les teneurs dans les eaux côtières sont à peine plus élevées qu'en zone océanique à cause de l'ampleur de l'enlèvement dans les zones où les concentrations en matières en suspension sont fortes. Des eaux côtières, dont les teneurs sont inférieures à 50 ng. /L peuvent être considérées comme non contaminées [Casas et *al*, 2005].

Ces composés liquides sont extrêmement volatils et pénètrent facilement dans l'organisme par la voie respiratoire mais aussi par la peau. Comme ils sont très liposolubles, ils passent immédiatement dans le sang et, par leur capacité de bioaccumulation, ils vont, dans un premier temps, se stocker dans le foie. Pour s'en débarrasser, le foie va leur retirer, grâce à des enzymes d'oxydation, un de leurs quatre groupements alkyles. Ainsi, le plomb tétraéthyle va conduire au plomb triméthyle qui, grâce au sang, va se répartir dans tout l'organisme et se stocker préférentiellement dans le cerveau où il va entraîner des processus inflammatoires très graves qui vont aboutir à une encéphalite parfois mortelle [Gunnar et *al*, 2007].

Parmi les aliments qui peuvent être riches en Plomb, citons les champignons de Paris (500 µg/kg) et les abats comme le foie et surtout les rognons (jusqu'à 0,2 µg/kg) [Gunnar et *al*, 2007].

II.6.2. Le cadmium :

Le Cadmium a une grande résistance à la corrosion ; son point de fusion est bas ; il a une bonne conductivité de l'électricité ; ses produits dérivés ont une bonne résistance aux fortes températures ; il présente des caractéristiques chimiques proches de celles du Calcium, en particulier le rayon ionique, facilitant ainsi sa pénétration dans les organismes [Bendada et *al*, 2011].

Les activités industrielles telles que le raffinage des métaux non ferreux, la combustion du charbon et des produits pétroliers, les incinérateurs d'ordures ménagères et la métallurgie de l'acier constituent les principales sources de rejet du Cadmium dans l'atmosphère [Casas et *al*, 2005].

Dans l'eau, le Cadmium provient de l'érosion naturelle, du lessivage des sols (engrais phosphatés) ainsi que des décharges industrielles et du traitement des effluents industriels et des mines [Bendada et *al*, 2011].

Le Cadmium fait également partie des métaux lourds les plus dangereux. Même à de faibles concentrations, il tend à s'accumuler dans le cortex rénal sur de très longues périodes (50 ans) où il entraîne une perte anormale de protéines par les urines (protéinurie) et provoque des dysfonctionnements urinaires chez les personnes âgées [Casas et *al*, 2005].

II.6.3. Le Mercure

Élément non essentiel et hautement toxique pour la vie des organismes, rare dans la croûte terrestre. C'est le seul métal liquide à température ordinaire et le seul à être volatil [Ramade, 1993]. Les origines naturelles du mercure sont les éruptions volcaniques et l'érosion hydrique qui, par lessivage, entraîne dans les cours d'eau puis dans les océans une fraction du mercure contenu dans les roches superficielles [Ramade, 1978]. Certaines bactéries des sédiments benthiques ont un rôle essentiel, car elles transforment le mercure minéral en monométhylmercure. Ce dernier reste dans l'hydrosphère, où il est incorporé aux chaînes alimentaires et provoque chez l'homme divers symptômes caractéristiques de la maladie de Minamata. Les principales causes de pollution par cet élément sont les usages industriels, agricoles ainsi que la combustion du charbon et du pétrole [Ramade, 1978].

Le mercure possède trois grands domaines d'applications industrielles:

- Dans l'industrie électrique en tant que constituant de piles, de lampes, de contacteurs et de tubes fluorescents...
- Dans l'industrie chimique comme cathode liquide dans les cellules d'électrolyse du chlorure du sodium (production de soude et de chlore)
- Dans la fabrication d'instruments de mesure et de laboratoire (baromètre, thermomètre, Densimètre, pompe à vide...) [Haguenoer et *al*, 1981].

Les caractéristiques du mercure peuvent être résumées comme suit :

- Il se caractérise par une masse molaire de 80 g/mole, d'une densité de 13,534 g/cm³ et par une extrême volatilité ;
- C'est le seul métal liquide (blanc argent) à température ambiante. Il se divise par l'agitation en fines gouttelettes. C'est aussi le seul métal dont la température d'ébullition soit inférieure à 357°C ; [Haguenoer et *al*, 1981].

Le mercure se combine très facilement avec d'autres molécules, que ce soient des métaux (amalgames pour des obturations dentaires), des molécules inorganiques ou sels, dont la plupart des sels mercuriques Hg^{+} sont peu soluble dans l'eau ou des dérivés organiques liposolubles et parmi ces dérivés : les sels organo-mercuriels, les dérivés diorganiques [Haguenoer et al, 1981].

II.7. L'effet sur l'environnement

II.7.1. Contamination des sols

Le sol est un support de nombreuses activités humaines (industrialisation, urbanisation, agriculture), son rôle clef en matière d'environnement a été reconnu récemment : il intervient comme réacteur, récepteur, accumulateur et filtre des pollutions [Robert et al, 1999]. Le sol, comparativement à l'air et à l'eau, est le milieu qui reçoit les plus grandes quantités d'éléments en traces produites par les activités industrielles et constitue un lieu réceptacle des métaux lourds,

Deux principaux types de pollutions anthropiques sont responsables de l'augmentation des flux de métaux : la pollution atmosphérique (rejets urbains et industriels) et la pollution liée aux activités agricoles. Sol=système accumulateur Stock initial = fond géochimique Les conditions physico-chimiques de la majorité des sols cultivés (milieu oxydant, pH élevé, richesse en argile) sont propices à la fixation des métaux lourds dans les parties supérieures du sol liés à la fraction fine. Il y a donc un risque important d'entraînement, par ruissellement, particulièrement en cas d'orage sur un sol nu et pentu. En général, les sols argilo- limoneux fixent les métaux par adsorption ce qui n'est pas le cas pour les sols sablonneux [Kabata et al, 1992].

Le pH joue également un rôle, lors du chaulage, le pH augmente et réduit la mobilité des métaux lourds [Chapman, 1987]

II.7.2. Contamination de l'air

Les principales sources de métaux dans l'air sont des sources fixes. De nombreux éléments se trouvent à l'état de traces dans des particules atmosphériques provenant de combustions à haute température, de fusions métallurgiques, des incinérateurs municipaux, des véhicules, etc. Les effets biologiques, physiques et chimiques de ces particules sont fonction de la taille des particules, de leur concentration et de leur composition, le paramètre le plus effectif sur l'environnement étant la taille de ces particules. Dans l'air ambiant, on trouve de nombreux éléments, comme le plomb, le cadmium, le zinc, le cuivre,

etc., dont la concentration est d'autant plus élevée que les particules sont fines [Mitchelle et al, 1992].

II.7.3. Contamination de l'eau

Il est assez difficile de prévoir l'évolution des métaux dans l'environnement, car ils peuvent subir un grand nombre de transformations (oxydation, réduction, complexation, etc.), et car cette évolution dépend fortement du milieu. En effet, la migration des métaux lourds vers la nappe phréatique est fonction de nombreux paramètres: [Fishbein, 1981].

- la forme chimique initiale du métal,
- la perméabilité du sol et du sous-sol,
- la porosité du sol,
- le pH: dans un milieu acide, les métaux risquent de se solubiliser, alors que dans un milieu alcalin, ils peuvent former des hydroxydes métalliques,
- l'activité biologique: certains micro-organismes ont la capacité d'ingérer des métaux, alors que d'autres les solubilisent par acidogénèse,
- le potentiel redox du sol,
- la composition minéralogique du sol: il peut y avoir formation de composés,
- la teneur en matières organiques du sol:(complexation des métaux par les substances humiques) [Fishbein, 1981].

Les principales sources de contamination de l'eau sont les suivantes: les eaux usées domestiques et industrielles, la production agricole, les polluants atmosphériques, les anciennes décharges, l'utilisation de substances dangereuses pour l'eau, la navigation, etc. [Fishbein, 1981].

II.8. L'effet sur la santé

II.8.1. Le plomb

L'exposition à long terme à des niveaux de plomb même relativement bas ou l'exposition à court terme à des niveaux élevés peuvent affecter gravement la santé humaine. Le saturnisme est une pathologie directement et exclusivement liée à l'absorption de plomb.

Le plomb est absorbé dans le sang et déposé dans les os et les autres tissus où il est entreposé. Seule la prise de sang pour doser la concentration du plomb permet de poser un diagnostic de certitude et, suivant les niveaux, apporter le suivi médical et environnemental nécessaire.

L'exposition aiguë provoque des coliques et des encéphalites accompagnées parfois d'ataxie, de convulsions, de coma et même de décès [IBGE, 2002].

L'exposition chronique peut entraîner chez l'enfant une déficience de son développement intellectuel, des problèmes de comportement, une altération de la fonction auditive et une perturbation de la croissance. Les symptômes précoces peuvent comporter une fatigue persistante, de l'irritabilité, une perte d'appétit, de l'anémie, des maux d'estomac, un champ d'attention réduit, de l'insomnie, de la constipation et des maux de tête. Les effets à long terme chez les adultes comprennent une hausse de la pression artérielle, de l'anémie, des problèmes rénaux et éventuellement une déficience spermatique [IBGE, 2002].

On sait que, pendant la grossesse, le plomb passe de la mère au fœtus et cela d'autant plus que la contamination a lieu pendant le troisième trimestre. Par le passé, on remarquait une augmentation des avortements spontanés et des accouchements d'enfants mort-nés chez les travailleuses de l'industrie du plomb exposées à des niveaux élevés de ce métal.

Les jeunes enfants sont un groupe à risque élevé, notamment à cause de l'ingestion, déjà évoquée, de vieilles peintures. En outre, ils absorbent plus de plomb par rapport à leur poids corporel que les adultes ; ils se développent à un rythme rapide et sont donc d'autant plus sensibles aux effets nocifs du plomb. Les enfants absorbent par ailleurs une proportion de plomb supérieure en provenance des sources alimentaires (absorption pouvant atteindre 50% comparativement à environ 10% chez les adultes [IBGE, 2002].

II.8.2. Le cadmium

Le cadmium est un toxique puissant et cumulatif dont la demi-vie biologique dans le corps humain dépasse 10 ans ; il s'accumule essentiellement dans les reins, qui constituent donc l'organe cible critique, tant pour la population générale que pour la population professionnellement exposée [Lauwerys, 1990].

On constate des effets sur les reins, les os et les poumons lors d'expositions chroniques à faible dose [Buchet, 1990].

Les personnes ayant une alimentation riche en abats (particulièrement de certains gibiers) et qui fument risquent davantage d'être affectées par ce métal qui s'accumule dans l'organisme en raison de sa demi-vie très longue (10-30 ans) [Buchet, 1990].

L'hypothèse d'un lien entre une exposition élevée au cadmium et une augmentation de la tension artérielle ainsi qu'une prévalence plus grande de maladies cardio-vasculaires n'a pas été confirmée. L'exposition environnementale au cadmium peut entraîner un dysfonctionnement rénal tubulaire, mais ce risque est faible quand la quantité de cadmium

accumulée dans l'organisme est telle que l'excrétion urinaire de cadmium n'excède pas 2 µg/24 h [Staessen, 1991].

On observe une association entre des pathologies chroniques obstructives des voies respiratoires et l'exposition au cadmium par inhalation dans des conditions professionnelles, c'est à dire sur une longue durée et à fortes doses. Il semble clair que ce type d'exposition au cadmium peut contribuer au développement du cancer du poumon ; toutefois, vu l'existence de facteurs confondants, il est difficile d'interpréter les observations faites à partir de travailleurs [IARC et WHO, 1992].

II.8.3. Le mercure

Les effets du mercure sur l'adulte diffèrent, quantitativement et qualitativement, des effets observés après une exposition prénatale, et éventuellement postnatale (le mercure passe effectivement du sang de la mère à celui du bébé pendant qu'elle le porte ou l'allait). Le système nerveux central en développement est plus sensible que le système nerveux des adultes aux effets nocifs du mercure [WHO, 1992].

L'empoisonnement au mercure a plusieurs caractéristiques importantes :

- La période de latence est longue (généralement plusieurs mois) ;
- Les dommages sont presque exclusivement limités au système nerveux, spécifiquement le système nerveux central ; les fonctions les plus souvent affectées sont les fonctions sensorielles, visuelles et, auditives, ainsi que la coordination, liée à certaines zones cérébrales, essentiellement le cervelet ;
- Les zones du cerveau endommagées sont très localisées (ex. cortex visuel) ;
- Les effets sont irréversibles dans les cas sévères ; la destruction des cellules neuronales est en effet définitive, celles-ci étant incapables de régénération ;
- Les effets les plus précoces sont des symptômes subjectifs non spécifiques tels paresthésies (sensations cutanées anormales), troubles visuels, malaises divers [WHO, 1992].

Après les symptômes précoces apparaissent des signes tels qu'une diminution du champ visuel, de la surdité, de la dysarthrie et de l'ataxie. Dans les cas les plus aigus, peuvent survenir coma et décès [IBGE, 2002].

Dans des cas moins sévères, on peut assister à un certain degré de récupération fonctionnelle liée à un fonctionnement compensatoire du système nerveux central. La plainte subjective de paresthésies apparaît permanente dans certains cas, transitoire dans d'autres, sans que l'on ait pu expliquer cette différence [IBGE, 2002].

II.9 Limites des métaux lourds dans les poissons

Ces différents éléments expliquent que les autorités sanitaires suivent avec attention les concentrations en métaux lourds des poissons et établissent des limites maximales de consommation en France, ces seuils sont aujourd'hui fixés comme indiqué dans le tableau ci-dessous. (Une proposition de directive adoptée fin décembre 2000 sera toutefois prochainement présentée au conseil avec un barème plus restrictif [Gérard M, 2010].

Tableau III : Limite maximale des métaux lourds dans les poissons avant consommation (en mg/kg) [Gérard M, 2010].

	Plomb	Cadmium	Mercurure
Poissons courants	0.2	0.05	0.5
Exceptions	0.5	0.2	1

Chapitre III

Partie expérimentale

Chapitre III

Partie expérimentale

III.2. Matériel et méthodes

III.2.1. Echantillonnage :

Notre étude a porté sur 5 échantillons des poissons de mer des différentes régions :



Figure 7: Localisation géographique des différentes zones de la pêche

Le tableau IV et figure 8 suivants donnent les caractéristiques des échantillons étudiés dans notre travail et qui sont collectés de différentes zones sur la côte nord méditerranéenne (Est Algérien et le Nord-est Tunisienne).

Tableau IV : Les caractéristiques des 5 échantillons

Echantillons	Lieu de pêche	Date de pêche	longueurs	largeurs
Sardine 1	Alger	Mois de Mars	14-15 cm	2.5-3 cm
Sardine 2	Annaba	Mois de décembre	14-17 cm	3-4 cm
Sardine 3	Bejaïa	Mois de Février	10-12 cm	2-3 cm
Sardine 4	Tunis	Mois de Mars	11-13 cm	3-4.5 cm
Sardine 5	Monastir	Mois de Mars	11-14 cm	3-4 cm

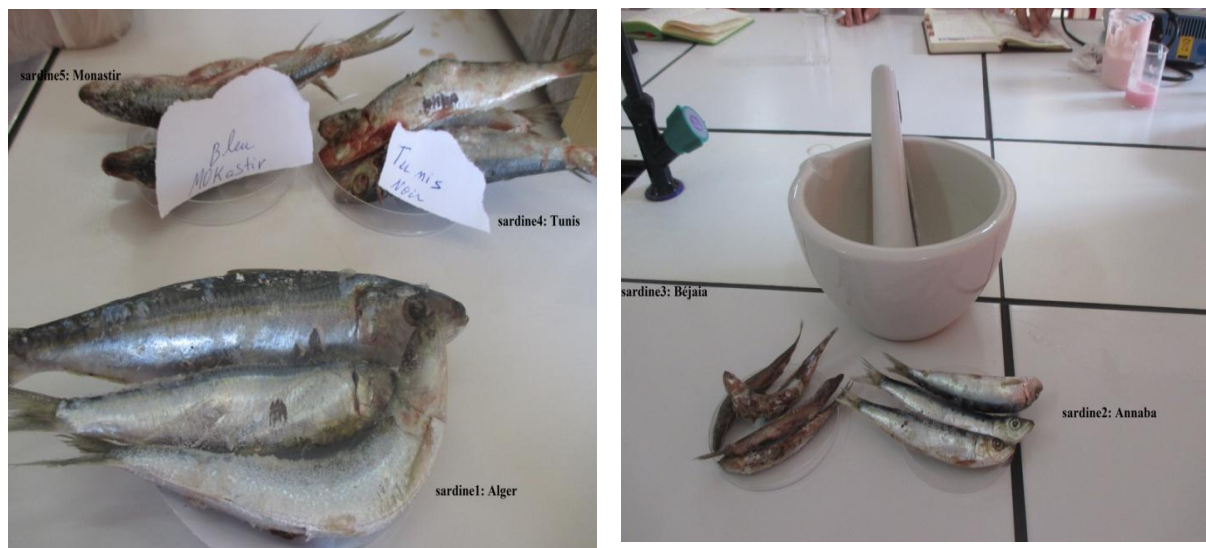


Figure 8 : photos présentent les 5 échantillons de différentes wilayas : Alger, Annaba, Bejaïa, Tunis et Monastir.

III.2.2. Méthodes d'analyse

Les analyses ont été effectuées au niveau du laboratoire(T) de la biologie et au niveau du laboratoire (10) de la chimie des matériaux (ST) d'université de Bordj- Bou-Arredj.

Les analyses ont été réalisé sur (la chair de la sardine de chaque échantillon) dont être broyé et homogénéisé à l'aide d'un mortier et un pilon et ont porté sur la détermination du Pb et Cd.

Tableau V : Méthodes analytiques utilisées

Paramètre	Méthode	Norme
Dosage des protéines	- Kjeldhal	NF V 04_407
Dosage des métaux lourds	- Spectrophotométrie d'absorption atomique	NF T 01_040
	- Spectrodirect	ISO 7887 :1994.620
	- Polarographie	NF T 90 _008

III.2.2.1. Principe de la Spectrodirect :

Le Spectrodirect est un photomètre spectral à faisceau unique. La source lumineuse est une lampe halogène au tungstène avec fonction flash. La lampe s'allume

temporairement uniquement pendant la procédure de mesure, sans nécessiter de période de préchauffage. Le Spectrodirect est prêt à effectuer son autodiagnostic dès sa mise sous tension

La lumière passe à travers une fente d'entrée jusqu'au monochromateur où elle est divisée en domaines spectraux. Le monochromateur est un réseau de diffraction transparente produit holographiquement. Le miroir mobile assure que la lumière de la longueur d'onde désirée sera focalisée automatiquement pour passer à travers la fente de sortie, dans la chambre de mesure et donc à travers l'échantillon d'eau. La lumière n'ayant pas été absorbée par l'échantillon traverse jusqu'au détecteur à photodiode au silicium. Ce signal est ensuite traité par un microprocesseur et indiqué sous forme de résultat sur l'affichage.

La chambre de mesure accepte des tubes ronds de 16 mm et 24 mm de diamètre et des cuves rectangulaires de trajet optique de 10 à 50 mm sans adaptateur

Après sa mise sous tension, le Spectrodirect effectue automatiquement un autodiagnostic commençant par un test de fonctionnement du moteur pas à pas et de la lampe halogène, suivi par un test de l'optique. Pour cela, l'appareil possède un filtre de verre didyme intégré. Ce filtre vérifie le réglage correct de la longueur d'onde. Si les longueurs d'onde sont incorrectes, le système optique est automatiquement ajusté pendant l'autodiagnostic. Enfin, les fonctions mémoires sont testées.

III.2.2.2. Détermination du plomb et cadmium

a) Principe

Les échantillons sont semis à l'hydrolyse acide par H_2SO_4 , les métaux libre sont ensuite extraits par une solution HCl 5M.

b) Appareillage

- Spectrodirect de type Lovibond (330-900nm) (figure 9)
- Balance de précision
- Four à moufles .la gamme de température est compris entre 70°C à 3000°C.
- Une étuve
- Equipement de sécurité
- **Verrerie de laboratoires**
 - Creusets en porcelaine
 - Fiole jaugée de 10 ml polypropylène

- Pipette en verre graduées de 10ml
- Erlenmeyere

Remarque : avant l'analyse les verreries doit subir le traitement suivant

- Lavage à l'eau courante
- Rinçage a l'eau distillée
- Trempage dans un bain d'acide nitrique pendant une nuit
- Rinçage a l'eau bi distillée



Figure 9: Spectrodirect de type Lovibond (photo personnelle)

c) Les réactifs

Note : Tous les ajouts de réactifs doivent se faire sous la hotte car il peut y avoir formation de vapeur toxique

➤ Solution pour la digestion (minéralisation)

- Acide sulfurique H_2SO_4 95-97%

➤ protocole d'analyse :

- Peser 10 g de produit (chair de poisson homogénéisé) dans un creuset.
- Ajouter 5ml d' H_2SO_4 et procèdes à l'évaporation à sec en étuve à $70^\circ C$. Ce dernier est placé sous une hotte ventilé pendant 6 heures jusqu'à apparition des cendre noire
- Les échantillons sont ensuite minéralisé par voie sèche (dans un four à moufle) à température $200^\circ C$ pendant 2 heures puis à $400^\circ C$ pendant une heure, ensuit on élever la température à $800^\circ C$ pondant 16heurs jusqu'à apparition des cendre blanche
- Récupère les cendres blanche par l'ajout de 5ml d' HCl (5M) et diluées dans une fiole jaugée à 10ml

- Transvaser le contenu des creusets dans des fioles de 10ml, compléter au trait de jauge avec l'eau bi distillé.
- L'échantillon est ainsi prêt pour l'analyse.

III.3. Résultats et discussions :

III.3.1. Les teneurs des différents métaux lourds dans les différents échantillons (en $\mu\text{g}/\text{kg}$) :

III.3.1.1 Cadmium :

Les résultats d'analyse du cadmium obtenus pour les différents échantillons montrent une contamination importante dans toutes les régions testé, la plus important valeur et obtenu dans les sardines collectées dans la zone de Bejaia d'où on a trouvé une dose de 349 ppb.

Tableau VI : Les teneurs en Cd des différentes espèces.

Espèces	Concentration ppb
Sardine d'Alger	307
Sardine de Bejaia	349
Sardine d'Annaba	278
Sardine de Tunis	302
Sardine de Monastir	281

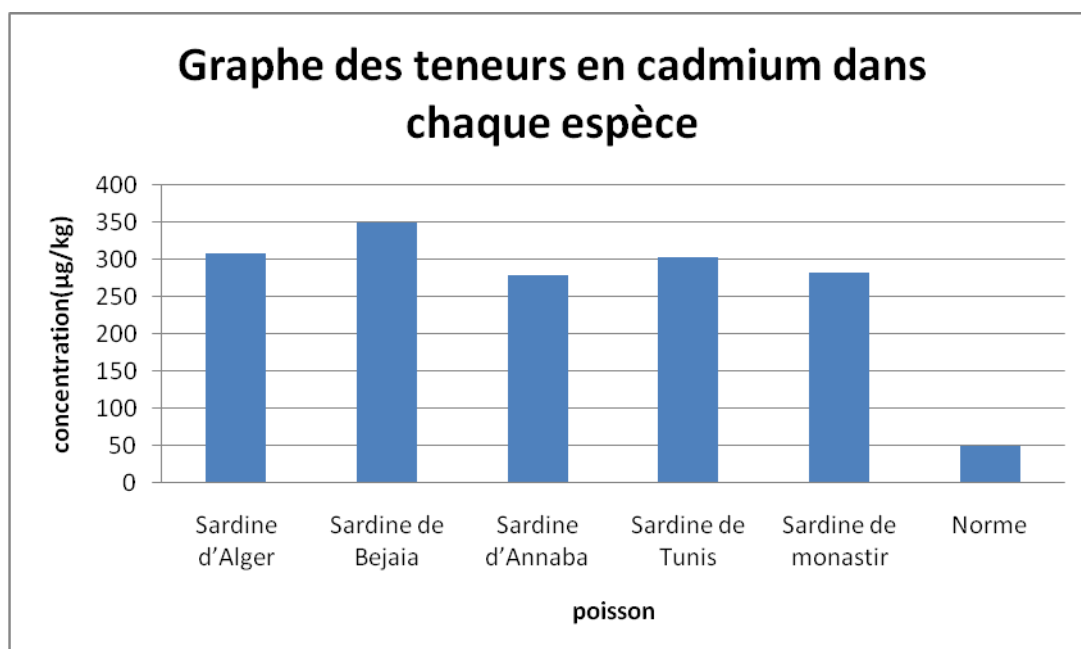


Figure 10: les teneurs en cadmium de différentes espèces

III.3.1.2. Plomb :

Les résultats obtenus illustré sur le tableau VII et la figure 11 montrent une contamination plus importante par le plomb de différentes espèces de la plupart des régions sauf la région de Bejaïa conforme à la norme, inférieure à 200 ppb.

Tableau VII: Les teneurs en Pb des différentes espèces.

Espèces	Concentration ppb
Sardine d'Alger	274
Sardine de Bejaia	178
Sardine d'Annaba	387
Sardine de Tunis	303
Sardine de Monastir	290

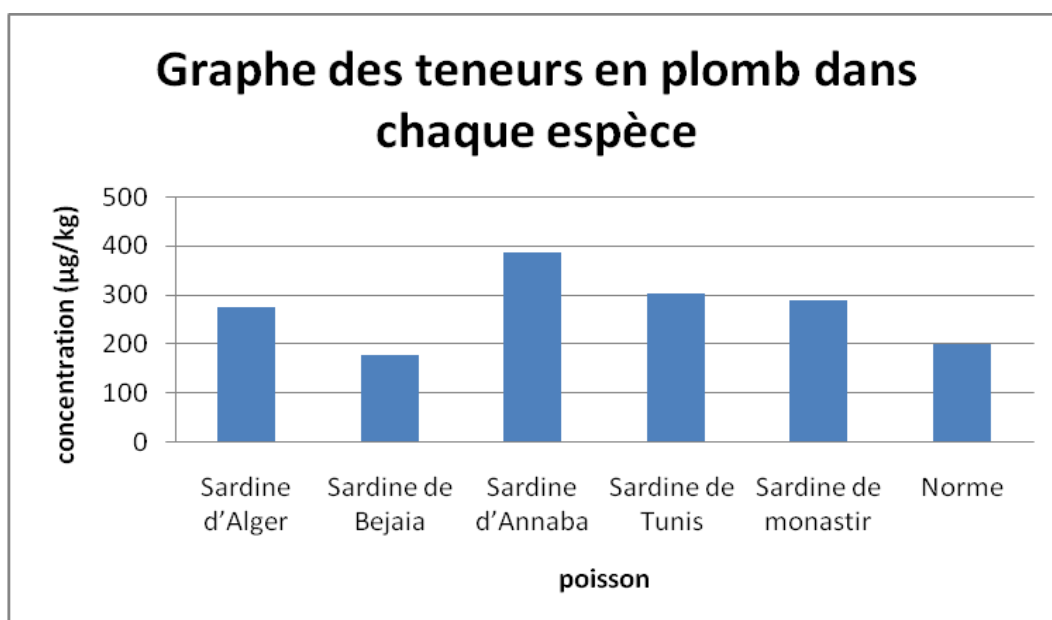


Figure 11 : les teneurs en plomb de différentes espèces

III.3.2. Les teneurs des différents métaux lourds dans les différentes espèces (en $\mu\text{g}/\text{kg}$) selon la zone de la pêche :

III.3.2.1 Cadmium et plomb :

Les résultats obtenus sont récapitulés dans la figure 12, la figure 13 et le tableau VIII qui montrent que les niveaux de contamination par Cd et le Pb sont supérieurs aux limites internationales dans la chair du poisson ($50\mu\text{g}/\text{kg}$ pour le Cd et $200\mu\text{g}/\text{kg}$ pour le Pb) dans la plupart des régions de pêche étudiées, la concentration du Cd la plus élevée est obtenue dans la zone de Bejaia, par contre la valeur maximale de Pb est obtenue dans la zone d'Annaba.

Tableau VIII: les teneurs en Cd et Pb différentes espèces selon la zone de la pêche :

Poisson de :	Concentration du Cd (ppb)	Concentration du Pb (ppb)
Alger	307	274
Bejaia	349	178
Annaba	278	387
Tunis	302	303
Monastir	281	290

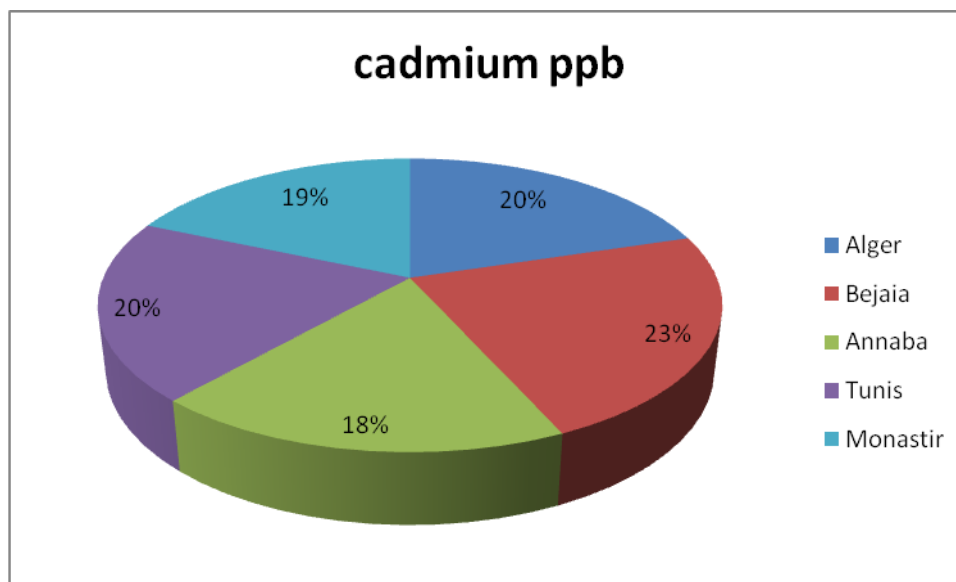


Figure 12: Les teneurs en cadmium dans les différentes espèces (en $\mu\text{g}/\text{kg}$) selon la zone de la pêche.

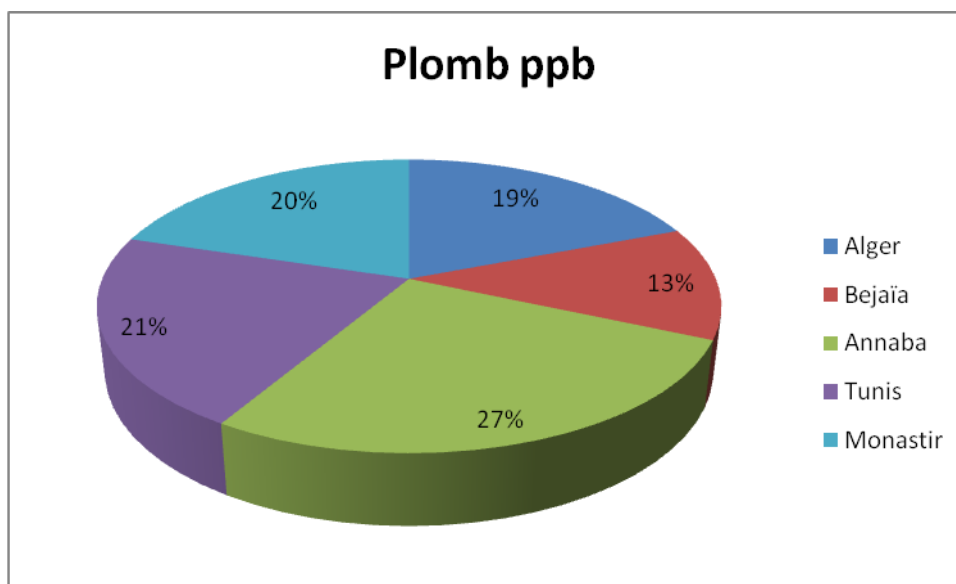


Figure 13 : Les teneurs en plomb dans les différentes espèces (en $\mu\text{g}/\text{kg}$) selon la zone de la pêche.

III.4. Discussion générale :

Les résultats obtenus montrent une contamination apparente du poisson par le Pb et Cd au niveau des 5 localités étudiées. Cette contamination semble surprenante, en effet ; le poisson ayant une durée de vie courte et pourtant peu sujet à ce genre de contamination environnementale qui s'accumule tout au long de vie des poissons. L'origine de cette contamination pourrait être l'aliment ou l'eau.

Les concentrations de plomb et du cadmium au niveau des zones de la pêche dépassent les normes puisque les textes réglementaires régis par l'OMS (1990), le JECFA (2003) et le JOCE (2001) ne rapportent des seuils de la contamination des poissons par le plomb ($200\mu\text{g}/\text{kg}$) et par le cadmium ($50\mu\text{g}/\text{kg}$) alors que nos résultats dépassent les $200\mu\text{g}/\text{kg}$ pour le plomb dans les 4 localités (Alger, Annaba, Tunis, Monastir) et les $100\mu\text{g}/\text{kg}$ pour le cadmium dans les 5 localités étudiées.

Les résultats d'analyse des échantillons effectuée reflètent l'augmentation et l'étendue de la contamination au fil du temps et que la côte méditerranéenne est polluée par les rejets industriels et chimiques des pays limitrophes.

On a essayé avec plusieurs méthodes pour confirmer ces résultats tels que le SAA et la polarographie mais aucun résultat n'a été obtenu puisqu'on a travaillé à l'ordre ppb.

III.5. Les teneurs en protéines dans les poissons frais :

En musculation comme dans tous autres sports, l'alimentation est essentielle. En ce sens, les protéines ont un rôle très important au niveau du contrôle des fonctions vitales de l'organisme ainsi que dans la constitution de la structure des cellules. C'est pour cela qu'il est important de bien s'alimenter afin de respecter les besoins nécessaires journaliers en protéines

Consommer du poisson est très intéressant pour l'organisme et en musculation. En effet, en moyenne il apporte 20 grammes de protéines pour 100 grammes de poisson.

Pour confirmer la richesse des poissons en protéine on a fait un dosage de protéine par la méthode de kjeldhal et on a obtenu les résultats suivants : (Tableau IX)

Le % de protéines dans l'échantillon est obtenu en multipliant le % d'azote par un facteur F dépend du type d'aliment analysé d'après les relations suivantes :

$$\text{Azote Totale} = N \times 1.4 / V$$

$$\text{Protéines totaux} : \text{Azote} \times F$$

N : le nombre de mole en ml d'acide sulfurique correspondant la chute de la burette

V : le volume en ml de l'échantillon 1ml.

F : le facteur 6,25 dans le cas des aliments pour animaux.

On obtient les résultats suivant :

Tableau IX: calcul de protéines totales dans une chair de poisson frais

Volume d'acide sulfurique (Essai)-(Essai à blanc) pour chaque essai (ml)	Azote Totale	Protéine Totale
Essai à blanc =0.8	1.12	7
Essai 1 =18.15	17.35	151.81
Essai 2 = 18.6	17.8	155.75
Essai 3 = 19.4	18.6	162.75
Moyenne	17.91	156.77

➤ **Calcul de pourcentage de la protéine :**

$$x = \frac{156,77 \times 100}{1000} = 15,67\%$$

Selon les normes AFNOR, les poissons apportent 20 g de protéines pour 100g (20%), alors que nos résultats égalent à 15.67% conformes à la norme donc les poissons sont riches en protéines.

III.6. Interprétation de la fiche de sondage :

Pour la consommation des poissons un sondage a été fait pour un nombre restreint de consommateurs (faculté de biologie université de Bordj-Bou-Argeridj) afin d'avoir une idée sur la vision que préconisent les consommateurs à ce produit et les mesures nécessaires à prendre pour préserver et garantir la qualité de ce précieux produit sachant que ces aliments sont exposés d'un moment à l'autre à une contamination (contamination par métaux lourds).

Les résultats obtenus montrent que la majorité des personnes consultées sont des consommateurs des poissons avec un pourcentage de **83.66%** par contre **16.34%** ne consomment pas les poissons pour des raisons différentes telles que l'habitude alimentaire avec **9.90%** et **2.92%** par manque de confiance dans la qualité du produit.

Concernant le type de favoris les poissons les plus consommés sont les sardines avec **74.25%** et **25.75%** pour les thons.

D'après l'analyse des résultats du sondage il s'est avéré que **57.42%** de la consommation est limitée dans le temps (maximum deux fois par mois) relative à la qualité du produit et son prix élevés.

Selon les résultats aussi, la plupart des consommateurs ignorent les substances nocives (comme les métaux lourds) que contiennent les poissons soit un pourcentage de **54.45%** par contre **45.55%** ont une idée étroite sur les dangers que présentent ces substances.

Enfin, **70.79%** des personnes optent de prendre des mesures de prévention avec réduction de consommation et choix du produit de meilleure qualité par contre **29.21%** préfèrent consommer les poissons malgré les risques.

Conclusion

Et perspectives

Conclusion et perspectives

Cette étude a permis à l'évaluation de la contamination du poisson par le plomb et le cadmium dans la côte méditerranéenne en employant la technique de la SpectroDirecte.

Notre intérêt pour les métaux lourds n'était pas fortuit dans la mesure où ces métaux en fait l'objet depuis quelques années de recherches en vue de préciser les effets néfastes à long terme sur la santé des consommateurs. En effet, connaître les mécanismes d'exposition à ces métaux contribuerait à l'évaluation du danger pour l'homme, ce qui est considéré comme un indicateur de sécurité. La règle de base est d'avoir une alimentation variée. Certaines situations appellent cependant à une vigilance et les études désormais être orientées vers des groupes cibles ou des zones à risques.

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 après l'analyse de nos échantillons, nous permettent de conclure que : Les poissons étudiés de la côte méditerranéenne sont contaminés par le cadmium (Cd) et le plomb (Pb) avec des concentrations moyennes de **303**µg/kg et **286**µg/kg. Les concentrations de plomb et du cadmium au niveau des zones de la pêche dépassent les 200µg/kg pour le plomb dans les 4 localités [Alger (**274**µg/kg), Annaba (**387**µg/kg), Tunis (**303**µg/kg), Monastir (**290**µg/kg)] et les 100µg/kg pour le cadmium dans les 5 localités étudiées [Alger (**307**µg/kg), Bejaïa (**349**µg/kg), Annaba (**278**µg/kg), Tunis (**302**µg/kg), Monastir (**281**µg/kg)].

Ces concentrations sont largement supérieures aux normes qualitatives **50** µg/kg pour le Cd et **200**µg/kg pour le Pb d'après (JOCE et JECFA FAO/OMS).

La teneur suscitée en métaux lourds montre clairement que la consommation quotidienne des poissons de la côte méditerranéenne expose délicatement les **83.66%** des consommateurs à des risques sanitaires malgré sa richesse en protéine (**15.67%**). L'accumulation de ces métaux dans l'organisme engendre des effets néfastes.

Nous avons prévu une analyse pour le mercure (Hg) dans cette denrée alimentaire, rien n'a été réalisé pour des raisons purement techniques. Mais il est indispensable de réaliser l'analyse de ce métal.

Il est nécessaire de confirmer ces résultats en utilisant d'autres techniques de référence conformes aux normes en vigueur avec un nombre d'échantillons plus élevé sur les différentes saisons de l'année.

Chapitre I
Poissons et produits
de pêche

Référence Bibliographiques :

1. Ababouch L.H., 1995 : *Assurance de la qualité en industrie halieutique. Manuel Scientifique et Technique*. Actes Edition, Inst. Agro. Vet. Hassan II, Rabat, Maroc.
2. AEE, 1999 : le milieu marin et littoral Méditerranéen état et pression et la pathonassion et G P Gabrieli dés sous la direction agence européenne pour l'environnement, Environnementale assessment séries N0 05, PP 137.
3. AEE, 2002 : Europe biodiversité –biogeographical régions et seas (la biodiversité en Europe-régions et mers biogéographiques, rapport sur des problèmes environnementaux publié par l'AEE (agence européenne pour l'environnement) Copenhague 2002.
4. Aschieri A ; 1999 : La France toxique. Santé – environnement, les risques cachés.
5. Belabed Bourhane., 2010 : *La pollution par les métaux lourds dans la région d'Annaba « Sources de contamination des écosystèmes aquatiques*. thèse de doctorat : Université Badji Mokhtar-Annaba-Faculté des sciences.
6. Bendada Khiereddine., 2011 : *Optimisation des conditions de dosage par spectroscopie d'absorption atomique (SAAF et SAAET) : Application à la détermination de la pollution et de la bioaccumulation des métaux lourds*. Mémoire de master : université des sciences et de la technologie Houari Boumediene (U.S.T.H.B).
7. Bensahla Talet ; 2001 : Contamination du rouget de vase (*Mullusbarbatus*L, 1758) par quatre métaux lourds (Cd,Pb,Cu et Zn) pêché dans la baie d'Arzew, Mémoire de magister, Université d'Oran,105P.
8. Binet D., 1988 : Rôle possible d'une intensification des alizés sur les changements de répartition des sardines et sardinelles le long de la côte ouest africaine. *Aquat. Living Resour.*, 1,115-132p
9. Bodin., 2005 : *Contamination des crustacés décapodes par les composés organohalogénés : Etude détaillée de la bioaccumulation des PCB chez l'araignée de mer Maja Brachudactyla*. Thèse de doctorat : Océanologie Biologique, 309p
10. Bousquet J.C, 2003 : Avis du conseil économique et social régional sur " les risques de pollution par hydrocarbure en méditerranée" séance plénière du 1 er décembre 2003.
11. Buchet JP., 1990: Renal effects of cadmium body burden of the general population, *The Lancet*, 336: 699-702p.
12. Casas et Stellio., 2005 : *Modélisation de la bioaccumulation de métaux traces (Hg, Cd, Pb, Cu et Zn) chez la moule, mytilus galloprovincialis, en milieu méditerranéen*. Thèse de doctorat : Océanologie biologique, Environnement marin.314p.
13. Chapman G., 1978: Toxicological considerations of heavy metals in the aquatic environment, in toxic materials in the aquatic environment. Orgon State University, WRI, Corvallis, OR.

14. Chavance P, Ba L et Krivospitchenko S., 1991 : Les ressources pélagiques. In Chavance et Girardin. L'Environnement, les Ressources et les Pêcheries de la ZEE mauritanienne. Bull. Centr. Rech. Océanogr et des Pêches, Nouadhibou, 23: 28-72p.
15. 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 oceanorg.,45(7):1525-1536.
16. C.N.R.S., 2005 : (centre nationale de la recherche scientifique) « Principaux rejets industriels»
17. DONNIERS, 2007 :« Pollution chimique en Méditerranée » CERBOM. (INSERM). Nice.
18. FAO, FIAT et PANIS., 2014 : la situation mondiale des pêches et de l'aquaculture. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome.
19. Fishbein L., 1981: Sources, transports and alterations of metal compounds: an overview. L.arsenic, beryllium, cadmium, chromium and nickel.
20. Gérard M ; 2010 : Les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé, rapport d'office parlementation d'évaluation des choix scientifiques et technologique.
21. Gunnar A, Nodberg F et Bruce A, Friberg L., 2007: *Handbook on the toxicology of metals*. 3eme edition. Academic Press, 25 juin 2007. 1024 p. ISBN: 978-0123694133.
22. Haguenoer J.M et Furon D ; 1981 : Toxicologie et hygiène industrielle, Tome I : les dérivés minéraux, Tec et Doc, p253-284.
23. IBGE., 2002 : Les données de l'IBGE : "Interface Santé et Environnement".
24. IFREMER ENVIRONNEMENT., 2004 : *Compte rendu du Séminaire : Les Journées contamination décontamination des mollusques bivalves*. Nantes, du 26 au 27 Mai 2004, 18p.
25. International Agency for Research on Cancer (IARC, WHO)., 1992: *Cadmium in the environmental health: toxicity and carcinogenecity*, IARC Scientific Publications n°118, Lyon.
26. Kabata-Pendias A, Pendias H., 1992 : Trace elements in soils and plants. London (UK) CRC Press, 2nd Ed.
27. Keith P et Allardi J., 2001: Atlas des poisons d'eau douce de France. Muséum national d'histoire naturelle.387p.
28. Lauwerys R., 1990: Health effects of environmental exposure to cadmium, Environ. Health Perspect, 87: 283-289p.
29. Marshall E., 1991 : Rapport du groupe de réflexion sur les campagnes acoustiques d'études des stocks de la sous région Maroc-Mauritanie- Sénégal. Analyses des résultats et perspectives de recherches. Edition de l'ORSTOM, Collection Colloques et Séminaires Paris, 64 p.
30. Mersaud O., 2005 : La méditerranée malade de la pollution, Revue de presse du 18 avril .El watan.
31. Mitchell DJ, Wild SR e Jones KC., 1992: Arrested municipal solid waste incinerator fly ash as a source of heavy metals to the UK environnement.
32. MPRH., 2014 : données statistiques de SDSEP/MPRH.

33. MPRH., 2014 : Secteur de la pêche et de l'aquaculture – Bilan (2012-2014) Prospective 2030 & Projet « PLAN AQUAPECHE 2020) ; avril 2014-Alger.
34. ONS., 2014 : Indice des prix à la consommation mois de mai 2014 la ville d'Alger ; juin 2014-Alger, N°222
35. Pichard et Annick., 2003 : *Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques, plomb et ses dérivés*. INERIS.03 avril 2003.
36. 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.
37. Ramade F., 1978 : *Éléments d'écologie appliquée*. 2ème édition, Mc Graw Hill, Paris. 451p.
38. Ramade F., 1993 : *Dictionnaire encyclopédique des éléments de l'écologie des sciences de l'environnement*. Ed. Science internationale.822p.
39. Robert N, Juste C., 1999 : Enjeux environnementaux et industriels- Dynamiques des éléments traces dans l'écosystème sol. In : spéciation des métaux dans le sol, les cahiers du club Crin, Paris, p 15-37.
40. REILLY W.K., 1991 : Notre monde notre environnement : l'économie et l'écologie du diapason.Revue « Dialogue »,93(3) : PP.19-24
41. Staessen J., 1991: Blood pressure, the prevalence of cardiovascular diseases and exposure to cadmium: a population study, *Am. J. Epid.* , 134 (3), 257-267p.
42. STRAT-E-SAID., 2013 : Aquaculture rôle dans la contribution à la sécurité alimentaire.
43. UNEP, 2001 : Programme des nations unies pour l'environnement.
44. WHO; 1992: International Programme on Chemical Safety, Environmental Criteria 101: Methyl mercury.

Annexe 1

➤ **Fiche de sondage :**

Université de Mohamed Elbachir ElIbrahimi de Bordj Bou Arreridj

Faculté des Sciences de la nature et de la vie et de la terre et l'univers

Département : Science Biologique

Thèse posée pour l'obtention de Master en Science Biologique

Spécialité : Analyse et contrôle de qualité des denrées alimentaires

Questionnaire de la recherche sur le sujet:

**Evaluation de la contamination des sardines par les métaux lourds
(Mercure, Plomb et Cadmium)**

Réaliser par les étudiantes :

Sous la supervision du:

Benhamimid Halima

Pr. A. Benouadah

Ghouila Narimene

Dr.R. Ayeche

Harzallah Hassina

- **Etude sur terrain adressé aux consommateurs dans l'université de Bordj Bou Arreridj sur la consommation des produits de pêches.**
- **Je tiens à votre excellence ce formulaire contenant des données pour l'étude scientifique concernant thèse de Master, Je vous prie de remplir ce formulaire avec soin, de manière objective et avec toute l'attention. Et vous informez que vos réponses ne seront pas utilisées uniquement à des fins de recherche scientifique, et des informations fournies par vous recevrez toute confidentialité et de conservation.**

➤ **Remarque: Mettez (x) dans la case appropriée.**

Je vous prie de lire ses questions avec soin et choisir la réponse appropriée

Merci pour votre coopération

2015/2016

Premièrement : Données générales

- 1- Sexe: Homme Femme
- 2- Age : [20-30[[30-40[[40-50[
- 3- Situation de famille: Célibataire Marié
Divorcé Veuf

• Niveau de l'enseignement:

- ✓ Sans niveau
- ✓ Primaire.....
- ✓ Moyenne.....
- ✓ Secondaire.....
- ✓ Universitaire.....

• Classement :

- ✓ Etudiant.....
- ✓ Employeur.....
- ✓ enseignant
-

Deuxièmement : Questionnaire sur la consommation des produits de pêche**(La sardine) au niveau de la wilaya de BBA****1. Aimez-vous de manger du poisson ?**

- Oui.....
- Non.....

❖ Si Non Y a-t-il une ou plusieurs raisons pour les quelles vous ne mangez pas plus souvent de ces produits?

- Ne sais pas cuisiner (apprêter) le poisson
- Manque de fraîcheur.....
- Manque de qualité.....
- Manque de confiance dans le produit.....

- Habitudes alimentaires.....
- Trop cher.....
- Non-disponibilité du produit

2. Quel est votre type de favori ?

- Sardine.....
- Thon.....
- Merlan.....
- Dorade Royale.....
- Saumon.....
- Crevette.....
- Autres.....

3. Moyennement, Combien de la fois mangez-vous les sardines ?

- Chaque jour.....
- une a deux fois par semaine.....
- Une a deux fois par mois
- Au hasard.....
- Autre.....

4. Comment voyez-vous la qualité de sardines, généralement en Algérie ?

- Bon
- Très Bon.....

• **Moyen**.....

• **mal**.....

Très mal.....

• **pas mal**.....

5. Comment voyez-vous le prix de sardine, généralement en Algérie ?

• **Bon**

• **Très bon**.....

• **Moyen**

• **Mal**

• **Pas mal**.....

• **Très mal**.....

6. Habituellement, vous achetez votre sardine ?

• **Chez la pêcheur**.....

• **En Grande surface**

• **Directement au producteur**.....

• **Au détail**.....

• **Au marcher**

• **En caissettes**.....

• **Autre**.....

7. Une fois la sardine achetée quelle est votre pratique alimentaire ?

- Je la consomme le jour même.....
- Je la congèle pour la consommer ultérieurement.....
- Je la stocke au frigo pour la consommer les jours qui suivent.....

8. Lorsque vous achetez un poisson ou, pensez-vous avoir d'information sur la manière de le conserver?

- Suffisamment
- Insuffisamment.....
- Peu
- Assez.....

9. les produits de pêches contient des substances nocive comme les métaux lourds peuvent nuire à la santé humaine, saviez-vous ?

- Oui.....
- Non.....

10. Si vous savez que les produits de pêches contient des substances nocive comme les métaux lourds peuvent nuire à la santé humaine pensez-vous prendre des mesures ?

- Oui.....
- Non.....

➤ Si oui

- j'arrête de consommer de la sardine.....
- je vais baisser ma consommation de sardine (ou produits de pêches) pour moi-même.....
- je vais baisser ma consommation de sardine (ou produits de pêches) pour ma famille.....
- je vais tenter de baisser ma consommation de sardine (ou produits de pêches) pour moi-même.....
- je vais acheter plus de produits de meilleure qualité (au même endroit).....

- Autre.....

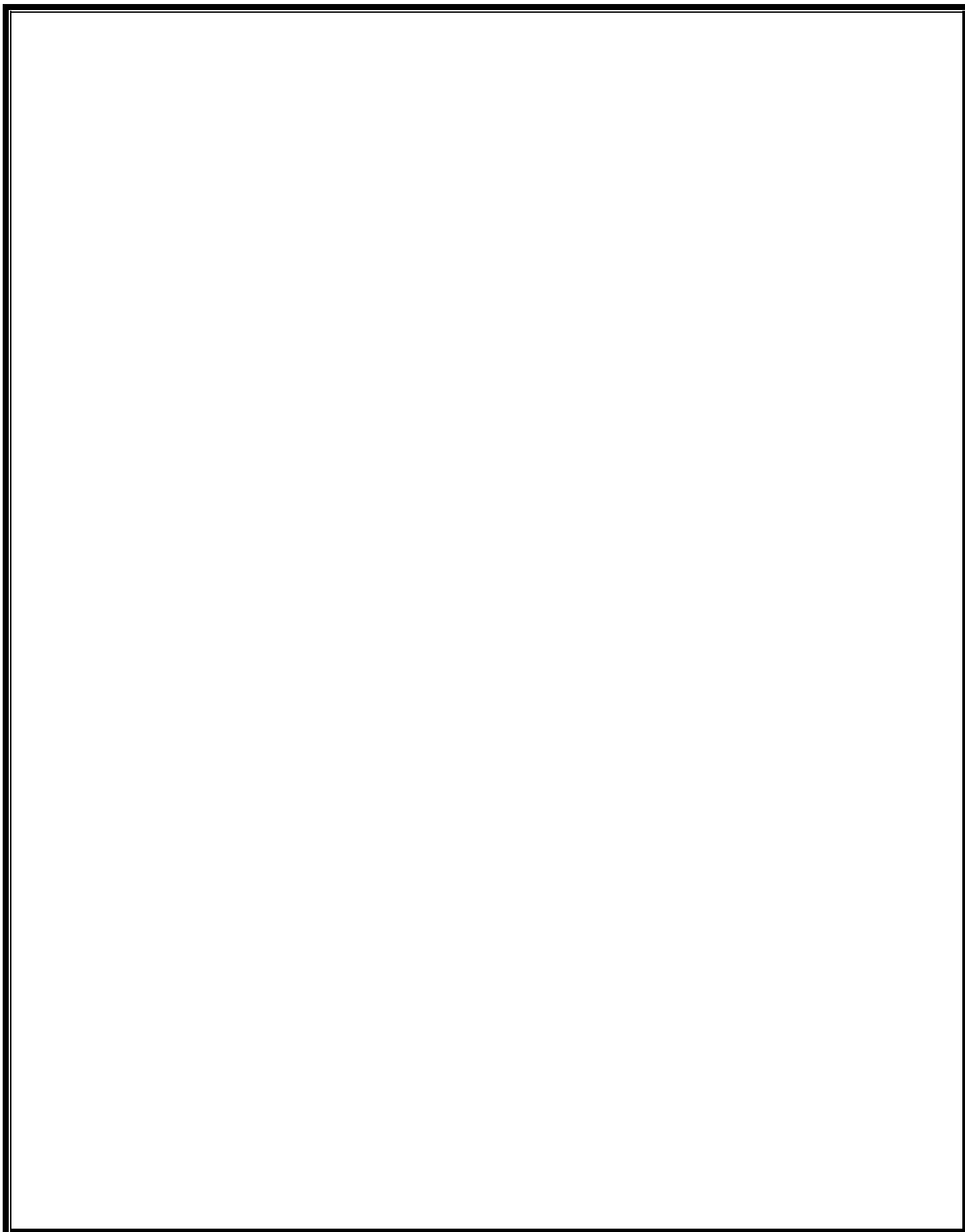
➤ Si Non

- Est-ce que tu la consomme quand même ?
- oui
- non.....

11. Quelle est votre opinion sur ce sujet et la mesure de son importance dans la vie du consommateur ?

.....
.....

Merci d'avoir pris le temps de répondre à ce questionnaire



Résumé

Les poissons sont riches en acides gras polyinsaturés oméga-3, dont les effets bénéfiques sur la santé sont largement reconnus. Récemment, la confiance du public a été érodée par un rapport soulignant les risques associés à une exposition aux contaminants environnementaux, tels que **les métaux lourds**, dont on sait qu'ils s'**accumulent** dans les poissons.

Le but de ce travail est d'évaluer la **contamination** par les métaux lourds des poissons de la **côte méditerranéenne**, 5 échantillons ont été obtenues aux 5 willayas (Alger, Annaba, Bejaïa, Tunis, Monastir). Le Cd et le Pb ont été dosés dans la chair de ces poissons au spectrophotomètre. Les résultats obtenus après analyse de nos échantillons, nous permettent de conclure que : les poissons de la côte méditerranéenne sont contaminés par le cadmium (Cd) et le plomb (Pb) parce que les concentrations des métaux lourds dans les poissons analysés sont supérieurs aux normes existantes (JOCE et JECFA FAO/OMS).

Mots clés : poissons, métaux lourds, accumulent, contamination, côte méditerranéenne.

Abstract

Fish are rich in omega-3 polyunsaturated fatty acids; the beneficial health effects are widely recognized. Recently, public confidence has been eroded by a report highlighting the risks associated with exposure to environmental contaminants such as **heavy metals**, which are known to **accumulate** in fish.

The aim of this study was to evaluate the **contamination** by heavy metals in fish from the **Mediterranean coast**, 5 samples were obtained in 5 states (Algiers, Annaba, Bejaia, Tunis, Monastir). Cd and Pb were measured in the flesh of the fish in a spectrophotometer. The results obtained after analysis of our samples, we conclude that: the fish of the Mediterranean coast are contaminated by cadmium (Cd) and lead (Pb) because the concentrations of heavy metals in fish analyzed are superior to standards existing (OJ JECFA and FAO / WHO).

Keywords: Fish, heavy metals, accumulate, pollution, Mediterranean Coast

ملخص

الأسمك غنية بالأحماض الدهنية أوميغا 3 الغير مشبعة, حيث يتم التعرف على آثارها المفيدة على الصحة على نطاق واسع . في الآونة الأخيرة، قد ضعفت ثقة الشعب من خلال تقرير تسليط الضوء على المخاطر المرتبطة بالتعرض للملوثات البيئية مثل المعادن الثقيلة، المعروفة بالتراكم في الأسماك.

وكان الهدف من هذه الدراسة تقييم التلوث بالمعادن الثقيلة في أسماك ساحل البحر الأبيض المتوسط، وقد تم الحصول على 5 عينات من 5 ولايات (الجزائر، عنابة، بجاية، تونس، المنستير). تم قياس الكاديوم والرصاص في لحم السمك بجهاز طيفي. النتائج التي تم الحصول عليها بعد تحليل عينات لدينا، تمكننا من الاستنتاج أن أسماك ساحل البحر الأبيض المتوسط ملوثة بالكاديوم (Cd) والرصاص (Pb) لان تركيزات المعادن الثقيلة في الأسماك التي تم تحليلها تعلق المعايير الموجودة في (الجريدة الرسمية ولجنة الخبراء منظمة الأغذية والزراعة /منظمة الصحة العالمية).

الكلمات المفتاحية : الأسماك، المعادن الثقيلة، تترام، التلوث، ساحل البحر المتوسط