

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Université Abou Bekr Belkaid
Tlemcen Algérie



جامعة أبي بكر بلقايد

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Faculté des sciences de la nature et de la vie
Et sciences de la terre et de l'univers
Département d'Ecologie et Environnement
Mémoire en vue de l'obtention du diplôme Master
En Pathologies des écosystèmes



Contribution à l'étude de la pollution par les métaux
lourds dans différents organes d'une espèce de poisson à
Marsa Ben M'hidi

Présenté par:

Melle : Djouzi Fatima Zahra

Soutenu le : 30 /06/2015 devant la commission du jury composée de :

Présidente : Mme BELAIDI N Professeur Université de Tlemcen
Encadreur : Mme BENGUEDDA W Maitre de conférences Université de Tlemcen
Examinatrice : Mme YADI B Maitre assistante Université de Tlemcen

Année: 2014– 2015

Dédicaces

Avec l'aide de Dieu le tout Puissant, nous avons pu achever ce travail que je dédie avec toute mon affection à :

A mes très chers parents, leur amour, leur tendresse, leur sacrifice, leur compréhension et leur patience envers moi.

Je ne saurais jamais comment exprimer mes sentiments pour avoir veillé sur mon éducation, pour leur soutien moral et matériel, jamais

Je ne peux les remercier assez de m'avoir donné le meilleur d'eux même, que Dieu les protège.

A mes grands-parents, qui m'ont beaucoup aidé dans mes études.

A mes sœurs : Asma et Chaimaà.

A mes camarades : MOHAMED, FARID, NABIL.

A mes chers amis AHMED, SMIR AMIR que je remercie de m'avoir donnée un coup de main dans ce travail. je leur souhaite les meilleurs moments et la réussite dans leur vie.

A mon encadreur Mme BENGUEDDA.W et sa famille à qui je souhaite tout le bonheur.

A toute ma promotion et les amis que je n'ai pas cités.

A tous ceux que j'estime.

FATIMA ZAHRA



Remerciement :

Avant tout, nous remercions Dieu le tout puissant pour nous avoir aidé à réaliser ce travail. Le travail à été réalisé au laboratoire de valorisation des actions de l'homme pour la protection de l'environnement et application en santé Publique du département Ecologie et Environnement, faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'univers, UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID de Tlemcen.

Mes vifs remerciements s'adressent à mon encadreur Mme BENGUEDDA.W, maitre de conférences à faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'univers, université Tlemcen, pour son aide fructueuse, pour m'avoir orienté, encouragé conseillé et soutenu pour toute la durée de ce travail.

Nous tenons à remercier l'adorable professeur Mme AOUAR A., et Mr BETTIOUI R maitre assistant à la faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'univers, université de Tlemcen, pour leur suivi dans la partie statistique

Un très grand merci également à Mme BELAIDI, N ; et Mme YADI, B qui ont porté toutes leurs attentions pour examiner ce modeste travail.

Aussi je remercie tous les ingénieurs de laboratoire (valorisation des actions de l'homme pour la protection de l'environnement et application en santé publique) surtout Mme Dahaoui Salima ,Mme Dali Youcef khadija et Mr benali) qui m'ont permis la réalisation de ce travail et permis de travailler dans les bonnes conditions.

Enfin un grand merci à toute personne ayant contribué de près ou de loin dans l'élaboration de ce mémoire surtout le labo de Ghazaouet et tout l'équipe et à tout le personnel de l'université de Tlemcen.

Finalement je remercie tous mes enseignants qui m'on suivi le long de mes études.

SOMMAIRE

Introduction :	1
----------------	---

CHAPITRE I: Synthèse Bibliographique

I.Les Eléments traces métalliques :	3
I.1-Les éléments traces essentiels	3
I.2-Les éléments traces non essentiels	3
I.3-Sources de pollution par les éléments traces métalliques :	3
I.3 -a-Sources naturelles	3
I.3-b-Sources anthropiques	4
II.Les métaux lourds dans l'écosystème marin	4
III.Contaminants métalliques dans les organismes marins:	5
III .1-Bioaccumulation:	6
III.2-Bioconcentration:	6
III.3- Bio magnification:	6
III.4-Biodisponibilité:	6
IV.La pollution en Méditerranée occidentale :	7
V.La pollution marine en Algérie :	8

CHAPITRE II: Présentation de la zone d'étude

I.Situation géographique :	9
II. Milieu physique :	9
III.Hydrographie :	10
IV.Climat de la région de Marsa Ben M'hidi :	10
V.Pollution :	10
V.1-Pollution de la zone côtière :	10
VI.le port de Marsa ben M'hidi :	11
VI.7-1-Activité portuaire :	11

CHAPITRE III: Présentation de Matériel Biologique

I-Présentation de l'espèce (Historique)	12
II. Taxonomie:	12
III. Caractéristiques de l'allache <i>Sardinella aurita</i> :	12
IV. Biologie de <i>Sardinella aurita</i>	13

SOMMAIRE

IV.1- Reproduction et Période de ponte	13
IV.2-Régime alimentaire	
V. Ecologie de <i>S. aurita</i> :	
V.1-Déplacements et migration	
VI.Importance Economique de la sardinelle :	

CHAPITRE IV: Matériel et Méthodes

I.prélèvement des échantillons :	
I.1-Choix de l'espèce :	17
I.2-Prélèvements :	17
I.3-Le choix des contaminants	17
II.travail au Laboratoire:	17
II.1-mensuration et pesée:	17
II.2-Minéralisation des échantillons par voie sèche	18
II.3-Séchage à l'étuve :	18
II.4-Réduction en cendres :	18
II.5-Filtration et mise en solution :	19
II.6-Analyse :	19
III.Les tests statistiques :	20
III.1-ANOVA1	20
III.2-coefficient de corrélation :	20

CHAPITRE V:Résultats et Discussion

I.Évaluation des teneurs métalliques dans les branchies :	
II.Évaluation des teneurs métalliques dans filets :	
III.Évaluation des teneurs métalliques dans gonades :	
IV.Comparaison des teneurs métalliques moyennes entre les trois organes	
IV.1-Le zinc :	
IV.2-le plomb :	
IV.3-le cadmium :	
IV.4-Le cuivre :	
V.Analyse statistique	
V.1-Anova 1 :	
V.2-coefficient de corrélation :	
VI.DISCUSSION :	

SOMMAIRE

VII. Comparaison des résultats avec des données bibliographiques	40
Conclusion.....	42
Références bibliographiques.....	44

LISTE DES FIGURES :

Figure 01 : Port de Marsa Ben M'hidi.....	12
Figure1 : caractéristiques morphologiques de l'allache <i>Sardinella aurita</i> (Whithead,1985)...	13
Figure2 : <i>Sardinella aurita</i> (photo originale).....	15
Figure3 : distribution géographique de <i>S.aurita</i>	16
Figure4 : technique de filtration	19
Figure5 : Etuve (photo originale).....	19
Figure6 : four à moufle (photo originale).....	20
Figure7 : papiers filtres utilisés dans la technique de filtration.....	20
Figure8 : Teneurs métalliques en Cd dans les branchies exprimées en mg/Kg de poids.....	22
Figure9 : Teneurs métalliques en Cu dans les branchies exprimées en mg/Kg de poids.....	22
Figure10 : Teneurs métalliques en Pb dans les branchies exprimées en mg/Kg de poids.....	23
Figure11 : Teneurs métalliques en Zn dans les branchies exprimées en mg/Kg de poids.....	23
Figure12 : Teneurs métalliques en Cd dans les branchies exprimées en mg/Kg de poids.....	24
Figure13 : Teneurs métalliques en Cu dans les filets exprimées en mg/Kg de poids.....	25
Figure14 : Teneurs métalliques en Pb dans les filets exprimées en mg/Kg de poids.....	25
Figure15 : Teneurs métalliques en Zn dans les filets exprimées en mg/Kg de poids.....	26
Figure16 : Teneurs métalliques en Cd dans les gonades exprimées en mg/Kg de poids.....	27
Figure17 : Teneurs métalliques en Cu dans les gonades exprimées en mg/Kg de poids.....	27
Figure18 : Teneurs métalliques en Pb dans les gonades exprimées en mg/Kg de poids.....	28
Figure19 : Teneurs métalliques en Zn dans les gonades exprimées en mg/Kg de poids.....	28
Figure20 : teneures métalliques moyennes en Zn dans les différents organes du la sardinelle exprimées en mg/kg de poids sec.....	29
Figure21 : teneures métalliques moyennes en Pb dans les différents organes du la sardinelle exprimées en mg/kg de poids sec.....	30
Figure22 : teneures métalliques moyennes en Cd dans les différents organes du la sardinelle exprimées en mg/kg de poids sec.....	31
Figure23 : teneures métalliques moyennes en Cu dans les différents organes du la sardinelle exprimées en mg/kg de poids sec.....	32

Figure24 : teneurs métalliques moyennes en Zn, Pb, Cd, Cu (mg/kg) dans les différents organes de la sardinelle (filet, branchies, gonades,) exprimées en poids sec.....33

LISTE DES TABLEAUX :

Tableau 1 : classification de la sardinelle (<i>Sardinella aurita</i>)(Valenciennes,1847).....	12
Tableau 2 : Mensurations (poids-taille) chez les individus de l'espèce.....	18
Tableau3 : Analyse de variance pour un facteur pour le Cadmium (mg/kg).....	34
Tableau4 : Analyse de variance pour un facteur pour le Cuivre (mg/kg).....	34
Tableau5 : Analyse de variance pour un facteur pour Zinc (mg/kg).....	35
Tableau6 : Analyse de variance pour un facteur pour le Plomb (mg/kg).....	35
Tableau 7 : résultats de l'anova1 des ETM étudiés dans les organes de la sardinelle.....	36
Tableau8 : Analyse de coefficient de corrélation pour le Plombe (mg/kg).....	36
Tableau 9 : Analyse de coefficient de corrélation pour le Cadmium (mg/kg).....	37
Tableau 10 : Analyse de coefficient de corrélation pour le Cuivre (mg/kg).....	37
Tableau 11 : Analyse de coefficient de corrélation pour le Zinc (mg/kg).....	37
Tableau 12 : Comparaison des résultats des concentrations moyennes exprimées en (mg/ kg) obtenus pour la Sardinelle avec des donnés bibliographiques.....	41



introduction

Introduction :

Le phénomène de la pollution est devenu depuis quelques décennies une des préoccupations majeures qui conditionne l'avenir de notre civilisation, par son étendue de plus en plus croissante et son impact qui affecte non seulement la santé publique mais aussi la pérennité de la biosphère. On retrouve les éléments métalliques qui constituent une source de pollution sournoise pour la vie aquatique en général notamment, le plomb et le cadmium. Ces éléments sont très toxiques et de plus en plus utilisés dans les secteurs industriels. **(DUQUESNE, 1992)**

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 **(DUQUESNE, 1992)**.

Les métaux, qui sont des constituants normaux de l'environnement à l'état de traces sont tous toxiques au dessus d'un certain seuil **(KUCUKSEZGIN *et al*, 2006)**. Les éléments traces métalliques dits essentiels (rôle important dans les processus biologiques ex : Cuivre, Fer et Zinc) peuvent produire des effets toxiques comme ceux dits non essentiels (aucun rôle dans les processus biologiques ex : plomb et mercure) lorsque leur concentration dépasse un certain seuil d'acceptabilité **(CHIFFOLEAU *et al*, 2001; MIQUEL, 2001 ; TURKMEN *et al*, 2005 ; LAFABRIE, 2007)**.

Les organismes marins, en particulier les poissons, accumulent les contaminants de l'environnement et donc ils ont été abondamment utilisés dans des programmes de contrôle de la pollution marine. Les poissons sont largement utilisés comme espèces sentinelles de la contamination dans le milieu aquatique, et constituent une partie importante de l'alimentation humaine. Il n'est donc pas surprenant que de nombreuses études soient menées sur la pollution par les métaux chez différentes espèces de poissons comestibles. **(KUCUKSEZGIN *et al*, 2001; LEWIS *et al*, 2002 cités dans KAMARUZZAMAN *et al*, 2010)**.

C'est dans ce cadre que ce travail a été réalisé, recherchant la contamination du milieu marin par les métaux lourds dans la région de Marsa Ben M'hidi en utilisant l'Allache comme bio indicateur. L'objectif majeur de cette étude est de déterminer les niveaux des métaux lourds (Cd, Cu, , Pb et Zn) au niveau des branchies, des gonades et des muscles d'allache *Sardinella aurita* **(Valencienne, 1847)** afin d'essayer d'apprécier le niveau de contamination de la zone choisie. Le Cd, Pb sont choisis pour leur toxicité alors que, Zn, et le Cu sont des éléments essentiels pour la croissance des poissons. Le poisson choisi peut être particulièrement sensible à la pollution et à la dégradation de l'habitat, où les contaminants chimiques s'accumulent.

La démarche adoptée dans ce travail se résume en cinq points essentiels traités successivement :

Introduction :

-1ere partie: portera des généralités sur la pollution marine, définition des métaux lourds leurs toxicité et effets sur l'homme et les différents organismes vivants.

-2eme partie: consacrée à la présentation de l'espèce *Sardinella aurita* sa biologie, son écologie

-3eme partie: Apportera les caractéristiques de la zone d'étude (Localisation géographique, caractéristiques du port de la zone d'étude...)

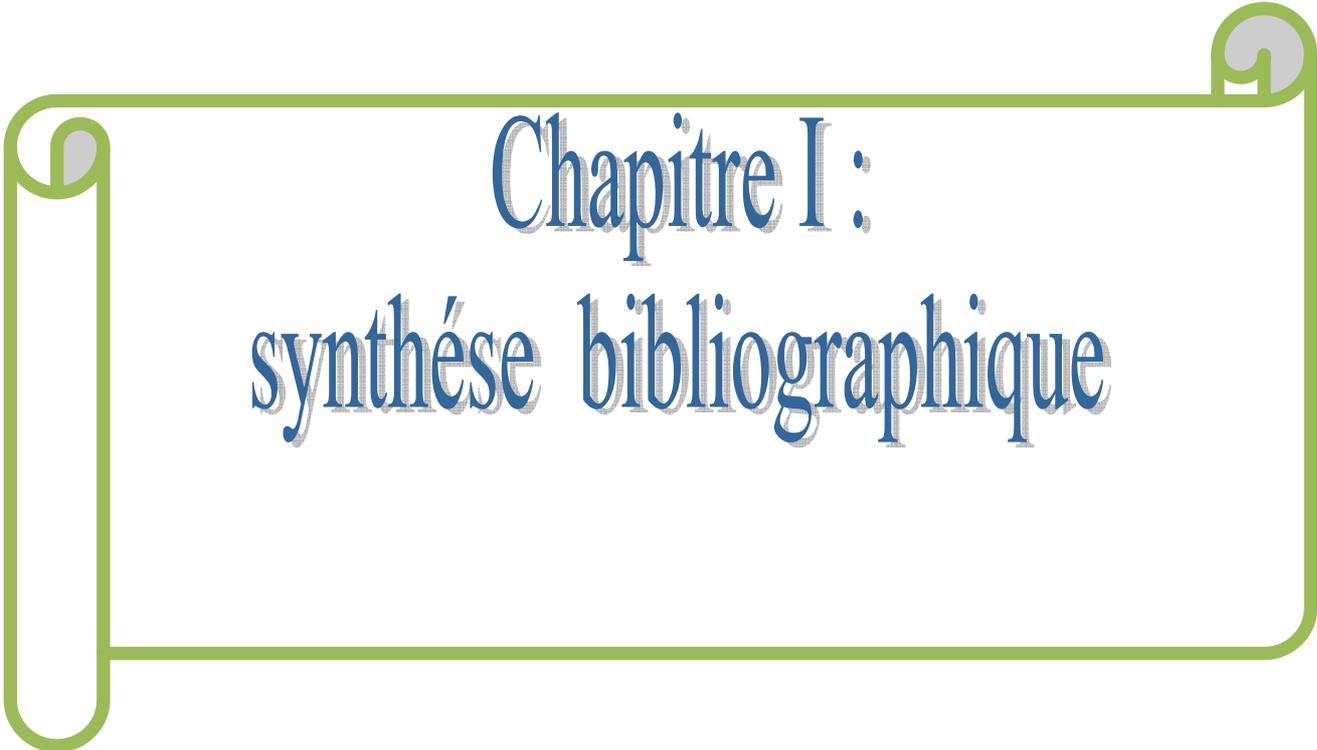
-4eme partie: Cette partie exposera l'étude expérimentale, le protocole expérimental, l'échantillonnage, méthode d'analyse chimique, de dosage....)

-5eme partie: Réservée à la présentation des résultats d'analyse; ainsi que la discussion et l'interprétation des résultats.

-et enfin une **conclusion**

Ce travail est un chaînon complémentaire de la série d'études effectuées préalablement au

«Laboratoire de valorisation des actions de l'homme pour la protection de l'environnement et application en santé publique » et concernant divers maillons de la chaine trophique du littoral extrême ouest Algérie. Notre travail a pour but d'évaluer le taux de contamination par les métaux lourds dans la région de Marsa Ben M'hidi pour une meilleure approche et des solutions éventuelles, qui aideront à prévenir la pollution et la santé publique dans cette région.



Chapitre I :

synthèse bibliographique

I. Les Eléments traces métalliques :

Les métaux lourds sont présents dans tous les compartiments de l'environnement, mais en général en quantités très faibles. On dit que les métaux sont présents « en traces ». La classification en métaux lourds est souvent discutée car certains métaux toxiques ne sont pas particulièrement « lourds » (ex : le zinc), tandis que certains éléments toxiques ne sont pas des métaux mais des métalloïdes (ex : l'arsenic). Pour ces différentes raisons, la plupart des scientifiques préfèrent à l'appellation métaux lourds, l'appellation « Eléments en traces Métalliques » (**ETM**) ou par extension « éléments traces » (**MIQUEL, 2001**), on distingue ainsi :

I.1-Les éléments traces essentiels : Ils sont indispensables au déroulement des processus biologiques mais à de très faibles quantités, ils sont 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), Arsenic (As).

I.2-Les éléments traces non essentiels : Ils n'ont aucun rôle biologique connu ; ils sont nommés toxiques tels que le plomb(Pb), le cadmium(Cd), le mercure(Hg) et l'antimoine(Sb) (**CHIFFOLEAU et al, 2001**).

Les éléments traces sont des micropolluants entraînant des nuisances, même quand ils sont rejetés en quantités très faibles. Leur toxicité se développe par bioaccumulation le long de la chaîne alimentaire.

Il est quasiment difficile de détecter la présence d'ETM dans l'eau, tant leur concentration y est faible ; c'est pourquoi ces éléments sont recherchés dans les sédiments et les organismes marins.

I.3-Sources de pollution par les éléments traces métalliques :

Selon la définition donnée par le Group of experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution (**GESAMP, 2001**), le terme de pollution désigne l'introduction directe ou indirecte par l'homme de substances ou d'énergie dans le milieu marin lorsqu'elle a, ou peut avoir, des effets nuisibles. Le terme de polluant est donc associé à l'apparition dans le milieu d'effets délétères.

I.3 -a-Sources naturelles :

Les métaux lourds sont présents dans l'eau, l'air et les sols. Comme tous les minerais, ils sont présents dans les roches. Ces réserves naturelles ne constituent pas en elles-mêmes un danger mais l'exploitation des gisements, l'érosion, les incendies de forêts, les prélèvements

d'eau ou les éruptions volcaniques, vont répandre des traces de ces éléments dans l'environnement. Ils peuvent alors devenir toxiques s'ils se retrouvent en quantités suffisantes dans les organismes vivants.

(ELAZHARI, 2013)

I.3-b-Sources anthropiques :

Outre ces phénomènes naturels, l'activité humaine, même si elle ne crée pas de métaux lourds, participe à leur diffusion dans l'environnement :

- Les effluents d'extractions minières.
- Les effluents industriels.
- Les effluents domestiques et ruissellement urbains.
- Lessivage des métaux provenant de décharges d'ordures ménagères et de résidus solides.
- Apports de métaux provenant de zones rurales, par exemple les métaux contenus dans les pesticides.
- Sources atmosphériques, par exemple combustion de carburants fossiles, incinération des déchets et émissions industrielles.
- Activités pétrochimiques. **(ELAZHARI, 2013)**

II. Les métaux lourds dans l'écosystème marin :

L'augmentation des rejets de polluants métalliques dans le milieu marin, notamment au niveau du littoral, résulte d'une modification, voire d'une dégradation de la qualité de ces milieux d'où des perturbations de l'écosystème. Les métaux lourds sont présents dans l'environnement marin sous différentes formes chimiques, qui résultent d'équilibres entre les ions métalliques et les complexes organiques et inorganiques **(DUQUESNE, 1994)**.

Les micropolluants minéraux sont représentés essentiellement par les éléments traces métalliques (ETM). Les principaux ETM rencontrés dans les eaux sont le cadmium (Cd), le plomb (Pb), le chrome (Cr), le mercure(Hg), l'arsenic (As), le cuivre (Cu), le zinc(Zn) et le nickel (Ni). Ces éléments sont présents naturellement dans les roches et les sols, mais les niveaux de concentration actuels résultent pour la plupart de diverses activités humaines (sidérurgie, tannerie, transport routier, effluents agricoles...) **(CHALON *et al*, 2006)**.

Les origines des micropolluants dans l'eau sont nombreuses et multiples , il peut s'agir d'une part, de rejets directs d'eaux usées urbaines et industrielles et d'autre part, d'apports diffus associés aux retombées atmosphériques ou au ruissellement d'eaux contaminées en provenance des sols agricoles ou des voiries. Certains micropolluants sont aussi présents dans

les sédiments des cours d'eau ou présents naturellement à l'état de trace dans les sols (fond-pédogéochimique) (CHALON *et al*, 2006).

La source anthropogène reste cependant la plus importante, car les travaux des instituts de recherches ont montré que les quantités de métaux tel que le plomb, le cadmium et le zinc émises par l'homme correspondent à 18 fois, 5 fois et 3 fois les quantités de ces métaux issus de sources naturelles. (CHALON *et al*, 2006).

Dans les milieux aquatiques, les métaux peuvent être répartis en cinq compartiments:

-Eau de mer, sédiment, eau interstitielle, matière en suspension, et le biotope.

L'accumulation des métaux dans les biotopes dépend essentiellement de facteurs physicochimiques ainsi que de facteurs biologiques. La biodisponibilité des métaux vis-à-vis des organismes est influencée par la spéciation du métal et par la chimie de l'eau. Les forces de liaisons des métaux aux particules et par conséquent leur capacité à être dissociés des sédiments, peuvent aussi affecter la biodisponibilité des métaux vis-à-vis des organismes. En ce qui concerne les facteurs biologiques, l'appartenance à une espèce ou à un groupe zoologique donnée et par conséquent le mode de vie, joue un rôle dominant dans l'accumulation métallique. (DUQUESNE, 1992).

Les métaux lourds sont dangereux pour les systèmes aquatiques, ils pénètrent dans les écosystèmes avec les précipitations, les cours d'eau, les effluents et les rejets accidentels relégués comme sous-produits des industries, des mines ou s'échappant des bateaux.

Dans les écosystèmes aquatiques naturels, les métaux se trouvent à de faibles concentrations, généralement de l'ordre du nano gramme ou du microgramme par litre.

- Les plus dangereux pour l'homme et les écosystèmes sont le mercure, le cadmium et le plomb, et quelques autres comme le cuivre, le zinc, l'argent et le chrome (FORBES *et al*, 1997).

III. Contaminants métalliques dans les organismes marins:

Il est désormais reconnu que la surveillance de certains contaminants dans les organismes marins est un bon moyen d'évaluation de la contamination du milieu. En effet, la mesure directe de faibles concentrations de polluants dans l'eau fait appel à des techniques analytiques sophistiquées et coûteuses, difficilement applicables sur un grand nombre d'échantillons. Par ailleurs, du fait de la grande variabilité du milieu marin littoral, due aux courants, aux marées ou aux régimes fluviaux par exemple, une mesure ne représente que la

situation ponctuelle de ce milieu au moment et à l'endroit du prélèvement. (CLAISSE *et al*, 1992)

Les organismes marins, en particulier les huîtres et les moules, ont la faculté d'accumuler les Contaminants présents dans l'eau jusqu'à atteindre un équilibre avec celle-ci. Ce phénomène est relativement lent et nécessite un contact de plusieurs mois avec le milieu. Les teneurs en polluants mesurées dans les organismes sont le résultat et le reflet d'une situation moyenne sur les quelques mois précédant le prélèvement. (CLAISSE *et al*, 1992)

III.1-Bioaccumulation:

La bioaccumulation est le processus par lequel un organisme vivant absorbe une substance à une vitesse plus grande que celle avec laquelle il l'excrète ou la métabolise. Elle désigne donc La somme des absorptions d'un élément par voie directe. (RON VAN DER OOST, 2003)

III.2-Bioconcentration:

La bioconcentration est un cas particulier de la 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. (RON VAN DER OOST, 2003)

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, 2003)

III.3-Bio magnification:

La bio magnification est définie comme l'accumulation et le transfert de substances par L'intermédiaire de la chaîne alimentaire entraînant une augmentation des concentrations Internes dans les organismes situés à des niveaux plus élevés de la chaîne trophique. (NATIONS UNIES, 2009)

III.4-Biodisponibilité:

La biodisponibilité a été définie comme la fraction de la quantité de l'élément chimique présent dans le sol/sédiment et l'eau (interstitielle) qui peut potentiellement être prise pendant la durée de vie de l'organisme dans ses tissus (excluant le tube digestif). (RON VAN DER OOST, 2003)

IV. La pollution en Méditerranée occidentale :

Le littoral de la Méditerranée occidentale est en industrialisation constante. Il devient le siège d'une pollution inquiétante pour les ressources futures et pour la santé du consommateur de produits marins : à de fortes concentrations de polluant, il peut y avoir atteinte directe et destruction des espèces ;

À des concentrations sublétales, certaines substances, tels que les métaux lourds, les pesticides, les hydrocarbures, sont accumulés par les organismes et les concentrations augmentent aux différents niveaux des chaînes alimentaires ;

À des concentrations très faibles qui apparemment, n'altèrent pas la productivité des espèces, il peut y avoir des perturbations profondes mais perceptibles seulement à long terme par trouble des relations inter-espèces

Chez de nombreux organismes, ces relations sont régies par des composés chimiques qui, émis dans le milieu contrôlent les réflexes de nutrition, de reproduction... la présence de polluants peut bloquer leur synthèse ; ou empêcher qu'ils soient perçus.

La pollution par les métaux et les hydrocarbures présente des dangers certains pour la Méditerranée à court et long terme (**DONNIER, 2007**).

La mer Méditerranée est l'une des mers littorales la plus aménagée et la plus peuplée. Les eaux de la Méditerranée se renouvellent très lentement : leur renouvellement total demande soixante-dix ans. Ces caractéristiques alliées à une population très dense sur les côtes de certains pays, rendent la Méditerranée extrêmement sensible à la pollution (**LACAZE, 1996**).

Bien que cette mer ne représente que 1% de la surface totale couverte par les océans dans le monde, l'activité humaine y exerce une pression considérable. L'urbanisation du littoral, l'activité industrielle, l'agriculture intensive, les ports et la navigation sont les principaux facteurs de la pollution marine nuisible aux ressources naturelles.

500 millions de tonnes d'hydrocarbures et 400 000 tonnes de produits chimiques transitent chaque année à bord de 8300 navires le long des côtes méditerranéennes des trois pays de l'UMA (Union du Maghreb Arabe) (Algérie, Maroc, Tunisie) (**RABAH, 1994**).

Au cours de la décennie 80, huit accidents le long des côtes algériennes avec 52 000 tonnes de produits déversés en mer, dix accidents le long des côtes marocaines avec 8300 tonnes déversées (**KAHLOULA, 1996**).

En Méditerranée, ces métaux traces sont plus concentrés dans les couches supérieures que dans les couches inférieures où ils restent en quantité relativement stable. Ces profils particuliers en Méditerranée ont été interprétés par un état non stationnaire, les apports

superficiels étant plus forts que le transfert vertical par l'activité biologique et les mouvements hydrologiques. Cette caractéristique a permis aux chercheurs d'analyser avec plus de facilité l'évolution de la concentration des métaux traces (Mercure, Cadmium, Plomb, Cuivre et Zinc) provenant de l'atmosphère et des rivières: dus pour l'essentiel aux activités humaines (CASAS, 2005).

La méditerranée concentre un tiers du tourisme mondial, ce dernier a joué un rôle majeur dans la dégradation de l'environnement marin et côtier.

V.la pollution marine en Algérie :

En Algérie la majorité de la pollution est installée sur le littoral, long d'environ 1200km. La quasi-totalité des activités socio-économiques est concentrée également sur la frange cotière, elle est liée aux grandes agglomérations urbaines (Alger, Oran, Annaba...) et les pôles industriels (Arzew, Skikda, régions d'Oran, Alger, Annaba...) (CHOUIKHI *et al*, 1993).

Les eaux usées sont considérées comme la principale cause d'impureté de la cote algérienne. En Algérie plus de 5 millions de m^3 d'eaux usées émanant des foyers domestiques, des usines et des industries, ruissellent annuellement dans la mer sans oublier une quantité importante des eaux déminéralisées découlant des stations d'épurations et des oueds (M.A.T.E,2000).

En ce qui concerne la pollution par les métaux lourds, 5 ports dépassent les normes pour le mercure, 3 pour le plomb, 4 pour le cuivre, 4 pour le zinc et 1 pour le chrome. Pour les hydrocarbures totaux, la quasi-totalité des grands ports présentent des pics qui dépassent de loin les normes de référence. (M.A.T.E, 2002).

De nombreux sites sont interdits à la baignade en raison d'une mauvaise qualité bactérienne des eaux : 135 plages sont interdites de baignades sur 409 plages ayant fait l'objet d'analyses en 1996 (M.A.T.E, 2002).



Chapitre II : présentation de la zone d'étude

I. Situation géographique :

Le territoire de la commune de Marsa Ben M'Hidi est situé au nord-ouest de la wilaya de Tlemcen. Marsa Ben M'Hidi est une ville côtière de la mer Méditerranée à la frontière marocaine (limitrophe de la ville marocaine de Saïdia), située à 110 km au nord-ouest de Tlemcen et à 54 km au nord-ouest de Maghnia. (**Agence Nationale de Développement de l'Investissement (ANDI)-2015**)

Coordonnées : 35°05'00'' Nord 2° 12'16'' Ouest

L'agglomération de Marsa ben M'hidi (ex-port Say), se situe à 120km au nord ouest de la wilaya de Tlemcen, à 54 km de la ville de maghnia et à l'extrême ouest du bassin méditerranéen ; limitée par la frontière Algéro-Marocaine à l'Ouest, que la daïra de Bâb El-Asa au l'Est, et par la mer méditerranée au Nord ainsi que la montagne de M'Kam A.E.K (Abdelkader) au Sud. Elle présente un littoral long de 15km avec 3 plages dont 2 plages surveillées, elle accueille chaque saison un flux important estimé à plus de 4.326.080 d'estivants. (**Antenne de pêche de Marsa ben M'hidi, année 2004-2005.**)

-la plage de Marsa ben m'hidi : de par sa position géographique présente tous les atouts pour un tourisme de choix. (Plage surveillée).

-la plage de Mouscarda : située à 800m de marsa ben m'hidi. (Plage surveillée).

- la plage Djarf : située à 10km de Marsa ben m'hidi. (Plage non surveillée).

La cote de Marsa ben m'hidi recèle une multitude de potentialités de natures diverses, des sites naturels ; marins, forêts, montagnes, des potentialités de chasse et de pêche récréative. (**Antenne de pêche de Marsa ben M'hidi, 2004-2005.**)

II. Milieu physique :

-Faisant partie des monts de Traras, l'espace communal est caractérisé par un relief généralement accidenté puisque les 2/3 du territoire de la commune ont des pentes de plus de 25%. Le sol est constitué principalement de marnes et d'argiles permettant de favoriser le ruissellement des eaux et par conséquent de provoquer l'érosion hydrique. La morphologie du milieu physique différenciée fait apparaître trois (03) zones homogènes.

-La vallée : une zone agricole relative aux berges du oued Kiss aval ou prédominent les cultures maraîchères.

-Les plateaux de Mkam Moulay AEK, Chaïb Rasso et Merrika avec des pentes qui varient de 5à8 % où l'amorce des phénomènes d'érosion est déjà forte apparente.

-L'ensemble montagneux occupe la plus grande partie du territoire de la commune, avec des pentes supérieures à 25% soumises à une intense érosion (**ANAT, 2006**).

III. Hydrographie :

Un réseau hydrographique composé essentiellement de l'Oued Kiss en Aval avec un écoulement permanent des eaux superficielles et des Oueds et de chaabets intermittents.

La présence de ces oueds constitue un problème d'inondation permanent notamment par l'Oued de Sidi M'Hamed qui traverse l'agglomération de Marsat Ben M'Hidi (ANAT, 2006).

IV. Climat de la région de Marsa Ben M'hidi :

Le climat de la région est de type méditerranéen, il se caractérise par une saison chaude et sèche se prolongeant au-delà de l'été jusqu'au mois d'octobre et une saison froide de novembre à avril pendant laquelle les pluies tombent sous forme d'averses de courte durée souvent assez violentes.

En dépit de la sécheresse, la température maximale ne dépasse guère les 30°C à cause de l'effet brise de mer. Cette douceur du climat constitue un facteur favorable pour le développement du tourisme balnéaire. (ANAT, 2006).

V. Pollution :

La platitude de la ville de Marsa Ben M'hidi pose de sérieux problèmes techniques notamment pour l'évacuation des eaux usées. Il est signalé, néanmoins que la collecte des eaux usées est difficile en raison de la configuration topographique des sites plats, notamment en période estivale, la forte fréquentation du site génère un important volume d'eaux usées qui constitue une atteinte majeure à l'environnement. Oued Kiss constitue le collecteur des eaux pluviales, les eaux boueuses, et les réseaux d'eaux usées en provenance du territoire marocain, de Marsa Ben M'hidi et d'autres lieux limitrophes. (Antenne de pêche de Marsa ben M'hidi, 2004-2005.)

V.1-Pollution de la zone côtière :

Les rejets des eaux usées en provenance de l'agglomération de Marsa Ben M'hidi et ses infrastructures d'accueil se font en mer sans aucun traitement préalable, ce qui génère une pollution du milieu côtier et leur influence sur la qualité physico-chimique et bactériologique des zones de baignade (ANAT, 2006).

Le projet de la station d'épuration, lancé depuis une dizaine d'année, ne voit pas toujours le jour et ce, malgré les flux de populations touristiques qui viennent occuper les lieux durant la période estivale.

Le volume des eaux résiduaires à épurer est estimé à 1,2 Hm³/an, ce qui laisse envisager une opération de recyclage de cette ressource (non conventionnelle) dans le circuit économique et écologique de la commune. (ANAT, 2006).

La construction du port de plaisance, s'inscrit comme une opération à impact positif sur le tourisme mais son impact sur la qualité des eaux marines, connaîtra certainement des problèmes de nuisance et de pollution sur la quiétude du site. (ANAT, 2006).

le littoral Méditerranéen du Maroc oriental, l'oued Moulouya draine dans son passage les eaux de lessivage des bassins riverains où a lieu une importante activité agricole ainsi que les rejets pollués de nombreuses unités industrielles et les rejets domestiques non traités de plusieurs agglomération urbaines qui ne cessent de se développer sur les abords. Tous ces affluents apportent à l'oued Moulouya des polluants de natures diverses, en quantités notables et qui finissent inmanquablement dans la Méditerranée. (YAHYA *et al*, 2010).

VI. Le port de Marsa ben M'hidi :

L'idée de la construction d'un port à Marsa ben m'hidi est fort ancienne, puisque au début du 19^{ème} siècle, cette agglomération avait déjà son port. En effet « Louis Say » (dont le nom, et le port donnèrent Port Say) dès son installation entre 1900-1901, entama les travaux de construction d'un port. Ce dernier était constitué de deux jetées rectilignes convergentes laissant au nord une passe de 100mètres. Toutefois, l'exploitation optimale de cette infrastructure a été confrontée à la faible profondeur des eaux.

Le plan d'eau destiné à accueillir les embarcations fut entretenu par des opérations de dragage continues sur plusieurs années. (ANAT, 2006).

VI. 7-1-Activité portuaire :

Dans le cadre du développement économique de la wilaya, la commune de MARSA Ben M' Hidi est dotée d'un port de pêche pour permettre l'exploitation des ressources halieutiques.

Son ouverture sur le littoral méditerranéen offre à la pêche un potentiel économique non négligeable qui pourrait répondre aux besoins croissant de la wilaya.

La réalisation de ce port aura un impact sur le développement de la commune notamment sur la création de l'emploi, en générant en amont et en aval d'autres activités

Le volume des rejets de la commune, est estimé à environ : 500 m³/jour, un taux de raccordement au réseau global de 95% (ANAT, 2006).



Figure 01 : Port de Marsa Ben M'hidi

(Opération "Ports bleus": un riche programme d'activités aux ports de Tlemcen, 2014)





Chapitre III : présentation de matériel biologique

I-Présentation de l'espèce (Historique) :

Le genre *Sardinella* a été identifiée par Valenciennes et apparait pour la première fois dans Suri livre « histoire naturelle des poissons » (Cuvier et Valenciennes) en 1847.

L'espèce *Sardinella aurita* a été décrite dans l'ouvrage cité précédemment, pour la première fois par le même auteur. On la trouve décrite sous d'autres noms selon sa provenance géographique *Meleta mediterania* (Toulon. France) *Sardinella anchovia* (Rio de Janeiro). (BEN TUVIA, 1960 ; WHITCHEAD, 1967).

II. Taxonomie:

Tableau1 : classification de la sardinelle *Sardinella aurita* (VALENCIENNES, 1847)

Règne	Animalia
Embranchement	Chordata
Sous-embranchement	Vertebrata
Super-classe	Osteichthyes
classe	Actinopterygii
Sous classe	Neopterygii
Infra classe	Teleostei
Super ordre	Clupeomorpha
ordre	Clupeiformes
Sous ordre	Clupeioidi
Famille	Clupeidae
Sous famille	Clupeinae
genre	Sardinella
espèce	<i>Sardinella aurita</i>(Valenciennes,1847)

Les noms vernaculaires locaux: sont : Latcha (sur les côtes de Ghazaouet, Béni Saf Oran, Alger). lachtouta (Mostaganem). bouir (Bejaia), latchoum (Annaba) (DJABALI *et al*, 1993).

III. Caractéristiques de l'allache *Sardinella aurita* :

Deux espèces de sardinelles fréquentent les côtes ouest algériennes: il sagit de *Sardinella aurita* et de *Sardinella mederensis* (DIEUZEIDE, 1959).

L'allache *Sardinella aurita* se caractérise par une tache noire sur le bord postérieure de l'opercule ne possède pas de taches noires à l'origine de la nageoire dorsale et possède une nageoire pelvienne à 9 rayons (FISCHER *et al*, 1987). Ce poisson possède également, à mi- hauteur des

flancs, une ligne dorée pale qui tend a disparaître après la mort. Cette ligne est précédée par une tache dorée en arrière de l'opercule (**WHITEHEAD, 1985**).

La tête de *sardinella aurita* est assez forte et aplatie en dessous. Le museau est mince, mais, la bouche est grande (**BOUDEREL, 1948**). La mâchoire supérieure est courte et arrondie. avec une légère échancrure médiane, mais la mâchoire inférieure est plus longue. Les bords supérieurs et intérieurs du second supra maxillaire sont subégaux (**FISCHER et al, 1987**). Les yeux sont grands et protégés par une paupière adipeuse. *S. aurita* se distingue aisément des autres espèces par un corps nettement moins aplati (sardinelle ronde). la partie antérieure visible, de sa langue se présentant comme une lame large. Ovale ou fuselée, garnie de dents très fines (**MAURIN et al, 1977**).

Les os frontaux pariétaux présentent de nombreuses stries. L'opercule est lisse et présente sur les bords postérieurs de la fente operculaire deux excroissances charnues, de plus, La partie inférieure du premier arc branchial comprends plus de 80 branchiospines (**FISCHER et al, 1987**).

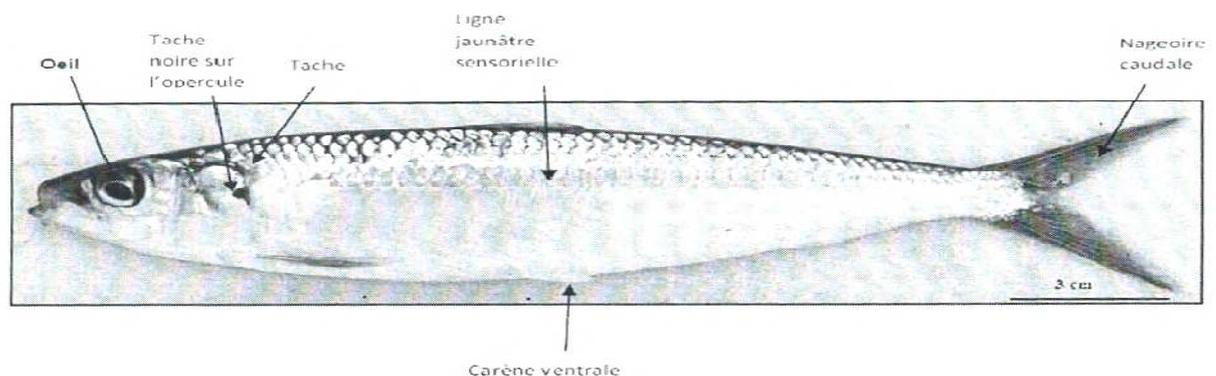


Figure : 01 Caractéristiques morphologiques de l'allache *Sardinella aurita* (Whitehead, 1985). (originale).

IV. Biologie de *Sardinella aurita* :

IV.1- Reproduction et Période de ponte :

La période de ponte de *Sardinella aurita* de la baie d'Oran ainsi que sur toute la côte algérienne a lieu du mois de juin au mois de septembre (**DJABALI et al, 1993**), cependant, cette période varie et peut être précoce ou tardive selon les régions (**DIEUZEIDE et ROLAND, 1959 ; MORTET, 1989**). En effet, (**OLIVIER & NAVARRO ,1952**) constatent que la reproduction aux Baléares est tardive puis qu'elle ne commence qu'en septembre et ne se termine qu'en octobre. Dans le golfe du lion. la ponte débute en juin et s'achève en octobre (Lee, 1961). En Libye elle s'effectue de la fin mai à juillet (**PAWSON and GIEMSA, 1985**).

Ainsi en Méditerranée la ponte s'effectue à peu près, à la même période. C'est-à-dire en été au moment où les eaux sont à leurs maxima thermiques (**MORTET, 1989**). Selon (**CONAND ,1977**)

il n'existe qu'une seule période de ponte en Méditerranée un peu étalée dans le temps. Il a démontré que, pendant la période de reproduction, les poissons des deux sexes se rapprochent avec une prédominance significative des femelles (**BOUDEREL, 1948**).

Suite à ce rapprochement, les allaches femelles pondent des ovocytes (le nombre varie entre 10.000 à 270.000 ovocytes), qui vont être par la suite, fécondés par la laitance du mâle (**BOUDEREL, 1948**). Les sardinelles ne prennent aucun soin de leurs œufs, puisqu'elles les abandonnent dans des endroits bien abrités où les jeunes alevins pourront trouver une nourriture abondante. Quelques jours après, les alevins commenceront leur croissance. à l'endroit qui les a vus naître (**CONAND & FAGETTI, 1971**).

La sardinelle se reproduit pendant toute l'année dans les eaux superficielles mais surtout de mi-juin à fin septembre en Méditerranée (**FICHER et al, 1987**).

Les sardinelles ont un taux de mortalité naturelle élevée (**BOUAZIZ, 2007**) et une faible longévité, pouvant atteindre 5 ans selon les individus. Il s'ensuit qu'ils atteignent aussi leur maturité à un âge jeune, ce qui contribue à un taux de renouvellement des populations aussi élevé.

Dans la région centre de la côte algérienne, les individus âgés à sexes confondus, dont la taille est égale à 19 cm, se reproduisent en juillet. Les plus jeunes émettent leurs produits sexuels en août (**BOUAZIZ, 2007**).

IV.2-Régime alimentaire :

L'allache se nourrit essentiellement de zooplancton (surtout de Copépodes), de larves et alevins de poissons mais aussi de phytoplancton. Sa nourriture est assez variée. Des contenus stomacaux examinés par (**POLL ,1953**) lui ont surtout révélé des fragments amorphes constitués par du phytoplancton avec parfois des larves de Mollusques et de petits Crustacés. (**CADENAT ,1953**) travaillant sur des spécimens capturés au delà d'une centaine de mètres de profondeur dans l'Atlantique Africain, a signalé dans leur estomac une bouillie de microplancton à base de Copépodes, d'Euphausiacés et de larves de Crustacés divers au stade Nauplius (**POSTEL, 1960**).

V. Ecologie de *S. aurita* :

L'allache est un Clupéidé commun de l'Océan atlantique, de l'Océan pacifique des côtes africaines et de la Méditerranée mais elle est rare en Mer noire En effet on la retrouve à l'Ouest de l'Atlantique du Cap Cod jusqu'en Argentine (**FISCHER et al, 1987**). En Méditerranée, on la retrouve surtout en Espagne. A Chypre, au Maroc et en Algérie où elle est concentrée sur l'ensemble du bassin algérien (**DJABALI et al, 1993**).

Sardinella aurita est un poisson pélagique des zones côtières, rencontré près de la surface des eaux superficielles littorales. Jusqu' à 350 m de profondeur, au-delà du plateau continental

(FISCHER *et al*, 1987). C'est aussi un poisson grégaire qui s'agglomère en bancs. Ces derniers sont caractéristiques. Ils ont, en général, la forme d'un cercle assez régulier et produisent en surface un bruit analogue à celui de la pluie tombant dans l'eau. De teinte noire, ces bancs se déplacent à une vitesse qui dépasse nettement, celle de la sardine et donnent au sondeur ultrasonore un écho plus diffus (POSTEL, 1955).

Un banc moyen mesure de 15 à 20 m de diamètre et contient de 20 à 30 tonnes de poissons, dont les plus gros atteignent 60 tonnes (POSTEL, 1954).



Figure2 : *Sardinella aurita* (photo originale)

D'après (BOUAZIZ, 2007), la sardinelle est une espèce pélagique côtière, rencontrée près de la surface des eaux littorales jusqu'à 350 m de profondeur au-delà du plateau continental. Évite les eaux dessalées ($S > 35\%$). Elle préfère les eaux non turbides de 18 à 24 °C (BEN TUVIA, A. (1960). , C'est donc un poisson vulnérable aux eaux froides ou trop chaudes et se rencontre principalement au niveau des eaux tropicales.

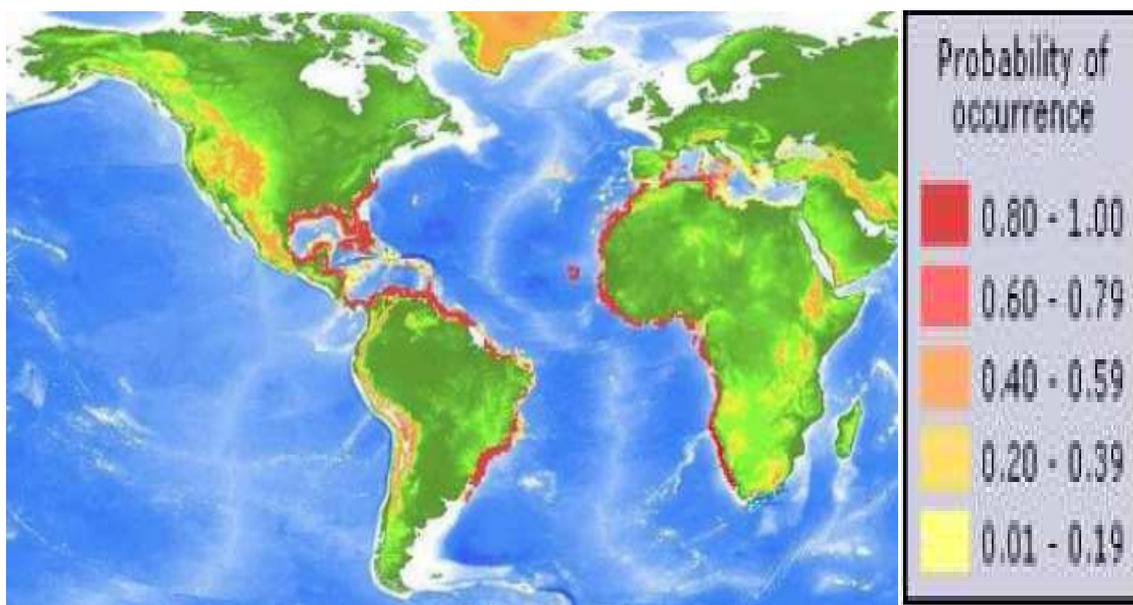


Figure 3 : Distribution géographique de *S. aurita* (Valenciennes, 1847)

V.1-Déplacements et migration :

Poisson grégaire, se déplace en bancs qui effectuent des migrations saisonnières liées à la température de l'eau et à la richesse en plancton. Remonte en surface pendant la nuit (**FICHER et al, 1987**).

VI-Importance Economique de la sardinelle :

La sardinelle est généralement commercialisée fraîche, avec une valeur marchande inférieure à celle de la sardine commune la sardinelle est rentrée ces dernières années dans le menu des plusieurs Conserveries (**ROMDHANE, 2012**).



Chapitre IV : Matériel et méthodes

I-prélèvement des échantillons :

I.1-Choix de l'espèce :

Le choix s'est porté sur un poisson osseux *Sardinella aurita* (**Valenciennes, 1847**) appelé communément (allache) c'est une espèce voisine de la sardine et hautement consommé par l'homme. Ajoutons à cela que ce poisson est très prisé par les pêcheurs à l'intérieur même du port, et donc mérite une attention particulière, car toute contamination importante affectera directement la santé du consommateur.

I.2-Prélèvements :

Notre échantillon composé de 15 individus a été acheté en février 19/02/2015, Les individus sont mis dans des sachets en plastique afin d'éviter toute sorte de contamination. Ils sont étiquetés et placés dans un congélateur soigneusement pour qu'ils puissent garder leur forme, jusqu'au jour de la dissection, nécessaire au prélèvement des différents organes. Sur chacun des échantillons, une étiquette a été apposée portant le nom de l'espèce, la date de prélèvement, le lieu de récolte et un numéro d'identification.

I.3-Le choix des contaminants : Dans notre analyse, on s'intéresse à quatre éléments traces métalliques : Cu, Cd, Pb, Zn.

II. Travail au Laboratoire:

II.1-mensuration et pesée:

Nous avons travaillé sur 15 individus. Nous avons mesuré le poids total qui correspond au poids frais du poisson à l'aide d'une balance magnétique, et la longueur totale qui est mesurée aux deux extrémités du poisson.

Après la dissection, nous avons relevé le poids des organes utilisés de chaque espèce qui sont les gonades, le filet et les branchies

Tableau 2 : Mensurations (poids-taille) chez les individus de l'espèce

***Le filet(1) :**

Le filet est prélevé après avoir gratté les écailles.

***Les branchies(2):**

L'opercule est ôté, puis les branchies sont découpées aux ciseaux. En dessous se situe le pharynx qui est en continuité de la cavité buccale.

***Les gonades(3):**

La gonade est coupée à sa base et au niveau des vaisseaux qui l'attachent dorsalement. Ceci permet de dégager la cavité abdominale.



(1)Filet



(2)Branchies



(3)Gonades

II.2-Minéralisation des échantillons par voie sèche :

Afin d'éliminer la matière organique nous effectuons la minéralisation par calcination cela libère les métaux par le mélange d'acides forts.

II.3-Séchage à l'étuve :

Les trois organes ont été placés dans l'étuve (figure5) à une température de 110°C pendant 3heures.

II.4-Réduction en cendres :

Après les 3heures de séchage, les échantillons ont été placés dans un four à moufle (figure6) et cela pendant 15minutes à une température de 450 C° et après, ils ont été humectés avec de l'acide nitrique puis nous les avons remis dans le four à moufle à 350C° pendant 1heure et 30 minutes.

II.5-Filtration et mise en solution :

Les cendres obtenues sont filtrées à l'aide d'un papier filtre (Figure 7). Le filtrat obtenu est ajusté à 25 ml par l'acide nitrique 1% et conservé au frais dans des godets étiquetés jusqu'à l'analyse par la spectrophotométrie d'absorption atomique.



Figure4 : Technique de filtration

II.6-Analyse :

Nos analyses ont été réalisées au laboratoire de contrôle de qualité de l'unité de Ghazaouet l'usine (AL ZINC) par un spectrophotomètre d'absorption atomique à flamme **AURORA AI 1200**.



Figure5 : Etuve (photo originale)



Figure6 : Four à moufle (photo originale)



Figure7 : Papiers filtres utilisés dans la technique de filtration

III. Les tests statistiques :

III.1-ANOVA1 : C'est une comparaison de moyennes qui s'applique indifféremment aux grands et aux petits échantillons. Elle a l'avantage de vérifier en un seul test si les différences des moyennes d'un ensemble d'échantillon sont imputables aux fluctuations d'échantillonnage ou non. Le test ANOVA permet aussi de préciser les sources de variation.

III.2-coefficient de corrélation :

C'est une technique qui permet d'étudier la relation qui pourrait exister entre deux variables quantitatives X et Y:

- Corrélation positive, c'est-à-dire à toute augmentation au niveau de X correspond une augmentation au niveau de Y. Les deux variables varient dans le même sens et avec une intensité similaire. Exemple: la taille et le poids

- Corrélation négative, c'est-à-dire à toute augmentation au niveau de X correspond une diminution au niveau de Y. Les deux variables varient dans deux sens opposés et avec une intensité similaire. (**ZARROUK, 2012**)

Tableau 2 : Mensurations (poids-taille) chez les individus de l'espèce

	Longueur total -cm-	Longueur à fourche -cm-	Poids total (g)	Branchies (g)	Gonades (g)	Filet (g)
Individu (1)	22.3	18.8	81.21	2.70	1.24	3.78
Individu (2)	23.1	18.5	86.92	2.83	1.31	3.58
Individu (3)	21.7	17.7	70.19	1.84	1.41	3.74
Individu (4)	22.4	17.8	79.29	2.10	1.69	3.87
Individu (5)	22.5	18.8	88.63	2.81	1.93	3.98
Individu (6)	21.8	18	72.65	1.90	1.47	3.14
Individu (7)	21.3	17.9	70.40	2.06	1.17	3.97
Individu (8)	22.9	19	93.54	2.48	2.25	3.73
Individu (9)	22.6	19	95.40	2.82	1.69	3.30
Individu (10)	20.1	16.9	56.81	1.75	1.48	3.56
Individu (11)	19.8	16.8	64.99	1.80	1.45	3.63
Individu (12)	22.3	18.3	87.97	2.72	2.85	3.20
Individu (13)	22.6	19.2	80.04	2.37	2.05	3.75
Individu (14)	21.1	17.2	73.65	2.33	2.08	3.75
Individu (15)	21	18.1	62.99	2.22	1.54	3.73



Chapitre V : résultats et discussion

L'effet date et station ne sont pas pris en considération, car l'échantillonnage a été effectué en une seule prise et le poisson a été acheté dans la baie de Marsa Ben M'hidi aléatoirement

I. Evaluation des teneurs métalliques dans les branchies :

Les concentrations retrouvées pour la sardinelle 1 dans les branchies sont relativement faibles pour le cadmium, les concentrations varient de 0.019 mg/Kg à 0.062 mg/Kg avec une moyenne de 0,033 mg/Kg. Le taux est très faible chez tous les individus alors que le taux le plus faible est présent chez l'individu 15 et le taux le plus élevé présent chez l'individu 8 (figure8).

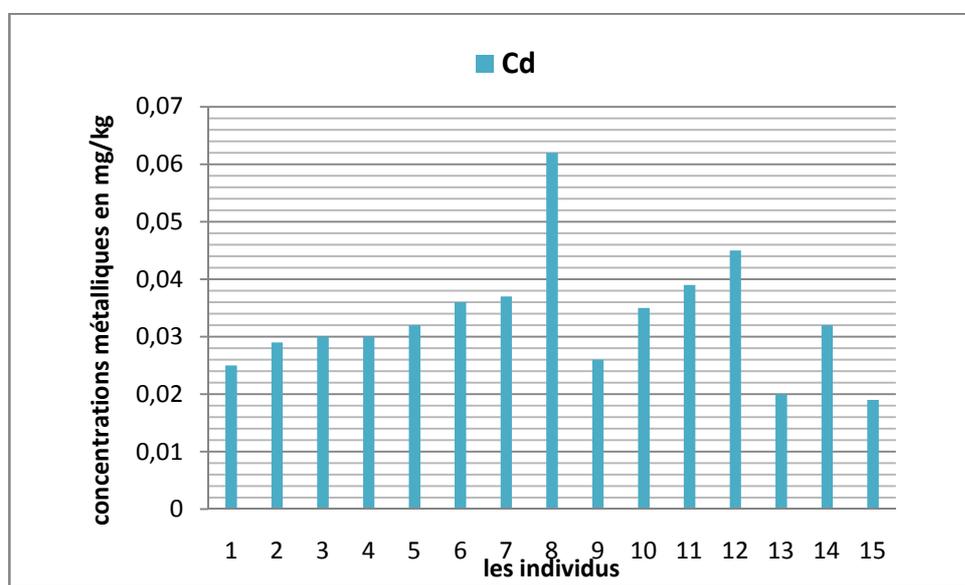


Figure 8 : Teneurs métalliques en Cd dans les branchies exprimées en mg/Kg de poids sec DMA (Cd) =0.189mg/kg (IAEA, 2003)

Les concentrations retrouvées pour la sardinelle dans les branchies sont faibles pour le cuivre, les concentrations varient 0.006mg/Kg à 0.069 mg /Kg avec une moyenne de 0.0369mg/Kg. L'individu 7 présente le taux le plus élevé alors que le taux le plus faible est présent chez l'individu 9 (figure9).

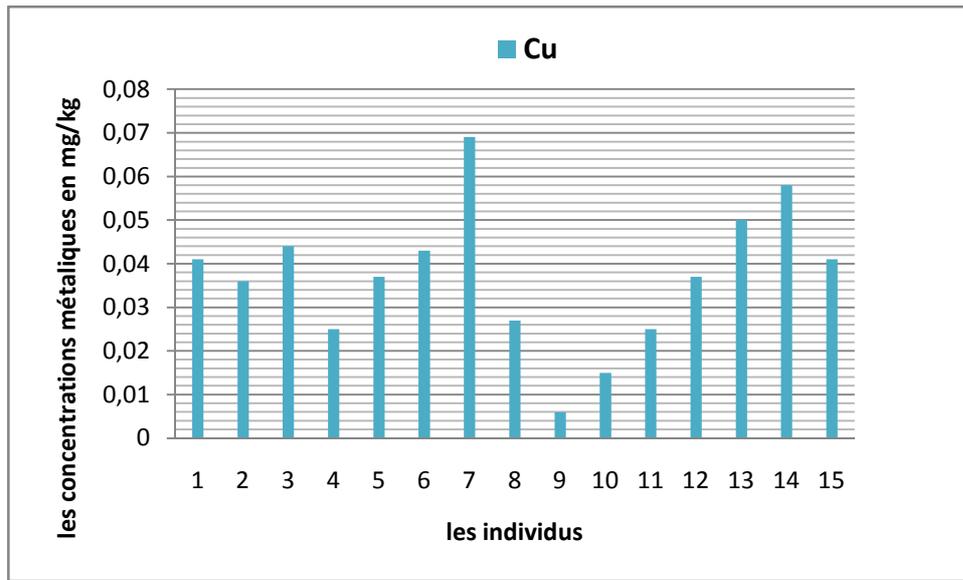


Figure9 : Teneurs métalliques en Cu dans les branchies exprimées en mg/Kg de poids sec DMA (Cu) =3.28mg/kg (IAEA, 2003)

Les concentrations retrouvées pour la sardinelle dans les branchies sont relativement élevés pour le Plomb, les concentrations varient de 0.15 mg/Kg à 0.50 mg/Kg avec une moyenne de 0,366 mg/Kg de poids sec. Tous les individus présentent des concentrations supérieures à la norme, alors qu’elles sont négligeables chez les autres individus (figure10).

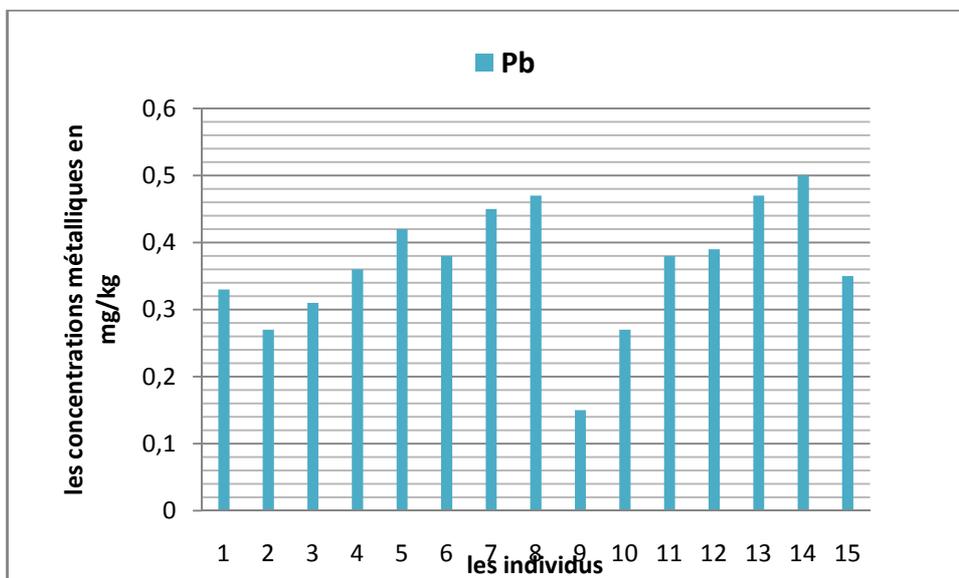


Figure10 : Teneurs métalliques en Pb dans les branchies exprimées en mg/Kg de poids sec DMA (Pb) =0.12mg/kg (IAEA, 2003)

Les concentrations retrouvées pour la sardinelle dans les branchies sont très faibles pour le zinc, les concentrations varient de 1.06 mg/Kg à 3.60 mg/Kg avec une moyenne de 2,41 mg/kg. L'individu 4 présente le taux le plus élevé (figure11).

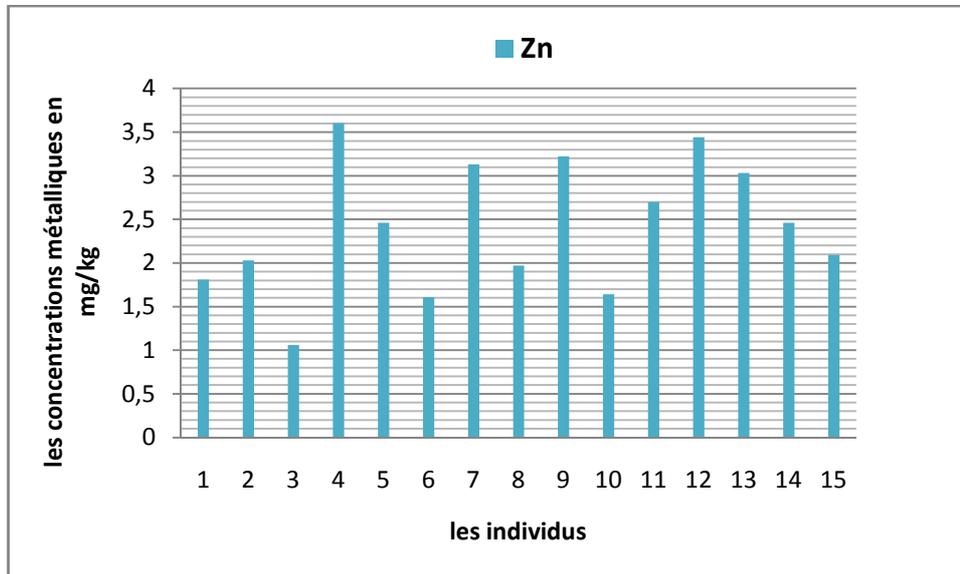


Figure 11 : Teneurs métalliques en Zn dans les branchies exprimées en mg/Kg de poids sec DMA (Zn) =67.1 mg/kg (IAEA, 2003)

En effet, les valeurs enregistrées sont relativement faibles. Pour le cuivre, le zinc et le cadmium les valeurs sont en dessous de celles internationales fixées par l'AIEA dans les tissus de poissons, alors que pour le plomb, elles sont relativement élevées et dépassent largement ces valeurs chez les 15 individus.

II. Evaluation des teneurs métalliques dans filets :

Les concentrations retrouvées pour la sardinelle dans le filet sont relativement faibles pour le cadmium, les concentrations varient de 0.003 mg/Kg à 0.064 mg/Kg avec une moyenne de 0,017 mg/Kg .L'individu 9 présentent le taux le plus élevé alors que le taux le plus faible est présent chez les individus 4 (figure12).

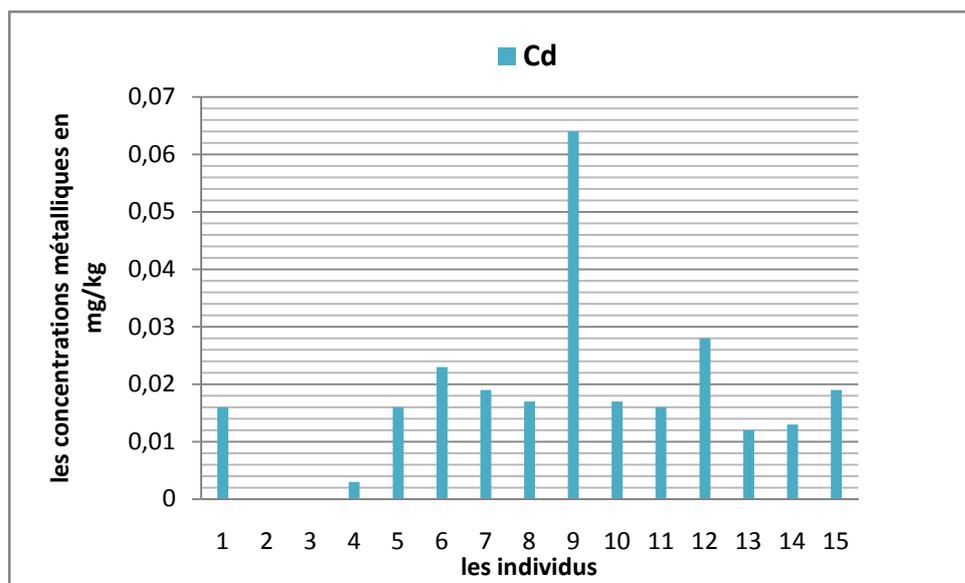


Figure 12 : Teneurs métalliques en Cd dans les filets exprimées en mg/Kg de poids sec DMA (Cd) =0.189mg/kg (IAEA, 2003)

Les concentrations retrouvées pour la sardinelle dans le filet sont relativement faibles pour le cuivre, les concentrations varient de 0.015 mg/Kg à 0.051 mg /Kg avec une moyenne de 0,03 mg/Kg. Les individus 1, 2 et 5 présentent les taux les plus élevés alors que le taux le plus faible est présent chez l'individu 13(figure13)

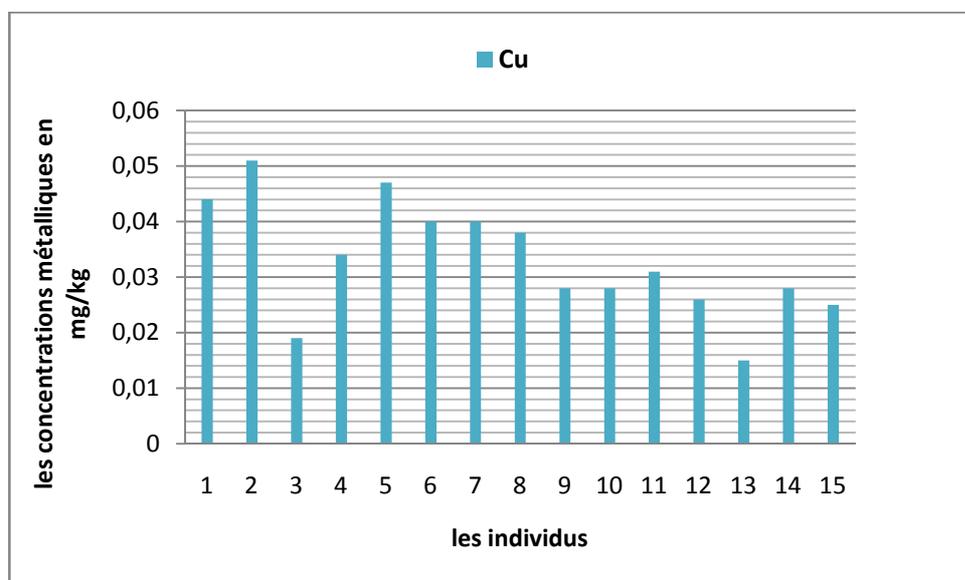


Figure13 : Teneurs métalliques en Cu dans les filets exprimées en mg/Kg de poids sec DMA (Cu) =3.28mg/kg (IAEA, 2003)

Les concentrations retrouvées pour la sardinelle dans le filet sont relativement élevés pour plomb, les concentrations varient de 0.094 mg/Kg à 0.71 mg/Kg avec une moyenne de 0,31mg/Kg. L'individu 11 présente les taux le plus élevés alors que le taux le plus faible est présent chez l'individu13 (figure14).

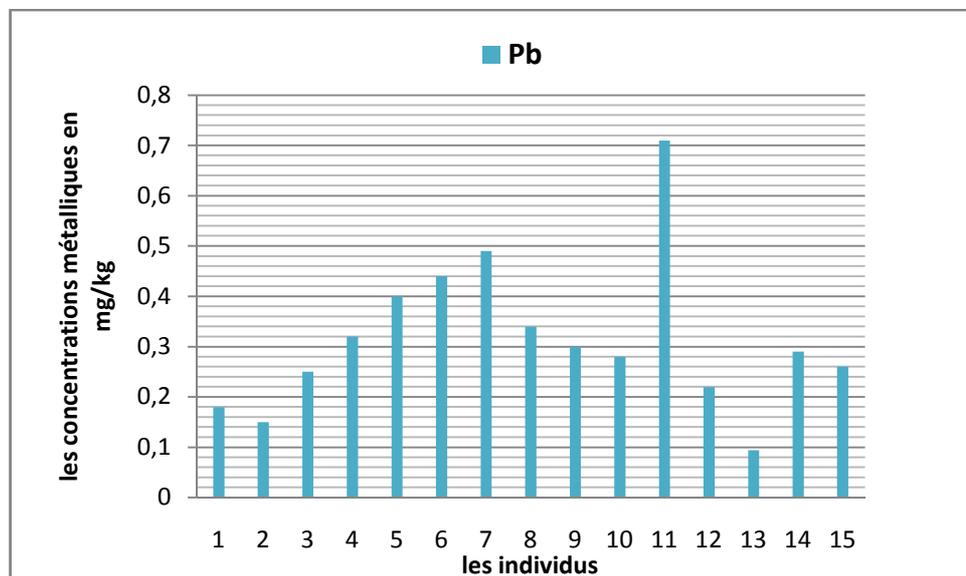


Figure 14 : Teneurs métalliques en Pb dans les filets exprimées en mg/Kg de poids sec DMA (Pb) =0.12mg/kg (IAEA, 2003)

Les concentrations retrouvées pour la sardinelle dans le filet sont très faibles pour le zinc, les concentrations varient de 0.62 mg/Kg à 1.90 mg/Kg avec une moyenne de 1,27 mg/kg. L'individu 5 présente le taux le plus élevé (figure15).

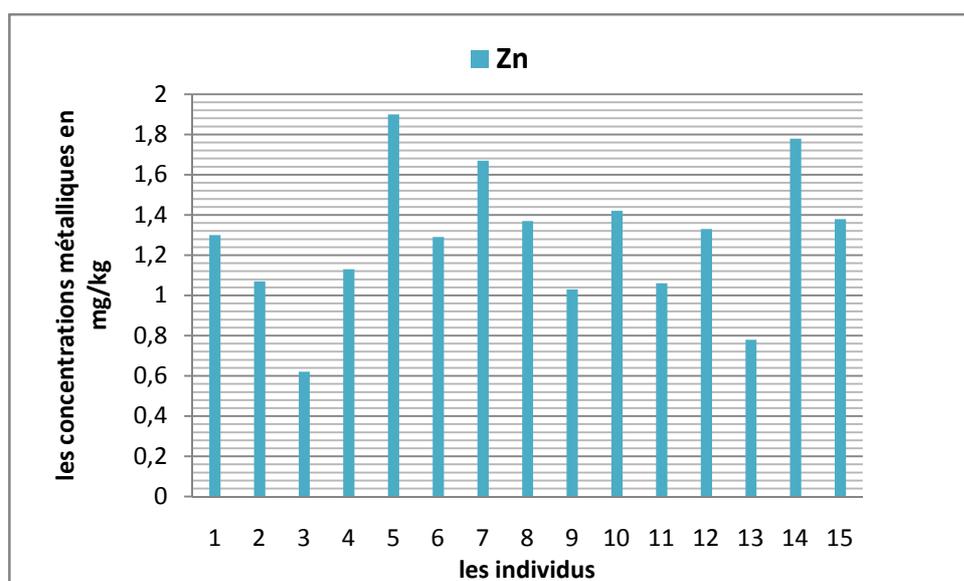


Figure 15 : Teneurs métalliques en Zn dans les filets exprimées en mg/Kg de poids DMA (Zn) =67.1 mg/kg (IAEA, 2003)

En effet, les valeurs enregistrées sont faibles pour le cuivre, le zinc et le cadmium. Elles sont en dessous des valeurs internationales fixées par l'AIEA dans les tissus de poissons, alors que pour le plomb, elles sont relativement élevées et dépassent ces valeurs sauf l'individu 13 avec une valeur de 0.094 mg/kg

III. Evaluation des teneurs métalliques dans gonades :

Les concentrations retrouvées pour la sardinelle dans les gonades sont assez faibles pour le cadmium, les concentrations varient de 0.005 mg/Kg à 0.061 mg/Kg avec une moyenne de 0,02 mg/Kg .L'individu 12 présente le taux le plus élevé(figure16)

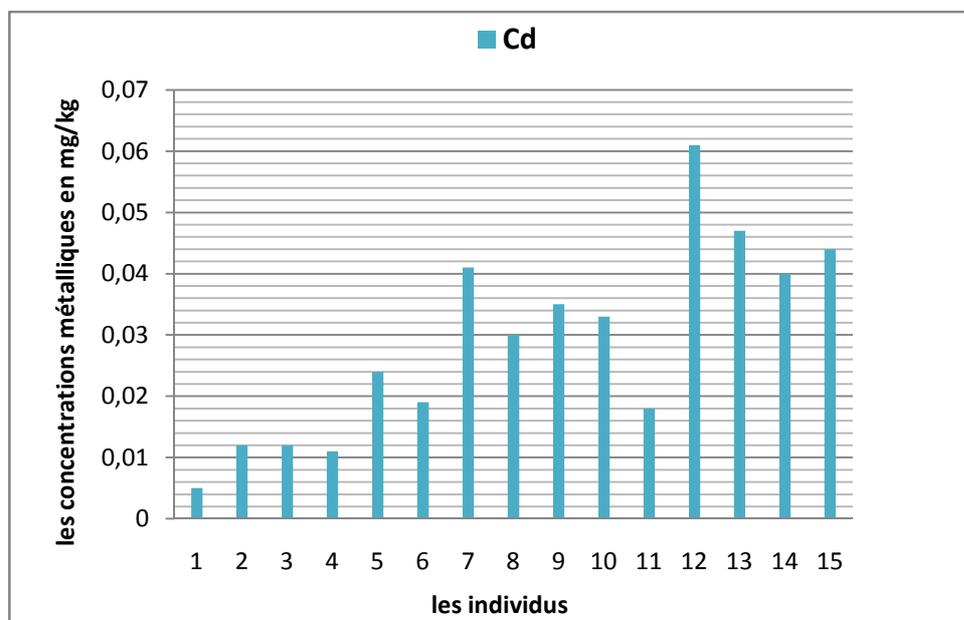


Figure 16 : Teneurs métalliques en Cd dans les gonades exprimées en mg/Kg de poids (Cd) =0.189mg/kg (IAEA, 2003)

Les concentrations retrouvées pour la sardinelle dans les gonades sont relativement faibles pour le cuivre, les concentrations varient de 0.014 mg/Kg à 0.061 mg /Kg avec une moyenne de 0,042mg/Kg. L'individu 12 présente le taux les plus élevé(figure17).

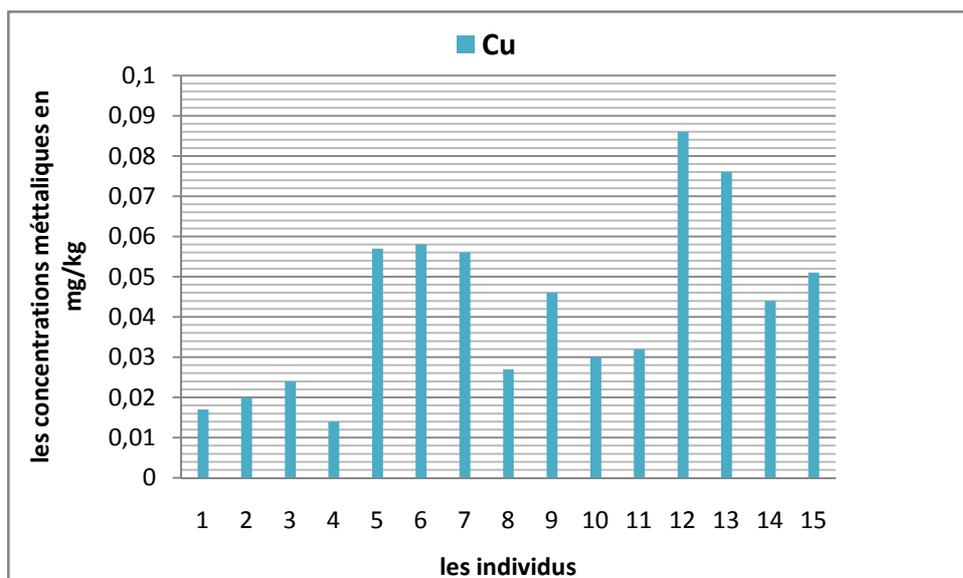


Figure 17 : Teneurs métalliques en Cu dans les gonades exprimées en mg/Kg de poids DMA (Cu) =3.28mg/kg (IAEA, 2003)

Les concentrations retrouvées pour la sardinelle dans les gonades sont relativement élevées pour le plomb, les concentrations varient de 0.20 mg/Kg à 0.62 mg/Kg avec une moyenne de 0,38mg/Kg. Les individus 6 et 12 présentent les taux les plus élevés (figure18).

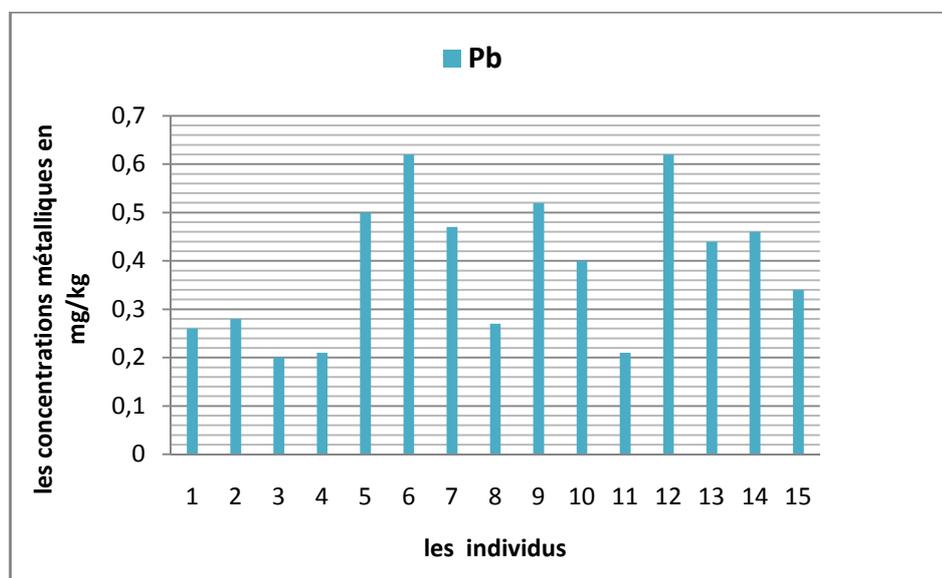


Figure 18: Teneurs métalliques en Pb dans les gonades exprimées en mg/Kg de poids sec DMA (Pb) =0.12mg/kg (IAEA, 2003)

Les concentrations retrouvées pour la sardinelle dans les gonades sont très faibles pour le zinc les concentrations varient de 0.40 mg/Kg à 0.2.58 mg/Kg avec une moyenne de 1,15 mg/kg. L'individu 11 présente le taux le plus élevé (figure19).

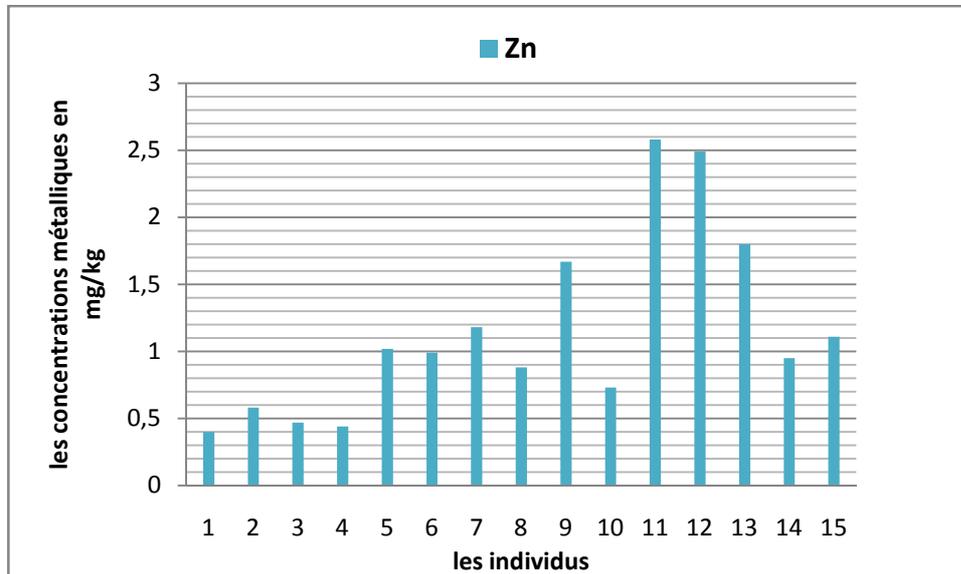


Figure19 : Teneurs métalliques en Cu dans les gonades exprimées en mg/Kg de poids sec DMA (Zn) =67.1 mg/kg (IAEA, 2003)

En effet, les valeurs enregistrées sont relativement faibles pour le cuivre et le cadmium et le zinc et sont en dessous des valeurs internationales fixées par l'AIEA dans les tissus de poissons, alors que pour le plomb, elles sont relativement élevées et dépassent ces valeurs chez tous les 15 individus.

IV. Comparaison des teneurs métalliques moyennes entre les trois organes :

IV.1-Le zinc :

DMA (Zn) =67.1 mg/kg (IAEA, 2003)

Les teneurs moyennes en Zinc dans les différents organes de *Sardinella aurita* présentent une teneur maximale au niveau des branchies (2,41 mg/kg) et une valeur intermédiaire au niveau du filet (1,27mg/kg) et une valeur minimale au niveau des gonades (1.15mg/kg) (figure20).

Les valeurs enregistrées de cet élément ne dépassent en aucun cas la dose maximale admissible indiquée.

D'après ces teneurs, on peut établir un ordre d'accumulation du Zn dans les différents organes du *Sardinella aurita*.

Zn : branchies > filet > gonades

Les branchies semblent être la cible d'accumulation du Zinc, elles présentent des valeurs supérieures à celles des autres organes.

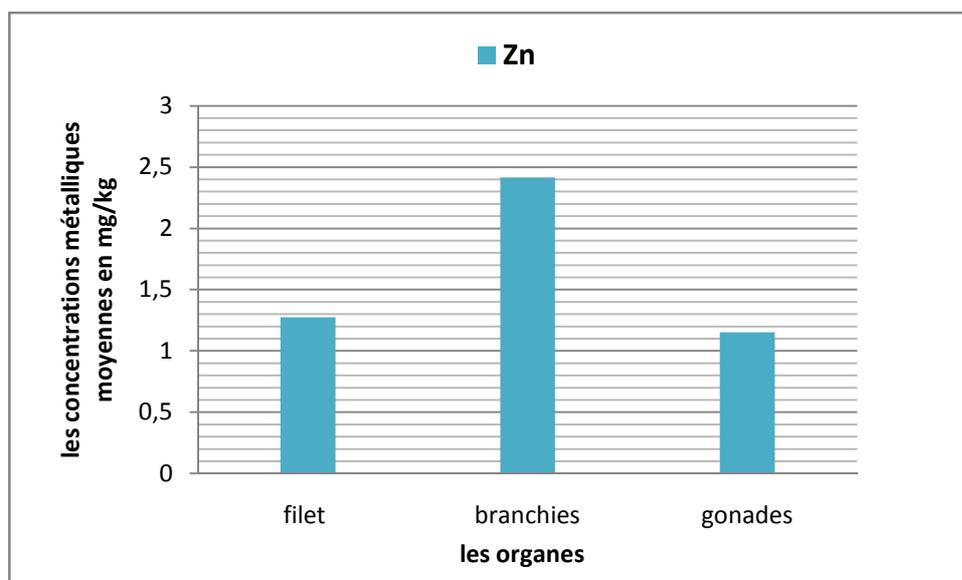


Figure 20 : teneurs métalliques moyennes en Zn dans les différents organes du la sardinelle exprimées en mg/kg de poids sec

IV.2-le plomb :

DMA (Pb) =0.12mg/kg (IAEA, 2003)

Les résultats des teneurs métalliques en Pb recherchées dans les organes de sardinelle montrent la présence d'une valeur moyenne élevée obtenue au niveau des gonades (0,38 mg/kg) alors que la dose la plus basse est notée au niveau du filet (0,31 mg/kg) tandis que les branchies présentent une valeur intermédiaire avec 0,36666667 mg/kg (figure21).

D'après ces teneurs, on peut établir un ordre d'accumulation du Pb dans les différents organes du *Sardinella aurita*

Pb : gonades > branchies > filet

Toutes les valeurs des concentrations en Pb dans les organes dépassent largement la D.M.A.

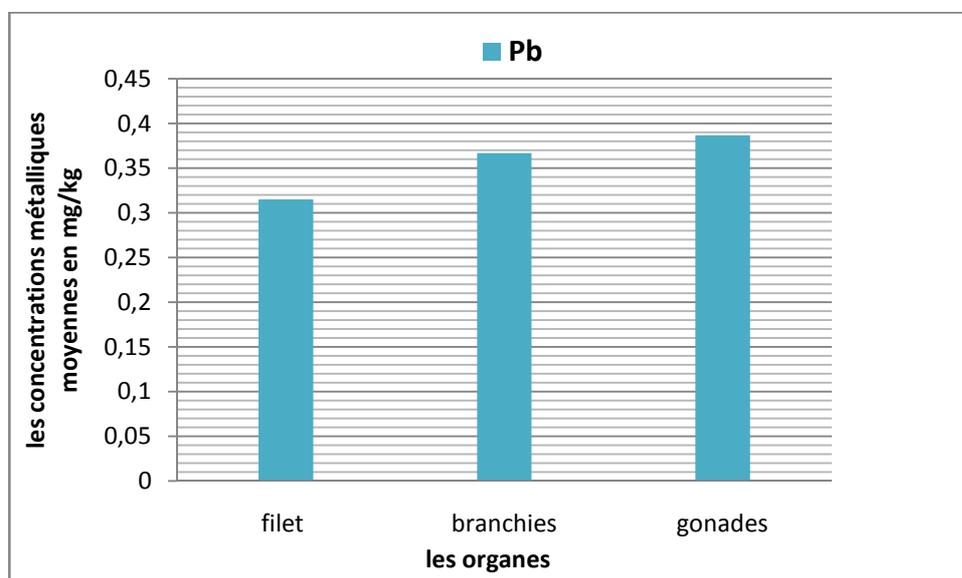


Figure 21 : teneurs métalliques moyennes en Pb dans les différents organes de la sardinelle exprimée en mg/kg de poids sec

IV.3-le cadmium :

DMA (Cd) =0.189mg/kg (IAEA, 2003)

Les teneurs moyennes en Cd relevées dans les différents organes de *Sardinella aurita* montrent que la valeur la plus élevée est de l'ordre 0,033 mg/kg obtenue dans les branchies .Alors que la teneur la plus faible est de l'ordre de 0,017 mg/kg obtenue dans le filet.la teneur intermédiaire est observée dans les gonades avec 0,028mg/kg(figure22).

D'après ces teneurs, on peut établir un ordre d'accumulation du Pb dans les différents organes du *Sardinella aurita*.

Cd : branchies >gonades>filet.

Les gonades, les branchies et le filet, présentent des valeurs qui ne dépassent pas la D.M.A pour le Cd.

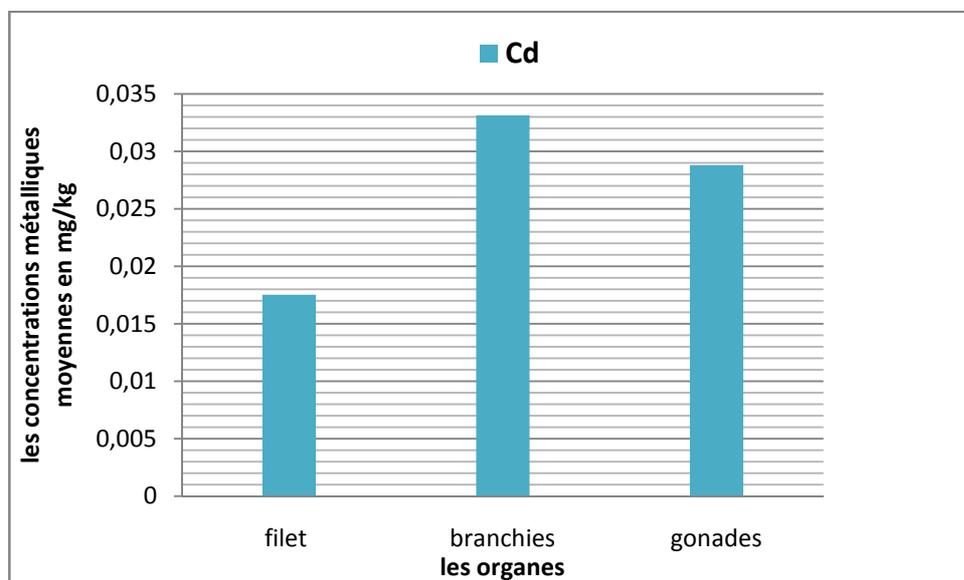


Figure 22 : teneurs métalliques moyennes en Cd dans les différents organes de la sardinelle exprimées en mg/kg de pois sec

IV.4-Le cuivre :

DMA (Cu) =3.28mg/kg (IAEA, 2003)

Les concentrations de Cuivre obtenues sont presque les mêmes pour les 3 organes, la teneur de cet élément est maximale au niveau des gonades avec une valeur 0,042 mg/kg, alors que la teneur la plus faible obtenue dans le filet 0,032 mg/kg, et les branchies prennent la valeur intermédiaire avec 0,036 mg/kg (figure23).

D'après ces teneurs, on peut établir un ordre d'accumulation du Cu dans les différents organes du *Sardinella aurita*.

Cu : gonades > branchies > filet

Toutes les concentrations en Cu, sont en dessous de la D.M.A.

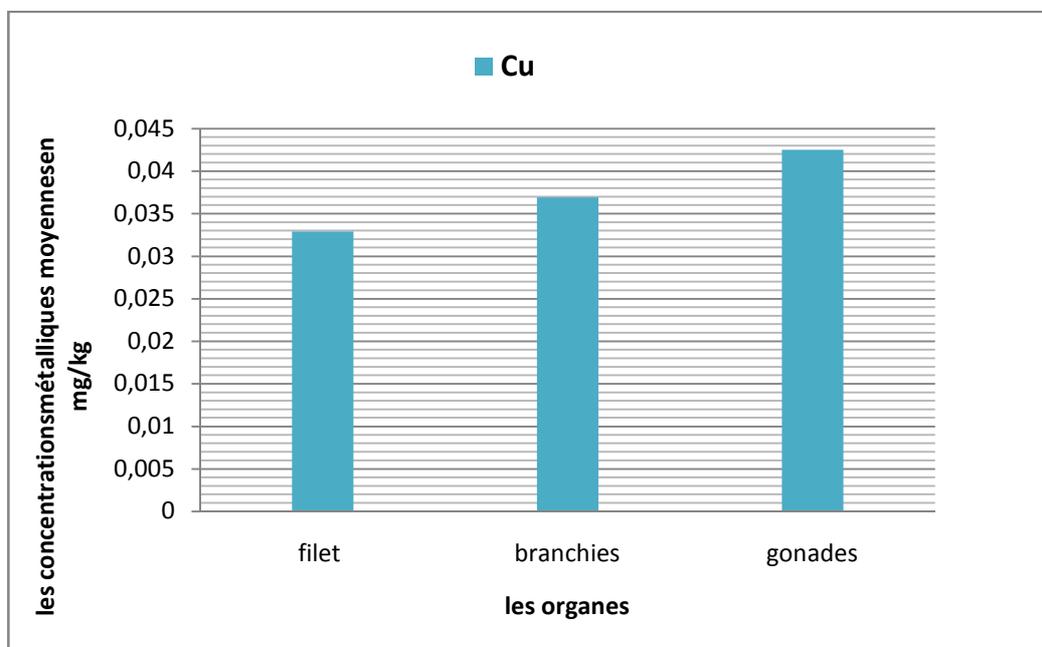


Figure 23 : teneurs métalliques moyennes en Cu dans les différents organes de la sardinelle exprimées en mg/kg de pois sec

Nous remarquons dans la figure (24) que le classement d'accumulation des métaux lourds est effectué comme suit :(figure24)

Zn >> Pb >> Cu > Cd

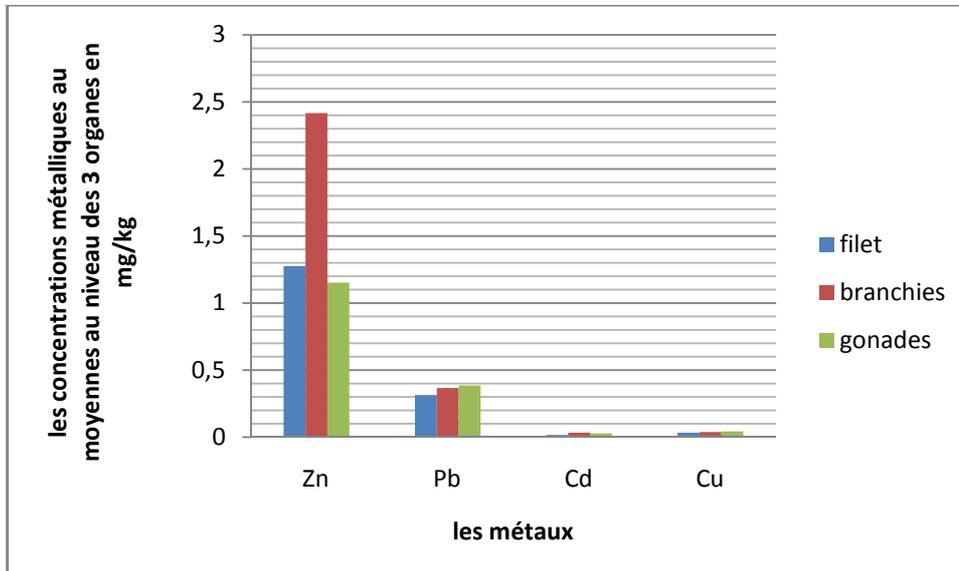


Figure 24 : teneurs métalliques moyennes en Zn, Pb, Cd, Cu (mg/kg) dans les différents organes de la sardinelle (filet, branchies, gonades,) exprimées en poids sec.

En récapitulatif, nous avons les résultats suivants :

- Les concentrations en **Pb** et en **Cu** se présentent selon l'ordre décroissant suivant :
Gonades > branchies > filet
- or, les concentrations en **Cd** dans les organes de la sardinelle se présentent comme suit :

Cd : branchies > gonades > filet

- Et enfin les concentrations en **Zn** dans les organes de la sardinelle se présentent comme suit :

Branchies > filet > gonades

- Les branchies** : possèdent les taux les plus élevés pour le **Cd** et de **Zn** par contre pour le **Pb** et le **Cu** ou elles sont devancées par les gonades.

Le filet : possède le taux le plus faible pour tous les métaux étudiés sauf pour le zinc où il présente la valeur intermédiaire.

- Le Cd, Cu, Zn** : présentent des valeurs en dessous des normes. Par contre

□ **Le Pb** : présente des valeurs qui dépassent largement la norme au niveau des branchies, des gonades et celles des filets.

V. Analyse statistique :

V. 1-ANOVA 1 :

Nous avons traité nos résultats par une étude statistique (ANOVA 1) et le coefficient de variation

Tableau 3: Analyse de Variance pour un facteur pour le Cadmium (mg/kg)

Cd					
Groupes	Nombre d'échantillons	Somme	Moyenne	Variance	Probabilité
filet	15	0,263	0,01753333	0,0002277	0,01239359
Branchies	15	0,497	0,03313333	0,0001117	
Gonades	15	0,432	0,0288	0,00025817	

Tableau 4 : Analyse de Variance pour un facteur pour le Cuivre (mg/kg)

Cu					
Groupes	Nombre d'échantillons	Somme	Moyenne	Variance	Probabilité
filet	15	0,494	0,03293333	0,0001055	0,29376227
Branchies	15	0,554	0,03693333	0,00025607	
Gonades	15	0,638	0,04253333	0,00046798	

Tableau 5 : Analyse de Variance pour un facteur pour le zinc(mg/kg)

Zn					
Groupes	Nombre d'échantillons	Somme	Moyenne	Variance	Probabilité
filet	15	19,13	1,27533333	0,12071238	1,5766 ^{E -06}
Branchies	15	36,25	2,41666667	0,57000952	
gonades	15	17,29	1,15266667	0,48010667	

Tableau 6 : Analyse de Variance pour un facteur pour le Plomb (mg/kg)

Pb					
Groupes	Nombre d'échantillons	Somme	Moyenne	Variance	Probabilité
filet	15	4,724	0,31493333	0,0230565	0,32055823
Branchies	15	5,5	0,36666667	0,00859524	
gonades	15	5,8	0,38666667	0,02109524	

Les résultats de l'analyse de variation à un seul facteur (organe) effectuée sur les teneurs du Cd, Cu, Pb et le Zn sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 7 : résultats de l'ANOVA des ETM étudiés dans les organes de la sardinelle

ETM	Branchies	gonades	Filet	Probabilité	
Cd	0,0331	0,0288	0,0175	0,0123<0.05	Il y a une différence significative
Cu	0,0369	0,0425	0,0329	0,293>0.05	Il n'y a pas une différence significative
Pb	0,366	0,386	0,314	0,320>0.05	Il n'y a pas une différence significative
Zn	2,416	1,152	1,275	1,5766 ^{E-6} <0.05	Il y a une différence significative

De ce qui précède comme résultats, le Cd et Zn présentent des différences significatives ($P < 0.05$) entre les concentrations moyennes, pour les deux autres métaux (Pb et Cu) les différences ne sont pas significatives ($p > 0.05$).

V.2-coefficient de corrélation :

Tableau8 : Analyse de coefficient de corrélation pour le Plomb (mg/kg)

	Filet	branchies	gonades	La taille	Le poids
filet	1				
Branchies	0.16412544	1			
Gonades	-0.0293321	0.10467699	1		
La taille	-0.0558403	-0.0421734	0.10041335	1	
Le poids	-0.2946364	-0.0574412	0.19345246	0.87959909	1

Tableau9 : Analyse de coefficient de corrélation pour le Cadmium (mg/kg)

	Filet	branchies	gonades	La taille	Le poids
filet	1				
branchies	0.0147507	1			
gonades	0.04023133	0.103643	1		
La taille	0.0526176	0.0335911	-0.0931	1	
Le poids	0.3377231	0.2449924	0.01928	0.8795	1

Tableau 10 : Analyse de coefficient de corrélation pour le Cuivre (mg/kg)

	Filet	branchies	gonades	La taille	Le poids
filet	1				
branchies	0.0217004	1			
gonades	-0.335444	0.3314905	1		
La taille	0.30290306	-0.022784	0.04934305	1	
Le poids	0.31509992	-0.208813	0.10981557	0.87959909	1

Tableau 11 : Analyse de coefficient de corrélation pour le Zinc (mg/kg)

	Filet	branchies	gonades	La taille	Le poids
filet	1				
branchies	0.1103833214	1			
gonades	-0.089015932	0.53887597	1		
La taille	-0.155272183	0.17649123	-0.2332956	1	
Le poids	-0.009861248	0.34517655	0.06677723	0.87959909	1

Pour le Pb :

Corrélation inversement proportionnelle entre l'accumulation du Plomb dans le filet et la taille des individus de la sardinelle.

Pour les autres métaux lourds :

Il n'y a pas de corrélation entre l'accumulation des métaux lourds (Zn, Cu, Cd) dans les différents organes et les facteurs taille et poids chez les individus de *Sardinella aurita*.

VI.DISCUSSION :

-Le cadmium n'a aucun rôle métabolique connu, il n'est pas biologiquement essentiel ou bénéfique au métabolisme des êtres vivants (CHIFFOLEAU, 2001). Nous remarquons la présence d'une faible concentration surtout au niveau des branchies avec une moyenne de 0,033mg/kg alors que la norme est de 0,189mg/kg.

-Le cuivre est un élément indispensable au déroulement des processus biologiques (CASAS, 2005). La valeur de référence selon (AIEA) 3.28 mg/kg dépasse largement les valeurs obtenues pour les trois organes (branchies(0.03mg/kg), gonades(0.12mg/kg), filet(0.03mg/kg) de la Sardinelle.

-Une forte teneur du Pb au niveau des organes surtout les branchies (0.42mg/kg) qui dépasse largement la valeur de référence établie par AIEA (0.12mg/kg) .Sa présence est peut être due au déversement des déchets (pesticides, batterie, peinture..) dans la mer. Donc cette présence dans les tissus peut être un indicateur réel du degré de contamination du site par conséquent (Marsa Ben M'hidi).

Le Zinc est un élément essentiel dans le métabolisme des cellules et dans les réactions enzymatiques comme cofacteur. (ADEYEYE *et al*, 1996) La valeur de référence selon (AIEA) 67.1mg/kg dépasse largement les valeurs obtenues pour les trois organes (branchies (0.94mg/kg), gonades(0.37mg/kg), filet(1.34mg/kg)) de la Sardinelle.

L'ANOVA 1, l'analyse comparative des concentrations moyennes des éléments métalliques dans les trois différents tissus (filet, branchies et gonades) montre que l'importance de l'accumulation métallique se fait selon l'ordre suivant :

Gonades> branchies>filet. Pour Pb, Cu.

Branchies>filet >gonades .Pour Zn

Branchies >gonades>filet. Pour Cd.

-par ailleurs, nos résultats étudiés statistiquement par ANOVA1 ont montré qu'il y a une différence hautement significatives en Cd et en Zn entre les moyennes des concentrations

métalliques pour le facteur organe, par contre qu'il n'a pas une différence significative en Cu et en Pb. (donc il existe un effet inter organe).

- le test de coefficient de corrélation montre qu'il ya une Corrélation inversement proportionnelle entre l'accumulation du Plomb dans le filet et la taille des individus de la sardinelle c'est-à-dire l'accumulation de ce métal diminue dans le filet quand la taille de l'espèce augmente ou inversement. Toutefois, la taille et l'âge des poissons pourraient avoir une influence sur les concentrations des contaminants dans les différents tissus de poissons indépendamment exposés aux polluants (**EL MORHIT *et al*, 2013**). En effet les organismes marins n'accumulent pas les contaminants de la même façon au long de leur vie. Le métabolisme élevé des jeunes individus peut accélérer l'assimilation des contaminants et la dilution due au grossissement de l'animal tend à diminuer leurs concentrations. (**CLAISSE *et al*, 1992**).

Les modifications de structure peuvent être essentielles à la bonne fonctionnalité de certaines protéines (enzymes, pigments respiratoires) ou au contraire induire un effet toxique en les inactivant. les organismes sont capables, dans une certaine mesure, d'utiliser et de réguler les concentrations en métaux qui leur sont essentiels, des effets toxiques apparaissent lorsque cette régulation ne peut plus avoir lieu (**INERIS, 2004**).

Ces valeurs augmentent dans les branchies et dépassent les valeurs internationales fixées par l'AIEA chez les poissons pour le plomb, mais restent tout de même en dessous des valeurs internationales fixées par l'AIEA pour le cadmium le cuivre, et le zinc. La forte teneur des éléments traces au niveau des branchies (par rapport à d'autres organes) peut s'expliquer par le fait que ces derniers sont des organes filtrants, au contact de l'eau.

Les résultats retrouvés dans le filet sont assez faibles pour le cadmium le cuivre, et le zinc, et sont en dessous des valeurs internationales fixées par l'AIEA chez les poissons, alors que pour le plomb, elles sont relativement élevées et dépassent les valeurs internationales fixées par l'AIEA chez les poissons, cela peut s'expliquer par un apport respiratoire, nutritif, ou cutané.

Enfin dans les gonades, les valeurs enregistrées augmentent mais restent toujours faibles pour le cuivre, le cadmium et le zinc, et sont en dessous des valeurs internationales fixées par l'AIEA chez les poissons, alors que pour le plomb, elles sont relativement élevées et dépassent les valeurs internationales fixées par l'AIEA chez les poissons pour 6 individus.

Une superposition du cycle de vie de l'espèce considérée peut probablement expliquer cet apport en Pb dans organes.

Ainsi les branchies sont des organes externes en contact direct avec l'eau et jouent un rôle primordial dans les phénomènes respiratoires chez les poissons, et sont donc très exposées aux différents polluants présents dans l'eau.

Pour connaître les niveaux de concentration des quatre métaux lourds (Zn, Pb, Cd, Cu) au niveau du *Sardinella aurita* (filet, branchies, gonades) nous avons utilisé la méthode de minéralisation par voie sèche.

Le choix de ces quatre organes n'est pas fortuit ; en effet le dosage au niveau du filet de cette espèce intéresse directement le consommateur (la santé publique) ; Cependant le muscle est généralement analysé car c'est la partie du poisson consommée par les humains et est impliquée dans les risques sanitaires. (EL MORHIT *et al*, 2013) le dosage effectué sur les branchies (organe filtrant) renseigne la qualité du milieu ambiant. Sachant que les branchies des poissons sont constituées de membranes respiratoires et ions régulateurs sensibles, représentent le premier point de contact entre le poisson et les métaux présents dans l'eau environnante. En effet, elles constituent la plus grande partie de la surface de contact totale des poissons et sont ainsi, le lieu principal des échanges d'eau et d'ions entre le sang et l'environnement.(RANDALL *et al*,2000).alors que le dosage effectué sur les gonades reste plus liée à la connaissance des fluctuations d'accumulation en fonction de la période de reproduction.

Les résultats apportés par cette étude ont montré que chaque organe étudié chez la sardinelle accumule les éléments métalliques à un gradient différent.

Les concentrations de ces métaux sont influencées par le taux de présence de chacun des éléments dans le milieu environnant, du mode de pénétration des éléments métallique et le pouvoir bio accumulateur de chaque organe.

D'après les teneurs métalliques moyennes enregistrées dans le filet, branchies, gonades de la sardinelle, nous pouvons tirer les observations suivantes :

- une forte accumulation du Zinc par rapport aux autres métaux étudiés quelque soit l'organe considéré.

- une irrégularité de répartition de ces métaux entre les différents organes, elle est probablement due à un pouvoir fixateur des tissus de ces organes quant aux différents métaux (présence ou absence de certains protéines, graisse, etc...., dans l'un ou l'autre des organes.

VII. Comparaison des résultats avec des données bibliographiques :

Tableau 12 : Comparaison des résultats des concentrations moyennes exprimées en (mg/ kg) obtenus pour la Sardinelle avec des données bibliographiques

espèces	localités	Références	Cd	Cu	Pb	Zn
<i>Sardinella aurita</i> ,	Marsa Ben M'hidi	Notre étude, 2015	0,079	0,112	1,06	4,84
<i>Sardina pilchardus</i>	Beni saf	BENCHOUK, 2010	-	1.62	0.33	90.55
<i>Engraulis encrasicolus</i> , <i>Anchois</i>	Ghazaouet	BENMANSOUR, 2009	-	0.78	2.76	16.08
<i>Sardina pilchardus</i>	Ghazaouet	OUMOUSSA, 2015	0,01	0,06	0,19	0,88
<i>Sardinella aurita</i> (hiver)	Golfe de Tunis	ENNOURI <i>et al</i> , 2008	0.019	-	0.41	32
<i>Normes</i> (AIEA)			0.189	3.28	0.12	67.1

Au terme de ce travail, nous avons jugé qu'il serait intéressant de procéder à une comparaison de nos résultats avec quelques données bibliographiques concernant le même type d'analyse.

Cela n'a pas été facile vu la difficulté de trouver la même espèce étudiée, les mêmes tissus, les mêmes éléments métalliques ou encore la même zone d'étude. Nous avons pris des exemples des espèces appartenant à la même famille que *Sardinella aurita*(Clupeidae) comme la sardine et l'Anchois dans les différentes baies de l'extrême ouest algérien.

Globalement, les concentrations trouvées lors de notre étude sont inférieures par rapport les normes sauf pour le **Plomb** qui reste au dessus de la norme (1.06 mg/kg).

Pour le **Pb** : nos valeurs sont supérieures à celles de la sardine et supérieures à celles de l'anchois et à celles de la sardinelle du Tunis .

Pour le **Cu** : nos valeurs sont supérieures à celles de la sardine de Beni saf l'anchois de Ghazaouet.la sardine de Ghazaouet présente la plus faible valeur

Pour le **Zn** : nos valeurs sont très faibles par rapport à celles de l'anchois et de la sardine de Beni saf(qui présent la grande valeur90mg/kg) et à celles de la sardinelle du Tunis

En conclusion : les valeurs par l'étude de OUMOUSSA, 2015sont les plus faibles pour tous les métaux.

Marsa Ben M'hidi présente moins de contamination que les études effectués en 2008, 2009 et 2010, l'anchois et la sardine et la sardinelle(Tunis).



Conclusion

Conclusion :

Ce travail est un chaînon complémentaire de la série d'études effectuées préalablement à GHAZAOUET, BENI SAF, et HONAINAINE.

Dans ce travail concernant la contamination du milieu marin de la région de Marsa Ben M'hidi par les métaux lourds, nous nous sommes consacrés à traiter des données provenant de prélèvements in situ de matière vivante. L'étude s'est basée sur l'analyse et le suivi de quatre éléments métalliques (plomb, cadmium, cuivre, et zinc) dans les tissus (Branchies, Gonades et Filet) de la Sardinelle commune *Sardinella aurita*.

Les résultats apportés dans notre étude, ont montré que chaque organe étudié chez la Sardinelle (filet, branchies, gonades), accumule les éléments métalliques à un gradient différent. Les concentrations des métaux étudiés sont influencées par :

- le taux de présence de chacun des éléments dans le milieu environnant.
- le mode de pénétration des éléments métalliques.
- la capacité d'assimilation et de manifestation des métaux dans les tissus (filet, branchies, gonades)

Les résultats obtenus ont permis de faire ressortir les points suivants :

- Les concentrations retrouvées dans le filet du Sardinelle sont relativement faibles et sont en dessous des valeurs internationales fixées par l'AIEA sauf pour le Plomb.
- Les concentrations retrouvées pour la Sardinelle dans les branchies, se différencient très largement selon l'élément considéré. Les valeurs enregistrées sont relativement faibles pour le cuivre, le zinc et le cadmium sont en dessous des valeurs internationales fixées par l'AIEA chez les poissons, alors que pour le plomb elles sont relativement élevées et dépassent largement ces valeurs.
- Les concentrations retrouvées pour la Sardinelle dans les gonades sont relativement élevées pour le Zinc et le Plomb par contre pour le cuivre et le cadmium on note des teneurs assez faibles pour la majorité des individus étudiés.

L'ordre général de la bioaccumulation des métaux analysés dans les différents tissus est comme suit: Zn>>Pb>>Cu>Cd,

L'importance de l'accumulation métallique se fait selon l'ordre suivant:

Gonades> branchies>filet. Pour Pb, Cu.

Branchies>filet >gonades .Pour Zn

Branchies >gonades>filet. Pour Cd

L'espèce de Sardinelle (*Sardinella aurita*) est un bon bio accumulateur de Zn, en revanche il enregistre des valeurs minimales concernant le Cu, Cd, et le Pb.

Les résultats obtenus lors de l'ANOVA1, confirment que la variabilité entre les organes change d'un métal à un autre. L'accumulation des métaux chez les individus de la Sardinelle montre qu'il y a une différence significative des concentrations de Cd et de Zn dans les organes et aucune différence significative au niveau de Cu et de Pb.

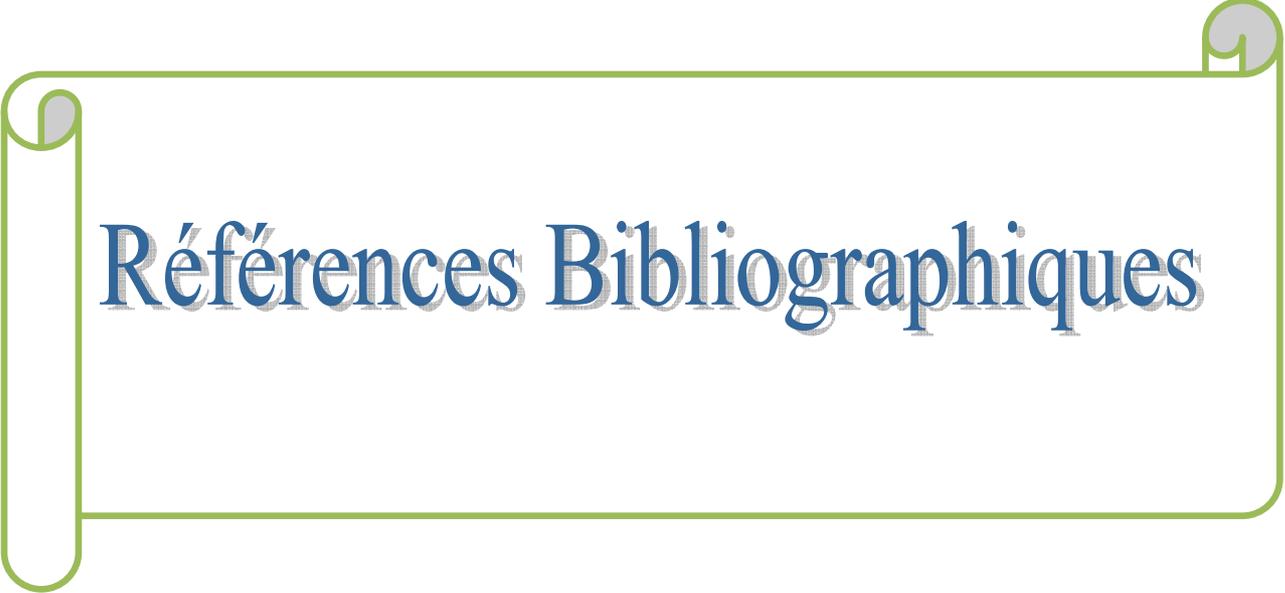
Les résultats obtenus pour le coefficient de corrélation, montrent qu'il y a une Corrélation inversement proportionnelle entre l'accumulation du Plomb dans le filet et la taille des individus de la sardinelle, et il n'a pas de corrélation entre l'accumulation des métaux lourds (Zn, Cu, Cd) dans les différents organes et les facteurs taille et poids dans les individus de *Sardinella aurita*.

Conclusion :

En comparant les valeurs de concentration chez la sardinelle de la région de Marsa Ben M'hidi avec d'autres données bibliographiques les valeurs par l'étude de OUMOUSA,2015 sont les plus faibles pour tous les métaux. Marsa Ben M'hidi Présente moins de contamination que les études effectués en 2009 et 2010,l'anchois et la sardine.

En se référant à des normes internationales, il est cependant important de noter que les concentrations des éléments métalliques étudiés sont en dessous de la dose maximale admissible(DMA) à l'exception du Pb dans le filet, les branchies et les gonades, ce qui reflète qu'il faut étalonner sur d'autres métaux, d'autres organes, et des espèces différentes pour confirmer l'état écologique de la baie de Marsa Ben M'hidi.

Finalement, la concentration métallique totale chez la sardinelle n'est pas suffisante pour juger sur l'état écologique de cette région, surtout que notre étude est la première de son genre dans cette région (Marsa Ben M'hidi).



Références Bibliographiques

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1-ADEYEYE, E.I., Akinyugha, R.J., Febosi, M.E. and Tenabe, V.O. (1996):** *Determination of some metals in Clarias gariepinus (Cuvier and Valenciennes), Cyprinus carpio (L) and Oreochromis niloticus (L) fishes in a polyculture fresh water pond and their environment. Aquacut., 47, 205-214.*
- 2- ANAT:** Agence Nationale d'Aménagement du Territoire.
- 3-(Agence Nationale de Développement de l'Investissement (ANDI)-2015)**
- 4- Antenne de pêche de marsa ben m'hidi.année 2004-2005**
- 5- BEN TUVIA, A. (1960).** *Synopsis of biological data on Sardinella aurila of mcditerraneansea and other waters. Faofisheries biology synopsis. 14: 287-312.*
- 6- BOUAZIZ A., 2007.** *La sardinelle (Sardinella aurita Valenciennes, 1847) des côtes algériennes : distribution, biologie et estimation des biomasses. Thèse Doctorat. USTHB :135p*
- 7- BOUDEREL, N. (1948).** *Les richesses de la mer : technologie biologique et océanographique. Encyclopédie biologique. Editpaul le chevalier, paris vi, 526p.*
- 8-CADENAT, J, 1953** *Notes d'Ichtyologie ouest africa.ine. VI - Poiseone des campagnes du "Grdrard Trdca". Bull.Pnst.frang.:Afr.noire, 15(3): 1051-103*
- 9- CASAS S., 2005:** *Modélisation de la bioaccumulation de métaux traces (Hg, Cd, Pb, Cu et Zn) chez la moule, Mytilus galloprovincialis, en milieu méditerranée. Thèse de doctoraten Océanographie biologique, Environnement marin. Univ. Du Sud Toulon Var. 301p*
- 10- CHALON, C., LEROY, D., THOME, J-P., GOFFART, A., BASTIN, B., et BRAHY, V.,2006.** *Les micropolluants dans l' eau.EAU 4 .pdf*
(<http://environnement.wallonie.be>)
- 11- CHIFFOLEAU, J.F., GONZALEZ, J.L., MIRAMAND, P., THOU VENIN, B., 2001.** *Le cadmium : Comportement d'un contaminant métallique, estuaire. Edition Ifremer. 12p.*
- 12- CHOUIKHI, IZDAR&MENIOUI(1993).***circulation des eaux et la pollution des cotes méditerranéennes des pays du Maghreb.Ed :Tubitak.205p*

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 13- CLAISSE, D., JOANNY, M., QUINTIN, J.Y., 1992-***Pollutions marines. Analusus magazine. V20.n°06 :19-22.*
- 14- CONAND, C. (1977).** *Contribution à l'étude du cycle sexuel et de la fécondité de la Sardinelle ronde, Sardinella aurita : pêche sardinière dakaroise en 1975 et premier semestre 1976. Cah. Orstom, ser. Océanogr., vol!, xv, no 4: 301 -312.*
- 15- CONAND, F. & FAGETTI, E. (1971).** *Description et distribution saisonnière des larves de sardinelles des côtes du Sénégal et de la Gambie 1968 et 1969. Ch. O.r.s.t.o.m., sér. Océanogr., vol. Ix, no 3, 1971 . 293-318.*
- 16- DIEUZEIDE, R., NOVELLA, M. ET ROLAND, J. (1959).** *Catalogue des poissons des côtes algériennes. Ostéoptérygiens, 2ème cd. Revue et augmentée: tomc2 :229 p*
- 17- DJABALI, F., BRAHMI, B., MAMMASSE, M. (1993).** *Pelagos. Poissons des côtes algériennes. Bulletin de. l'ismal. 215p.*
- 18- 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.*
- 19- DUQUESNE, S., 1994-** *Bioaccumulation métallique et biomarqueurs : Les métal lothioneines. Analusus Magazine. Volume 22,n°1. France: 20-23.*
- 20- DONNIER,(2007).***Antifouling biocides in discarded marine paint particles.marine pollution Bulletin,doi :10.1016/j.mar por bul.2010.03.022.*
- 21- ELAZHARI A, 2013.** *Etude de la contamination par les éléments traces métalliques des sédiments de l'oued Moulouya et de la retenue du barrage Hassan II en aval de la mine abandonnée Zeïda, Haute Moulouya,p 19-20-21.*
- 22- EL MORHIT, M., BELGHITY D., EL MORHIT A., 2013-***Contamination métallique de Pagellus acarne, Sardina piichardus et Diplodus vulgaris de la côte atlantique sud (maroc). Larhyss Journal, JSSNJJJ2-3680, n°14: 131-148.*
- 23-ENNOURI rym ,L.CHOUBA et M.M.KRAIEM.,2008-***évaluation de la contamination chimique par les métaux traces(Cd,Pb,Hg et Zn) du zooplancton et de la sardinelle (Sardinella aurita) dans le golf de Tunis.*

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 24-FISCHER W., BAUCHOT M-L., ET SCHNEIDER M., 1987.** *Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. (Révision 1). Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37. Volume II. Vertébrés. Publication préparée par la FAO, résultat d'un accord entre la FAO et la Commission des Communautés Européennes (Projet GCP/INT/422/EEC) financée conjointement par ces deux organisations. Rome, FAO, Vo1.2: P 1061.*
- 25- FORBES V. E., T.L, FORBEST.L & JEAN-LOUIS RWIERE., 1997.** *Ecotoxicologie. théorie et applications. Edition Quae,Paris, p 27.*
- 26- GESAMP (Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection), 2001.** *Protecting the Oceans from Land-Based Activities. Land-based Sources and Activities Affecting the Quality and Uses of the Marine, Coastal and Associated Fresh water Environment. Reports and Studies No.71. Nairobi, United Nations Environment Programme <http://gesamp.imo.org/no71/index.htm> [Geo-2-]*
- 27-IAEA, 2003.** *International Atomic Energy Agency-2003.Reference sheet IAEA-407 Trace Elements and methylmercury in fish tissue.Vienna,Australia p:1-4*
- 28- INERIS, 2004.** « *Analyse critique des méthodologiques pour la détermination et l'application des normes de qualités environnementale pour les métaux* » *Rapport de synthèse n° INERIS DRC-03-46822-HMa/JL-03.0681.P27*
- 29- KAHLOULA. (1996)** *la pollution juridique au milieu marin en droit Algérien et la nécessite d'une coopération inter maghrébine.3eme colloque climat et environnement de l'assoc recherche climat et environnement (ARCE, oran : 22)*
- 30- KAMARUZZAMAN, B.Y., ONG , M.C., RINA ,S.Z.,2010-** *Concentration of Zn, Cu and Pb in Some Selected Marine Fishes of the Pahang Coastal Waters, Malaysia. American Journal ofApplied Sciences 7 (3): 309-314*
- 31- 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*
- 32- LACAZE, J.C. (1996)** *Eutrophisation des eaux marines et continentales.Ed : Marketing SA, Paris,195p.*

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 33-LAFABRIE C., 2007.** *Utilisation de Posidonia oceanica (L) Delile comme bio-indicateur de la contamination métallique. Thèse de Doctorat en écologie marine. Univerité De Corse 158p*
- 34- M.A.T.E. (2000)** *Ministère de l'aménagement du territoire et l'environnement Alger*
- 35- M.A.T.E. (2002)** *plan national d'actions pour l'environnement et le développement durables (PNAE-DD).44p*
- 36- MAURIN, C. et al. (1977).** *Poissons des côtes nord-ouest africaines (campagnes de la thalassa 1962, 1968, 1971 et 1973) clupéiformes, scopéliformes et cétomimiformes. Rev.Trav. Int. Pêches. Marit., vol. 41 n° 1, p. 5-92.*
- 37- 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*
- 38- MORTET, Y. (1989).** *Contribution à l'étude du cycle sexuel et de la fécondité des sardinelles sardinella aurita dans la baie d'oran. Des université d'oran.80p.*
- 39- NATIONS UNIES, 2009-** *Document guide sur les dangers pour le milieu aquatique. Annexe 9 : 503-598.*
- 40-OLIVER, M., Navarro, E. P. (1952).** *La alacha y la sardina de baleares. Investigaciones en 1950 y 1951. Boln inst. Esp. Oceanogr., (58) :1-49.*
- 41-Opération "Ports bleus": un riche programme d'activités aux ports de Tlemcen, 2014)**
- 42- PAWSON, M. G et GIAMSA, M.S. (1985).** *A biological sampling problem illustrated by the population structure and growth patterns of sardinella aurita of tripoli libya. Envir. Biol.Fish. 12: 143-154.*
- 43-POIL. (1953).** *Poissons iii. Téléostéens malacoptérygien. Résultats. Aci, exped. Oceanog.- Belge. Atlantique sud 4 (2) , 258 p.*
- 44- POSTEL, E. (1954).** *Les petites espèces de surface et la fabrication possible de farine de- poisson en baie de rufisque. Etude. D'outre-mer, (nov. 1. 114).*

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 45-POSTEL, E. (1955).** *Résumé des connaissances acquises sur les clupéidés de l'ouest africain.* Rapp. P-v. Cons. Inf Expi. Mer., 137: 14-16.
- 46- POSTEL E., 1960.** *Rapport sur la sardinelle Sardinella aurita (Valenciennes, 1847) (Atlantique africain).* FAO Fisheries Biology Synopsis No. 6 (Distribution restricted). FB/ 60CS6 SAST-Sardine: p 59-95.
- 47- RABAH, M(1994).** *Littoral et port algériens des zones à protéger.* Quotidien le matin .23 novembre ,10p.
- 48- RANDALL D.B.** Eddy & D.Mackinlay.2000. «Ion transfer across fish gills». *International congress on the biologie of fish, University of Aberderen, Scotland.* P42.
- 49- 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. Elsviver LTD: 57-149.
- 50- ROMDHANE Mohamed Salah, 2012** « Etude de la variation de la composition nutritionnelle pour la valorisation de la sardine et de la sardinelle »
- 51- TABET ZATLA Sara, 2014.** *Contribution à l'étude de la contamination bactériologique chez la sardinelle ronde Sardinella aurita (Valenciennes, 1847) pêché en large de Honaine (Wilaya de Tlemcen)*
- 52- 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
- 53-WHITEHEAD, P. J. P. (1967).** *The clupeoid fishes described by lacepède, Cuvier & Valenciennes.* Bun br. Mus. Nat. Hist., suppl. 2:180 p., 15 fig., 11 pi.
- 54-WHITEHEAD, P. J. P. (1985).** *Clupeoid fishes of the world (suborder clupeioidei). An Annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, shads, Anchovies and wolf-herrings. Part 1 - chirocentridae, clupeidae and pristigasteridae.* Fao - fish. Synop. 125 (7/1): 1-303
- 55- YAHYA, B., MOHAMED, Z., JAMAL, E., SALIMA, D., ABDELKADER, CH. ET ABDELHAFID, CH., 2010.** *Contribution à l'étude de la pollution de la zone côtière Saidia/Moulouya (Maroc Nord Oriental).* Afrique SCIENCE 06(3) : 64 – 74.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

56- ZARROUK F, ISSEP KSAR-SAID, 2012. Étude de la relation entre deux variables (le coefficient de corrélation).

Résumé :

La pollution marine, devient de plus en plus inquiétante, c'est un problème majeur qui affecte notre environnement, pour cela nous nous sommes intéressés à la bioaccumulation de quatre éléments traces (Cd, Cu, Pb, Zn) chez une espèce de poisson : la Sardine (Sardinella aurita) au niveau des branchies, du filet et des gonades dans la baie de Marsa Ben M'hidi.

Après minéralisation par voie sèche de l'espèce et le dosage par spectrophotométrie d'absorption atomique des éléments traces métalliques, les résultats montrent les gradients suivants :

Gonades > branchies > filet. Pour Pb, Cu.

Branchies > filet > gonades. Pour Zn

Branchies > gonades > filet. Pour Cd

L'ordre général de la bioaccumulation des métaux analysés dans les différents tissus est comme suit: Zn >> Pb >> Cu > Cd.

L'analyse statistique montre :

Les résultats de l'ANOVA1 indiquent une différence significative des concentrations de Cd et de Zn et aucune différence significative au niveau de Cu et de Pb.

Les résultats obtenus lors de coefficient de corrélation, montrent qu'il y a une Corrélation inversement proportionnelle entre l'accumulation du Plomb dans le filet et la taille des individus de la sardine, et il n'a pas de corrélation entre l'accumulation des métaux lourds (Zn, Cu, Cd) dans les différents organes et les facteurs taille et poids dans les individus de Sardinella aurita.

La concentration métallique totale chez la sardine n'est pas suffisante pour déterminer l'état écologique de la région de Marsa Ben M'hidi, il faut donc d'autres études plus approfondies concernant particulièrement d'autres espèces, Le fait que notre étude est la première de son genre dans cette région (Marsa Ben M'hidi).

Mots clés : Pollution marine, Eléments traces métalliques, bioaccumulation, Sardinella aurita, spectrophotométrie d'absorption atomique, littoral de Marsa Ben M'hidi

Summary: Marine pollution, is becoming increasingly worrying, this is a major problem affecting our environment, why we were interested to bioaccumulation of four trace elements (Cd, Cu, Pb, Zn) in a sort of poison: the Sardinella (Sardinella aurita) in the gills, gonads of the net and in the Bay of Marsa Ben M'hidi.

After a dry ashing of the species and the assay atomic absorption spectrophotometry of trace metals, the results show the following gradients:

Gonad > gill > net. For Pb, Cu.

Gills > net > .For gonads Zn

Gills > gonad > net. To Cd

The general order of bioaccumulation of metals analyzed in different tissues is as follows: Zn >> Pb >> Cu > Cd.

Statistical analysis:

- The results indicate a significant difference ANOVA1 concentrations of Cd and Zn and no significant difference in Cu and Pb.
- The results obtained in correlation coefficient, show that there is an inverse correlation between the accumulation of lead in the net and the size of individuals sardinella, and it has no correlation between accumulation heavy metals (Zn, Cu, Cd) in the various organs and the size and weight factors in individuals of Sardinella aurita.

The total metal concentration in sardinella is not sufficient to determine the ecological state of the region Marsa Ben M'hidi so you need other further studies on other species especially, the fact that our study is the first of its kind in this region (Marsa Ben M'hidi).

Keywords: Marine pollution, trace metal elements, bioaccumulation, Sardinella aurita, atomic absorption spectrophotometry, coast Marsa Ben M'hidi

ملخص :

أصبح التلوث البحري من المشاكل التي تدعي إلى القلق و تهدد محيطنا من اجل ذلك اهتمت دراساتنا بتراكم أربعة أنواع من المعادن الثقيلة (الكاديوم-النحاس-الزرنيخ-الزنك) عند نوع من الأسماك على مستوى كل من الأعضاء التالية الغدد التناسلية-الخيائشيم-العضلة في خليج مرسى بن مهدي. بعد عملية التمعن على الطريقة الجافة للسمك و عملية الفحص الطيفي للامتصاص الذري للمعادن الثقيلة بينت النتائج التدرجات التالية المناسل < الخياشيم > العضلة بالنسبة للرصاص و النحاس الخياشيم < العضلة > المناسل بالنسبة للزنك الخياشيم < المناسل > العضلة بالنسبة للكاديوم النظام العام لتراكم المعادن التي تم تحليلها في الأنسجة المختلفة هو على النحو التالي.. الزنك << الرصاص >> النحاس < الكاديوم التحليل الإحصائي: • النتائج تشير إلى وجود تركيزات كبيرة الفرق ANOVA1 من الكاديوم والزنك و يوجد فرق كبير في النحاس والرصاص. • النتائج التي تم الحصول عليها في معامل الارتباط، وتبين أن هناك علاقة عكسية بين تراكم الرصاص في الشبكة وحجم الأفراد سردين، وليس لديها أي علاقة بين تراكم المعادن الثقيلة (الزنك والنحاس والكاديوم) في مختلف الأجهزة وحجم ووزن العوامل في الأفراد من Sardinella aurita. تركيز المعادن الإجمالي في سردين غير كاف لتحديد حالة البيئة للمنطقة مرسى بن مهدي لذلك تحتاج المزيد من الدراسات الأخرى على الأنواع الأخرى وخاصة كون الدراسة لدينا الأولى من نوعها في هذه المنطقة (مرسى بن مهدي) **الكلمات المفتاحية:** التلوث البحري- العناصر المعدنية النادرة- التراكم - القياس الطيفي للامتصاص الذري -ساحل مرسى بن مهدي-Sardinella aurita