

*République Algérienne Démocratique et Populaire*  
*Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*  
**Université Abderrahmane MIR-Bejaia**

**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie**  
**Département de Sciences Biologiques de l'Environnement**  
**Filière: Sciences Biologiques**  
**Option : Bio-Ressources Animales et Biologie Intégrative.**



**Réf.....**

**Mémoire de Fin de Cycle**  
**En vue de l'obtention du diplôme**

**MASTER**

***Thème***

**Contribution A L'Etude De l'Accumulation De Certains Métaux Lourds Chez Les Individus Adultes Appartenant A L'Espèce *Engraulis encrasicolus*. (Anchois Commun) (Linné, 1758), Dans le golfe de Bejaïa.**

Présenté par:

**Mlle. BELAHCENE.ER-Rym & Mlle. IDIR Dihia**

**Soutenu le : 17 Juin 2017.**

Devant le jury composé de :

**Grade :**

**M<sup>me</sup>. NATOURI N.**

**M.A.A.**

**Président.**

**M<sup>me</sup>. BENBELLIL-TAFOUGHALT S.**

**M.C.A.**

**Encadreur.**

**M<sup>me</sup>. KHERBOUCHE D.**

**M.C.B.**

**Examineur.**

**Année universitaire: 2016/2017**

## DEDICACES

*Je dédie modestement ce travail à tous ceux qui ont cru en moi et qui ont su m'encourager, en particulier dans mes moments de doute.*

*A ma Maman et son regard bienveillant, mon Père et la confiance dont il fait preuve et ma Sœur et sa joie de vivre qu'elle me transmet.*

*A ma Blondine, M. B. Ma best, éternelle mononeurone adorée, et à Sihem S., le rayon de soleil qui me manque tant et dont je suis si fière.*

*Et surtout, au Kyuubi, qui se reconnaîtra, pour son indéfectible soutien, sa franchise, la foi qu'il a en moi, les moments de joie, les prises de bec qui me ramène à la réalité et notre complicité qui se passe d'explication.*

*Honorée de faire partie de vos vies, et fière de vous avoir dans la mienne.*

**ER-Rym. (S. D. M.).**

## DEDICACES

*J'ai le plaisir de dédier ce modeste travail.*

*A l'être le plus doux et le plus tendre sur terre, à toi ma Maman, grâce à ton soutien, ton amour et tes précieuses prières, j'ai été poussée vers le mieux.*

*A toi mon Papa, qui m'a toujours aidée, soutenue et encouragée en me donnant la volonté, la ténacité et la confiance en soi.*

*Que Dieu vous protège.*

*A mes chers frères Sales & Nabil.*

*A mon cher grand-père dont le soutien m'a procuré assurance et détermination.*

*A mes cousines les plus proches et si chères à mon cœur : Katia & Sonia.*

*A tous mes amis, qui ne cessent d'illuminer mon quotidien.*

*Ainsi qu'à ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste travail.*

**Dhia.**

# Remerciements :

*Nous remercions chaleureusement :*

*Mme. S. BOUDERSA, la technicienne de laboratoire, pour sa disponibilité, sa gentillesse et son attention,*

*Mlle. S. BOUCHEBBAH pour le temps et l'application qu'elle à consacré pour nous sortir de soucis divers,*

*M. M. ZEMOURI pour sa sympathie et bonne humeur contagieuse, ainsi que les précieux services rendus,*

*Mesdames les membres du jury,*

*Professeur NATOURI N. (M.A.A.), qui le préside, notamment pour sa sollicitude, sa précieuse aide, ses conseils et encouragements,*

*Professeur KHERBOUCHE D. (M.C.B.), en tant qu'examinatrice,*

*Et bien entendu au Docteur BENBELLIL-TAFOUGHALT S. (M.C.A.), notre promotrice, pour avoir su nous encadrer, de nous avoir accordé de son précieux temps, mais aussi et surtout pour ses conseils avisés et son objectivité qui nous a permises de mener à bien ce travail.*

## Liste des tableaux :

Tableau n°	Désignation .....	Page
01	• Systématique de l'espèce <i>Engraulis encrasicolus</i> (Linné ,1758) .....	: 18
02	• Les différentes concentrations en métaux lourds (Zn, Cu et Cd.) Dans le muscle des quatre échantillons prélevés .....	: 30
03	• Les différentes concentrations en métaux lourds (Zn, Cu et Cd.) Dans les viscères des quatre échantillons prélevés .....	: 31
04	• Comparaison des valeurs obtenues avec les valeurs limites (Normes internationales) .....	: 35
05	• Tableau comparatif des résultats obtenus de différentes études, selon différents lieux, espèces et années .....	: 36

## Liste des figures :

Figures n°	Désignation	Page
01	• Illustration d' <i>Engraulis encrasicolus</i> (Linné, 1758) .....	: 18
02	• Représentation en 3D image satellite du Golf de Bejaïa ...	: 21
03	• Mensuration de l'échantillon .....	: 23
04	• Pesée de l'échantillon .....	: 23
05	• Dissection de l'anchois <i>Engraulus encrasicolus</i> .....	: 23
06	• Organes internes isolés -Muscles et Viscères .....	: 23
07	• Le four à moufle utilisé pour le séchage .....	: 24
08	• Le broyeur .....	: 24
09	• Photo originale de l'appareillage de la Spectrométrie d'Absorption Atomique .....	: 26
10	• Résumé du protocole expérimental suivi dans notre étude	: 27
11	• Histogramme représentatif des différentes concentrations en métaux lourds (Zn, Cu et Cd.). Dans le muscle des quatre échantillons prélevé .....	: 31
12	• Histogramme représentatif des différentes concentrations en métaux lourds (Zn, Cu et Cd.). Dans le muscle des quatre échantillons prélevé .....	: 32
13	• Histogramme représentatif des différentes moyennes de concentrations. Dans muscle ainsi que dans la masse viscérale pour chaque métal (Zn, Cu et Cd.) .....	: 33

## Annexes :

Figure n°	Désignation
01	• Courbe d'étalonnage du Zinc
02	• Courbe d'étalonnage du Cuivre
03	• Courbe d'étalonnage du Cadmium

## Liste des abréviations :

Cd	:	<b>Cadmium.</b>
Cm	:	<b>Centimètre.</b>
Cu	:	<b>Cuivre.</b>
D.M.A.:		<b>Dose maximale admissible.</b>
E.T.M. :		<b>Elément traces métallique.</b>
F.A.O. :		<b>Food and Agriculture Organisation.</b>
Hg	:	<b>Mercure.</b>
I.S.M.A.L. :		<b>Institut des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral.</b>
Mg/Kg :		<b>Milligramme par Kilogramme.</b>
O.N.G. :		<b>Organisation Non-Gouvernementale.</b>
Pb	:	<b>Plomb.</b>
Ppm	:	<b>Partie par million.</b>
P I B	:	<b>Produit Intérieur Brute.</b>
S.A.A. :		<b>Spectrométrie d'Absorption Atomique.</b>
S.A.A.F.:		<b>Spectrométrie d'Absorption Atomique à Flamme.</b>
V.M.A. :		<b>Valeur maximale Admissible.</b>
Zn	:	<b>Zinc.</b>

# SOMMAIRE :

Introduction .....	:	1
Chapitre I : Généralités sur les métaux lourds .....	:	3
<b>I Définition</b> .....	:	4
<b>II Classification des métaux lourds</b> .....	:	4
2.1 Les éléments traces essentiels .....	:	4
2.2 Les éléments traces non essentiels .....	:	5
<b>III Intérêts des métaux essentiels</b> .....	:	5
3.1 Le zinc (Zn) .....	:	5
3.1.a- Définition du Zinc .....	:	5
3.1.b- Rôle physiologique du Zinc .....	:	5
3.1.c- Effets sur l'environnement .....	:	6
3.2- Le cuivre (Cu) .....	:	7
3.2.a- Définition du Cuivre .....	:	7
3.2.b- Rôle physiologique du Cuivre .....	:	7
3.2.c- Effets sur l'environnement .....	:	8
<b>IV- Usage de métaux non essentiels (Cd et Pb)</b> .....	:	9
4.1- Le Cadmium (Cd) .....	:	9
4.2- Le Plomb (Pb) .....	:	9
<b>V- Toxicité</b> .....	:	10
5.1- Toxicité du Zinc .....	:	10
5.2- Toxicité du Cuivre .....	:	10
5.3- Toxicité du Plomb .....	:	11
5.4- Toxicité du Cadmium .....	:	11
<b>VI- Mécanismes de pénétration des métaux lourds chez l'organisme marin</b> .....	:	12
6.1- Origines et voies d'entrée .....	:	12
6.2- Les transferts des contaminants dans le milieu marin .....	:	12
6.2.a- Bioaccumulation .....	:	12
6.2.b- Bioconcentration .....	:	13
6.2.c- Bioamplification .....	:	13
6.3- Cycle biogéochimique des métaux lourds dans le milieu marin .....	:	13

6.3.1- La précipitation .....	: 13
6.3.2- L'absorption .....	: 13
6.3.3- L'adsorption .....	: 13
6.3.4- La sédimentation .....	: 13
<b>VII- Accumulation des métaux lourds en fonction des paramètres biologiques</b> .....	<b>: 14</b>
7.1- Paramètres de reproduction .....	: 14
7.2- Paramètres de croissance .....	: 14
7.3- Les organes .....	: 14
<b>Chapitre II : Matériel et méthodes</b> .....	<b>: 16</b>
<b>I. Matériel</b> .....	<b>: 17</b>
I.1- Choix du matériel biologique .....	: 17
I.2- Présentation du matériel biologique : L'espèce .....	: 17
I.2.1- Position systématique d' <i>Engraulis encrasicolus</i> .....	: 18
I.2.2- Morphologie .....	: 18
I.2.3- Distribution géographique .....	: 19
I.2.4- Croissance .....	: 20
I.2.5- Reproduction .....	: 20
I.3- Présentation de la zone d'étude .....	: 21
<b>II. Méthodes</b> .....	<b>: 22</b>
II.1- Echantillonnage .....	: 22
II.1.1-Collecte du matériel biologique .....	: 22
II.1.2-Travail au laboratoire .....	: 22
1- Matériel utilisé .....	: 22
2- Mesure et pesée .....	: 22
3- La dissection .....	: 23
4-Le séchage .....	: 24
5- L'homogénéisation .....	: 24
6- La minéralisation .....	: 24
7-La filtration .....	: 25
8-La dilution .....	: 25
II.2- Dosage des métaux lourds .....	: 25
II.2.1- Principe générale de la S. A. A. ....	: 26
II.2.2- Etalonnage .....	: 28
<b>Chapitre III : Résultats et discussion</b> .....	<b>: 29</b>
<b>I-Résultats</b> .....	<b>: 30</b>
I.1-Les concentrations des métaux lourds au niveau des muscles .....	: 30
I.2- Les concentrations des métaux au niveau de la masse viscérale .....	: 31

I.3-Comparaison des teneurs moyennes en métaux lourds entre le muscle et la masse viscérale d' <i>Engraulis encrasicolus</i> .....	: 32
<b>II-Discussion</b> .....	: 34
II.1-Concentrations en métaux au niveau des deux organes étudiés .....	: 34
I.1-1- Concentrations en métaux au niveau du muscle .....	: 34
I.1-2- Concentration en métaux au niveau des viscères .....	: 34
I.2-Comparaison des données obtenues avec les normes internationales .....	: 35
I.3-Comparaison de résultats avec les données bibliographiques ..	: 35
<b>Conclusion</b> .....	: 39
<b>Références bibliographiques</b>	
<b>Annexes</b>	

# INTRODUCTION

### **Introduction**

Depuis la révolution industrielle, la pollution n'a eu de cesse de s'accroître dans les différentes régions du monde, touchant les écosystèmes, la faune et la flore jusque dans la chaîne alimentaire et ce, de part les diverses formes et types de polluants émis, au travers des rejets des usines, les carburants liés au transport, le pillage des énergies fossiles... etc. Malgré cela, jamais notre planète n'a été autant polluée, la course au développement, la dictature du profit et l'inter-mondialisme étant. Cette situation a fait que l'impact de la pollution est tel, que non seulement c'est devenu une question de santé publique, mais également un enjeu politique. (**Ramade, 2000**).

La communauté scientifique ne s'est pas fait attendre pour ce qui est de tirer la sonnette d'alarme, face à l'ampleur du phénomène. En effet, l'intérêt des scientifiques, des écologistes ou encore des biologistes s'est vu grandir, s'interrogeant sur l'étendue de l'impact environnementale de la pollution et jusqu'à quel degré celle-ci influe sur nos vies et notre santé, cherchant inlassablement des moyens de lutte et de prévention, notamment grâce aux moyens technologiques, leur permettant d'approfondir leur recherches et rendant toujours plus précis leur résultats. Tout cela a eu pour effet de donner d'autant plus de crédit et de portée à la voix et à l'avis des spécialistes sur la scène médiatique de notre époque. (**Bouhadiba, 2011**).

Des différents écosystèmes, le milieu marin est l'un des plus impactés par la pollution. Que ce soit à cause de la navigation maritime, commerciale ou touristique, à cause des déversements des industries, des forages pétroliers ou encore à cause du braconnage ou de la surpêche qui menacent gravement la biodiversité marine. Que plusieurs ONG, tel que Green Peace, pour ne citer qu'eux, peinent à combattre. (**Gaujous, 1995**).

De par leur caractère permanent, les métaux lourds sont réputés pour être parmi les plus dangereux, de plus, se trouvent en concentrations beaucoup plus grandes dans les organismes marins que dans l'eau de mer, en raison du phénomène d'accumulation. Ils sont généralement encore plus abondants si les organismes proviennent de milieux pollués (**Ghomari, 1992**).

L'importance des pêches pour un pays ne peut pas être uniquement jugée par sa contribution au produit intérieur brut (PIB), mais doit tenir compte du fait que les ressources et les produits de la pêche sont des composants fondamentaux de l'alimentation et de l'emploi. Un autre aspect qui rend les ressources halieutiques si importantes est leur caractère

auto-renouvelable. Cela signifie que si une ressource halieutique, ou toute autre ressource biologique auto-renouvelable, est bien gérée, sa durée est quasiment illimitée. (FAO, 2003).

Dans le bassin méditerranéen, le poisson occupe une place importante, aussi bien dans l'économie que dans l'alimentation des différents peuples qui l'entourent. *Engraulis encrasicolus* (Linné, 1758), ou plus communément appelé l'Anchois européen, figure parmi les espèces les plus consommées. Y compris en Algérie. En raison de sa forte demande mondiale, l'Anchois peut être un acteur économique majeur dans le domaine de l'export. Pourtant, relativement peu d'études ont été effectuées sur cette espèce d'un point de vue écologique.

Selon divers paramètres, bon nombre d'auteurs se sont intéressés aux concentrations en métaux lourds. A cet effet, le présent travail s'est penché sur l'étude de ces concentrations, en métaux lourds, au niveaux du muscle ainsi que des viscères d'une espèce d'anchois *Engraulis encrasicolus*. Nous avons dosé quatre métaux, qui sont : Le Zinc, le Cuivre, le Plomb et le Cadmium, à l'aide de la Spectrométrie d'Absorption Atomique ou S.A.A.

Dans l'optique de répondre aux objectifs visés par cette étude, nous avons opté pour la suivante structure, ainsi notre mémoire comportera trois parties : Dans la première partie il sera question des Généralité concernant les Métaux Lourds, la seconde exposera Le Matériel et Les Méthodes utilisés, et enfin, dans La dernière partie nous présenterons les Résultats et Discussions.

# CHAPITRE I :

Généralités

Sur les

Métaux Lourds :

## **I -Définition**

Un métal est un élément chimique, issu le plus souvent d'un minerai ou d'un autre métal, il a un bon pouvoir réflecteur (état métallique) et est un bon conducteur de chaleur et d'électricité, ayant des caractéristiques de dureté et de malléabilité se combinant ainsi aisément avec d'autres éléments pour former des alliages utilisables dans l'industrie et ce depuis l'antiquité. On appelle en général métaux lourds les éléments métalliques naturels, métaux ou dans certains cas metalloïdes (environ 65 éléments). Ces éléments sont caractérisés par une forte masse volumique qui est supérieure à  $5 \text{ g/cm}^3$  (Miquel, 2001).

## **II-Classification biologique des métaux lourds**

La classification des métaux lourds est souvent discutée, car certains métaux toxiques ne sont pas particulièrement "lourds" c'est le cas du Zn.

D'un autre côté, certains éléments ne sont pas des métaux mais des metalloïdes comme le cas de l'arsenic. Pour ces différentes raisons, la plupart des scientifiques préfèrent à l'appellation métaux lourds celle de "élément en traces métallique" ETM. Ou par extension éléments traces (Miquel, 2001).

### **II.1-Les éléments traces essentiels**

Les métaux essentiels sont des éléments indispensables, à l'état de traces, pour de nombreux processus cellulaires. En effet, ces éléments se trouvent en très faible proportion dans les tissus biologiques (Loué, 1993).

Ils sont indispensables au déroulement de nombreuses réactions métaboliques dans l'organisme vivant. On les trouve dans plusieurs organes tels que les branchies, le rein, le foie, le muscle, les organes digestifs ...etc. ils sont localisés au niveau des protéines ainsi l'hémoglobine, contiennent le fer, l'hémocyanine contient le cuivre, de nombreuses déshydrogénases renferment le Zinc et enfin les cytochromes oxydases sont à base de Fer et de Cuivre (Ghomari, 1992).

Le Cuivre et le Zinc sont indispensables au déroulement de nombreux processus biologiques et deviennent toxiques au delà d'un certain seuil (Casa, 2005).

## **II.2- Les métaux traces non essentiels**

Les métaux non essentiels n'ont aucun effet bénéfique connu pour la cellule mais présentent un caractère polluant avec des effets toxiques pour les organismes vivants même à faible concentration c'est le cas du plomb (Pb), du Mercure (Hg) et du Cadmium (Cd) (Chiffolleau,1992).

Ils peuvent être fixés par certaines protéines comme la métallathioéine, entraînant ainsi des perturbations dans le métabolisme cellulaire (Ghomari, 1992).

## **III-Intérêt des métaux essentiels**

### **III.1-Le Zinc**

#### **a-Définition :**

Le zinc est un oligo-élément qui intervient dans de nombreuses réactions enzymatiques et joue un rôle important dans le métabolisme des protéines, des glucides et des lipides. (Pascal, 1956). Le zinc (symbole Zn dans le tableau périodique des éléments) compte parmi les oligo-éléments antioxydants. Dans l'organisme, il se trouve principalement au niveau des muscles et des os. Ce métal est connu depuis l'Antiquité, bien qu'il n'ait alors pas été utilisé à l'état pur. Son isolation est à mettre au crédit d'Anton von Swab en 1742, ainsi que d'Andreas Marggraf, qui l'a réussie de son côté quatre ans plus tard (Dreulle & al. 2002).

Les aliments les plus riches en zinc sont les fruits de mer, les abats, les viandes et les fromages. Puis, viennent les fruits à coque, les aliments céréaliers non raffinés, les œufs et les légumes secs. Notons que le zinc d'origine animale est le mieux assimilé par l'organisme.

#### **b-Rôle chez les organismes vivants :**

D'après A. Martin & al. (2001), le zinc est essentiel à l'activité de plus de 200 enzymes.

Il a donc de multiples rôles comme :

- Il intervient dans le métabolisme des protéines et des graisses ;
- Il permet la production des prostaglandines (composés pouvant exercer une action ;
- anti-inflammatoire) à partir des acides gras poly-insaturés (Oméga 3 et 6) ;

- Il entre dans la structure du superoxyde dismutase qui a une action anti-oxydante ;
- Il stabilise diverses hormones telles que l'insuline, la gustine et la thymuline ;
- Il est ainsi indispensable aux défenses immunitaires, au goût et à l'odorat ;
- Il contribue au bon état de la peau et des cheveux ;
- Il est important pour la croissance.

### -Risques de sous-dosage et de surdosage en zinc :

\*Les risques en cas de carence en Zinc :

La carence en Zinc peut se traduire par des troubles de l'immunité, une chute des cheveux, des lésions de la peau difficiles à cicatriser, des troubles de la vision, de l'odorat ou du goût, une oligospermie chez l'homme (production de sperme anormalement faible qui peut avoir des conséquences sur la fertilité). Chez les personnes alcooliques, il affecte l'activité d'enzymes du foie chargées de la dégradation de l'alcool et augmente ainsi la toxicité de ce dernier (**B. Campillo, 2000**). Chez la femme enceinte, il peut entraîner une malformation ou une hypotrophie fœtale (fœtus trop petit). Chez le jeune enfant, la carence en zinc est à l'origine d'un retard de croissance (**A. Martin & al, 2001**).

\*Les risques en cas d'excès en Zinc :

Un apport élevé de zinc affecte les défenses immunitaires, diminue le taux sanguin de bon cholestérol (HDL-Cholestérol) et augmente le stress oxydatif (au lieu de le réduire à dose nutritionnelle), notamment en réduisant l'activité du superoxyde dismutase. Dans l'étude AREDS 1, une supplémentation de 80 mg de zinc par jour pendant un peu plus de 6 ans, a entraîné des hospitalisations pour des troubles génito-urinaires.

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

### **c-Effets sur l'environnement :**

Le zinc est présent naturellement dans l'air, l'eau et le sol. Cependant les surconcentrations ne sont que la conséquence d'activités humaines, les activités

industrielles telles que l'exploitation minière, la combustion du charbon et des déchets

La production mondiale de zinc ne cesse d'augmenter, ce qui basiquement signifie que de plus en plus de zinc se retrouve dans l'environnement. Les usines industrielles par leurs rejets polluent les rives et l'eau, ces eaux usées ne sont pas traitées de façon satisfaisante. Le zinc augmente l'acidité de l'eau. D'importantes quantités de zinc peuvent ainsi être trouvées dans les terres agricoles et dans les eaux souterraines, touchant donc la chaîne alimentaire.

### **III.2-Le Cuivre**

#### **a-Définition :**

Le cuivre est un oligo-élément et l'un des rares métaux à se trouver naturellement dans la nature. Il a alors une couleur rouge ou orangée. Lorsqu'il s'oxyde, il donne ensuite du vert-de-gris. Le phénomène s'observe sur de nombreuses statues. **(Pascal, 1956)**. Le cuivre est connu depuis fort longtemps, puisque c'est le premier métal travaillé par l'Homme. D'anciennes traces de fusion du cuivre ont été datées de la première moitié du V<sup>e</sup> millénaire avant J.-C. Formant un alliage avec l'étain, le cuivre est à l'origine d'une révolution technologique, l'âge du bronze (2.300 ans avant notre ère). C'est un métal de couleur rouge ou orangée, il est ductile et malléable et possède une très grande conductivité électrique et présente une certaine résistance à la corrosion. Le cuivre présente aussi des propriétés antisalissure.

-Source alimentaire : Les principales sources alimentaires en cuivre sont les crustacés, le foie et ses dérivés, les légumes secs et les noix. **(Arminjon, 2002)**

#### **b-Rôles du cuivre chez les organismes vivants :**

Le cuivre est un métal indispensable à la vie en de très petites quantités :

- Intervention dans la formation des cartilages, des os.
- Intervention dans la transmission de messages nerveux.
- Essentiel dans la lutte contre les infections.
- Limite les dégâts causés par le stress oxydatif.

- Intervention dans la production des enzymes indispensables à notre organisme (collagène, élastine, mais surtout de l'hémoglobine).

### -Risques de sous-dosage et de surdosage en Cuivre :

\*Les risques en cas de carence en Cuivre :

Une carence en cuivre est très rare car notre régime alimentaire en procure suffisamment à notre organisme. Si jamais elle survient, elle est facile à traiter par un supplément de cuivre. Les signes d'une carence en cuivre incluent entre-autres une anémie (déficit de globules rouges dans le sang), une leucopénie (diminution des globules blancs), soit une grande faiblesse physique et des vertiges.

\*Les risques en cas d'excès en Cuivre :

Le cuivre peut devenir toxique dès qu'il dépasse les 35 mg par jour durant une longue période. Cela se traduit par une hépatite grave (lésion inflammatoire du foie). L'intoxication au cuivre d'origine alimentaire est très rare, elle est due le plus souvent à l'eau de boisson, notamment dans les habitations dotées de canalisations en plomb. En effet, une corrosion avancée peut entraîner une accumulation de cuivre dans l'eau. Ou encore quand le cuivre s'oxyde et donne une couleur bleu-vert à la surface du métal.

### **c-Effets sur l'environnement**

Le cuivre peut être relâché dans l'environnement par des sources naturelles et par les activités humaines. Le cuivre pénètre dans l'air principalement lors de la combustion de combustibles fossiles. Il reste dans l'air pendant une période assez longue avant de se déposer lorsqu'il pleut. Il se retrouve alors essentiellement dans le sol et dans les eaux de surface, que se soit suspendue sur des particules de boue ou comme ion libre.

Le cuivre ne se détruit pas dans l'environnement et, de ce fait, il peut s'accumuler dans les plantes et les animaux quand il est présent dans le sol. Malgré cela, les

engrais contenant du cuivre sont toujours utilisés. Les animaux qui absorbent des concentrations importantes ont des problèmes de santé, notamment les moutons, qui souffrent beaucoup de l'empoisonnement au cuivre car ses effets chez eux se manifestent même à de très faibles concentrations.

#### **IV- Usage des métaux non essentiel Cd et Pb**

##### **IV.1- Cadmium**

Le cadmium est un sous produit de l'extraction du Zinc et accessoirement du plomb. C'est un élément métallique blanc argenté à reflets bleu pale, malléable et ductile (**Verge, 2006**), de numéro atomique 48 (**Cossa et Lassus, 1989**). Il fond à 320.9 °C, et ternit au contact de l'air, il est très toxique et peut être dangereux pour la santé, il dégage des vapeurs toxique de couleur jaune, sa demi vie biologique très longue (16 a 33 ans), elle se traduit par l'accumulation dans les organes (**Gautherie et Perry, 1980**). Le Cadmium est soluble dans l'acide nitrique dilué.

Le Cadmium est principalement utilisé comme pigment dans la peinture et dans les traitements de surface. On le retrouve dans la composition des écrans de télé et barres de contrôle de réacteur nucléaire, rentrant dans la composition de nombreux alliages, dans la fabrication des accumulations de batterie et piles (Ni-Cd ), le Cd est retrouvé dans les feuilles de tabac, il est également issue de la combustion du pétrole et charbon (**Caussa et Lassus, 1989**).

##### **IV.2- Plomb**

Le Plomb est un élément non essentiel et moins disponible que les autres métaux. Pb est un métal dense, gris bleu qui se ternit à l'air, de numéro atomique 82 (**Cezard et Haguénor, 1992**), il est mou, a eu beaucoup d'applications au fil des ans. C'est l'un des quatre métaux les plus nocifs pour la santé. Il peut pénétrer dans le corps humain lors de l'ingestion de nourriture 65 %, d'eau 20%, ou par l'air 15%, sa production mondiale a atteint environ 5 million de tonnes par an. Il est largement utilisé dans la production des câbles, des tuyaux mais aussi dans les peintures et les pesticides. Les utilisations du Plomb peuvent être classées en cinq sécteurs principaux :

-Produits semi finis (siphon, capsules, tuyaux, fils, feuilles et papiers) ;

- Câbles électriques blindage ;
- Accumulateurs (plaque, poudre) ;
- Alliages (soudure, antifricition, imprimerie) ;
- Chimie (fabrication d'insecticides, préparation des vernis et peintures).

## **V-Toxicité**

### **V.1-Toxicité du Zinc**

Le Zinc est relativement soluble, notamment dans les sols légers et acides. C'est un oligo-élément pour les plantes, les animaux et les hommes, il est peu toxique dans l'environnement.

L'intoxication aiguë par ingestion de zinc est relativement rare, elle provoque des problèmes gastro-intestinaux et des diarrhées. L'inhalation chronique de zinc peut mener à une diminution de l'absorption du cuivre diététique et à des problèmes liés à une carence cuivrique se manifestant par une diminution du nombre d'érythrocytes (**Liu et al. 2008**). Une inhalation aiguë d'oxyde de zinc peut occasionner les symptômes associés à une fièvre comme des douleurs thoraciques, des nausées, de la toux, des grelottements ou encore une leucocytose. Le potentiel cancérigène du zinc n'a pas été démontré jusqu'à ce jour. Par ailleurs, une carence peut s'avérer néfaste chez l'humain (*ibid.*). (**François R-N., 2012**) .

### **V.2-Toxicité du Cuivre**

Le Cuivre est relativement peu toxique, et est considéré comme un oligo-élément à faible dose.

L'inhalation excessive de poussières contenant du cuivre peut mener à des irritations nasales et oculaires ainsi que des maux de tête, des nausées et des diarrhées. En ce qui concerne l'ingestion, les symptômes sont principalement liés au système gastro-intestinal comme des douleurs abdominales et des vomissements. L'ingestion d'eau dont la teneur excède 3 mg Cu/L entraîne l'apparition de nécroses hépatiques (**Liu et al., 2008**). La toxicité hépatique serait expliquée par la saturation des lysosomes où est complexé le cuivre avec des métallothionéines. Ces organites ne pouvant en métaboliser davantage,

l'excès de cuivre migrerait au noyau où il causerait des dommages oxydatifs accrus (ATSDR, 2004). Il faut signaler ici que les études de toxicité du cuivre ont été effectuées chez des animaux de laboratoire et que l'applicabilité des données obtenues pour l'homme n'est pas connue (*ibid.*). Son potentiel cancérigène a été classé dans le groupe 3 puisque les données pour l'humain et l'animal sont absentes ou inadéquates (IARC, 2012b). (François R-N., 2012).

### **V.3-Toxicité du Plomb**

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

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

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

### **V.4-Toxicité du Cadmium**

Le Cadmium est considéré comme le métal le plus apte à s'accumuler dans les chaînes alimentaires (Milhaud *et al.* 1998). C'est un poison cumulative très toxique qui s'élimine très lentement, sa demi-vie biologique est de plusieurs années (>10 ans), il provoque entre autre:

-Des effets Chez l'homme: Des atteintes rénales, troubles digestifs, hypertension artérielle, altérations osseuses (déformation du squelette).

-Des effets écologiques : Toxicité aiguë chez les organismes supérieurs et des algues à partir de 0.1 mg/l. Les bactéries y sont moins sensibles. Le cadmium se concentre comme le Mercure dans la chaîne trophique (**Gaujous, 1995**).

## **VI-Mécanismes de pénétration des métaux lourds chez l'organisme marin**

### **VI.1-Origines et voies d'entrée :**

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

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

L'assimilation des métaux par ces organes à partir de l'eau de mer est influencée majoritairement par les formes sous lesquels ils se trouvent. De façon moindre la présence d'agents chélatants, le Ph, la température, la salinité, ou encore les conditions d'oxydoréduction interviennent également (**Bryan, 1976, Mantoura &al., 1978**).

### **VI.2-Les transferts des contaminants dans le milieu marin :**

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

#### **a-La bioaccumulation :**

C'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, et l'Homme) ou chez les mollusques filtreurs comme les moules (**Boutiba, 2004**).

### **b-La bioconcentration:**

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

### **c-La bioamplification:**

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

## **VI.3-Cycle biogéochimique des métaux lourds dans le milieu marin :**

Le déroulement général du cycle biogéochimique semble s'effectuer selon deux grandes étapes. Une première consisterait en un piégeage des polluants métalliques par des particules en suspension, la biomasse marine et le sédiment en fonction des conditions physico-chimiques du milieu marin et cela par:

- Précipitation:** Phénomène qui s'opère lorsque le polluant métallique en solution chute par gravitation au fond du milieu marin. Cependant, en eau profonde, certains métaux pourraient retourner en solution bien avant d'atteindre le fond.
- Absorption:** Phénomène qui a lieu quand les molécules ou les ions métalliques se fixent à la surface des composantes marines (particules, organismes marins, sédiments).
- Adsorption:** C'est le passage du polluant métallique dans un organisme marin.

**-Sédimentation:** Phénomène qui s'effectue lorsque les ions métalliques se superposent formant ainsi des couches sédimentées. Les animaux benthiques participent à l'accélération du dépôt des particules et leurs métaux associés en les consolidant dans des matières fécales. Ainsi, les animaux benthiques participent à la sédimentation du milieu marin (Ramade, 1992).

Une deuxième étape, inverse à la première, consisterait en un re-largage de ces polluants par désorption ou sorption, qui est le phénomène inverse à l'adsorption, par diffusion ou propagation dans le milieu marin par redissolution ou remise en solution des produits précipités par décomposition et reminéralisation des matières organiques, et parfois même, par redistribution par le biais des organismes marins(Aouameur, 1990).

## **VII-Accumulation des métaux lourds en fonction des paramètres biologiques**

### **VII.1-Paramètres de reproduction :**

La concentration des métaux lourds chez les organismes marins varie avec l'activité des gonades et avec le sexe (Asso, 1982). On note par exemple chez la moule *Perna-perna* une meilleure représentation du Zinc et du Magnésium chez les mâles et chez les femelles. Le mercure, le Plomb et Cuivre sont répartis de la même façon chez les deux sexes sans qu'aucun rapport avec la gamétogenèse ne soit clairement établi, seul le Cadmium à une répartition totalement indépendante du sexe. (Asso, 1982).

### **VII.2-Paramètres de croissance :**

Selon Cross *et Al* (1970), la taille et l'âge représentent des paramètres influents dans l'accumulation des métaux lourds dans les organismes vivants. Par exemple, le Zinc augmente avec la taille, dans le muscle de *Sardina pilchardus* et le Cuivre dans celui de la Saurel *Trachurus trachurus*. Aubert *et Al* (1973), ont observé une augmentation du Zinc et du Cuivre avec la taille, car ces éléments font parti des oligo-éléments indispensables au métabolisme cellulaire. En revanche, les métaux non essentiels diminuent avec la taille.

### **VII.3-Les organes :**

En effet l'accumulation des métaux-traces dans les organismes marins est différente selon les organes et les espèces. Chez le poisson, les métaux lourds se répartissent préférentiellement au niveau des écailles, des branchilles et de la peau, beaucoup moins au niveau des gonades et encore moins dans le muscle qui présente les plus faibles teneurs excepté pour le Cuivre.

Chez les mollusques, notamment chez l'huitre *Saccostrea commercialis* le Cadmium s'accumule essentiellement au niveau de l'intestin, du rein et des branchilles mais très peu dans les gonades. Le muscle présente toujours la plus faible concentration. Cette différence dans les concentrations implique que le métabolisme spécifique de chaque organe intervient très probablement dans ces phénomènes d'accumulation. Le foie, les gonades et le squelette, pour lesquels l'accumulation des métaux-traces se fait à partir d'une absorption trophique, sont dotés d'un stock enzymatique important traduisant un métabolisme plus intense (**Pain, 1991**).

# CHAPITRE II :

Matériel

&

Méthodes :

## **I-Matériel :**

### **I.1-Choix du matériel biologique :**

Le poisson est un aliment consommé par l'homme pour sa richesse en protéines, lipides, minéraux.... etc.

Cet organisme marin est menacé par la pollution de son milieu par les métaux lourds. Dans ce travail nous avons utilisé l'anchois *Engraulis encrasicolus*, espèce très consommée dans la ville de Bejaïa, Ce poisson est souvent présent dans nos assiettes car très apprécié, il est donc indispensable de connaître l'état et le degré de sa contamination par les métaux lourds, dans notre région.

Avantages de l'usage de l'anchois comme bio indicateurs :

- Ce sont de bons indicateurs de pollution à long terme ;
- Par leur mobilité, ils sont représentatifs des perturbations à l'échelle de portion de bassin versant ;
- Leur utilisation comme bio indicateurs permet l'évaluation de contaminants présents dans leurs tissus (**Barbour et al. ,1999**).

### **I.2-Présentation du matériel biologique :**

#### **L'espèce :**

Pour les besoins de cette étude, nous avons utilisé une espèce de poisson comestible, en l'occurrence l'Anchois commun *Engraulis encrasicolus*. .

Les poissons pélagiques, à savoir l'anchois et la sardine sont les espèces les plus importantes en termes d'intérêts commercial et de biomasse ( **Pinnagar et al. ,2003**).

L'Anchois est un poisson téléostéen clupéiforme de la famille des engraulides. Dans cette famille, le caractère morpho-métrique le plus remarquable est l'allongement du museau en rostre au-dessus d'une bouche inférieure largement fendue (**Fisher et al. ,1987**).

### I.2.1-Position systématique :

Synonymes et nom commun de l'anchois :

Anchois petit poisson, commun en Méditerranée. Synonyme encore en usage : *Anchoa guineensis* (Blache & Rossignol, 1961).

*Engraulis encrasicolus* (Linné, 1758) appartient à l'ordre des clupéiformes regroupent 400 espèces réparties en 7 familles et 2 sous-ordres (Nelson, 2006).

L'anchois à reçu au fil des ans plusieurs dénominations citées par (Demir, 1965). Il occupe la position systématique suivante (Tableau 1).

**Tableau 1** : Systématique de l'espèce *Engraulis encrasicolus* (Linné, 1758).

Embranchement	Vértébrés
Sous –embranchement	Gnathostomes
Super-classe	Poisson
Classe	Osteichtyens
Super-ordre	Téléostéens
Ordre	Clupéiforme
Famille	Engraulidae
Genre	<i>Engraulis</i> (Cuvier, 1817)
Espèce	<i>Engraulis encrasicolus</i> (Linné, 1758)

### I.2.2-Morphologie :

L'anchois est un petit poisson pélagique grégaire (Il vit et se déplace en bancs). Vivant le long des côtes en bancs compacts de plusieurs millions de sujets.



**Figure n°1** : Illustration d'*Engraulis encrasicolus* (Linné, 1758)

Morphologiquement l'anchois commun se caractérise par une bouche largement fendue, jusqu'en arrière des yeux, un corps bleuté allongé et cylindrique, une mâchoire inférieure plus courte que la supérieure, de grandes écailles caduques, un dos bleu à bleu vert, et le flanc ainsi que le ventre argentés, possédant des reflets dorés sur les opercules, dont chacune porte une petite tache noire,

Suivie d'un alignement de plusieurs autres taches sur les flancs. (Muus B.-J. & Al, 1998).

L'espèce *Engraulis encrasicolus* est décrite par **Bauchot (1980)** comme telle : Corps très élancé, mince et arrondi sans carène abdominale. Ce poisson possède un museau proéminent, une mâchoire inférieure très longue et la bouche dépasse très nettement le bord postérieur de l'oeil. Une seule nageoire dorsale, elle est courte insérée à peu près au milieu du corps. La ligne latérale est invisible, les écailles sont caduques.

-La coloration: Le dos est bleu-vert passant rapidement au gris clair. Les flancs ont une bande argentée dorsalement d'une ligne sombre, le ventre est pâle (Bauchot et al., 1987).

*L'Engraulis encrasicolus* se distingue très facilement de la sardine, qui a un corps plus haut, leurs museaux moins proéminents et une bouche moins fendue.

-La taille: L'anchois est un poisson atteignant une taille moyenne de douze à quinze centimètres et un maximum de vingt centimètres (FAO, 2000).

### **I.2.3-Distribution :**

Espèce pélagique côtière, descendant en hiver entre 100 et 180 m de profondeur ; parfois capturée jusqu'à 400 m. L'anchois est une espèce répartie sur une vaste aire de distribution.

Les Engraulidées sont surtout représentés dans les régions voisines de l'Equateur: mer des Indes et Amérique tropicale (Fage, 1911). *Engraulis encrasicolus* est la seule espèce constituant cette famille qui présente une très large répartition géographique, elle a été signalée dans l'Atlantique oriental, depuis les côtes de la Norvège au nord de Bergen (62°N) jusqu'en Afrique du Sud (23°S). Cette espèce se rencontre aussi dans la Mer Baltique, la Manche, la Mer du Nord. Elle est également répandue dans tout le Bassin méditerranéen y compris la Mer Noire et la Mer d'Azov.

L'anchois est présent dans plusieurs mers et océans du monde. En Europe, *Engraulis encrasicolus* vit en Atlantique, de la mer du Nord aux eaux mauritaniennes et en mer Méditerranée jusqu'en mer Egée. Dans le Pacifique, plusieurs espèces sont également présentes de façon importante. *Engraulis mordax* abonde le long des côtes nord-américaines tandis qu'*Engraulis anchoita* vit au large des côtes de l'Argentine. Quant à *Engraulis ringens*, le plus abondant de tous, il s'épanouit dans les eaux chiliennes et péruviennes. Cette dernière espèce est, de toutes, la plus exploitée de l'histoire mondiale des pêches... Notamment au Pérou, où 99% de la pêche est utilisée à la confection de farines alimentaires à l'usage de l'aquaculture.

#### **I.2.4-La croissance :**

La croissance de l'anchois est la même pour les mâles et les femelles dans une même zone géographique (**Astudillo, 1986**). Elle est très rapide la première année et se ralentit ensuite. La longévité de l'anchois est courte.

*E. encrasicolus* vit en moyenne 3 ans, et jusqu'à 5 ans dans de rares cas (**Palomera et al., 2007**).

Sa taille varie de 9 à 14 cm à la maturité (1 an) et de 15 à 20 cm les années suivantes (**Petitgas et al., 2010**).

#### **I.2.5-Reproduction :**

Les téléostéens adultes présentent un cycle de reproduction en phases : une phase d'activité sexuelle, suivie d'une phase de repos.

La période de reproduction de l'anchois est associée au cycle saisonnier de température ; elle s'étale d'avril à septembre à partir de 13.5 °C, son intensité maximale varie entre 18 et 22 °C (**Campillo, 1992**).

La taille à la première maturité sexuelle est atteinte à une année de vie de l'animal (**Campillo, 1992**). Elle est de 11.6 cm pour les femelles et 11.2 cm pour les mâles dans les eaux algériennes. D'après (**Hemida, 1987**).

Ces valeurs sont proches de celles trouvées par **Andreu et Rodriguez (1951)**. Dans la méditerranée occidentale (11.1 mâle -11.7 femelle). La fécondité individuelle est estimée de 1800 à 17200 œufs par acte de ponte, ce qui donne un nombre compris entre 842 et

1020 œufs par acte de ponte, ce qui donne nombre compris entre 824 et 1020 œufs par gramme de poisson (Djabali et Hemid, 1989).

### I.3-Présentation de la zone d'étude :

La Wilaya de Bejaïa, où se trouve notre zone d'étude, est une petite ville côtière du Nord-est Algérien, à 181 km de la capitale, entre les wilayas de Tizi-Ouzou à l'Ouest et Jijel à l'Est. Les coordonnées géographiques de la commune au point central de son chef-lieu valent respectivement 36° 45' 00" Nord et 5° 04' 00" Est. Selon les Annales Algérienne de géographie (Anonyme, 1966). Elle compte une façade maritime d'environ 100 Km. Elle renferme un golfe qui présente la forme d'un croissant ouvert vers le nord au cœur de la Méditerranée (figure n°2), limité à l'Est par le cap Aouana (ex-Cavallo), à l'Ouest et au Nord par le mont Gouraya, et ses prolongements qui sont le cap Carbon et Bouak, mais la rade proprement dite s'étend du cap Bouak à l'embouchure de la Soummam (Milla, 1998).



Figure n°2 : Représentation en 3D image satellite du Golf de Bejaïa.

(Source : Googlemap 2017).

Ce golfe se singularise par sa morphologie très particulière avec un plateau peu étendu et un glaciaire continental festonné par d'imposants "cirques" (cap Aokas, Beni-Segoual), d'où

partent des vallées sous-marines et un littoral sablonneux (dunes) qui ourle le pied des falaises (Leclaire, 1972)

La surface de la zone de pêche est de 934 Km<sup>2</sup>, et la zone exploitée par les pêcheurs se situe entre le cap Carbon à l'Ouest et la pointe d'Aouana à l'Est, dont les zones chalutables ont un caractère multi spécifique entre le cap Carbon et le cap Sigli (036°47'17" Nord, 05°36'00" Est à 036°49'20" Nord, 005°41'36" Est) (DPRH, 2015).

## **II-Méthodes**

### **II.1- Echantillonnage :**

#### ***II.1.1- Collecte du matériel biologique :***

Les échantillons d'*Engraulus encrasicolus* utilisés dans la présente étude proviennent de débarquements commerciaux au niveau du port de pêche de Bejaia .Les prélèvements ont été effectués aléatoirement, durant quatre sorties, sur une période allant de mars à avril 2017 dans le golf de Bejaia.72 individus ont été échantillonnés et traités à l'état frais.

#### ***II.1.2-Travail au laboratoire :***

##### **1-Matériel :**

Le matériel utilisé lors de nos expériences au laboratoire est composé de :  
-Une pince ; des ciseaux ; des boîtes de pétri ; une balance ; un four à moufle ; une pipette de précision ; du papier aluminium ; du papier filtre ; un pied à coulisse ; un broyeur ; ainsi que la verrerie (tubes, entonnoir... etc.).

##### **2-Mesure et pesée :**

Dans le but de nous assurer de l'homogénéité des échantillons, une fois au laboratoire tout les échantillons sont mesurés puis pesés. Les paramètres relevés sont :

- La longueur totale est mesurée à l'aide d'un pied à coulisse (**Figure n°3**)
- Le poids de chaque individu est relevé grâce à une balance (**Figure n°4**)



**Figure n°3 :** Mesure de l'échantillon.

(Photo Originelle).



**Figure n°4 :** Pesée de l'échantillon.

(Photo Originelle).

### **3-La dissection :**

Après avoir accompli toutes les mesures nous avons procédé à la dissection de chaque individu. Le poisson posé sur la planche de dissection, à l'aide d'une pince et des ciseaux pour prélever les muscles ainsi que la masse viscérale. La dissection est réalisée à l'œil nu.



**Figure n°5 :** Dissection de l'anchois *Engraulis encrasicolus* (Photo Originelle).



**Figure n°6 :** Organes internes isolés -Muscles et Viscères- (Photo Originelle)..

#### **4- Le séchage**

Cette étape consiste à sécher les échantillons des muscles et de la masse viscérale. Ces derniers sont étalés dans des boîtes de pétris et séchés au four (Figure 05) sous une température de 85°C pendant 24 heures. Le but de cette étape est d'éliminer toute l'eau afin d'obtenir une matière sèche facilement conservable.



**Figure n°7 :** Le four à moufle utilisé pour le séchage (Photo Originelle).

#### **5- L'homogénéisation**

Pour chaque prélèvement, les échantillons de muscles et de la masse viscérale sont broyés à l'aide d'un broyeur de marque Resch, RM200 (Figure 08) .

Le broyat ainsi obtenu, est une poudre sèche susceptible d'être conservée longtemps, cette texture facilite également la solubilisation des échantillons.



**Figure n°8 :** Le broyeur. (Photo originelle.).

#### **6- La minéralisation**

Toute recherche d'un toxique minéral fixé dans les organes, exige toujours une minéralisation qui aboutit à une dégradation complète de la matière organique (**Amiard & al., 1987**).

Les buts de la minéralisation sont :

- Eliminer l'action perturbatrice du substrat protéique ;
- Ioniser les métaux lourds ;
- Assurer leur concentration.

Nous avons opté pour la minéralisation humide qui permet de minimiser la déperdition de composés volatiles organo-métalliques en cours de séchage (F.A.O, 1977). Ainsi la méthode adoptée est celle d'Amiard *et al* (1987).

### -Principe

Le principe de la combustion par voie humide (minéralisation), est la mise en solution de l'échantillon. C'est une dégradation complète de la matière organique, les métaux organiquement liés sont transformés en ions métalliques libres en présence d'acide nitrique concentré, cela par un chauffage à 95°C.

### -Mode opératoire

Les métaux lourds sont extraits des différents organes, tels que le muscle et les viscères, suite à une minéralisation, l'opération dure quatre heures à une température de 95 °C. Il suffit de prélever un gramme d'échantillon et de le mettre au fond d'un bol en porcelaine, de lui rajouter 20ml d'acide nitrique (65% de pureté), puis on chauffe au four à moufle. Après refroidissement, on récupère le minéralisât dans des tubes à essai étiquetés.

## **7- La filtration**

Après l'étape de la minéralisation, le minéralisât obtenu est filtré à l'aide d'un papier filtre. Le filtrat obtenu est conservé jusqu'au moment du dosage des métaux lourds par spectrométrie d'absorption atomique.

## **8- La dilution**

Afin de doser les métaux à l'aide de la spectrométrie d'absorption atomique, il est indispensable de procéder d'abord à une opération de dilution, qui diminuera la concentration de la solution obtenue, ou solution mère, afin de permettre à la S.A.A. de les détecter ainsi que de les quantifier.

A partir de la solution mère, nous avons procédé ainsi :

1 ml (Solution mère) + 24 ml (Eau distillé) : **Dilution à 25%**

## **II.2- Dosage des métaux lourds**

Le dosage des métaux lourds (Pb, Cd, Cu et Zn) à été réalisé par la spectrométrie d'absorption atomique à flamme

### **II.2.1- Principe générale de la Spectrométrie d'Absorption Atomique (S.A.A.)**

#### -Définition

La spectrophotométrie d'absorption atomique est une méthode analytique permettant de déterminer la concentration d'une substance par l'absorption d'une radiation spécifique à l'élément chimique contenu dans la substance. Cette analyse est effectuée au niveau du laboratoire de Génies des Procédés de l'Université de Bejaïa.

#### -Principe

Proposé par WALCH en 1995, la spectrophotométrie d'absorption atomique (S.A.A.) est une méthode d'analyse quantitative s'adressant essentiellement aux métaux lourds. Elle est basée sur la propriété des atomes de l'élément à doser, qui peuvent absorber des radiations de longueurs d'ondes déterminées.

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



**Figure n°9** : Photo originale de l'appareillage de la Spectrométrie d' Absorption Atomique.

Le protocole expérimental suivi pour réaliser cette étude est résumé dans la figure :

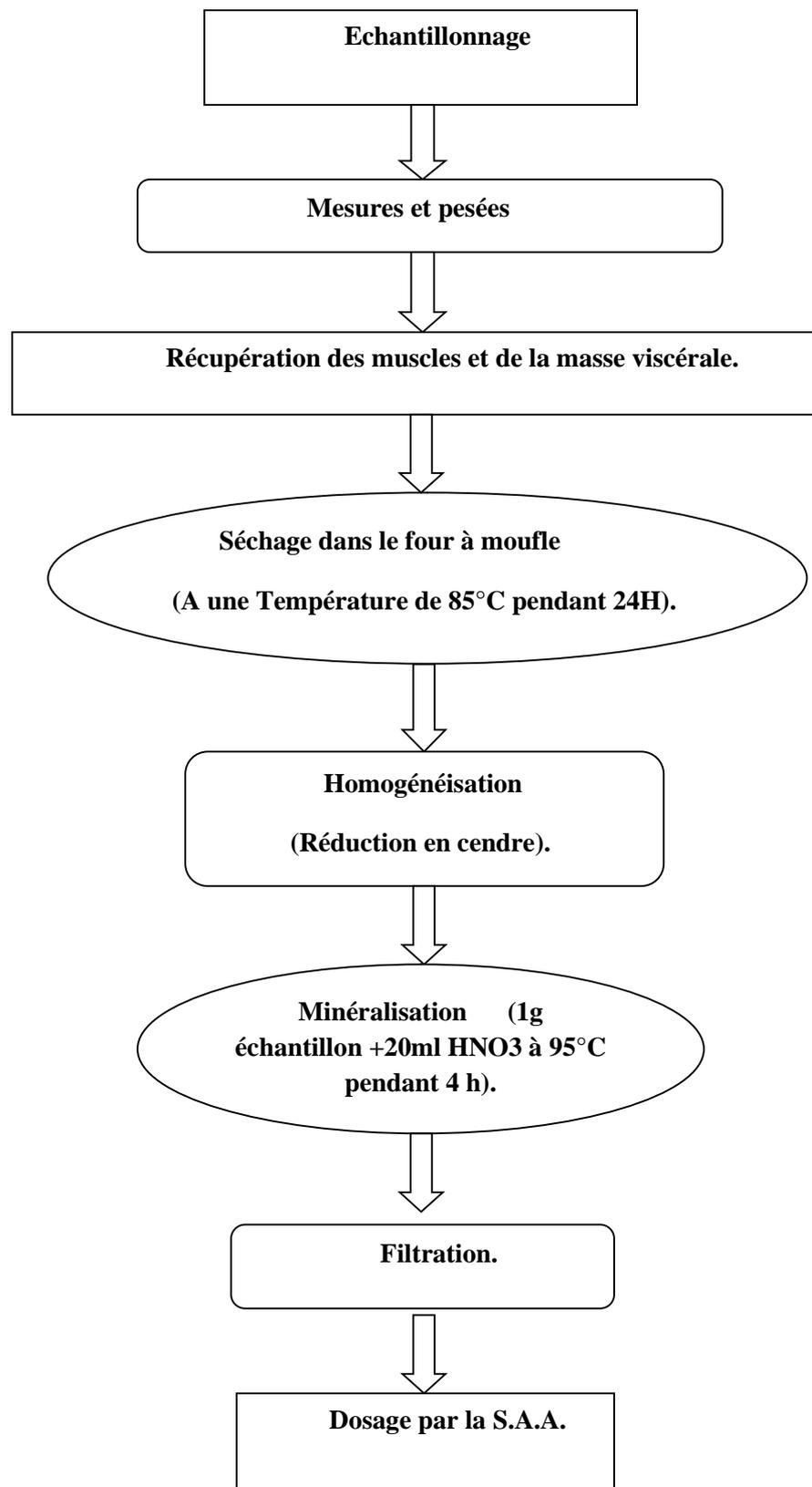


Figure n°10 : Résumé du protocole expérimental suivi dans notre étude.

### **II.2.2- Etalonnage**

La S.A.A est une méthode expérimentale qui exige l'étalonnage de l'appareil, avec des solutions standards de concentration connus. Pour notre cas, on a utilisé la méthode qui consiste à mesurer la concentration d'un élément dans un échantillon, et cela par comparaison directe avec des teneurs connues du même élément. L'appareil est étalonné à partir de la solution standard contenant des teneurs connues du métal.

# CHAPITRE III :

Résultats

&

Discussion :

## **I-Résultats**

Afin d'évaluer les teneurs en métaux lourds (Zn, Cu, Pb et Cd), au niveau des muscles et des viscères d'*Engraulis encrasicolus*, nous avons eu recours à la Spectrométrie d'Absorption Atomique (S.A.A.), qui nous a permis de doser seulement trois des quatre métaux choisis, qui sont : Le Zinc, le Cuivre, et le Cadmium. Malheureusement nous n'avons pu doser le Plomb dans la pluparts de nos échantillons.

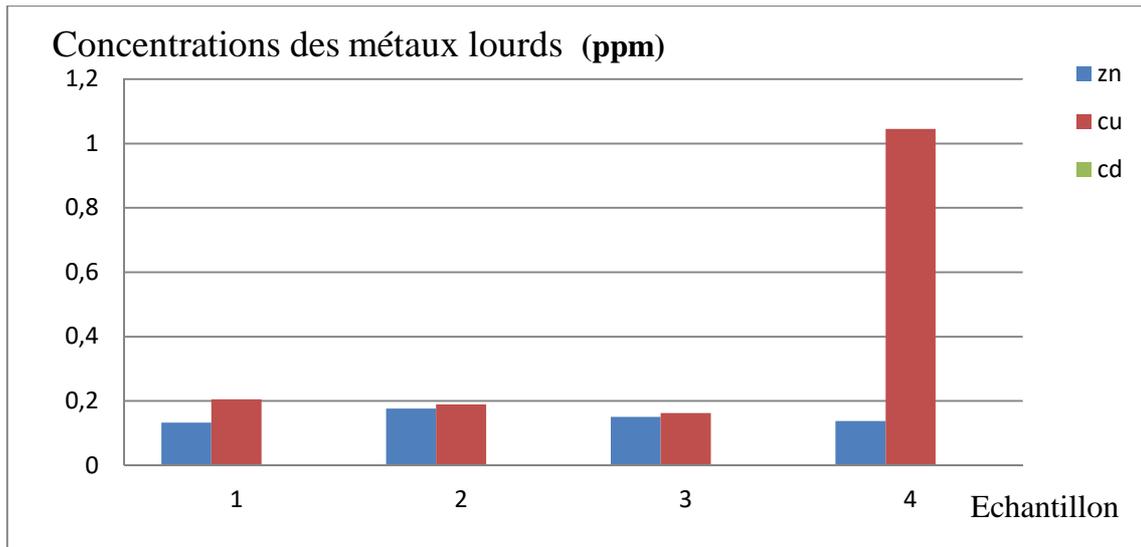
Les figures 11 et 12 représentent les différentes concentrations du Zinc, Cuivre et Cadmium, respectivement au niveau du muscle et des viscères, les résultats sont également repris dans les tableaux 1 et 2.

### **1-Les différentes concentrations trouvées au niveau du Muscle**

La figure 11 représente les différentes concentrations du Zinc, Cuivre et Cadmium, au niveau du muscle, repris dans les tableaux n°1.

**Tableau n°2:** Les différentes concentrations en métaux lourds (Zn, Cu et Cd.) Dans le muscle des quatre échantillons prélevés

N° d'échantillon	Concentration des métaux lourds en mg/kg.		
	Zn	Cu	Cd
1	0,1334	0,2055	0
2	0,1764	0,1896	0
3	0,1513	0,1633	0,003
4	0,1385	1,0456	0



**Figure n°11 :** Histogramme représentatif des différentes concentrations en métaux lourds (Zn, Cu et Cd.). Dans le muscle des quatre échantillons prélevés.

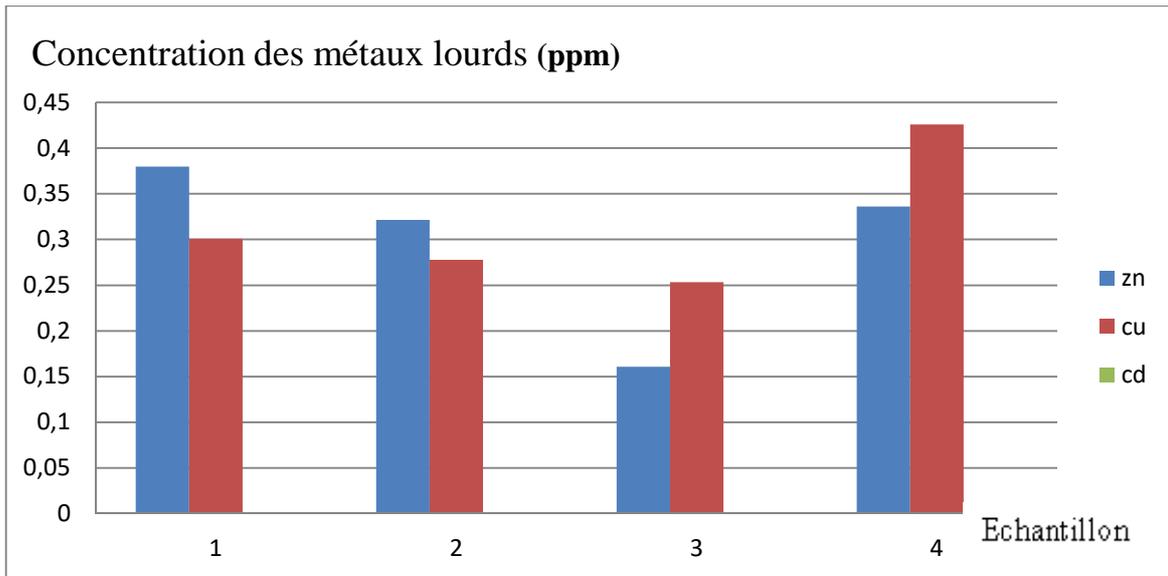
Les résultats exprimés nous indiquent les différentes valeurs obtenues, nous remarquons que les valeurs concernant le Cuivre sont nettement supérieures à ceux des deux autres concentrations, à savoir ceux du Zinc et du Cadmium, ce dernier ayant une concentration très faible.

**2-Les différentes concentrations trouvées au niveau des viscères :**

La figure 12 et le tableau n°2 présentent les différentes concentrations du Zinc, Cuivre et Cadmium, trouvé au niveau des viscères.

**Tableau n°2 :** Les différentes concentrations en métaux lourds (Zn, Cu et Cd.) Dans les viscères des quatre échantillons prélevés.

N° d'échantillon	Concentration des métaux lourds en mg/kg		
	Zn	Cu	Cd
1	0,3798	0,3007	0
2	0,3216	0,2777	0,0015
3	0,1609	0,2533	0,0003
4	0,3361	0,4258	0

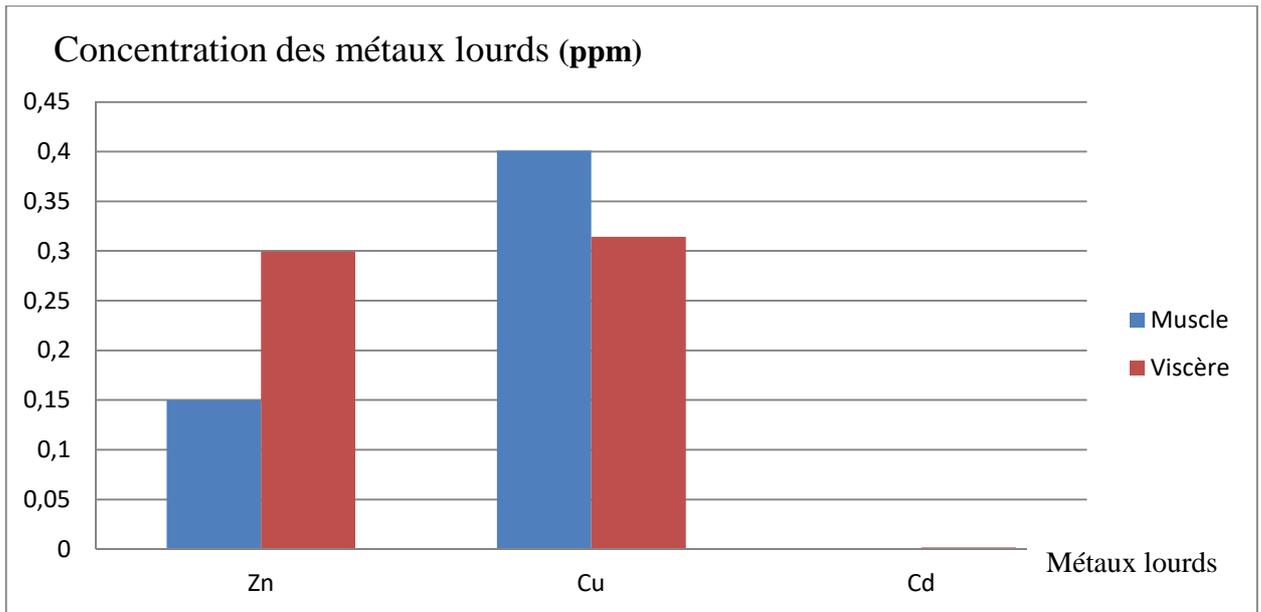


**Figure n°12 :** Histogramme représentatif des différentes concentrations en métaux lourds (Zn, Cu et Cd.) Dans les viscères des quatre échantillons prélevés.

Observant les différentes valeurs obtenues pour les concentrations des différents métaux dosés, il nous apparaît clairement que celles enregistrées pour le Cuivre sont une nouvelle fois supérieures aux deux autres métaux, uniquement dans les échantillons 3 et 4. Cependant, pour les échantillons 1 et 2, les valeurs les plus grandes ont été enregistrées pour le Zinc. Notons encore les faibles valeurs enregistrées pour le Cadmium dans tous les échantillons.

### **3-Comparaison entre les moyennes des concentrations de chaque métal trouvées, au niveaux du muscle et des viscères :**

La figure 13 représente les différentes moyennes des concentrations du Zinc, Cuivre et Cadmium, au niveau du muscle et des viscères, repris dans les tableaux n°1 et 2.



**Figure n°13 :** Histogramme représentatif des différentes moyennes de concentrations. Dans le muscle ainsi que dans la masse viscérale pour chaque métal (Zn, Cu et Cd.).

D'après les résultats obtenus dans cette étude, la concentration moyenne en Zinc est nettement supérieure dans les viscères que dans le muscle, à l'inverse du Cuivre qui semble se concentrer d'avantage dans le muscle, cependant, pour le Cadmium, nous avons obtenu des valeurs nulles pour les deux, aussi bien dans le muscle que dans les viscères, avec une valeur supérieur en ce qui concerne la concentration de ces derniers.

De façon plus globale, le Cuivre est le métal dont les teneurs sont les plus élevée, s'en suit du Zinc, puis, avec une large différence, arrive le Cadmium.

## **II-Discussion :**

### **1-Concentrations en métaux au niveau des deux organes étudiés :**

#### **1-1- Concentrations en métaux au niveau du muscle :**

D'après les données obtenues, pour les échantillons de muscle, on peut dire que les concentrations des trois métaux (Zn, Cu et Cd) suit cet ordre  $Cu > Zn \gg Cd$ . Dans tout nos échantillons.

Pour expliquer ces résultats, certaines théories sont avancées, premièrement, le Cuivre étant un métal indispensable à l'organisme. Ce métal est donc naturellement présent dans les organismes vivants, cela peut expliquer sa forte concentration au sein de nos échantillons. Il ne peut présenter des effets toxiques qu'à partir d'un certain seuil de concentration

(Ifremer, 2009). C'est également le cas pour le Zinc, qui est également présent dans nos échantillons à des concentrations assez importantes comparées à celles du Cadmium.

#### **1-2- Concentration en métaux au niveau des viscères :**

En ce qui concerne les viscères, la concentration des trois métaux, suit cet ordre  $Zn > Cu \gg Cd$  pour la moitié des échantillons, et  $Cu > Zn \gg Cd$  pour l'autre moitié.

En d'autres termes on peut considérer que les taux du Zinc et du Cuivre présentent également les concentrations les plus élevées dans les viscères relativement au Cadmium, ce qui est une bonne chose compte tenu de sa toxicité.

La teneur en Zinc peut s'expliquer par la remise en suspension du Zinc déposé sur les sédiments lors des événements climatiques, cette valeur élevée en Zinc dans le poisson proviendrait, Selon Amri & Medjkoune (1997), des peintures antisalissure dans la protection des bateaux ainsi que des différentes opérations de réparations navales.

En revanche, les faibles concentrations en Cadmium, détectées au sein de tout les échantillons concernés par cette étude, peuvent s'expliquer par le fait que ce métal n'a aucun rôle métabolique connu et ne semble pas biologiquement essentiel ou bénéfique au métabolisme des êtres vivants (Chiffolleau J.C., 2001). Par contre, le cadmium est un xénobiotique placé sur la liste noire de la plupart des conventions internationales de

pollutions selon sa cytotoxicité, génotoxicité, son potentiel de bioaccumulation et sa persistance (Taylor, 1983).

## **2-Comparaison des données obtenues avec les normes internationales**

La comparaison de nos résultats aux normes internationales, nous permet de dire que les différentes concentrations obtenues dans cette étude ne dépassent pas les doses maximales admissibles de métaux lourds dans le poisson fixées par la F.A.O. Comme représenté dans le tableau suivant :

Métaux	Zinc	Cuivre	Cadmium	Plomb
D. M. A.	5 mg/kg	3 mg/kg	0.15 mg/kg	0.3 mg/kg
Valeurs obtenues	0.4495 mg/kg	0.7153 mg/kg	0.00255 mg/kg	-

**Tableau n°4 :** Comparaison des valeurs obtenues avec les valeurs limite (Normes internationales).

## **3-Comparaison de résultats avec les données bibliographiques :**

Ce présent tableau expose les résultats des concentrations moyennes en métaux lourds (Zn, Cu, Cd et Pb.) exprimé en : Mg/Kg du poids frais, lors de précédentes études sur leur dosage. Dans différents lieux et pour différentes espèces, en comparaison avec les résultats dans notre travail.

**Tableau n°5:** Tableau comparatif des résultats obtenus de différentes études, selon différents lieux, espèces et années.

<b>Espèce</b>	<b>Zone</b>	<b>Zn</b>	<b>Cu</b>	<b>Pb</b>	<b>Cd</b>	<b>Références</b>
<i>Engraulis encrasicolus</i>	Golf de Béjaïa	0.4495	0.7153	-	0.00255	<u>Présente étude</u>
<i>Engraulis encrasicolus</i>	Beni-Saf	14.18	0.49	0.97	0.17	<b>Benmansour. (2009)</b>
<i>Engraulis encrasicolus</i>	Ghazaouet	3.80	0.31	1.08	0.15	
<i>Sardina pilchardus</i>	Golf de Béjaïa	0.239	0.685	-	0.010	<b>Mansouri &amp; Khenache. (2016)</b>
<i>Sardina pilchardus</i>	Béjaïa	0.05724	0.01136	0.00013	0.000003	<b>Moussaoui &amp; Benbellil. (1999)</b>
<i>Sardina pilchardus</i>	Ghazaouet	2.25	0.16	-	0.03	<b>Bendahou. (1993)</b>
<i>Sardinella aurita</i>	Baie d'Oran	6.08	-	0.29	0.019	<b>Benamer. (2006)</b>
<i>Sardinella aurita</i>	Golf de Tunis	77	-	0.61	0.13	<b>R. Ennouri &amp; al. (2008)</b>
<i>Mullus letus</i>	Baie d'Oran	16.24	1.252	0.057	0.032	<b>Borsali. (2015)</b>
<i>Mullus surmuletus</i>	Golf d'Arze	33.14	-	1.32	-	<b>Boutiba &amp; al. (1996)</b>
<i>Mullus cephalus</i>	Baie d'Oran	9.09	-	0.04	0.3	<b>Bouhadiba. (2011)</b>
<i>Platichthys flesus scomber</i>	Sud de Gascogne	40.9	-	0.08	-	<b>Cossa &amp; al. (1992)</b>

**Le Zinc :**

Les résultats obtenus dans notre étude (0.4495 mg/kg) semblent significativement inférieures à ceux des résultats des études précédentes pour ce qui est de l'espèce *Engraulis encrasicolus*. Le cas de *Sardina pilchardus*, les résultats obtenus lors des précédentes études sont du même ordre approximativement, dans le golfe de Bejaïa. Par contre nous remarquons un taux légèrement plus élevé dans la région de Ghazaouet selon l'étude de **Bendahou (1993)**. Pour les autres espèces les valeurs sont différentes, notons que nos résultats sont bien inférieurs, en particuliers pour *Sardinella aurita* selon l'étude effectuée golf de Tunis (**R. Ennouri & al, 2008**).

**Le Cuivre :**

Le taux obtenu dans notre étude pour ce métal, (0.7153 mg/kg) dans le muscle et les viscères de l'Anchois dans le golfe de Bejaïa ne présente aucun effet toxique pour la santé humaine, et est supérieur à tous ceux des études antérieures, hors mis pour celle de **Borsali (2015)** en ce qui concerne l'espèce *Mullus letus* dans la baie d'Oran. Ne pouvons malheureusement comparer nos résultats avec d'avantage, étant inconnus dans la pluparts des études.

**Le Cadmium :**

Les valeurs que nous avons obtenu lors de cette étude peuvent être interprétées comme étant à l'échelle de traces, comme d'ailleurs c'est le cas, dans la pluparts des précédentes études, exception faite pour le Golf de Tunis où le taux de 0.13 mg/kg frôle les valeurs maximales admissibles (**R. Ennouri & al. 2008**) pour *Sardinella aurita*, pareillement pour la région de Ghazaouet, réputée assez polluée, ainsi que dans la région de Béni-Saf où la valeur enregistrée dépasse la V.M.A, selon l'étude de **Benmansour (2009)** pour l'espèce *Engraulus encrasicolus*.

**Le Plomb :**

Nous remarquons que la valeur maximale admissible (V.M.A.) pour le Plomb, qui est de 0.3 mg/kg, a été dépassée dans plusieurs régions, notamment, le Golfe de Tunis, Ghazaouet, Beni-Saf et dans le golf d'Arze où le taux est le plus élevé (1.32 mg/kg), chez *Mullus surmuletus*, selon l'étude de **Boutiba & al. (1996)**.

Hélas nous ne pourrons pas effectuer de comparaison avec notre étude faute de résultat.

CONCLUSION

## Conclusion

Dans ce travail nous nous sommes consacrées à évaluer le degré de contamination de l'anchois, pêché au niveau du golf de Bejaïa, par les métaux lourds.

L'étude s'est basée sur l'analyse et le suivi de quatre éléments métalliques (Zinc, Cuivre, Plomb et Cadmium) au niveau du muscle (partie consommable par l'être humain) et la masse viscérale de l'anchois *Engraulis encrasicolis*.

Le choix de l'espèce s'est porté sur l'anchois du fait de sa large consommation par l'homme.

Les résultats obtenus par cette étude ont montré que *Engraulis encrasicolis* accumule l'élément trace de façon variable mais ne dépasse pas la dose maximale admissible (DMA).

Le gradient d'accumulation retrouvé est le suivant :  $Cu > Zn \gg Cd$  au niveau du muscle et  $Zn > Cu \gg Cd$  au niveau de la masse viscérale.

Nos résultats concernant les concentrations du Cuivre et du Zinc traduisent l'importance de ces deux métaux dans le fonctionnement de l'organisme. Tout deux naturellement présents dans l'environnement, ce qui explique leur forte concentration chez l'Anchois. De ce fait, les faibles concentrations du Cadmium sont dues au fait qu'il est dépourvu de rôle métabolique dans l'organisme, et ne semble pas biologiquement essentiel ou bénéfique.

Au terme de ce travail consacré à l'évaluation de la qualité écologique du golf de Bejaïa, par l'anchois *Engraulis encrasicolis*, bioaccumulateur des métaux lourds, leur concentration moyenne au cour de notre étude, semble bien inférieure aux doses maximales, par conséquent ces résultats ne sont pas très inquiétants, cependant il est à rappeler que ces micropolluants ont un effet cumulatif à travers la chaîne trophique, et qu'ils ont aussi un effet néfaste à long terme sur la santé publique. D'après **Reilly (1991)**. L'Homme, consommateur final des produits marins et occupant le dernier maillon de la chaîne alimentaire, peut à n'importe quel moment, en être victime. Plusieurs suggestions peuvent être dégagées afin de protéger et préserver la biodiversité marine :

- ✓ Penser à mettre en place un réseau de surveillance des écosystèmes aquatiques ;
- ✓ La mise en œuvre d'un programme efficace destiné à résoudre le problème des eaux usées (urbaines et industrielles) par la mise en place, notamment des stations d'épuration ;

- ✓ La sensibilisation du grand public en le tenant informé des dangers et risques qu'encourt sa sécurité alimentaire ;
- ✓ L'instauration des programmes de surveillance afin de découvrir et de définir les sources diffuses des différents produits chimiques ;
- ✓ Lancer un projet de prévention de la pollution, priant les pêcheurs et les marins à rapporter leurs déchets et encourageant les ports et les marinas à aménager des installations pour les déchets.
- ✓ Déposer les déchets toxiques, tels que l'huile à moteur, les diluants à peinture et les herbicides, aux endroits désignés, jamais dans les égouts.

Il appartient aux scientifiques de trouver, d'élaborer, d'améliorer et de fournir tous les remèdes et les solutions possibles pour une lutte adéquate contre les différentes formes de pollution.

~ Nous n'héritons pas de la Terre de nos ancêtres, nous l'empruntons à nos enfants. ~

*Proverbe Indien.*

Références

Bibliographiques

# Bibliographie

**Abbas L. & Abbas A., (2008).** *Etude morphologique de l'anchois Engraulis encrasicolus L. 1758, dans le littoral Algérien et contribution à l'étude de sa reproduction dans le golfe de Bejaia.* Mémoire d'ingénieur d'état en écologie et environnement. Univ- de Bejaïa, Bejaïa. 85p.

**Aldbert Y. & Tournier H., (1971).** La reproduction de la sardine et de l'anchois dans le golfe de Lion, *Rev. Trav. Inst. Pêche maritime*, 35, 1, 57-75.

**Amiard J. E., (1988).** Réflexions sur l'estimation des flux des éléments traces dans les organismes aquatiques. *J. Rech. Océanog.* 36p.

**Amiard J.C., Pinneau A., Boiteau H.L. , Metayer C. & Amiard-Triquet C., (1987).** Application de la spectrophotométrie d'absorption atomique Zeeman en dosage de 8 éléments traces ( Hg, Cd, Cr, Mn, Ni, Pb, Se) dans les matières biologiques solides. *Waters* 21,6, 693-697.

**Amri O. & Medjkoune F., (1997).** *Contribution à l'étude préliminaire de la pollution des sédiments du golf de Bejaïa par trois métaux lourds (Cadmium, Plomb et Zinc).* Mémoire d'ingénieur d'état en écologie et environnement, option pathologie des écosystèmes, institut des sciences de la nature. Université A/Mira, Bejaïa. 45p.

**Andreu B., Rodriguez-roda M., (1951).** Estudio comparativo del ciclo exual. engrasamiento y repleción estomacal de la sardina, alacha y anchoa del mar Catalan. *Publ .Inst. Biol. Apl. Barc.* 9, 193-232.

**Anonyme., (1969).** *Annales algériennes de géographie.* Université d'Alger. Institut de géographie, Institut de géographie de l'Université d'Alger, Vol : 4, n° 7, Vol : 5, n°9.

**Aouameur, D., (1990).** *Contribution a l'étude de certains métaux lourds dans les sédiments superficiels de la baie d'Alger.* Mémoire d'ingénieur d'état. I.S.M.A.L, 62p.

**Arminjon C. & Billimoff M., (2002).** L'art du métal, vocabulaire technique. Paris, Edit., Bulletin Monumental, Vol : 160, 2, p225.

**Arrignon J., (1966).** L'anchois (*engraulis encrasicolus L.*) des côtes d'Oranie. *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit*, 30, 4.

**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, Marseille. 138p.

**Astudillo A., (1986).** The anchovy in the Bay of Biscay: recent data on the fishery. ICES C.M. /H, 45p.

**ATSDR. (2004).** Toxicological Profile Information Sheet. Copper.

**Aubert M., Revillon P., Brertimaye H., Gauthier M., Aubert J. & Flattau G., (1982).** Métaux lourds en méditerranée .Rev int.Océanog, Med.Nice.Tome 3. 76p.

**Bacha, M. & Amara, R., (2009).** Spatial, temporal and ontogenetic variation in diet of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) on the Algerian coast (SW Mediterranean). Estuar. Coast. Shelf Sci, 257–264.

**Barbour T.M., Gerritsen J., Snyder B.D. & Shibling J.B., (1999).** Rapid bioassessment protocols for use instreams and waeable rivers,periphyton bentic macroinvertebrates and fish,Second Edition. EPA 841-B-99-002.U.S.

**Bauchot M. L. & Pras A., (1980).** Guide des poissons marins d'Europe. DELACHAUX et NIESTLE. Neuchâtel, Paris. 427p.

**Bauchot M. L., W. Fisher, M. Schneider & M. L., (1987).** Poissons osseux. In Bauchot,(eds), Fishes FAQ d'identification des espèces pour les besoins de la pêche : Méditerranée et mer Noire, Zone de pêche 37, Vertébrés, 861-1422.

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

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

**Benguedda, W., (2012).** *Contribution à l'étude de la bioaccumulation métallique dans les sédiments et différents maillons de la chaine trophique du littoral extrême ouest*

Algérien. Thèse de Doctorat en Ecologie et Environnement. Univ. Tlemcen, Tlemcen. 1-108.

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

**Blache & Rossignol., (1961).** BULL. MUS. NATL. HIST. NAT., vol. (Ser.2), **33**, p.5.

**Borsali S., (2015).** *Evaluation de la contamination métallique dans trois organes (Foie, Gonades et Muscle) du Rouget de roche *Mullus surmuletus* (L.1785) par quatre métaux lourds (Zn, Cu, Cd et Pb) pêché dans la baie d'Oran.* Thèse doctorat. Option : Science de l'environnement .Univ d'Oran, Oran. 202p.

**Bouhadiba S., (2011).** *Evaluation des concertations des quatre métaux lourds (Zn, Pb, Cu, Cd) chez le Mulet (*Mugil cephalus* Linné 1758) pêché dans les baies d'Oran e de Béni saf.* Thèse Magistère. Univ d'Oran, Oran. 110p.

**Boulemsamer N., (2007).** *Contribution à l'étude de la biologie de l'anchois (*Engraulis encrasicolis*) dans le golf de Bejaïa.* Mémoire d'ingénieur d'état en écologie et l'environnement option : Pathologie de l'écosystème, Bejaïa. 40p.

**Boutiba Z., (2004).** Guide de l'environnement marin Edit. DAR EL GHARB, 273p.

**Boutiba Z., Taleb Z., Bouderbala M., & Abderghani F., (1996).** La pollution menace sur le peuplement marin en Méditerranée. Actes du 3ème colloque national climat environnement. Complexe Les andalouses, Oran. 1-13.

**Bryan S.E & Hidalgo H.A., (1976).** Nuclear 115 cadmium:uptake and disappearance correlated with cadmium-bindingprotein synthesis. *Biochem.Biophys.Res.Comun*, **68**, 858-865.

**Campillo A., (1992).** Les pêcheries françaises de Méditerranée: Synthèse des connaissances. Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, France. 206p.

**Campillo B. (2000).** Les problèmes nutritionnels chez l'alcoolique chronique. *CND*. **35, 2** : 93-98.

**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 de doctorat en Océanographie biologique, Environnement marin. Univ. Du Sud Toulon Var. 301p.

**Casas S., (2005).** *Modélisation de la bioaccumulation des métaux traces (Hg,Cd,Pb,Cu et Zn) chez la moule Mytilus galloprovincialis en milieu méditerranéen.* Thèse doctorat biologique ENV MAR,univ sud Toulon, Toulon. 314p.

**Cézard C & Haguénor J-M., (1992).** Toxicologie du Plomb.

**Cheftel J.C., (1977).** Introduction à la biochimie et la technologie des aliments. Vol II .Ed. Entreprise moderne, 137-160.

**Chiffolleau J.C., (2001).** La contamination métallique, IFREMER, Région Haute Normandie, (Programme scientifique Seine- Aval), **8**, 39p.

**Chiffolleau J.F., (1992).** La Pb dans les poissons et les mollusques marins. Aspect analytique du Plomb dans l'environnement. Paris Ed. Lavoisier, tec et doc.308p.

**Cossa D. , Auger D., Averty B., Lucon M., Masselin P. & Noel J., (1992).** Flounder (Plattichthys flesus ) muscle as an indicator of metal and organochlorine contamination of French Atlantic Coastal Waters. *Ambio*,**21**,176-82.

**Cossa D, Lassus P., (1989).** Le Cadmium en milieu marin biogéochimie et écotoxicologie. Rapport scientifique de l'Ifremer N°16.11p.

**Cross F.A., Duke T.W., Willis J.N., (1970).** Biogeochemistry of trace elements in a coastal plain estuary: Distribution of manganese, iron, and zinc in sediments, water, and polychaetous worms, *Chesapeake Sci.*, **11**, 221-234.

**D.P.R.H., (2015).** Direction de la pêche et des ressources halieutiques de Bejaïa.

**Demir N., (1965).** Synopsis of biological data on anchovy, *Engraulis encrasicolus*(Linnaeus) 1758 (Mediterranean and adjacent Seas). *F.A.O. Fish. Synops.* 26, **1**, 42p.

**Demir N., (1965).** Synopsis of biological data on Anchovy *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus.1958), (Mediterranean and adjacent seas). F.A.O. *Fish. Synopsis*, **26**, 42p.

**Djabali F. & F. Hemida., (1989).** Reproduction de l'anchois (*Engraulis encrasicolus* Linné) de la région d'Alger, *Pelagos* 7, **1**,11-14.

**Dreulle P. (1983).** Dossier sur le Zinc, Techniques de l'Ingénieur. Ecosystèmes. Univ. Tlemcen, Tlemcen. 22-49.

**Ennouri R., Chouba L. & Kraiem M.M., (2008).** Evaluation de la contamination chimique par les métaux traces (Cd, Pb, Hg et Zn) du Zooplancton et de Sardinelle (*Sardinella aurita*) dans le golf de Tunis. *Bull. Inst.Nati.scien.Tech.Mer de salammbo*,**35**, Tunisie.

**Ennouri R., (2012).** *Suivi des éléments métalliques dans le golfe de Tunis : évaluation au niveau des sédiments et de deux espèces de poissons (le rouget de vase : *Mullus barbatus* et la sardinelle : *Sardinella aurita*).* Thèse de Doctorat, Faculté des sciences de Bizerte, Tunisie. 212p.

**F A O., (1977).** Manuel des méthodes de recherches sur l'environnement aquatique 3 ème partie. Echantillonnage et analyse du matériel biologique .Doc.Tech.Pêches FIRI/T 158.113.

**F.A.O., (2000).** F.A.O, Species catalogue. Clupeoid fishes of the world. (Suborder CLUPEOIDEI) An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, anchovies and wolf-herrings. Part 2. Engraulididae. Whitehead, P.J.P. 1985. *FAO Fish. Synop.* **125** Vol.7 Pt. 2:305-579.

**F.A.O., (2003).** Directives techniques pour une pêche responsable. Supl .2.Rome ,F.A.O.N N°(4). 235p.

**Fage L., (1911).** Recherche sur la biologie de l'anchois. (*Engraulis encrasicolus* Linné ,1758); race, age, migration. Ann. Inst. Océanogr., Paris 2, **4**, 140p.

**Fage L., (1911).** Recherches sur la biologie de l'anchois, *Engraulis encrasicolus* (Linné): races-âge-migration. An. Inst. Océanogr, Paris. 2, **4**,140p.

**Fischer A., Schneider M., & Bouchot M. L., (1987).** Identification des espèces pour les besoins de la pêche Méditerranéenne et de la Mer noire : Végétaux et Invertébrés. Fiches FAO. Rome 1987, Vol 7, 371- 714.

**François R-N., (2012).** Evaluation des risques toxicologiques et écotoxicologiques d'un terrain contaminé par des métaux .M.Envi. Centre universitaire de formation en environnement université de Sherbrooke, Québec. 68p.

**Gaujous D., (1995).** La pollution des milieux aquatiques, Aide mémoire. Edt. Technique et documentation-Lavoisier. Paris. 220p.

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

**Guthrie F. E & Perry J., (1980).** Introduction to environmental toxicology. Black Well Scientific publications. 484p.

**Hemida F., (1987).** *Contribution à l'étude de l'anchois Engraulis encrasicolus (Linné, 1758) dans la région Algéroise, biologie et exploitation.* Thèse de Magistère en halieutique U.S.T.H.B, Alger. 138p.

**Ifremer., (2009).** Contaminants chimiques. Basse-Normandie. [http://www.ifremer.fr/contaminant\\_chimiques/éléments radioactifs](http://www.ifremer.fr/contaminant_chimiques/elements_radioactifs).

**Leclaire L., (1972).** La sédimentation holocène sur le versant méridional du bassin algéro-barlères ( Précontinent Algérien). Mémoire 3mus. *Nath.Hist.Nat.*, Paris. 391p.

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

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

**Mansouri K. & Khenache L., (2016).** *Contribution à l'étude d'accumulation des métaux lourds ( Zn,Cu,Cd,Pb) dans le muscle de la sardine Sardina pilchardus pêchée*

*dans le golf de Bejaïa*. Mémoire master, option : Environnement et Santé Publique. Université A/Mira, Bejaïa.30p.

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

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

**Milla T. (1998)**. Contribution à l'étude des peuplements macro benthique de substrat meuble.

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

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

**Muus B. J., Neilson J.C., Dahbstrom P. & Olecen Nystrom B., (1998)**. Guide des poissons de mer et pêche, 5ème édition Delachaux et Neislé. Paris.

**Nelson J. S., (2006)**. Fishes of the World. 4th ed. Hoboken (New Jersey, USA): John Wiley & Sons.

**Pain D., (1991)**. L'intoxication saturnisme de l'avifaune. Une synthèse de travaux français. Gibier faune sauvage. Vol 8, 79-92.

**Palomera I., Olivar M. P., Salat J., Sabatés A., Coll M., García A. & Morales-Nin B., (2007)**. Small pelagic fish in the NW Mediterranean Sea: *An ecological review*. *Prog. Oceanogr.* **74**, 377–396.

**Pascal P. (1956)**. Nouveau traité de chimie minérale, Paris, Masson, vol : 32.

**Petitgas P., Alheit J., Beare D., Bernal M., Casini M., Clarke M., Cotano U., DickeyCollas M., Dransfeld L., Harma C., & al., (2010)**. Life-cycle spatial patterns

of small pelagic fish in the Northeast Atlantic. Alheit J.: International Council for the Exploration of the Sea Research Report, 306p.

**Pinnagar J.K, Polunin, N.C.V & Bedalanenti F., (2003).** Long term changes in the trophic level of western Mediterranean fishery and aquaculture landings can.J. *Fish. Aquat.Sci.***60** .222-235.

**Rainbow PS & Phillips DJH., (1993).** Cosmopolitan biomonitors of trace metals. A review. *Marine Pollution Bulletin*, **26**, 593-601.

**Ramade, F., 1992.** Précis d'Eco toxicologie Masson, Paris. 300p.

**Ramade,F., (1979).** Ecotoxicologie, Ed.masson France, 227-228.

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

**Reilly W.K., (1991).** Notre monde notre environnement : l'économie et l'écologie du diapasos. Revue « Dialogue », 93, **3**, 19-24.

**Taylor D., (1983).** The significance of the accumulation of cadmium by aquatic organisms. *Ecotox. Environ. Safe.* **71**, 33-42.

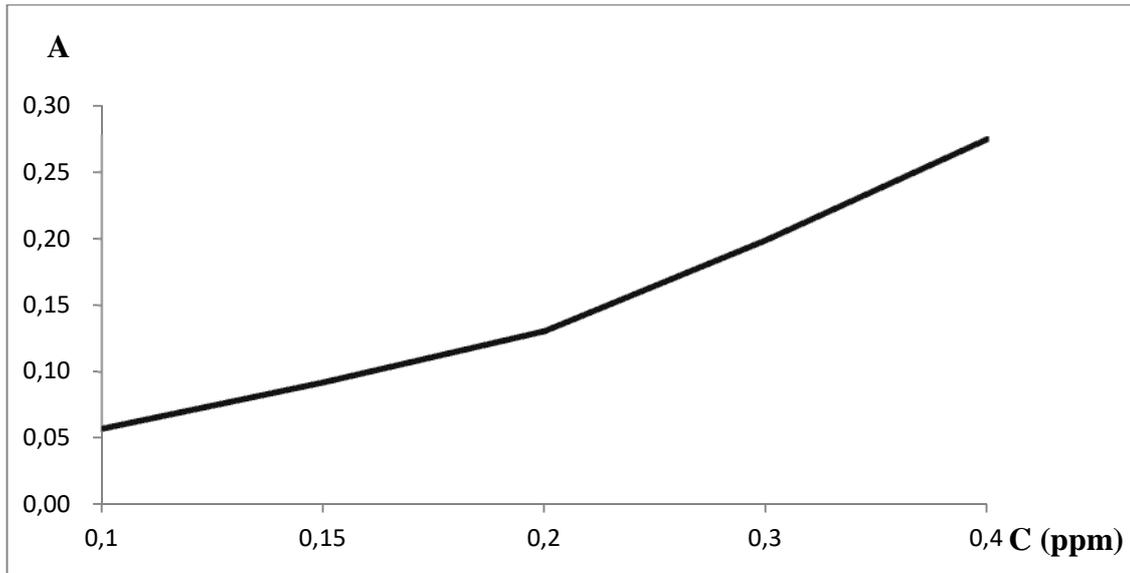
**Verloo M., (2003).** Métaux lourds dans les denrées alimentaires : origine et évolution des teneurs .Symposium. In. Les oligo- éléments dans l'alimentation, Belgique. 3p.

# ANNEXES

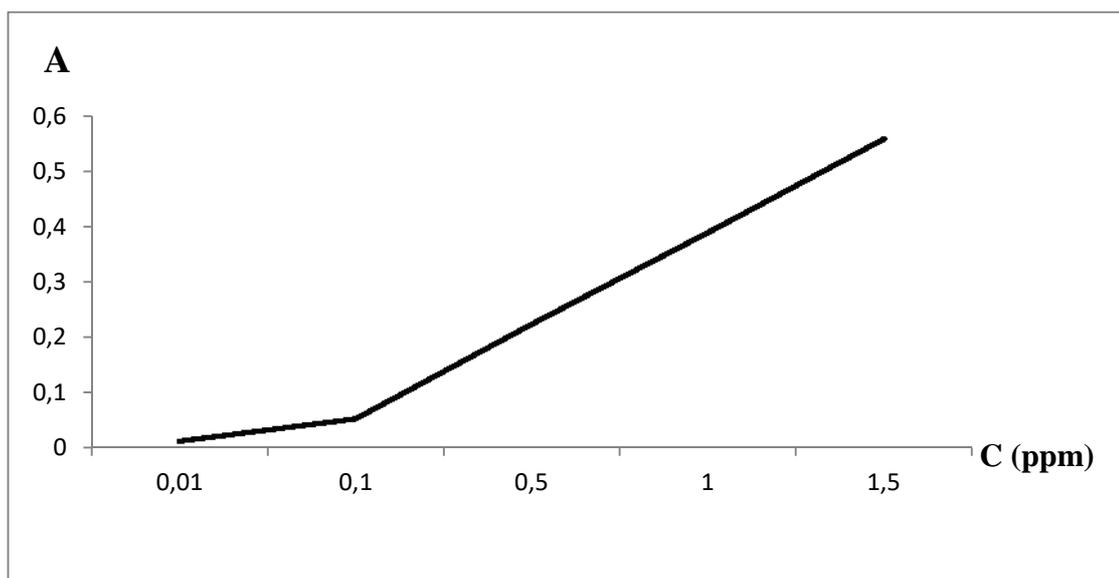
## Les différentes courbes d'étalonnages pour les métaux lourds étudiés (Cd, Zn et Cu) :

Les concentrations connues en un métal donné qui sont représentées par les étalons nous permettent de tracer la courbe d'étalonnage. A partir de l'absorbance lue par le spectromètre en fonction des concentrations de ces étalons.

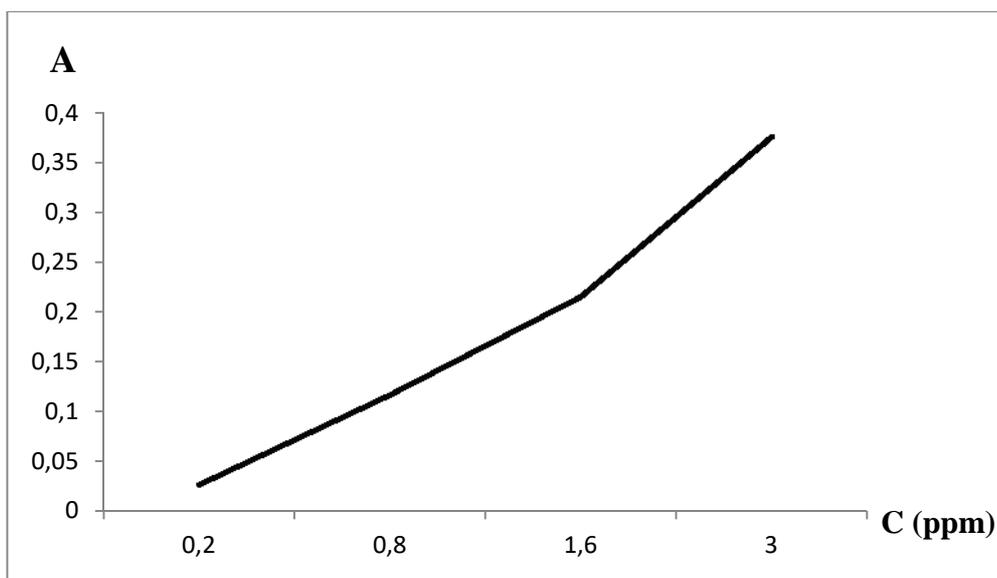
Les figures suivantes (1, 2 et 3) représentent les courbes d'étalonnages :



**Figure n°1 :** Courbe d'étalonnage du Cadmium.



**Figure n°2 :** Courbe d'étalonnage du Zinc.



**Figure n°3 : Courbe d'étalonnage du Cuivre.**

## Résumé :

De par sa forte implication dans la chaîne trophique, liée notamment à la consommation du poisson par l'Homme, la pollution marine figure parmi les plus préoccupantes. Touchant la santé publique.

A travers notre étude nous avons tenté de contribuer au diagnostic de l'ampleur de cette pollution dans le golfe de Bejaïa, en choisissant l'Anchois commun, *Engraulis encrasicolus* Linné, (1758), comme sujet, justifié par le manque de données le concernant, en particulier dans cette région. Afin de se pencher sur l'accumulation des certains métaux lourds incontournables, qui sont le Zinc, le Cuivre, le Cadmium et le Plomb, par cette espèce.

A cause de leur caractère cumulatif, la concentration en métaux lourds est un bon indicateur du taux de pollution dans une région donnée.

Les résultats que nous avons obtenus nous indiquent que les concentrations en métaux lourds par l'Anchois pêché dans le golfe de Bejaïa ne dépassent pas les doses maximales admissibles. Ce qui démontre par ailleurs que la pollution dans la région marine de la ville de Bejaïa peut être considérée comme acceptable.

## Mots Clefs :

Anchois commun, *Engraulis encrasicolus*, Golfe de Bejaïa, Métaux lourds, Pollution marine, Accumulation, Santé publique.

## Summary:

Because of its strong involvement in the trophic chain and due to the consumption of fish by humans, marine pollution is among the worst worrying by hitting the public health.

Though our study, we have tried to contribute to the diagnosis of the extent of this pollution in the gulf of Bejaia, by choosing common Anchovy, *Engraulis encrasicolus*, Linnaeus (1758) as a subject justified by the lack of data concerning it in this region, in order to study the accumulation of certain heavy metals, Zinc, Copper, Cadmium and Lead, by this species.

Because of their cumulative nature, the concentration of heavy metals is a good indicator of the rate of pollution in a given area.

The results obtained indicate that heavy metals concentrations by Anchovy caught in the gulf of Bejaia do not exceed the maximum allowable doses. This also demonstrates that pollution in the marine area of the city of Bejaia can be considered acceptable.

## Keywords:

Common Anchovy, *Engraulis encrasicolus*, gulf of Bejaia, Heavy metals, Marine Pollution, Accumulation, Public Health.

