

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Ibn Khaldoun–Tiaret

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Toxicologie et sécurité alimentaire

Présenté par :

BELBACHIR Hadjer

BENAHMED Nacira

**Etude de la qualité des poissons
consommables commercialisés dans la ville
de TIARET**

Soutenu publiquement le 01 Octobre 2020

Jury :

- | | Grade |
|--|--------------|
| • Président : Mr. NIAR Abdellatif | professeur |
| • Encadreur : Mlle. SOUDANI Leila | MCB |
| • Co-encadreur : Mr. MAAMAR Benchohra | MCA |
| • Examineur : Mm. KHADEM Hafida | MAA |

Année universitaire : 2019 -2020

Remerciements



C'est avec un réel plaisir que nous réservent ces lignes en signe de gratitude et de profonde reconnaissance à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation et à l'aboutissement de ce travail. et toutes les personnes qui sont présent autour de nous à ce moment.

Avant toute chose, nous remercions ALLAH, le tout puissant, pour nous avoir donné la force et la volonté afin d'arriver à la finalité de ce modeste travail.

Nous exprimons d'abord nos profonds remerciements et notre vive reconnaissance à Mme SOUDANI Leila, Maître de conférences à la faculté des sciences de la nature et de la vie Université d'Ibn khaldoun Tiaret pour avoir encadré et dirigé ce travail avec une grande rigueur scientifique, sa disponibilité, ses conseils et la confiance.

Nous remerciments s'adresse aussi à Dr. YEZLI Wassime chef de spécialité de toxicologie et sécurité alimentaire pour tous qu'elle donne pour cette spécialité.

Un grand merci à Mr NIAR Abdellatif, qui nous a fait l'honneur de présider notre jury, qu'elle trouve l'expression de notre profond respect.

Nous remerciments s'adresse aussi à Mm KHADEM Hafida, d'avoir accepté d'examiner notre travail.

Nous voudrions aussi remercier l'ensemble de personnel des laboratoires pour leurs encouragements durant notre expérimentation.

Enfin, pour leur soutien sans faille et permanent, nous remercions de tout cœur nos parents, nos frères et sœurs et nos amies.

Dédicace



Je dédie ce modeste travail :

A celle qui a bercée mes nuits qui n'a vécu que pour me voir un jour réussir celle qui m'a donné tout son amour pour terminer mes études à ma très chère mère « Fatiha ».

A mon cher père « Ahmed », qui a épuisé sa vie et jeunesse et qui n'a jamais su dire non.

A mes chères sœurs particulièrement Rachida, Samira, khaldia, Habiba, et Ikram.

A mes nièces et mes neveux.

A toute la famille : BENAHMED et BELHOUCINE.

A ma sœur et binôme Hadjer ainsi que toute sa famille.

A mes chères ami(e)s : Sarah, Wafaa, Hafsa, Hadjira, Chahra, Mokhtaria, Djilali, Youcef et surtout à AB.Essedik qui m'a soutenu tout au long de la réalisation de ce travail, je lui dois un merci pudique.

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

Ce travail est également dédié à mes collègues d'études et toute la promotion de 2^{ème} année

Master Toxicologie et Sécurité alimentaire.

Nacira

Dédicace



Je dédie ce modeste travail :

A celle qui a bercée mes nuits qui n'a vécu que pour me voir un jour réussir celle qui m'a donné tout son amour pour terminer mes études à ma très chère mère « Fatiha ».

A mon cher père « Ali », qui a épuisé sa vie et jeunesse et qui n'a jamais su dire non.

A celui qui m'a donné le courage mon mari « Abdellah ».

A ma belle grande mère et ma grande mère.

A mon beau père Hamid, ma belle-mère Khadouma et ma belle-sœur Ftaima.

A mes chères sœurs particulièrement Khadidja, Louiza et Manel.

A mon petit frère Habibo.

A toute la famille : Belbachir et Labeche.

A ma sœur et binôme Nacira ainsi que toute sa famille.

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

Ce travail est également dédié à mes collègues d'études et toute la promotion de 2ème année

Master Toxicologie et Sécurité alimentaire.

Hadjer

Sommaire

Liste des abréviations.....	i
Liste des figures.....	iii
Liste des tableaux.....	iii
Liste des annexes.....	iv

Introduction

PREMIERE PARTIE : Synthèse bibliographique

CHAPITRE I : Poissons et produits de pêche

I.1.Généralité.....	3
I.2.La pêche en Algérie.....	3
I.3.La sardine.....	7
I.3.1. Généralité.....	7
I.3.2. Classification et position systématique.....	8
I.4.La bogue.....	9
I.4.1. Généralité.....	9
I.4.2. Classification et position systématique.....	10

CHAPITRE II : La pollution marine et toxicité par les métaux lourds

II.1.la pollution marine.....	12
II.1.1.Généralités.....	12
II.1.2.Définition.....	12
II.1.3.Origine.....	12
II.1.3.1.Effluents urbain.....	13
II.1.3.2.Effluents industriels et émissions.....	13
II.1.4.La pollution dans la Méditerranéen.....	13
II.1.5.Pollution en Algérie.....	14
II.2.Toxicité par les métaux lourds.....	14
II.2.1.Définition des métaux lourds.....	14
II.2.2.Classification biologique des métaux lourds.....	15
Les éléments traces essentiels.....	16
Les éléments traces non essentiels : (Les métaux toxiques).....	16
II.2.3.Les sources des métaux lourds dans l'environnement.....	16

Les sources naturelles.....	16
Les sources anthropiques.....	16
II.2.4.Principaux métaux lourds toxique.....	17
a) Cadmium	17
b) Plomb.....	17
c) Mercure.....	18
d) Zinc.....	19
II.2.5.Effets des métaux lourds sur le milieu aquatique.....	20
II.2.6.Les transferts des contaminants dans le milieu marin.....	20
I.2.6.1.La bioaccumulation.....	20
II.2.6.2.La bioconcentration.....	21
II.2.6.3.La bioamplification.....	21
II.2.7.Mécanismes de pénétration des métaux lourds chez l'organisme marin.....	21
II.2.8.Toxicité des métaux lourds sur la vie aquatique.....	22
II.2.8.1.Toxicité aigue.....	22
II.2.8.2.Toxicité sublétales.....	22
II.2.8.3.Toxicité chronique.....	22
Limites des métaux lourds dans les poissons.....	22
Normes et réglementation.....	23
PARTIE II : Partie expérimentale	
I.1.1.Objectif.....	24
I.1.2.Site de pêche.....	24
I.1.3.Choix de l'espèce.....	25
I.1.4.Enquête du terrain.....	25
I.1.4.1.Choix des points de vente.....	25
I.1.4.2.Protocole d'enquête.....	25
I.2.Matériels utilisés.....	25
I.2.1.Matériels biologiques.....	25
I.2.2.Matériels de laboratoire.....	26
I.2.3.Produits utilisés.....	26
I.3.Méthodologie du travail.....	26
I.3.1.Echantillonnages et conditionnement.....	26

I.3.2. Protocole expérimentale	27
I.3.3. Mensuration et pesée.....	28
I.3.4. Préparation de la chair des poissons.....	30
I.3.5. Séchage à l'étuve.....	31
I.3.6. Broyage des échantillons.....	31
I.3.7. Réduction en cendres.....	32
I.3.8. Filtration et mise en solution.....	33
Analyse par ICP-MS.....	34
Principe de fonctionnement.....	34
CHAPITRE II : Résultats et discussion	
II.1. Conduite de l'enquête.....	36
II.2. Concentration des métaux lourds dans les poissons étudiés.....	36
II.3. Etude sur la sardine (<i>sardina pilchardus</i>).....	37
II.4. -Etude sur La bogue (<i>Boops boops</i>).....	39
Conclusion.....	41
Références bibliographiques.....	42
Annexe.....	53
Résumé	

Liste des abréviations

Zn : Zinc

Pb : Plomb

Hg : Mercure

Cd : Cadmium

Fe : Fer

Cu : Cuivre

Co : cobalt

Mn : Manganèse

Cr : Chrome

Mo : Molybdène

Se : Sélénium

Ni : Nickel

V : Vanadium

Ti : Titane

BCF : Le facteur de bioconcentration

ETM : Eléments traces Métalliques

L'ICP-MS : spectrométrie de masse couplée à un plasma induit

DMA : Dose Maximale Admissible

Covid19 : Corona Virus Disease 2019

Liste des figures

N°	TITRE	PAGE
Figure n°01	Evolution de la disponibilité alimentaire de poissons et fruits de mer en Kg/habitant/an en Algérie, Maroc, Tunisie, Afrique et Monde (1961-2011)	05
Figure n°02	Marché du poisson au niveau de la ville de Tiaret	06
Figure n°03	Morphologie de la <i>Sardina pilchardus</i>	09
Figure n°04	Morphologie de la bogue, <i>Boops boops</i>	11
Figure n°05	Mécanismes de bioaccumulation des métaux-traces chez les organismes aquatiques	21
Figure n°06	Situation géographique de la baie de Mostaganem.	24
Figure n°07	Mesure du poids total de l'espèce échantillonnée.	28
Figure n°08	Mensuration de l'espèce.	28
Figure n°09	La chair du poisson après préparation	31
Figure n°10	L'étuve	31
Figure n°11	Le broyage des échantillons dans un mortier	32
Figure n°12	les cendres des échantillons	32
Figure n°13	La hotte	33
Figure n°14	Le filtrat des échantillons	33
Figure n°15	Conservation des échantillons dilués	33
Figure n°16	Principe de fonctionnement d'un ICP-MS quadripolaire de type X SERIES 2	35
Figure n°17	Comparaison des teneurs moyennes en trois métaux lourds (Cd, Pb, Zn) avec les DMA (mg/kg)	37
Figure n°18	les teneurs métalliques en trois métaux (Cd, Pb, Zn) (mg/kg) dans les différents organes de la bogue	39

Liste des tableaux

N°	TITRE	PAGE
Tableau 01	Caractéristiques physico-chimiques des trois métaux lourds.	19
Tableau 02	Limite maximale des métaux lourds dans les poissons avant consommation (en mg/kg).	23
Tableau 03	Normes des métaux lourds.	23
Tableau 04	Mesure du poids et taille des échantillons étudiés (16/02/2020).	29
Tableau 05	Mesure du poids et taille des échantillons étudiés (19/02/2020).	29
Tableau 06	Mesure du poids et taille des échantillons étudiés (01/03/2020).	30
Tableau 07	Les concentrations des trois métaux au niveau de la chaire de la sardine.	38
Tableau 08	Concentrations moyennes des métaux lourds en μ g/g de poids frais chez le <i>Boops boops</i> pêché dans la baie de Mostaganem.	39

Liste des annexes

N°	TITRE	PAGE
Annexe 01	Enquête d'étude	53

INTRODUCTION

Introduction

L'espace marin constitue une immense réserve de ressources énergétiques, minérales et biologiques qui est à la base de l'alimentation de la 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 bassin 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 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**).

Les métaux lourds sont considérés comme de polluants graves de l'environnement aquatique à cause de leur rémanence et leur tendance à la bioaccumulation dans les organismes aquatiques (**Harte et al, 1991 ; Schuurmann et Markert, 1998**).

Les poissons pélagiques constituent la plus grande part des captures marines mondiales ; En méditerranée totalisent presque 50 % des débarquements totaux annuels de pêche où ils représentent 58% du total capturé en Algérie (**Lleonart et Maynou, 2003 ; MPRH, 2009**). Dans cette étude, nous nous sommes concentrés sur les poissons les plus productives et consommables particulièrement la sardine et la bogue (poison blanc).

Notre travail consiste à faire ; une enquête sur les mesures d'hygiène des poissons et leur prévention et une analyse sur la quantification et l'accumulation des métaux lourds au niveau de la sardine et la bogue.

L'étude est portée sur deux parties principales :

- ✓ La première est une synthèse bibliographique regroupant :
 - Un chapitre rassemblant les données concernant les poissons et produits de la pêche.
 - Le deuxième chapitre sur la pollution marine et toxicité par les métaux lourds.

Introduction

- ✓ Une partie expérimentale traitera :
 - Matériels et méthodes utilisées pour analyser les poissons commercialisés dans la ville de Tiaret.
 - La présentation des résultats et leur discussion des études similaires à notre étude.
- ✓ Enfin ce travail est achevé par une conclusion générale.

PREMIERE PARTIE :
Synthèse bibliographique

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 prévu auparavant par Ababouch depuis 1995 (**Ababouch, 1995**). Il existe de nombreux types de produits de pêches, mais nous appelons 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**).

En Algérie, La pêche sardinière, l'une des principales composantes des produits de la pêche, évaluée à 70% des ressources halieutiques (**Zeghdoudi, 2006**), est destinée dans sa totalité à satisfaire le marché interne.

I.2. La pêche en Algérie :

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**).

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 1 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).

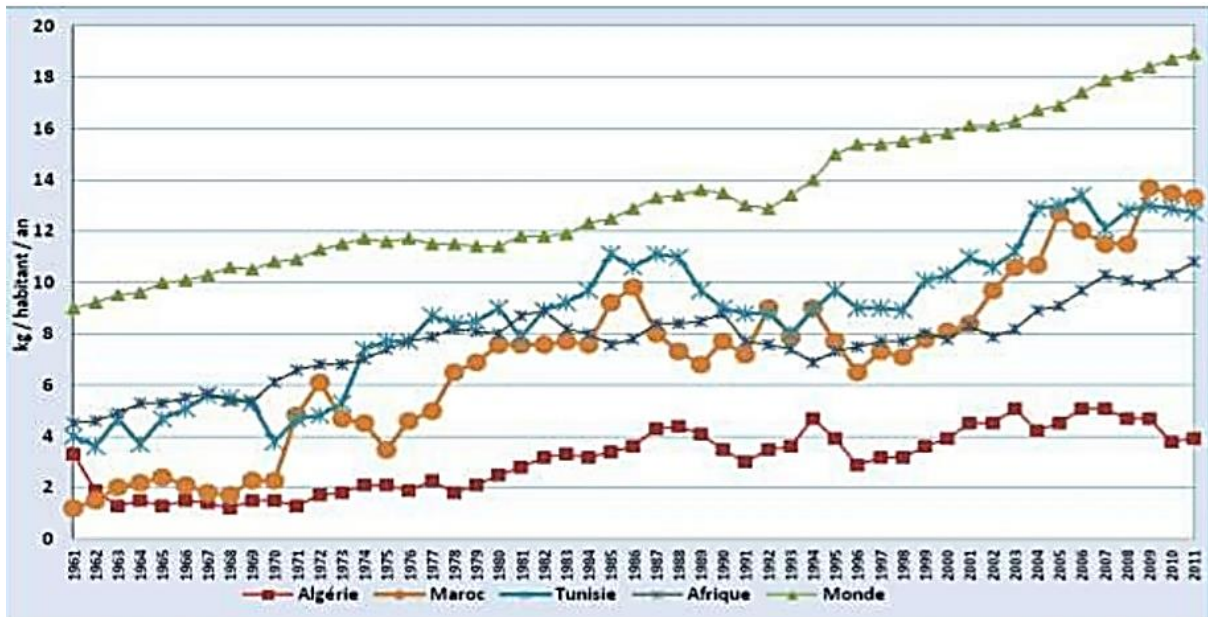


Figure n°01 : Evolution de la disponibilité alimentaire de poissons et fruits de mer en Kg/habitant/an en Algérie, Maroc, Tunisie, Afrique et Monde (1961-2011) [MPRH et al, 2014].



Figure n°02 : Marché du poisson au niveau de la ville de Tiaret (Cliché BenAhmed et Belbachir, 2020).

Par un littoral de 1200 km et une population concentré au nord, l'Algérie a un marché de poissonnerie considérablement active où les consommateurs préfèrent les poissons grâce à sa valeur nutritionnelle et leur disponibilité, cependant ces produits sont pas adéquate au déférent mode sociaux économique des consommateurs sauf quelques espèces qui reprend à ces critères parmi eux on trouve la sardine et la bogue qui sont les plus présente au tables algériennes.

I.3.La sardine :

I.3.1.Généralité :

La sardine (*Sardina pilchardus*) est une espèce de poisson de la famille des Clupeidae, qui comprend également le hareng, l'aloise, notamment. Répartie depuis l'Angleterre jusqu'aux côtes de Mauritanie (**Chavance et al, 1991**). La sardine est à coloration sur la partie dorsale vert ou olive, flancs dorés devenant blanc argenté sur le ventre, une série de taches 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**). 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**). 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**). 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.3.2. Classification et position systématique :

Règne : Animalia

Embranchement : Vertèbres.

Sous- Embranchement : Gnathostomes

Super- classe : Poisson

Classe : Osteichthyens

Sous-classe : Actinopterygiens.

Super-ordre : Téléostéens.

Ordre : Clupiformes.

Sous –ordre : Clupeoides.

Famille : Clupeidae.

Genre : Sardina.

Espèce : Pilchardus.

Nom binominal : Sardina pilchardus.

(Walbaum, 1792)



Figure n°03 : Morphologie de la *Sardina pilchardus* (Cliché BenAhmed et Belbachir, 2020).

I.4.La bogue :

I.4.1.Généralité :

La bogue, *Boops boops* (Linneus, 1758) est une espèce largement répandue aussi bien en Atlantique oriental qu'en Méditerranée. Elle présente un caractère semi démersal et vit au-dessus du plateau continental sur tous les fonds jusqu'à 490m ; elle est plus abondante dans les cent premiers mètres (Lamrini, 1988). Elle se présente comme une espèce pélagique, grégaire, se déplaçant en petits groupes entre le fond jusqu'à 350m, et la surface dont elle s'approche surtout la nuit. Ce poisson affectionne les fonds rocheux, vaseux et sableux, avec herbiers de posidonies (Boutiba et al. 2003).

La bogue, d'une longueur moyenne de 25 cm à l'âge adulte (maximum 36 cm). Communément 15 cm .un corps fusiforme et de section ovale. Sa tête arrondie porte de grands yeux et une petite bouche terminale protractile qui renferme une dentition très saillante. La nageoire dorsale, qui court sur plus des 3/4 du dos, est composée d'une quinzaine de rayons épineux, suivis du même nombre de rayons souples. Le corps est couvert d'écailles cycloïdes argentées. Le dos est légèrement grisé, plus sombre et à reflets jaunâtres ou bleutés. Les flancs sont parés de 3 à 4 lignes longitudinales jaune doré toujours visibles et d'autres plus ou moins estompées. La ligne latérale est nettement démarquée par une couleur sombre. On observe également une tache noire à la naissance des pectorales (Figure 4).

La dentition de la bogue est composée d'une simple rangée d'incisives très saillantes. Les dents de la mâchoire supérieure ont 4 pointes et celles de la mâchoire inférieure en ont 5, ce qui se traduit par une dentition très coupante (**Khemeri et al, 2005**).

Boops boops est omnivore et se nourrit de proies benthiques (crustacés) mollusques, annélides, sipunculides, végétaux) et pélagiques (siphonophores, œufs, copépodes). Les algues chlorophycées constituent une part non négligeable dans son alimentation. L'analyse statistique des contenus digestifs ne révèle des changements significatifs du régime alimentaire qu'en période printanière, aucune variation de son régime n'est observée en fonction du sexe (**Derbal et al, 2007**).

La bogue est hermaphrodite protérogynique, atteignant sa maturité sexuelle à un an (12 cm) (**Boutiba et al. 2003**). Sa reproduction est sexuée. C'est une espèce hermaphrodite qui change de sexe au cours de son existence ; elle est en effet, d'abord femelle au début de sa vie d'adulte puis mâle ensuite : on dit qu'il y a protérogynie ou protogynie. Les périodes de reproduction sont variables : de janvier à mai en Méditerranée orientale, de mars à juin en Méditerranée occidentale et de mars à mai en Atlantique. Les gamètes sont libérés dans l'eau et la fécondation est externe. C'est une espèce ovipare dont les larves mènent une longue vie planctonique. (**Al Agamy et al, 2004**).

I.4.2. Classification et position systématique :

La position systématique de ce groupe de poissons est définie à partir de différents travaux notamment ceux de **Dieuzeide et al. (1955)** et **Fisher et al. (1987)**

Règne : Animal

Embranchement : Chordés

Sous embranchement : Vertébrés

Super classe : Poissons

Classe : Ostéichthyens

Sous-classe : Neopterygiens

Infra-classe : Téléostéens

Super-ordre : Acanthopterygiens

Ordre : Perciformes

Sous-ordre : Percoides

Famille : Sparidés

Genre : Boops

Boops boops (Linnaeus, 1758)



Figure n°04 : Morphologie de la bogue, *Boops boops* (Cliché BenAhmed et Belbachir, 2020).

CHAPITRE -II-

Pollution marine et toxicité par
les métaux lourds.

II.1.la pollution marine :**II.1.1.Généralités :**

La pollution a été définie 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) ». (**Alloway, 1995**)
La contamination est définie 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 ». (**Alloway, 1995**)

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**)

II.1.2.Définition :

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**).

II.1.3.Origine :

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

II.1.3.1.Effluents urbains :

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**).

II.1.3.2.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**).

II.1.4.La pollution dans la Méditerranéen :

La méditerranée actuellement, est l'une des mers les plus polluées du monde, car elle a toujours été un Carrefour de civilisations et de cultures, 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 (**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.1.5. La pollution en Algérie :

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

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

17 stations d'épurations des eaux usées urbaines ont 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).

II.2. Toxicité par les métaux lourds :

La pollution par les éléments traces métalliques 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).

II.2.1. Définition des métaux lourds :

Les éléments traces métalliques sont généralement définis comme des métaux lourds. On appelle métaux lourds tous éléments de la classification périodique formant des cations en solution, d'un point de vue purement chimique. 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, d'un point de vue physique (**Adriano, 2001 ; Adriano, 1986**).

Autre point de vue biologique, on en distingue deux types en fonction de leurs effets physiologiques et toxiques : métaux essentiels et métaux toxiques.

Dans le cadre de chimie, les métaux lourds sont généralement définis sur la base de leurs propriétés physico-chimiques. En science du sol, il est convenu de parler "d'éléments trace métalliques" qui désignent des composés minérales présents à très faible concentration. En toxicologie, ils peuvent être définis comme des métaux à caractère cumulatif (souvent dans les tissus biologiques) ayant essentiellement des effets très néfastes sur les organismes vivants. En nutrition et en agronomie, ils peuvent même être assimilés à des oligo-éléments indispensables à certains organismes, en particulier par leur action catalytique au niveau du métabolisme (**Fergusson, 1980**).

Les activités industrielles et technologiques diminuent cependant le temps de résidence des métaux dans les roches, ils forment de nouveaux composés métalliques, introduisent les métaux dans l'atmosphère. Il faut différencier la part qui résulte de la contamination d'origine humaine (anthropogène) et la part naturelle (géogène) (**Académie des sciences, 1998**).

Les métaux lourds sont des polluants particulièrement toxiques pour la santé humaine. Ils sont présents dans l'environnement marin sous différentes formes chimiques, qui résultent d'équilibres entre les ions métalliques et les complexes organiques et ioniques (**Duquesne, 1994**).

II.2.2. Classification biologique des métaux lourds :

La plupart des scientifiques préfèrent l'appellation des métaux lourds par «Éléments Traces Métalliques » (ETM), ou par éléments traces (**Miquel, 2001**). Certains métaux (les oligo-éléments) sont indispensables aux organismes vivants, d'autres, par contre, ne sont pas essentiels (**Rousselet, 1991**). Les éléments traces métalliques dits essentiels (rôle important dans le processus biologiques) peuvent produire des effets toxiques comme dits non essentiels (aucun rôle dans les processus biologiques) lorsque leur concentration dépasse un certain seuil d'acceptabilité (**Chiffolleau et al, 2001; Miquel, 2001; Turkmen et al, 2005; Lafabrie, 2007**).

➤ **Les éléments traces essentiels :**

Indispensables au déroulement des processus biologiques mais à de très faibles quantités et deviennent toxiques à fortes concentrations. C'est le cas du fer (Fe), cuivre (Cu), zinc (Zn), cobalt (Co), manganèse (Mn), chrome (Cr), molybdène (Mo), sélénium (Se), nickel (Ni), vanadium (V), titane (Ti) (Bensaid et Sait, 2015).

➤ **Les éléments traces non essentiels : (Les métaux toxiques)**

Certains métaux ne participent à aucun processus vital ou physiologique et 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) (Namour, 1992 ; Duquesne, 1994).

II.2.3. Les sources des métaux lourds dans l'environnement :

Les métaux lourds sont naturellement présents dans la croûte terrestre. Le développement industriel, agricole et urbain est à l'origine d'une augmentation des éléments traces métalliques dans l'atmosphère (Le Goff et Bonnomet, 2004). Ces derniers peuvent provenir de plusieurs sources d'origine naturelles ou anthropiques :

➤ **Les sources naturelles :**

Les métaux lourds se trouvent dans tous les écosystèmes naturels et à tous les niveaux, dans le milieu aquatique, dans les roches et chez la communauté animale et végétale. Parmi les importantes sources naturelles : les activités sismiques et volcaniques, l'érosion, les incendies de forêts, les rivières et fleuves, le lessivage des sols et l'altération des continents (Selka, 2015).

➤ **Les sources anthropiques :**

Parmi les sources anthropiques de métaux lourds, nous pouvons signaler : l'activité minière, l'industrie métallurgique et sidérurgique, les engrais et pesticides appliqués dans la culture des sols, les incinérateurs et cendres d'incinération des déchets, les déchets médicaux, les déchetteries de villes, les émissions des usines et moteur à explosion, les effluents des égouts et boues d'épuration (Cotran et al., 1990 ; Fergusson, 1990 ; Hong et al., 1994 ; Candelone et al., 1995 ; du Bray, 1995 ; Alloway et Ayres, 1997 ; Freyssinet et al., 2002 ; Callender, 2003 ; Plumlee et Ziegler, 2003 ; Gavilán García et al., 2004 ; Sukandar et al., 2006). Toutefois, il semble que la source anthropique principale de métaux lourds pour est celle produite par l'activité minière et les industries associées, et elle a été aussi identifié comme un des premiers impacts environnemental provoqué par l'homme (Nriagu, 1996; Larocque et Rasmussen, 1998 ; Leblanc et al., 2000).

II.2.4. Principaux métaux lourds toxique :

Il y a des métaux comme le Mercure, le Plomb, le Zinc et le Cadmium qui sont uniquement toxiques pour les organismes vivants (**Picot, 2002**).

a) Cadmium :

C'est un métal blanc argenté, de symbole Cd. 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**).

Ce métal est considéré comme le plus apte à s'accumuler dans les chaînes alimentaires (**Milhaud et al. 1998**). La toxicité du cadmium résulte principalement de l'inhibition des enzymes thiols ainsi que de son affinité pour les hydroxyles les carboxyles. Il est également l'agent étiologique de la maladie qui se manifeste par des altérations osseux et l'augmentation du taux de phosphatase alcaline (**Nomiyama, 1973 ; Purves.D, 1977**).

Le Cadmium est un poison cumulatif 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 et hypertension artériel (**Gaujous, 1995**). L'intoxication au Cadmium, chez la femme enceinte, a été liée à 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**).

b) Plomb :

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

Grâce à sa large utilisation, les humains sont exposés au plomb et ces dérivés quotidiennement par l'ingestion des aliments, de l'eau et de l'inhalation (**Florea et Dietrich, 2006**). 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 s'accumule dans le foie, les reins et la colonne vertébrale (**Amiard, 1988**)

c) Mercure :

Le mercure(Hg), se présente comme un métal brillant de couleur blanc gris. Désigné autrefois par le nom « vif argent », et représenté par la planète Mercure (d'où son nom), son symbole Hg, ayant une densité de 13,58 g/cm³. Sous des conditions normales de pression et de température, il se trouve à l'état liquide, ce qui lui confère un caractère mobile et pratiquement insoluble dans l'eau. Une forte tension superficielle (le mercure ne « mouille » pas le verre), une faible résistance électrique, un coefficient de dilatation élevé, ainsi que la capacité à s'amalgamer à des métaux nobles comme l'or, font que le mercure a des propriétés physiques et chimiques uniques. Il existe sous la forme de sept isotopes stables et quatre isotopes instables (**Maruszczak, 2010**).

Ce métal est également toxique sous sa forme inorganique et gazeuse. La principale source d'exposition est alors l'inhalation de vapeur de mercure. L'effet de la toxicité du mercure chez l'homme se dévoilant sous sa forme vapeur commence par les voies respiratoires, pour se solubiliser dans le plasma, le sang et l'hémoglobine. Par le sang, il attaque les reins, le cerveau et le système nerveux. Le risque chez les femmes enceintes est aussi présent : cette toxine se déplace facilement au travers du placenta pour atteindre le fœtus. Même après la naissance les risques perdurent puisque le lait maternel est aussi contaminé. Le mercure est responsable de maladies professionnelles chez les travailleurs l'utilisant. Il est responsable chez l'homme de maladies telles que l'érythème mercuriel. La contamination des écosystèmes par le mercure et l'empoisonnement de populations consommatrices de produits de pêche sont depuis la catastrophe de Minamata des préoccupations majeures des organismes de santé (**Maruszczak, 2010**).

d) 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).

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.

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

Tableau 1 : Caractéristiques physico-chimiques des trois métaux lourds.

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

Source, (Belabed, 2010)

II.2.5. Effets des métaux lourds sur le milieu aquatique :

A de faibles concentrations, beaucoup de métaux lourds, dont Hg, Cd, Pb, As et Cu inhibent la photosynthèse et la croissance du phytoplancton (Tarras-Wahlberg *et al*, 2001). Les effets observés à des niveaux trophiques supérieurs se manifestent notamment par un retard du développement des embryons, des malformations et une moins bonne croissance des adultes chez les poissons, les mollusques et les crustacés. En outre, tout au long de la chaîne alimentaire, certains se concentrent dans les organismes vivants. Ils peuvent ainsi atteindre des taux très élevés dans espèces consommées par l'homme, comme les poissons. Cette " bioaccumulation " explique leur très forte toxicité. (Casas, 2005).

II.2.6. Les transferts des contaminants dans le milieu marin :

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

I.2.6.1. 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 (poissons, mammifères marins, l'homme) ou chez les mollusques filtreurs comme les moules (Boutiba, 2004)

Elle est définie aussi selon (Casas, 2005) comme : 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 terrestres ou aquatiques.

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 (Bendada et Boulakradeche, 2011).

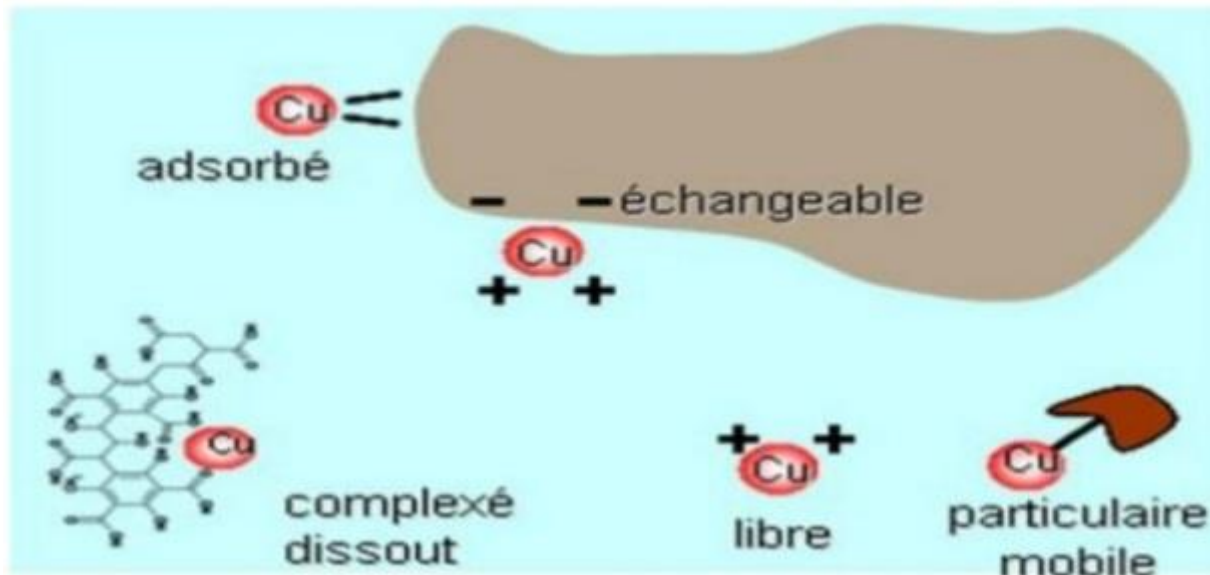


Figure n°05 : Mécanismes de bioaccumulation des métaux-traces chez les organismes aquatiques [Casas *et al*, 2005].

II.2.6.2. 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 (**Ramade, 1992**). Le facteur de bioconcentration (BCF) d'un produit chimique est le ratio de ses concentrations dans l'organisme et dans l'eau pendant l'état stable ou l'équilibre (**Ron Van Der Oost *et al*, 2003**).

II.2.6.3. 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 dans la chaîne trophique, si le toxique n'est pas dégradé ou éliminé, il risque de s'accumuler de plus en plus au niveau de chaque maillon de la chaîne alimentaire (**Boutiba, 2004**).

II.2.7. Mécanismes de pénétration des métaux lourds chez l'organisme marin :

Les composées métalliques ont une toxicité variable selon leur nature et leur voie de pénétration (ingestion, respiration, contact avec la peau) (**Chiffolleau, 2001**). Selon (**Ramade, 1979**), la pénétration de ces éléments toxiques se fait selon trois voies, Chez l'organisme marin :

- 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.

II.2.8.Toxicité des métaux lourds sur la vie aquatique :

Une des principales conséquences de la présence des métaux dans l'eau de mer est leur passage dans la biomasse. Ce transfert peut enchaîner des toxicités qui se manifestent rapidement par une atteinte de la biomasse, ou indirectement qui sont liées à l'accumulation progressive de ces métaux par les organismes (**Ramade, 2000**).

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 :

II.2.8.1.Toxicité aigüe :

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.

II.2.8.2.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.

II.2.8.3.Toxicité chronique :

Elle se manifeste par les effets toxiques produits par 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 sensibles comme la reproduction, les modifications du comportement, cette toxicité chronique finit par provoquer des troubles beaucoup plus graves. (**Ramade, 1982**).

✚ 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 2 : Limite maximale des métaux lourds dans les poissons avant consommation (en mg/kg).

	plomb	Cadmium	Mercur
Poissons courants	0.2	0.05	0.5
Exceptions	0.5	0.2	1

Source (Gérard M, 2010).

Normes et réglementation :

Du fait de leurs Propriétés physiques intéressantes, les métaux sont très largement utilisés par l’homme. Cette utilisation modifie très significativement leur répartition et les formes chimiques sous lesquels ils sont présents dans les différents compartiments de l’environnement. Ils favorisent les risques continus sur l’environnement et la santé humaine à cause de leur toxicité surtout pour le plomb, le mercure, et le cadmium **tableaux (3)**. (WHO, 2004).

Tableau 3 : Normes des métaux lourds.

Composé toxique	Composé toxique	Rejets industriels
Mercur	1 µg/l	-
Plomb	50 µg/l	0.5 mg/l si rejet > 5 g/j
Cuivre	50 µg/l	0.5 mg/l si rejet > 5 g/j
Zinc	5 mg/l	2 mg/l si rejet > 20 g/j

Source (WHO, 2004).

DEUXIEME PARTIE :
Partie expérimentale

CHAPITRE -I-

Matériels et méthodes

I.1.1.Objectif :

Le principal objectif de ce travail est l'analyse de la qualité des poissons vis-à-vis les métaux lourds ; et mettre en évidence l'importance de sa consommation dans l'équilibre alimentaire.

I.1.2.Site de pêche :

En Algérie, la sardine est pêchée toute l'année sur des fonds allant de 30 à 120 m et essentiellement la nuit, à l'aide de canot porte feu, au ring net (maille de 15 mm de côté) ou à la senne coulissante (maille de 9,2 mm de côté) (**kadari, 1984**).

La sardine et la bogue étudiée sont pêchées au niveau de la cote de la wilaya de Mostaganem (port de Mostaganem).

La baie de Mostaganem est délimitée par la vallée du Chélif à l'Est, Macta à l'Ouest et par la méditerranée au nord ($00^{\circ} 05'$ Est et $36^{\circ}00'$ Nord) (**Figure 06**), (**DPRH, 2004**).

Il est caractérisé par un courant dominant au large de la région de Mostaganem est d'origine atlantique. L'eau de mer de cette région contient 30% des sels minéraux, dont 27% de NaCl, les cations les plus abondants sont : Na^{+} , K^{+} , Mg^{++} , et Ca^{++} . (**Tahri et Redjem, 2003**). La température des couches superficielles varie entre $21^{\circ}C$ et $27^{\circ}C$ en moyenne.

Les températures maximales se situent en été (au mois d'aout) et se prolongent jusqu'au mois d'octobre. Les températures minimales se signalé le mois de février et mars. En profondeur, les températures sont plus basses et relativement stables entre $13^{\circ}C$ et $14^{\circ}C$ (**Lalami-Taleb, 1970**).

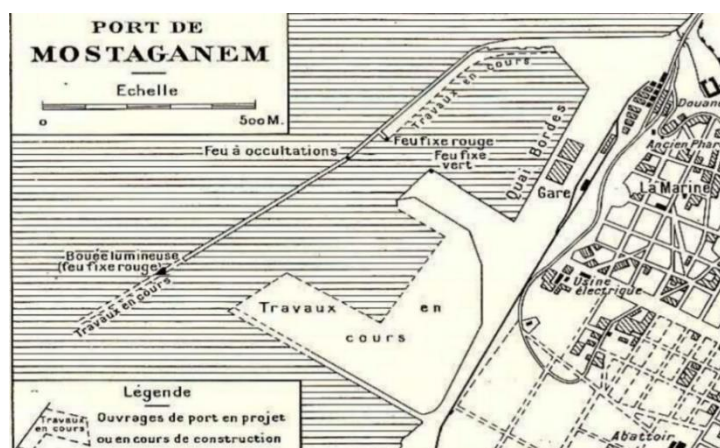


Figure n°06 : Situation géographique de la baie de Mostaganem. (**DPRH, 2004**).

I.1.3.Choix de l'espèce :

Le choix est porté sur la sardine «*Sardina pilchardus*» et La bogue «*Boops boops* » pour leur importance commerciale et leur disponibilité, elles se vendent quotidiennement aux marchés de la ville de Tiaret et leur apport est important.

I.1.4.Enquête du terrain :

I.1.4.1.Choix des points de vente :

Les points de vente de cette étude sont constitués par des vendeurs des poissons sur des voies publiques (marché). Le choix de ces points est fondé sur certains critères :

- Proximité, facilité d'accès et acceptation de participer à l'étude en permettant le prélèvement d'un échantillon de poisson.
- La grande consommation et le nombre élevé des acheteurs au niveau de la zone d'étude.

I.1.4.2.Protocole d'enquête :

Pour chaque vendeur, un questionnaire (**Annexe 01**) a été établi et rempli lors de plusieurs passages effectués. Les enquêtes ont été réalisées sous forme d'entretien avec les vendeurs, les consommateurs et aussi grâce à des observations visuelles lors des visites des points de vente. Sur le plan temporel, les enquêtes sont déroulées entre Janvier jusqu'au Mars 2020.

Notre protocole expérimental est effectué au niveau du laboratoire de recherche de biochimie et d'Eau et sol de l'université d'Ibn khaldoun Tiaret, faculté des sciences de la nature et de la vie.

I.2.Matériels utilisés :

I.2.1.Matériels biologiques :

L'espèce de *Sardina pilchardus* et La bogue, *Boops boops* ont été choisies en raison de ses valeurs nutritionnelles, et de ses considérations comme aliment très consommable pour de nombreuses populations. Nous nous sommes intéressés dans ce travail à la chaire (partie consommée par l'homme).

Ces poissons peuvent se retrouver dans nos assiettes car ce sont des poissons très appréciés, il est donc indispensable de connaître l'état et le degré de sa consommation par les métaux lourds.

I.2.2. Matériels de laboratoire :

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

- Une balance de précision ;
- Une balance magnétique ;
- Une étuve ordinaire ;
- Mètre à ruban ;
- Bain de sable ;
- Verrerie (fioles, entonnoirs) ;
- Papier filtre ;
- Tubes à essai ;
- Un mortier.

I.2.3. Produits utilisés :

- Acide Nitrique H_2SO_4 (95-97%)
- Eau distillé

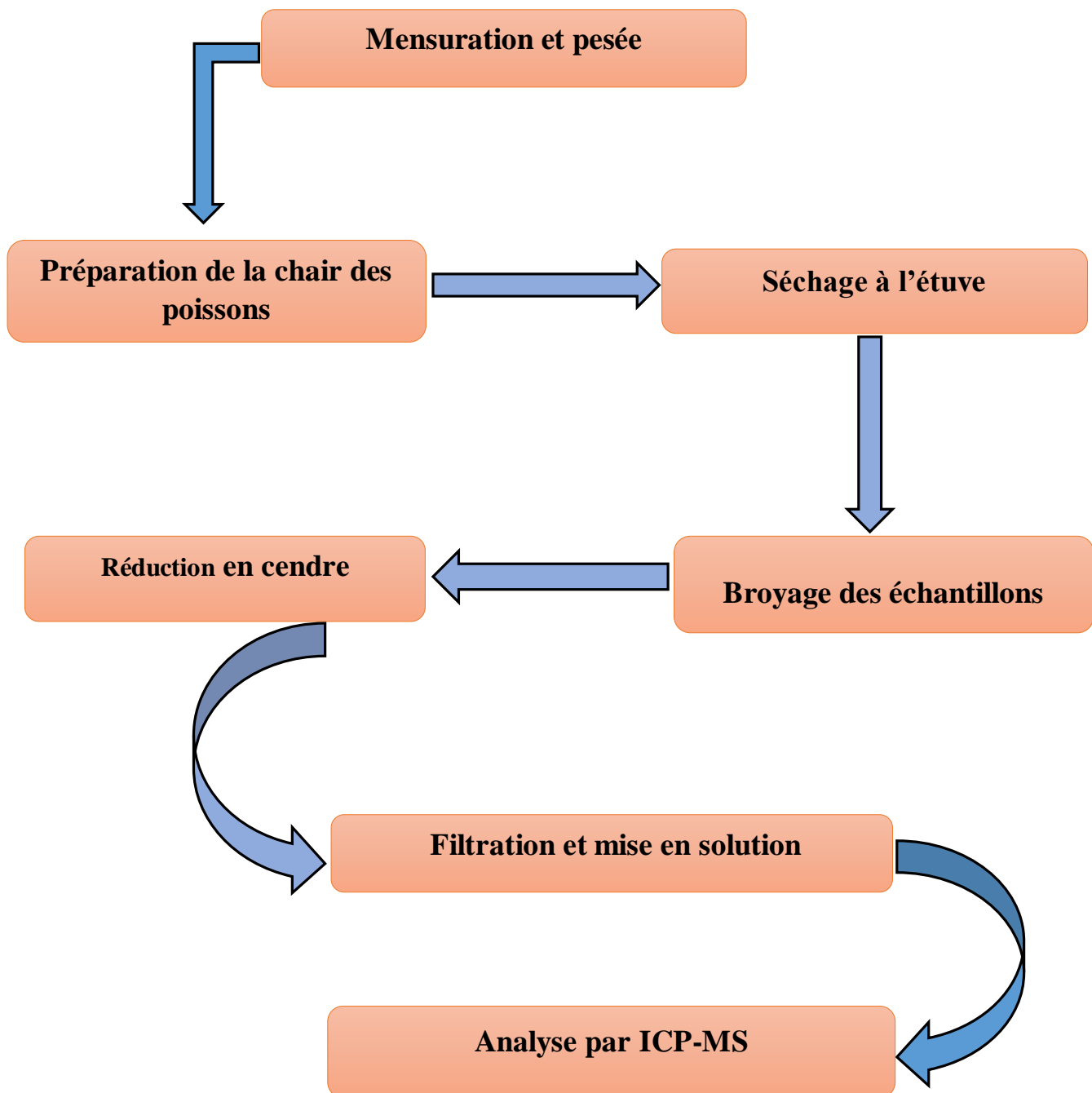
I.3. Méthodologie du travail :

I.3.1. Echantillonnages et conditionnement :

Notre étude pour les deux mois d'étude a été composé de vingt individus de sardine « *Sardina pilchardus* » et vingt individus de La bogue, *Boops boops* acheter au niveau du marcher du poisson pendant les mois de Février et Mars ; ces derniers ont été prélevé au port de Mostaganem.

Le matériel biologique prélevé est mis dans des sachets en plastique et placés dans un conteneur frigorifié en évitant toutes contamination métallique jusqu'à leur traitement au laboratoire.

I.3.2. Protocole expérimentale :



I.3.3. Mensuration et pesée :

Une fois nos échantillons arrivés au laboratoire, ils vont subir d'abord, une mensuration. Nous avons travaillé sur 20 individus (pour chaque espèce). Nous avons procédé aux mensurations suivantes : à savoir, le poids total qui correspond au poids du poisson à l'aide d'une balance magnétique (**figure 07**), et la longueur totale qui est mesurée aux deux extrémités du poisson à l'aide d'un mètre à ruban (**figure 08**).

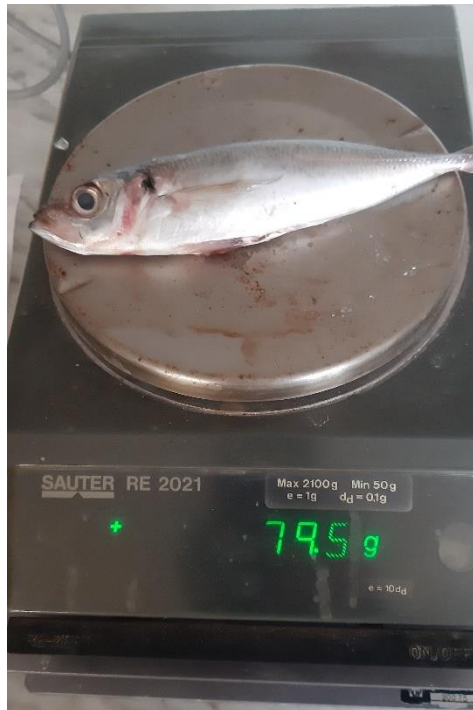


Figure n°07 : Mesure du poids total de l'espèce échantillonnée. (Cliché BenAhmed et Belbachir, 2020).



Figure n°08 : mensuration de l'espèce. (Cliché BenAhmed et Belbachir, 2020).

La taille et le poids des échantillons réalisés sont représentés dans le tableau 4 ; 5 et 6

Tableau n°04 : Mesure du poids et taille des échantillons étudiés (16/02/2020).

Sardine (Belazrag)		Poissons blancs (Plaça)	
Taille (cm)	Poids (g)	Taille (cm)	Poids (g)
19	58	25	185
20	68	27	199
18	47	25	171
19	50	24	176
20	68	25	177
18	46	22	122
19	52	23	131
19	57	25	169
18	45	24	147
19	51	29	285

Tableau n°05 : Mesure du poids et taille des échantillons étudiés (19/02/2020).

Sardine (Plaça)		Poissons blancs (Plaça)	
Taille (cm)	Poids (g)	Taille (cm)	Poids (g)
19	51.5	24	100
20	54	25	126.5
19	48	24	112
22	70	24	118
21	65	24	101
20	56	25	136
21	56	23	88
23	85	25	126
20	57	26	142

23	84	25	138
----	----	----	-----

Tableau n°06 : Mesure du poids et taille des échantillons étudiés (01/03/2020).

Sardine (Plaça)		Poissons blancs (Plaça)	
Taille (cm)	Poids (g)	Taille (cm)	Poids (g)
19	52	21	79.5
19	46	15	32
20	58	18	48
16	35.5	20	62
20	58	22	89
21	67	20	63
20	56	18	45
19	55	18	51
18	45.5	21	84
21	73	18	45

I.3.4. Préparation de la chair des poissons :

Les poissons sont préparés pour notre étude dont les arêtes et les écailles sont enlevés ; la tête est tranché ; la paroi abdominale ouverte et les viscères enlevés ; la chair du poisson est prêtée pour le séchage (**figure 09**).



Figure n°09 : La chair du poisson après préparation (Cliché BenAhmed et Belbachir, 2020).

I.3.5.Séchage à l'étuve :

Après la préparation des échantillons ont été placés dans l'étuve (**figure 10**) à une température de 180°C pendant 24 heures.



Figure n°10 : L'étuve (Cliché BenAhmed et Belbachir, 2020).

I.3.6.Broyage des échantillons :

Les échantillons ont été broyés dans un mortier en agate (**figure 11**). Les mortiers en agate garantissent un broyage sans contamination des échantillons. En fonction du type d'échantillon, leur dureté et leur quantité, différents mortiers ont été utilisés.



Figure n°11 : Le broyage des échantillons dans un mortier (Cliché BenAhmed et Belbachir, 2020).

I.3.7.Réduction en cendres :

Les échantillons ont été humectés avec de l'acide nitrique (0,5 poudre avec 4 ml d'acide nitrique) ont été placés dans un bain de sable (**figure 12**) ; Ce dernier est placé sous une hotte ventilé pendant 15 à 20 minutes jusqu'à apparition des cendre noire et après, nous les avons ajouté 10ml d'eau distillé.



Figure n°12 : les cendres des échantillons (Cliché BenAhmed et Belbachir, 2020).

Note : Tous les ajouts de réactifs doivent se faire sous la hotte (**figure 13**) car il peut y avoir formation de vapeur toxique



Figure n°13 : La hotte (Cliché BenAhmed et Belbachir, 2020).

I.3.8.Filtration et mise en solution :

Les cendres obtenues sont filtrées à l'aide d'un papier filtre (**figure 14**). Le filtrat obtenu est ajusté (chaque 1 ml de solution mère + 9 ml d'eau distillé) et conservé au frais dans des tubes étiquetés (**figure 15**) jusqu'à l'analyse par ICP-MS.

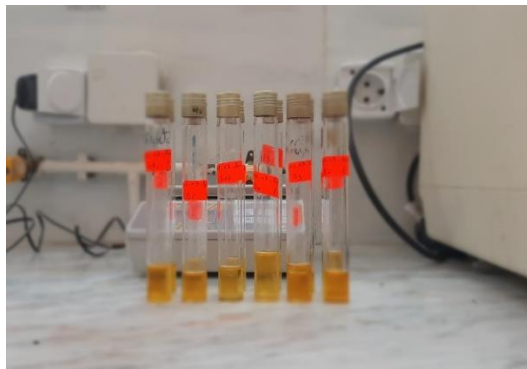


Figure n°14 : Le filtrat des échantillons (Cliché BenAhmed et Belbachir, 2020).

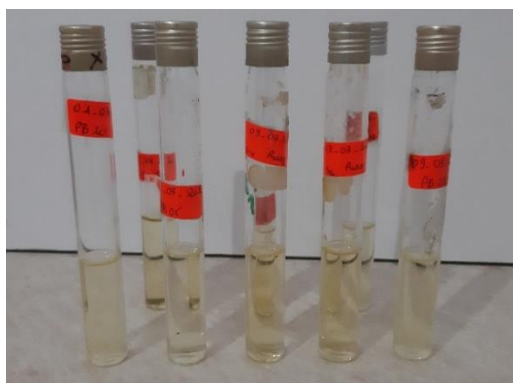


Figure n°15 : Conservation des échantillons dilués (Cliché Ben Ahmed et Belbachir, 2020).

Analyse par ICP-MS :

L'ICP-MS (spectrométrie de masse couplée à un plasma induit), est une technique de mesure isotopique. Perkin Elmer a commercialisé le premier ICP-MS en 1983. Cette technique permet l'identification et la quantification des isotopes de la classification périodique en fonction de la valeur du rapport m/z (m étant la masse de l'isotope et z sa charge) (**Azza Habibi, 2015**).

Principe de fonctionnement :

L'instrument est composé de trois parties principales : le système d'introduction, le plasma puis la partie spectromètre de masse. Ainsi, l'échantillon est d'abord prélevé puis nébulisé dans le système d'introduction, au contact du plasma (températures $\sim 6000-8000$ °C), l'échantillon est désolvaté, atomisé puis ionisé sous forme de cations majoritairement monovalents. Une interface composée de deux cônes et d'une série de lentilles permet ensuite d'extraire, d'accélérer et de focaliser les ions jusqu'au quadripôle (dans le cas d'un ICP-MS quadripolaire) afin de les séparer en masse. Le détecteur permet enfin d'amplifier et de quantifier le signal (**Figure 16**).

A activité égale, l'intensité du signal d'un isotope radioactif lors d'une mesure par ICP-MS est directement liée à sa période radioactive. En effet, plus la période est courte, plus l'activité spécifique est élevée. Cela se traduit par la diminution du nombre d'atomes à activité égale et donc de la sensibilité du signal (**Caroli et al., 2013 ; Bouvier-Capely et al., 2004**). Le choix de la mesure d'un élément radioactif par ICP-MS dépendra donc de sa période et de la limite de détection désirée.

En revanche, il est possible d'abaisser la limite de détection en utilisant un nébuliseur et une chambre de nébulisation adéquats, ou encore un système de désolvatation au niveau de l'introduction de l'échantillon, comme l'Apex (ESI®). Ce système permet d'évaporer le solvant grâce à une chambre cyclonique chauffée ($120/140$ °C) et de condenser ensuite le restant de solvant dans un condensateur refroidi par effet Peltier (entre -5 et 2 °C), (**Epov et al. 2005a**).

Par ailleurs, un vide plus poussé permet d'améliorer l'accélération et la concentration en ions, ainsi que l'élimination des espèces non chargées avant la détection. Cela permet d'augmenter également la sensibilité du signal. L'ajout d'une deuxième pompe à vide au niveau de l'interface d'un ICP-MS (option S) permet donc de diminuer les LD.

Par ailleurs, la quantification par ICP-MS est influencée par des interférences spectrales et par les effets de la matrice (Azza, 2015).

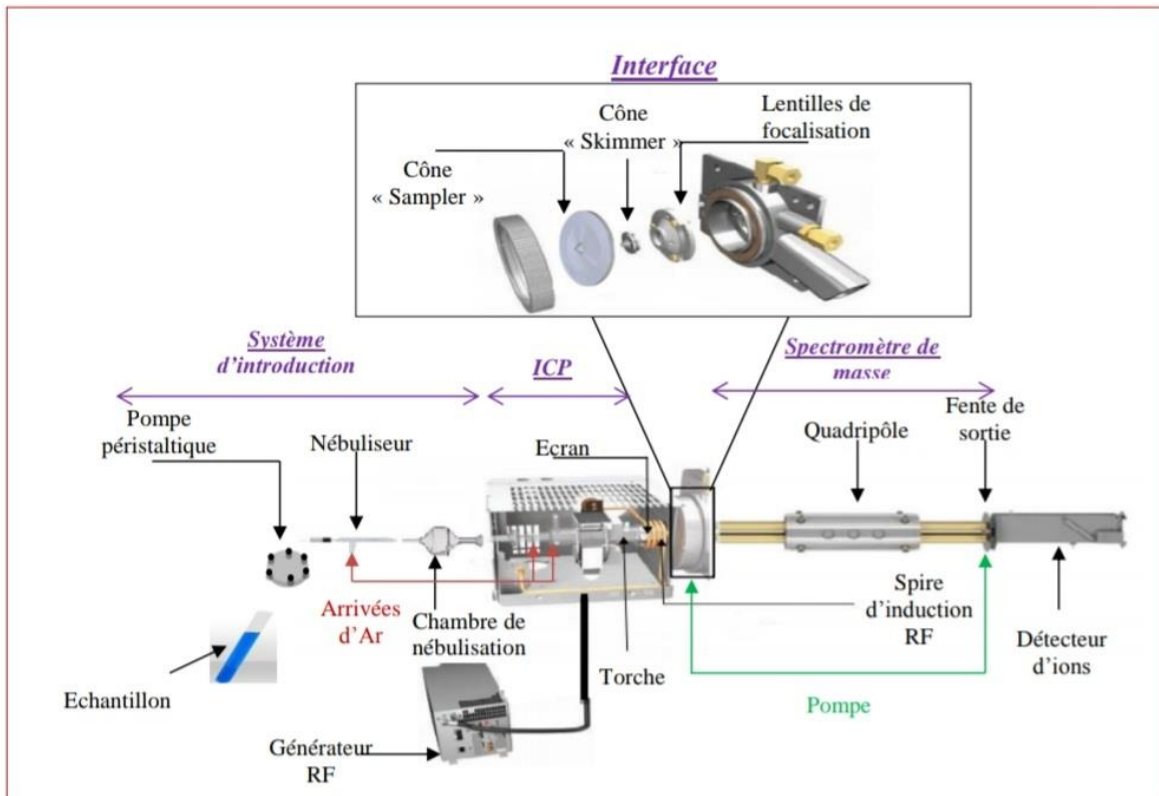


Figure n°16 : Principe de fonctionnement d'un ICP-MS quadripolaire de type X SERIES 2 (Thermo Fisher Scientific)

CHAPITRE -II-

Résultats et discussion

II.1. Conduite de l'enquête

L'objectif de l'enquête est d'apprécier la connaissance et la mise en œuvre des bonnes pratiques d'hygiène sur les poissons frais. Un total de six poissonniers ont été enquêtés. Pour la consommation des poissons un sondage a été fait pour un nombre restreint de consommateurs 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 :

- 80 % des enquêtés ont un certificat de travail ;
- 100 % n'ont jamais suivi des formations sur les règles d'hygiène ;
- 80 % des enquêtés n'ont jamais porté des vêtements professionnels pour les poissonniers ;
- 100 % d'eux utilisent un camion frigo comme moyen de transport ;
- Pour les poissons frais, 50 % des vendeurs ont respecté les bonnes mesures d'hygiène surtout la propreté des locaux ;
- Selon les résultats aussi, la plupart des consommateurs ignorent les substances nocives (comme les métaux lourds) que contiennent les poissons soit un pourcentage de 70% par contre 30% ont une idée étroite sur les dangers que présentent ces substances.
- Enfin, 10% des personnes optent de prendre des mesures de prévention avec réduction de consommation et choix du produit de meilleure qualité par contre, 90% préfèrent consommer les poissons malgré les risques.

II.2. Concentration des métaux lourds dans les poissons étudiés :

L'évaluation de l'état de la pollution marine dans les ports de Mostaganem en métaux lourds permet d'une part de connaître la qualité des poissons vendus dans le marché de la ville de Tiaret ; considérant que c'est l'aliment de base de la plupart des gens et d'une autre part, si les concentrations des métaux lourds qu'ils contiennent lui permettent d'être consommé en permanence.

Bien que nous ayons terminé la plupart de nos étapes de travail, nous n'avons pas pu obtenir les résultats de la recherche que nous avons menée, car les universités ont fermé leurs

portes par peur d'une épidémie du coronavirus (covid19), nous nous sommes donc appuyés sur des résultats de travaux similaires précédents.

II.3. Etude sur la sardine : (*sardina pilchardus*)

SAHBAOUI, (2015) a montré que les résultats des analyses des éléments métalliques (Cd, Pb, Zn) dans la sardine à partir des échantillons prélevés au port de ghazaouet (Tlemcen), une présence variable des trois métaux au niveau du la sardine. (Fig17)

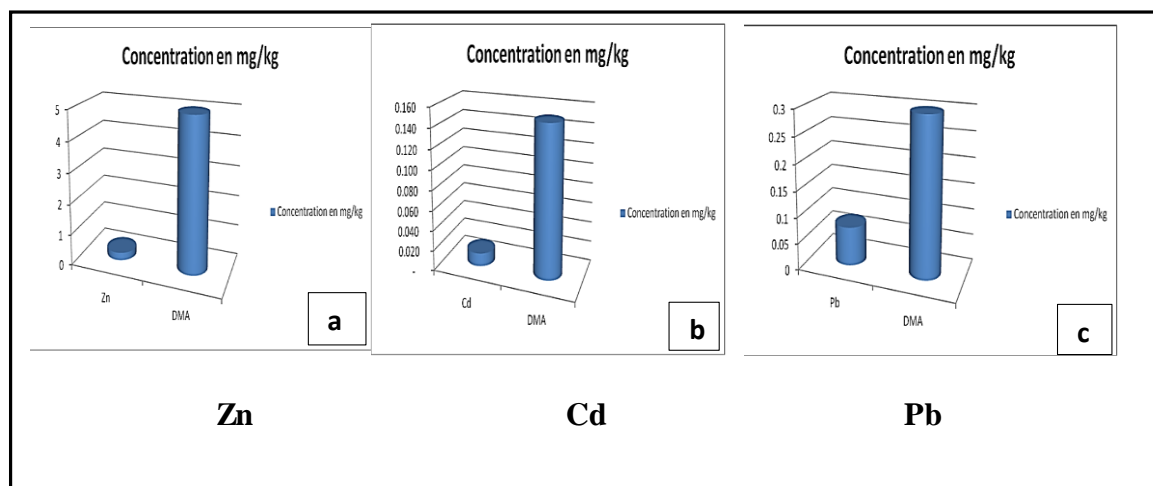


Figure n°17 : Comparaison des teneurs moyennes en trois métaux lourds (Zn Cd, Pb) avec les DMA (mg/kg) (SAHBAOUI, 2015)

A partir de figure 17 Les concentrations retrouvées dans la Sardine sont faibles pour le Cadmium, ils ont varié de 0.003 mg/Kg à 0.039 mg /Kg avec une moyenne de 0.013 mg/Kg. Ils ont remarqués que les doses moyennes du Cadmium relevées chez la Sardine comparée à celles des D.M.A (la dose maximale admissible = 0.15mg/kg), ne sont pas inquiétantes. Les teneurs en Cadmium enregistrées montrent une faible accumulation. (SAHBAOUI, 2015)

Les concentrations retrouvées dans ce cas-là sont relativement moins importantes pour le Plomb, ils ont varié 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). (SAHBAOUI, 2015)

Pour le Zinc les concentrations retrouvées sont faibles, ils ont varié de 0.030 mg/Kg à 0.78mg/Kg avec une moyenne de 0.251 mg/kg.

Ils sont notés une valeur maximale de 0.78mg/kg mais ne dépasse pas la D.M.A (5mg/kg). (SAHBAOUI, 2015)

Les résultats apportés par (SAHBAOUI, 2015) montrés que :

- Chaque métal accumule dans la sardine à un gradient différent.
- L'ordre général de la bioaccumulation des métaux analysé est comme suit : Zn> Pb>Cd.
- Le Zinc est un métal essentiel pour le métabolisme, donc il fait objet d'une accumulation assez importante.

Alors ils ont constatés que les concentrations du Pb, cd et Zn chez les individus de la sardine ne dépassent pas les doses maximales admissibles.

Par contre dans une autre étude de (KECHIDIS, 2014), q' il a trouvé d'autres résultats, dans la région d'Alger. (Tab 07)

Tableau n°07 : les concentrations des trois métaux au niveau de la chaire de la sardine.

Matrice	C	Cd	Pb	Zn
Chaire	M1	00	0,88	3,83
	M2	00	1,11	50,27
	Moyenne ± Et	00	0,99±0,112	27,03±23,19

Source (KECHIDIS, 2014)

C : concentration

M : moyenne

Et : Ecart-type

La lecture du tableau :

Une absence totale du cadmium au niveau de la chaire, et la concentration moyenne du plomb est de (0.99±0.112).

Le zinc est largement supérieur par rapport au DMA (27.03±23.198). (KECHIDIS, 2014)

Pour la chair, la concentration du Zn est la plus importante, suivie par celles de Pb qui sont supérieures à la limite fixée par la réglementation algérienne (0.3mg/kg de poids frais), ce qui pourrait due à l'origine des micropolluants présentes d'une part , dans les rejets industriels et urbains se déversant dans le bassin, et d'autre part au trafic maritime (présence ports). Pour le Cd, les résultats obtenus pourraient s'expliquer soit par l'absence de pollution de

l'espèce étudiée par ce métal dans les zones de pêche, soit par la difficulté de dosage de ce métal vu sa présence infinitésimale dans l'eau.

II.4.-Etude sur La bogue :(Boops boops)

GEUBLI et DOUBBI BOUNOUA (2018) ont entamés un suivi des concentrations pour deux métaux traces (Plomb et zinc) qui s'est étalé sur une période de quatre mois (Février 2018 – Mai 2018) ; afin d'évaluer leurs niveaux d'accumulation chez la bogue *Boops boops* au niveau de la baie de Mostaganem.

Les analyses ont révélé la présence de ces xénobiotiques dans les organes du poisson ciblé, avec des taux très hétérogènes. Ils ont résumés les moyennes dans ce tableau. (Tab 08)

Tableau n°08 : Concentrations moyennes des métaux lourds en μ g/g de poids frais chez le Boops boops pêché dans la baie de Mostaganem.

Métaux	Zinc(Zn)	Plomb(Pb)
Concentration trouvée	0,032	0,038

Source (GEUBLI et DOUBBI BOUNOUA, 2018).

Les variations sont beaucoup plus accentuées quand ils s'agit du zinc et du plomb qui subissent de faibles fluctuations.

Les concentrations trouvées sont inférieurs aux doses maximales admissibles (GEUBLI et DOUBBI BOUNOUA, 2018).

Dans une autre étude de BOUMEDINE (2011), elle a trouvé les résultats suivants :

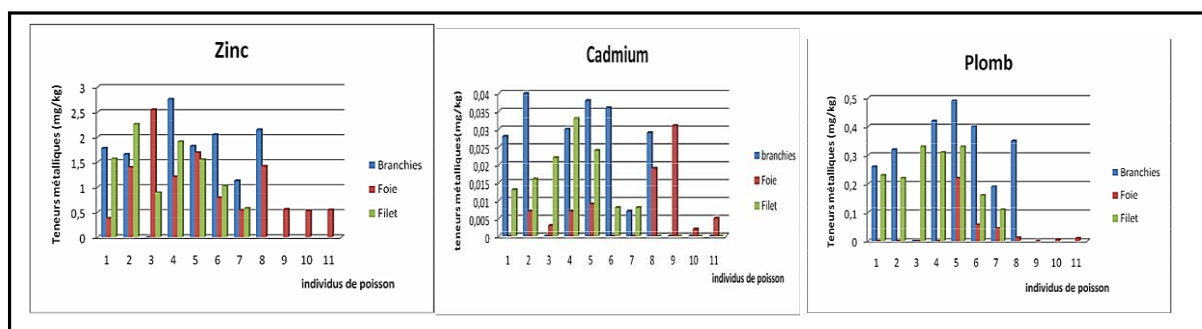


Figure n°18 : les teneurs métalliques en trois métaux (Zn, Cd, Pb) (mg/kg) dans les différents organes de la bogue (BOUMEDINE, 2011)

La figure 18 montre Un taux élevé de Zinc et de Plomb par rapport au Cadmium. Ces métaux lourds sont accumulés surtout par les branchies (voie respiratoire). Ils ont constatés que les concentrations ne dépassent pas les valeurs de références selon (L'AIEA, 2003) sauf pour le plomb (pour ce métal la bogue à 0.16 mg/kg) car la dose maximale admissible est de 0.12 mg/kg. (BOUMEDINE, 2011)

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 port du Mostaganem par les métaux lourds. L'étude s'est basée sur l'analyse et le suivi de quatre éléments métalliques (Plomb, Cadmium, mercure et Zinc) au niveau de la chair (partie consommable par l'être humain) de la sardine *Sardina pilchardus* et la bogue *Boops boops*. Le choix est porté sur la sardine (*Sardina pilchardus*) et La bogue (*Boops boops*) pour leur importance commerciale et leur disponibilité. Ces espèces sont largement répandues et abondantes dans le marché de la ville de Tiaret.

Au cours de notre étude et en raison de cette pandémie (COVID 19), les résultats des recherches similaires ont été invoqués après avoir mené la même recherche.

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

Dans une autre étude, ils ont conclu que : les deux espèces étudiées sont contaminées par le cadmium(Cd), le plomb (Pb) et le zinc(Zn) avec des concentrations supérieures à les doses maximales admissibles.

Ils ont prévus une analyse pour le mercure(Hg) dans cette denrée alimentaire, rien n'a été réalisé pour des raisons purement techniques.

La teneur élevée en métaux lourds montre clairement que la consommation quotidienne des poissons de la côte méditerranéenne expose délicatement la majorité des consommateurs à des risques sanitaires. L'accumulation de ces métaux dans l'organisme engendre des effets indésirables.

En perspective, nous disons aussi qu'il est impérieux de refaire cette étude sur les différentes périodes de l'année avec un échantillon représentatif et sur plusieurs espèces marines bio-accumulatrices de pollution. Il est très souhaitable que cette étude soit faite aussi bien dans les poissons que dans les sédiments et les eaux des mêmes sites.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- **A.E.E ; 2006-** (Agence Européenne pour l'Environnement) .problèmes prioritaires pour l'environnement méditerranéen. Rapport n°4/2006.P93.
- **Ababouch L.H., 1995 :** *Assurance de la qualité en industrie halieutique. Manuel Scientifique et Technique.* Actes Edition, Inst. Agro. Vet. Hassan II, Rabat, Maroc.
- **Académie des sciences. (1998).** Contamination des sols par les éléments en trace : les risques et leur gestion. Rapport 42.
- **AEE, 1995-**Europe's environment the dobrisassessment– Agence Européenne pour l'Environnement –CopanHangué (Dane Mark).
- **AEE, 1999-**le milieu marin et littoral Méditerranéen état et pression e lapathonassion et GP gabrielidés sous la direction agence européenne pour l'environnement, environnementale assessmentseries N0 05,PP 137.
- **AEE, 2002-**Europe biodiversity –biogeographicalregions et seas (la biodiversité en Europe regions et mers biogeographiques ,rapport sur des problemesenvironnementaux publié par l'AEE(agence européenne pour l'environnement) copenhagen 2002.
- **ALLOWAY, B.J;1995** -heavy metals in soils, second edition balckieacademie London.UK.
- **Alloway, B.J. et Ayres, D.C., 1997.** Chemical Principles of Environmental Pollution. Blackie Academic and Professional, an imprint of Chapman and Hall, London, 394 pp.
- **AMIARD, j. e., 1988-** Réflexions sur l'estimation des flux des éléments traces dans les organismes aquatiques. J. Rech. Océanog : p36
- **AMIARD-TRIQUET, C ET AMIARD, J.C; 2008-** Les bio marqueurs dans l'évaluation de l'étatécologique des milieux aquatiques , Doc (Editions).
- **ASSO,A ; 1982-**contribution à l'étude des polluants métalliques chez la moule PernaPerna (L) dans la région d'Alger, thèse Doc 3ème cycle d'océanographie biologique univ Marseille II,138 P.
- **Azza Habibi, 2015.** Analyse rapide des actinides par couplage chromatographie liquide/ICP-MS et de 90Sr par compteur proportionnel à gaz, dans les échantillons de l'environnement, en situation post-accidentelle. (22-24) 295p.

Références bibliographiques

- **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.
- **Bendada, K., Boulakradeche, M., 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, Houwari Boumediene (U.S.T.H.B) : 23 p
- **Bensahla Talet ; 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 magister, Université d'Oran,105P.
- **Bensaid, D et Sait, B., 2015** – Evaluation de la qualité écologique du golfe de Béjaia : le merlu bioaccumulation, *Mémoire de mastereII*. Unniversité de Béjaia, 3 p.
- **BENZOHRA M., MILLOT C., 1995**- Characteristics and circulation of the surface intermediate water masses off Algeria .Deep Seares.42 (10), 1803-1830.
- **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
- **BOUSQUET, J.C,2003** – Avis du conseil économique et social régional sur " les risques de pollution par hydrocarbure en méditerranée" seance plénière du 1 er decembre 2003.
- **Boutiba, Z., 2004** - Guide de l'environnement marin, Edit : DAR EL GHARB : 273 p.
Boutiba, Z., Taleb, Z, AbiAyad S.M.E.A., 2003 : Eat de la pollution marine de la côte oranaise. *Edit Dar El Gharb* , 69 p.
- **Bouvier-Capely, C., Ritt, J., Baglan, N., Cossonnet, C., 2004**. Potentialities of mass spectrometry (ICP-MS) for actinides determination in urine. Appl. Radiat. Isot. 60, 629–633.
- **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.
- **C.N.R.S., 2005**- (centre nationale de la recherche scientifique) « Principaux rejets industriels »

- **Callender, E., 2003.** Heavy Metals in the Environment-Historical Trends. In: B.S. Lollar (Ed.), Environmental Geochemistry. Treatise on Geochemistry. Elsevier-Pergamon, Oxford, pp. 67-105.
- **Candelone, J.-P., Hong, S., Pellone, C. et Boutron, C.F., 1995.** Post-Industrial Revolution changes in large-scale atmospheric pollution of the northern hemisphere by heavy metals as documented in central Greenland snow and ice. *Journal of Geophysical Research*, 100(8): 605-616.
- **Caroli, S., Forte, M., Nuccetelli, C., Rusconi, R., Risica, S., 2013.** A short review on radioactivity in drinking water as assessed by radiometric and Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry techniques. *Microchem. J.* 107, 95–100.
- **Casas et Stello., 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.
- **CASAS, S, 2005-** modélisation de la bioaccumulation des métaux traces (Hg,Cd,Pb,Cu et Zn) chez la moule *Mytilusgalloprovincidis* en milieu méditerranéen thèse doctoecabiologique ENV MAR univ sud Toulon ,314P.
- **Casas, S. (2005).** Modélisation de la bioaccumulation de métaux traces (Hg, Cd, Pb, Cu et Zn) chez la moule, *Mytilus Galloprovincialis*, en milieu méditerranéen. Thèse : Océanologie biologique, Environnement marin : université du sud Toulon Var, 363 p.
- **Casas, S., 2005 -***Modélisation de la bioaccumulation de métaux traces (Hg, Cd, Pb, Cu et Zn) chez la moule, mytilus galloprovincialis, en milieu méditerranéen.* Thèse dedoctorat: Océanologie biologique, Environnement marin.314 p
- **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.
- **CHEFTEL J.C., 1977-**Introduction à la biochimie et la technologie des aliments.Vol II .Ed. Entreprise moderne:137-160.
- **Chiffolleau, J.F., 2001-** La contamination métallique, Programme Scientifique Seine-Aval. Editions Ifremer, 39 p
- **CHIFFOLEAU J C., 2001.** La contamination métallique, région haute Normandie, (Programme Scientifique Seine-Aval) IFREMER 8 : 39p
- **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.

Références bibliographiques

- **CHRISTIAN, N; ALAIN, R; 2004**-Déchets et pollution, impact sur l'environnement et la santé, Dunod, paris.pp100.
- **Cotran, R.S., Kumar, V. et Robbins, S.L., 1990.** Patologia ambiental, Patologia Estructural y Funcional. Interamericana-Mc Graw-Hill, Madrid, pp. 499-546.
- **Derbal , F., Kara, M.H. et Madache, S., 2007** :Cycle sexuel et fécondité de la bogue *Boopsboops*des cotes de l'Est algérien. *Workshop international sur lagestion des ressources halieutiques « GRH-2007 ».* ISMAL- Alger, 29, 30 Oct 2007 – *DélyIbrahim-Alger.*
- **Dieuzeide, R., Novella, M., & Roland, J., 1955** : Catalogue des poissons des côtes algériennes. III. Ostéoptérygiens (suite et fin). *Bull. Trav. Stat. Aquic.Pêche,* Castiglione, (6): 384 p.
- **DONNIERS. 2007**-« Pollution chimique en Méditerranée » CERBOM. (INSERM). Nice.
- **DPRH, 2004.**direction de la pêche et des ressources halieutique de la wilaya de Mostaganem.
- **du Bray, E., 1995.** Preliminary compilation of descriptive geoenvironmental mineral deposits models, 1.United States Geological Survey, Denver, 272 pp.
- **Duquesne, S., 1994** - Bioaccumulation méétallique et biomarqueurs : les métallothioneines. *Analisis Magazine.* Volume 22, n°1. France. 20-23 p.
- **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.
- **DPRH, 2004.**direction de la pêche et des ressources halieutique de la wilaya de Mostaganem.
- **El-AGAMY, A; ZAKI, M.I; AWAD, G.S et NEGM, R.K.2004**- Reproductive biology of *Boops boops* (family Sparidae) in the Mediterranean environment, *Egyptian Journal of Aquatic Research,* 30 (B): p 241-254.
- **Epov, V.N., Benkhedda, K., Cornett, R.J., Evans, R.D., 2005a.** Rapid determination of plutonium in urine using flow injection on-line preconcentration and inductively coupled plasma mass spectrometry. *J. Anal. At. Spectrom.* 20, 424.
- **Fergusson, J.E., 1990.** The heavy elements:chemistry, environmental impact and health effets, 1. Pergamon Press, Oxford, 614 pp.

- **Fischer, W., Bauchot, M. L., & Schneider, M., 1987** : Fiches d'identification des espèces Pour les besoins de la pêche. Méditerranée et mer noire (Révision 1. Zone de pêche. 37).
- **FAO (ed), Vertébrés, Volume II : 761-1530.** Fish species from the Gulf of Gabes (Southern Tunisia, 134 Central Mediterranean). African Journal of Biotechnology Vol. 9(37), pp. 6177-6181, 13 September, 2010.
- **Florea, A.M. et Dietrich, B., 2006** - Occurrence, use and potential toxic effects of metals and metal compounds. BioMetals. ,19 :419-427.
- **Freyssinet, P., Piantone, P., Azaroual, M., Itard, Y., Clozel-Leloup, B., Guyonnet, D. et Baubron, J.C., 2002.** Chemical changes and leachate mass balance of municipal solid waste bottom ash submitted to weathering. Waste Management, 22(2): 159-172.
- **GAUJOUS. 1995** -La pollution des milieux aquatiques. Aide mémoire, 2ème édition, Tec & Doc Lavoisier, Paris, pp. 17-18.198-199, 62,64,65.
- **Gavilán García, I., Gavilán García, A. et Castro Díaz, J., 2004.** Organometales. In: A. Fernandez Bremauntz, M. Yarto Ramirez et J. Castro Díaz (Eds.), Las sustancias tóxicas persistentes. Instituto Nacional de Ecología, México, pp. 1-64.
- **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.
- **GEUBLI AMIN et DOUBBI BOUNOUA ABDELKADER, 2018.** Contribution à l'étude de quelques paramètres de la reproduction et de la contamination métallique chez la bogue *Boops boops* (linne, 1758) pêché au niveau de la baie Mostaganem. 85p.
- **GRIMES S., BOUTIBA Z., BAKALEM A., BOUDERBALA M., BOUDJELLAL B., BOUMAZA S., BOUTIBA M., GUEDEIOURA A., HAFFERSSAS A., HEMIDA F., KAIDI N., KHELIFI H., KERSABI F., MERZOUG A., NOUAR A., SELLALI B., SELLALIMERABTINE H., SEMROUD R., SERIDI H., TALEB M Z., TOUABRIA T., 2004-** Biodiversité marine et littorale-Ed. SONATRACH-Ed. DIWAN, Alger-362p.
- **GUNNAR, F. NODBERG. BRUCE, A. NODBERG F, W. FRIBERG L.** *Handbook on the toxicologie of metals.* 3eme edition. Academic Press, 25 juin 2007. 1024 p. ISBN: 978-0123694133
- **Harte J., Holdren C., Schneider R., Shirley C., 1991.** Toxics A to Z, A Guide to Everyday Pollution Hazards. *University of California Press*, Oxford, England, p. 478.

- **Hong, S., Candelone, J.-P., Patterson, C.C. et Boutron, C.F., 1994.** Greenland ice evidence of Hemispheric Lead Pollution two millennia ago by Greek and Roman civilizations. *Science*, 265 (September): 1841-1843.
- **Kadari, G. (1984).** Les techniques de pêche utilisées en Algérie. *E.N.A.P.* p16-17
- **KECHIDI SOUMIA LAMIA, 2014.** Contribution à l'étude de la contamination par les métaux traces (Pb, Cd, Ni, Zn) de la sardine, Walbaum, 1792) de la baie d'Alger. 63p.
- **Keith P et Allardi J., 2001 :** Atlas des poisons d'eau douce de France. Muséum national d'histoire naturelle. 387p.
- **Khemeri, S., Kaamour, A., Zylberberg, L., Meunier, F., Romdhan, M.S., 2005 :** Age and growth of bogue, *Boopsboops*, in Tunisian waters, *Acta Adriatica*, 46 (2), 159-175.
- **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.
- **LAFABRIE C., 2007.** Utilisation de *Posidonia oceanica*(L) Delile comme bio-indicateur de la contamination métallique. Thèse de Doctorat en écologie marine. Université De Corse 158p
- **Lalami-Taleb, 1970.** facteur de répartition verticale du phytoplancton au large d'alger. Thèse .doct. 3eme cycle en biologie. Université d'Alger. 168p.
- **Lamrini, A., 1988 :** Les sparidés de la côte atlantique marocaine. Reproduction, croissance et exploitation de cinq espèces. *Thèse Doct d'Etat*, Univ. Bretagne Occidentale. 382 p.
- **LARNO, V., LOROCHÉ, J., LAUNEY S., FLAMMAION P., DEVAUX A., 2001** – responses of chub (*leuciscus cephalus*) populations chemical stress, assessed by genetic markers. DNA damage and cytochrome P 4501A induction, *Ecotoxicologie* 10:175-
- **Larocque, A.C.L. et Rasmussen, P.E., 1998.** An overview of trace metals in the environment, from mobilization to remediation. *Environmental Geology*, 33(2-3): 85-91.
- **Le Goff, F. et Bonnomet, V., 2004 -** Devenir et comportement des métaux dans l'eau. biodisponibilité et modèles blm. rapport technique, ministère de l'écologie et du développement durable direction de l'eau, paris.

- **Leblanc, M., Morales, J.A., Borrego, J. et Elbaz-Poulichet, F., 2000.** 4,500 Years-old mining pollution in the Southwestern Spain, Long-term implications for modern mining pollution. *Economic Geology*, 95(3): 655-662.
- **LEBLANC.J.C ; GUERIN,T ; VERGER,P ; VOLATIER, J.L. ,2004 ,** 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.
- **Linne, C., 1758 :** *systemanaturae*(ED.10), (Systemanaturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. *Tomus I.Edition decimal, reformata.*)*Holmiae*. Vol. 1.824 pp. Nantes and Pisces in Tom.1, pp. 230- 338.
- **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,1100 mots, Ed,Mecy consult,192P.
- **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.
- **MARUSCZAK NICOLAS, 2010.** .étude du transfert du mercure et du méthylmercure dans les écosystèmes lacustres alpins. 207p. :(22–24)
- **MARUSCZAK NICOLAS, 2010.** .étude du transfert du mercure et du méthylmercure dans les écosystèmes lacustres alpins. 207p. :(25).
- **Mersaud O., 2005 :** La méditerranée malade de la pollution, Revue de presse du 18 avril .El watan.
- **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. *LeLait*78 689-698.
- **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.
- **Miquel, G., 2001** - Les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé. Rapport Office Parlementaire d'évaluation des choix scientifique et technologiques (Dir.). Rapport Sénat n°261 : 360

Références bibliographiques

- **MPRH, (2009)** «Manuelles statistiques des pêches 2000-2009». Ministère de la pêche et des ressources halieutiques / sous direction des statistiques.
- **MPRH., 2014** : données statistiques de SDSEP/MPRH.
- **MPRH., 2014** : Secteur de la pêche et de l'aquaculture – Bilan (2012-2014) Prospective 2030 & Projet « PLAN AQUAPECHE 2020) ; avril 2014-Alger.
- **NABILA BOUMEDINE, 2011.** Contribution à l'évaluation de la pollution métallique chez deux espèces de poissons la rascasse rouge (*Scorpeana scrofa*) et la bogue (*Boops boops*) dans la baie de Honaine (W.de Tlemcen).67p.
- **Namour, P., 1992** : « Les mono-oxygénases de poissons, un outil pour la caractérisation des pollutions chroniques ». Etudes du CEMAGREF, série Ressources en Eau, N° 6, P 232.
- **Nriagu, J.O., 1996.** A History of Global metal Pollution. Science, 272(april): 223-224.
- **O.-P.-S., 1987.** Guías para la Calidad del Agua Potable. Criterios relativos a la salud y otra información de base. Publicación científica 506. Organización Panamericana de la Salud, Washington, 350 pp.
- **Nomiyama, K.** Toxicity of cadmium mechanism and diagnosis. Proceeding of the inter national conference Health. Nashville (Tennessee) Pergamon Press, 15-23. (1973).
- **ONS., 2014** : Indice des prix à la consommation mois de mai 2014 la ville d'Alger ; juin 2014-Alger, N°222
- **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.
- **PICOT ANDRE, 2002**-Expert europeen de toxicologie. Le trio mercure, plomb, cadmium.Lesmetaux lourds : de grands toxiques.2002.
- **PIVNICKA ., CENRY .K.,1996** – Poissons .pp:80.
- **Plumlee, G.S. et Ziegler, T.L., 2003.** The medical geochemistry of dust, soils and other earth materials. In: B.S. Lollar (Ed.), Environmental Geochemistry. Treatise on Geochemistry. Elsevier-Pergamon, Oxford, pp. 264-310.
- **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

- **Purves, D.** Trace element contamination of the environment. Amsterdam; Oxford; New York: Elsevier. 170-82. (1977).
- **RAINBOW PS & PHILLIPS DJH (1993).** Cosmopolitan biomonitors of trace metals. A review. *Marine Pollution Bulletin*, **26**: 593-601p.
- **Rainbow, P.S., Phillips, D.J.H., 1993** - Biomonitoring of trace aquatic contaminants. Environmental management series, Alden Press LTD, Oxford: 371 p.
- **Ramade, F., 2000** -Dictionnaire encyclopédique des polluants: les polluants de l'environnement à l'homme. Ed. International, Paris. 690 p.
- **RAMADE, 1979**-Ecotoxicologie, Ed.masson France, 227-228 P.
- **Ramade, F., 2000** -Dictionnaire encyclopédique des polluants: les polluants de l'environnement à l'homme. Ed. International, Paris. 690 p.
- **RAMADE,F; 1982**-Element d'écologie, écologie impliqué,megraw-H,LL,Ed,452PP.
- **RAMADE, F ; 1992**- précis d'Eco toxicologie Masson, paris, 300p.
- **Ron VAN Der Oost, A., Jonny Beyer, B., Nico, P.E., Vermeulen, C., 2003** – Fish bioaccumulation and biomarkers in environmental risk assessment. *Environmental Toxicology and Pharmacology* 13. *Elsiver LTD*. □57-149 p..
- **Rousselet., 1991** -Edité : Moussaoul. AA et Benbellil.S, 1999 : « Contribution à l'étude de l'accumulation de métaux lourds (Zn, Cu, Pd et Cd) par la Sardine, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1972), du golfe de béjaia », mémoire de fin d'étude en biologie et physiologie animale, Université Abderrahman Mira de Béjaia. 2-6 p.
- **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.
- **SAHBAOUI Fatiha, 2015.** 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).67p.
- **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.

Références bibliographiques

- **Schuurmann G., Markert B., 1998.** Ecotoxicology, Ecological Fundamentals, Chemical Exposure, and Biological Effects. John Wiley & Sons Inc. and Spektrum Akademischer Verlag, 900.
- **Selka, F.Z., 2015** - Contribution à l'évaluation de la pollution marine par les métaux lourds chez les algues de la baie de Honaine. *Mémoire de Master*. Université de Tlemcen. 6-25 p.
- **Sukandar, S., Yasuda, K., Tanaka, M. et Aoyama, I., 2006.** Metals leachability from medical waste incinerator fly ash: A case study on particle size comparison. *Environmental Pollution*, 144(3): 726-735.
- **Tahri, 2003** http://www.google.dz/search?q=carte+g%C3%A9ographique+du+port+d%27oran&client=firefox-a&hs=M5S&rls=org.mozilla:fr:official&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=Qe7LUYSEHNSwhAeP_IDACg&ved=0CAkQ_AUoAQ
- **Tarras-Wahlberg, N H; Flachier, A; Lane, S N; Sangfors D.** Environmental impacts and metal exposure of aquatic ecosystems in rivers contaminated by small scale gold mining: The Puyango River basin, southern Ecuador. *Sci Total Environ* ; 278 : 239-61. (2001).
- **THOMAZEAU, R; 1981-** station d'épuration, eaux potables-eaux usées. 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, 1996** Etat 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. **Walbaum, J.J , 1792.** Petri Artedi suecigenera piscium systema totum ichthyologiae proponitur cum classibus, ordinibus, generum characteribus, Geographic variability of sardine growth across the Atlantic and the Mediterranean Sea *Fisheries Research* 90 (2008) 56-69.
- **WHO/UNEP, 1995-** Health Risks From Marine Pollution in the Mediterranean. Implication For Policy Markers. EUR/HFA-TARGET 20. PART I. 255.

Références bibliographiques

- **WHO.** Guidelines for drinking-water quality, third edition – Chemical fact Sheets, (2004).
- **Zeghdoudi E., 2006.** Modélisation bio-économique des Pêcheries méditerranéennes. Application aux petits pélagiques de la baie de Bou Ismaïl (Algérie). Master of Science en Economía y gestión de la actividad pesquera. Thèse Barcelone.

Annexes

Annexe 01 : Enquête d'étude

I. Enquête sur les bonnes pratiques d'hygiène des poissons frais vendus sur les marchés : cas de la ville de Tiaret

I.1. Enquête des vendeurs :

La visite de site au niveau des poissonneries (marché) de Tiaret nous a permis de réaliser une enquête avec les vendeurs, plusieurs points sont introduit dans cette interrogation tels que : hygiène de locale, certificat d'aptitude professionnelle, l'emballage des produits , l'hygiène de personnelle, température de réfrigération et de congélation

➤ Est-ce que vous avez un certificat ou un brevet que vous permet d'exercer ce travail ?

Oui

Non

➤ Est-ce que vous suivez des formations sur les règles d'hygiène ?

Oui

Non

➤ Est-ce que vous portez les vêtements professionnels des poissonniers pendant la vente ?

Oui

Non

➤ Est-ce que vous fumez aux cours de vente ?

Oui

Non

➤ Est-ce que vous nettoyez le locale et le point de vente quotidiennement ?

Oui

Non

➤ Quel est emballage que vous utilisez pendant le transport et le vente de poissons ?

Casiers en bois

Casiers en plastiques

➤ Est-ce que vous utilisez la température nécessaire pour la conservation des poissons pendant le transport et la vente ?

Oui

Non

➤ De quelles régions importez-vous les poissons ?

➤ Quelle est la durée de transport depuis la pêche jusqu'au le point de vente ?

➤ Est-ce que ces poissons sont d'origine des eaux douces ou des eaux salés ?

Eau douce

Eau salé

➤ Est-ce que vous connaissez les poissons contaminés ?

Oui

Non

➤ Quel est votre équipement de transport ?

Camion frigo

Camion simple

➤ Est-ce que vous changez la glace pendant le transport et la vente ?

Oui

Non

➤ Est-ce que vous nettoyez les surfaces de vente et les congélateurs ?

Oui

Non

➤ Est-ce que vous éteignez le congélateur pendant la nuit ?

Oui

Non

➤ Quelle est la température nécessaire pour la conservation des poissons congelés ?

➤ Quel est l'emballage de conservation ?

Sachet en plastique

Sachet en aluminium

➤ Respectez-vous la chaîne du froid ?

I.2.Enquête des consommateurs :

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

Oui

Non

➤ 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

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

II. Calculs de pourcentages des personnes enquêtés

Question	Oui	Non	Oui %	Non %	Nombre de personne Enquêtés
Respect des mesures de consommation	3	27	10	90	30
Connaissance des risques des métaux lourds	9	21	30	70	30

On a :

- **30 personnes enquêtées**

30 personnes \longrightarrow 100%

21 personnes \longrightarrow ?

$$X = 21 \times 100 / 30 = \mathbf{70\%}$$

NOTE : Cette méthode a été utilisée pour le reste des calculs.

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, pour cela nous sommes intéressés à la bioaccumulation de ces quatre éléments traces (Hg, Cu, Pb et Zn) chez deux espèces de poissons : la sardine (*Sardina pilchardus*) et la bogue (*Boops boops*).

Les résultats obtenus d'après deux études faites dans deux différentes villes ont montré que la sardine et la bogue renferment les quatre métaux recherchés. Les concentrations trouvées chez les deux espèces sont inférieures aux doses maximales admissibles pour la première étude et pour la deuxième, ils ont trouvés que les concentrations sont supérieures aux doses maximales admissibles.

L'autorité de la consommation quotidienne de la sardine (*Sardina pilchardus*) et la bogue (*Boops boops*) conditionne que la teneur métallique dans ces derniers ne dépasse pas les doses maximales admissibles.

Mots clés : métaux lourds, accumulation, contamination, *Boops boops*, *Sardina pilchardus*

المخلص

الأسماك غنية بأحماض أوميغا 3 الدهنية المتعددة غير المشبعة، والتي من المعروف على نطاق واسع آثارها المفيدة على الصحة. في الآونة الأخيرة، تناقست ثقة الجمهور من خلال تقرير سلط الضوء على المخاطر المرتبطة بالتعرض للملوثات البيئية، مثل المعادن الثقيلة، والتي من المعروف أنها تتراكم في الأسماك، والتي ركزنا فيها على التراكم الأحيائي لثلاثة عناصر (Pb، Cd، Hg، Zn) في نوعين من الأسماك: السردين (*Sardina pilchardus*) والبوقا (*Boops boops*) التي تم اصطيادها في نفس المنطقة.

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها من دراستين في مدينتين مختلفتين أن السردين والبوقا يحتويان على المعادن الأربعة المرغوبة. التراكم التي تم العثور عليها في النوعين أقل من الجرعات القصوى المسموح بها للدراسة الأولى وبالنسبة للدراسة الثانية، وجدوا أن التركيزات أعلى من الجرعات القصوى المسموح بها.

تشرط سلطة الاستهلاك اليومي لسردين *Sardina pilchardus* والبوقا

Boops boops أن المحتوى المعدني في الأخير لا يتجاوز الجرعات القصوى المسموح بها.

الكلمات المفتاحية: المعادن الثقيلة ، التراكم ، التلوث ،

السردين ، *Sardina pilchardus* البوقا *Boops boops*

Abstract

Fish are rich in omega-3 polyunsaturated fatty acids, the beneficial effects of which on health are widely recognized. Recently, public confidence was eroded by a report highlighting the risks associated with exposure to environmental contaminants, such as heavy metals, which are known to accumulate in fish, for which we focused on the bioaccumulation of four trace elements (Hg, Cu, Pb, Zn) in two species of fish: sardine (*Sardina pilchardus*) and bug (*Boops boops*) caught in the same region.

Results obtained from two studies in two different cities show that sardines and bugs contain the four desired metals. The concentrations found in the two species are lower than the maximum admissible doses for the first study and for the second, they found that the concentrations are higher than the maximum admissible doses.

The authority of the daily consumption of the sardine *Sardina pilchardus* and the bug *Boops boops* condition that the metal content in the latter does not exceed the maximum allowable doses.

Key words: heavy metals, accumulation, contamination, *Boops boops*, *Sardina pilchardus*.