

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLICUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة 20 اوت 1955 - سكيكدة
UNIVERSITE 20 AOUT 1955- SKIKDA



Faculté des Sciences
Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire Présenté en Vue de l'Obtention d'un Diplôme de Master

Filière : Sciences Biologiques

Option: Écotoxicologie Animal
Intitulé

**Evaluation de la bioaccumulation en métaux lourds chez
des poissons d'intérêt économique pêchés des zones
côtières de Skikda**

Présenté Par : Lattard Yasmine
Lasoui Zineb
Lasmar Sara
Mat Imene

Membre de Jury:

FEKRACHE Fadila	MCA	Présidente	Université 20 aout 1955- Skikda
BOUDEFFA Khaled	MCA	Promoteur	Université 20 aout 1955- Skikda
OUDJANI Faiza	MCA	Examinatrice	Université 20 aout 1955- Skikda

Année universitaire 2021/2022

Remerciements

Nous remercions chaleureusement ,

Mme. Z. NAWAL, la technicienne de laboratoire, pour sa disponibilité, sa gentillesse et son attention,

Docteur SWAMES .A pour sa sympathie et bonne humeur contagieuse, ainsi que les précieux services rendus,

Mesdames les membres du jury,

Docteur FEKRACHE FADILA qui le préside, notamment pour sa sollicitude, sa précieuse aide, ses conseils et encouragements,

Docteur OUDJANI FAIZA , en tant qu'examinatrice.

Et bien entendu au Docteur BOUDEFFA KHALED ,notre promoteur, pour avoir su nous encadrer, de nous avoir accordé de son précieux temps, mais aussi et surtout pour ses conseils avisés et son objectivité qui nous a permises de mener à bien ce travail.

Dédicaces

Nous voici au bout de notre cursus a la fin d'un long parcours d'étude préliminaires à une spécialisation peut-être, avec mes collègues zinb, yasmine, et imen présent mémoire de fin d'étude que je dédie cordialement.

Mes adorables parents Salim, wahida pour leur amour leur aide matérielle et surtout le soutien moral ainsi que pour leur précieux conseils encore mille merci.

Mes frères et sœurs Meriem, Mouhamed, et Zakaria.

Mon cher mari.

Sara.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à mes chers parents. Ma mère pour m'avoir mis au monde et pour m'avoir accompagné tout le long de ma vie. Je lui dois une fière chandelle.

Mon père qui sans lui je ne serais pas arrivé jusqu'ici.

J'espère toujours reste fidèle aux valeurs morales que vous m'avez apprises.

A tous mes frères, et spécialement ma grand soeur et son mari et toute ma famille.

A mon fiancé, qui a su me reconforter, me redonner du courage et m'épauler lors des moments difficiles.

A tous mes amies et mes collègues.

Zineb.

DEDICACES

*Avant tout, je remercie notre dieu, ALLAH, le Miséricordieux, l'Unique, Le Puissant
... pour sa protection et son guide.*

J'ai le plaisir de dédier ce modeste travail.

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

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

Que Dieu vous protège.

A mes chers frères et sœurs WASSIM, AKRAM et INES.

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

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

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

Yasmine.

Dédicace

Je dédie ce travail à ma famille, surtout mes chers parents et à mes distingués professeurs, et mes collègues : Yasmine, sara, zineb et à tout ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réussite de ce mémoire.

Imene .

Résumé

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

L'objectif de cette étude est de rechercher les teneurs de quatre métaux lourds (Zn, Cu, Fe Pb) au niveau du muscle de la bogue *Boops boops*, la sardine *Sardinella pilchardus* et le rouget de roche *Mullus surmuletus* pour évaluer l'état de la pollution marine du golfe de Skikda et Collo.

Les résultats obtenus montrent que la bogue, la sardine et le rouget de roche accumulent les métaux lourds recherchés. Les concentrations les plus élevées sont celles du fer, du zinc, du cuivre et du plomb. Les concentrations trouvées sont inférieures aux doses maximales admissibles pour le fer, zinc et cuivre par contre celle du plomb est supérieure ce qui pourrait laisser supposer qu'il existerait une éventuelle pollution de la zone étudiée par ce métal.

Mots clés: Pollution marine, métaux lourds, poissons, Skikda, Algérie,

Abstract

Heavy metal pollution in the marine environment is one of the most worrying problems in environmental degradation and long-term human health, due to their accumulation throughout the trophic chain.

The objective of this study is to investigate the levels of four heavy metals (Zn, Cu, Fe, Pb) in the muscle of the *boops boops*, the sardine *Sardinella pilchardus* and the red mullet *Mullus surmuletus* in order to assess the state of marine pollution in the Gulf of Skikda and Collo.

The results obtained show that bogue, sardine and red mullet accumulate the heavy metals of interest. The highest concentrations are those of iron, zinc, copper and lead. The concentrations found are lower than the maximum permissible doses for iron, zinc and copper, but the concentration of lead is higher, which could suggest that there is a possible pollution of the study area by this metal.

Key words: Marine pollution, heavy metals, fish, Skikda, Algeria,

الملخص

يعد تلوث المعادن الثقيلة في البيئة البحرية أحد أكثر المشاكل إثارة للقلق في التدهور البيئي وصحة الإنسان على المدى الطويل ، بسبب تراكمها في جميع أنحاء السلسلة الغذائية

في عضلات (Zn ، Cu ، Fe ، Pb) الهدف من هذه الدراسة هو التحقيق في مستويات أربعة معادن ثقيلة من أجل تقييم *Mllus surmuletus* والبورني الأحمر *Sardinlla pilchardus* ، السردين *boops boops* حالة التلوث البحري في خليج سكيكدة والقل.

تظهر النتائج التي تم الحصول عليها أن البوغ والسردين والبورني الأحمر يتراكمون المعادن الثقيلة ذات الأهمية. أعلى التركيزات هي تلك الموجودة في الحديد والزنك والنحاس والرصاص. التركيزات الموجودة أقل من الحد الأقصى المسموح به للجرعات للحديد والزنك والنحاس ، ولكن تركيز الرصاص أعلى ، مما قد يشير إلى وجود تلوث محتمل لمنطقة الدراسة بهذا المعدن.

الكلمات المفتاحية: التلوث البحري، المعادن الثقيلة، الأسماك، سكيكدة، الجزائر.

Liste d'abréviations

A.I.E.A: International Atomic Energy Agency.

Cu : Cuivre.

DMA : dose maximale admissible.

ETM : Élément trace métallique.

F.A.O : Food and Agriculture Organisation.

Fe : Fer.

Mg/kg : milligramme par kilo gramme.

MT : Métaux trace.

ONA : office national d'assainissement.

P.S: poids sec.

Pb : plomb.

SAAF : Spectromètre d'absorption atomique à flamme.

Zn : zinc.

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
01	Variables climatiques de la région de Skikda pendant la période 2005-2015.	22
02	Données biométriques (moyenne \pm S.D. et gamme) des poissons de la baie de Skikda et Collo.	30
03	Concentrations (gamme et moyenne \pm S.D. sur mg/kg de poids sec(P.S)) des métaux traces dans les muscles des poissons de la baie de Skikda et Collo.	31
04	Comparaison des concentrations moyennes relevées chez les espèces étudiées (mg/kg p.s) avec les données bibliographiques.	54

Liste des figures

Figure	Titre	Page
01	<i>Boops boops</i> (linne, 1758).	12
02	<i>Sardinella pilchardus</i> .	13
03	<i>Mullus surmuletus</i> .	18
04	Image satellite de la wilaya de Skikda.	21
05	Les sites d'échantillonnage.	24
06	Mensuration et pesé des échantillons.	25
07	Dissection des poissons.	26
08	Séchage des échantillons à l'étuve.	27
09	Filtration des échantillons.	28
10	Concentrations moyennes de zinc, de cuivre, de Fer et de Plomb chez les espèces de poissons dans la baie de Skikda.	32
11	Concentrations moyennes de zinc, de cuivre, de Fer et de Plomb chez les espèces de poissons dans la baie de Collo.	33
12	Variations des concentrations moyennes du zinc chez les trois espèces dans les stations de Skikda et Collo exprimées en mg/kg.	34
13	Variations des concentrations moyennes du cuivre chez les trois espèces dans les stations de Skikda et Collo exprimées en mg/kg.	35
14	Variations des concentrations moyennes du fer chez les trois espèces dans les stations de Skikda et Collo exprimées en mg/kg.	36

15	Variations des concentrations moyennes du plomb chez les trois espèces dans les stations de Skikda et Collo exprimées en mg/kg.	37
16	Teneurs métalliques moyennes des métaux lourds chez les 3 espèces dans la station I (Skikda).	38
17	Teneurs métalliques moyennes des métaux lourds chez les 3 espèces station II (Collo).	38
18	Teneurs métallique moyenne du Zinc exprimées (mg/kg P.S) chez <i>Boops boops</i> dans les stations de Skikda et Collo.	41
19	Teneurs métallique moyenne du Cuivre exprimées (mg/kg P.S) chez <i>Boops boops</i> dans les stations de Skikda et Collo.	42
20	Teneurs métallique moyenne du Fer exprimées (mg/kg P.S) chez <i>Boops boops</i> dans les stations de Skikda et Collo.	43
21	Teneurs métallique moyenne du Plomb exprimées (mg/kg P.S) chez <i>Boops boops</i> dans les stations de Skikda et Collo.	44
22	Teneurs métallique moyenne du Zinc exprimées (mg/kg P.S) chez <i>Sardinella pilchardus</i> dans les stations de Skikda et Collo.	45
23	Teneurs métallique moyenne du Cuivre exprimées (mg/kg P.S) chez <i>Sardinella pilchardus</i> dans les stations de Skikda et Collo.	46
24	Teneurs métallique moyenne du Fer exprimées (mg/kg P.S) chez <i>Sardinella pilchardus</i> dans les stations de Skikda et Collo.	47
25	Teneurs métallique moyenne du Plomb exprimées (mg/kg P.S) chez <i>Sardinella pilchardus</i> dans les stations de Skikda et Collo.	48
26	Teneurs métallique moyenne du Zinc exprimées (mg/kg P.S) chez <i>Mullus surmuletus</i> dans les stations de Skikda et Collo.	49

27	Teneurs métallique moyenne du Cuivre exprimées (mg/kg P.S) chez <i>Mullus surmuletus</i> dans les stations de Skikda et Collo.	50
28	Teneurs métallique moyenne du Fer exprimées (mg/kg P.S) chez <i>Mullus surmuletus</i> dans les stations de Skikda et Collo.	51
29	Teneurs métallique moyenne du Plomb exprimées (mg/kg P.S) chez <i>Mullus surmuletus</i> dans les stations de Skikda et Collo.	52

SOMMAIRE

Titre	Page
INTRODUCTION	01
CHAPITRE I. SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	03
I. Aspect de la pollution marine	03
I.1. Généralités	03
I.1.1. Définition de la pollution marine	03
I.1 .2. Généralités sur la bioaccumulation des métaux lourds	03
I.1 .3. Contamination métallique des eaux	04
I.1 .3.1. La bioaccumulation	04
I.1 .3.2. La bioconcentration	04
I.1 .3.3. La bioamplification	04
I.1 .4. Cycle biogéochimique des métaux lourds dans le milieu marin	04
I.1.5. Contamination des organismes aquatiques	05
II. Généralités sur les métaux lourds	05
II.1. Définition	05
II.2. Elément traces essentiels	06
II.2.1. Zinc	06
II.2 .1.1. Origine	06
II.2 .1.2. Usage	06
II.2 .1.3. Rôle physiologique du zinc	07
II.2 .1.4. Toxicité	07
II. 2.2. Cuivre	07
II.2 .2.1. Origine	07
II.2 .2.2. Usage	08
II.2 .2.3. Rôle physiologique du cuivre	08
II.2 .1.4. Toxicité	08
II.3.2. Fer	08
II.2 .3.1. Origine	09
II.2 .3.2. Rôle physiologique du fer	09
II.2 .3.3. Toxicité	09
II.3. Elément traces non essentiels	10
II.3.1. Plomb	10

II.2 .3.1.1. Origine	10
II.2 .3.1.2. Usage	10
II .2 .1.3. Toxicité	11
Présentation des modèles biologiques	11
III.1. <i>Boops boops</i>	11
III.1.1. Morphologie	11
III.1.2. Position systématique	12
III.1.3. Distribution géographique	12
III.1.4. Croissance	13
III.1.5. Reproduction	13
III.1.6. Comportement alimentaire	14
III.1.7. Technique de pêche	14
III.2. <i>Sardinella pilchardus</i>	14
III.2.1. Morphologie	14
III.2.2. Position systématique	15
III.2.3. Distribution géographique	15
III.2.4. Croissance	16
III.2.5. Reproduction	16
III.2.6. Comportement alimentaire	16
III.2.7. Technique de pêche	16
III.3. <i>Mullus surmuletus</i>	17
III.3.1. Morphologie	17
III.3.2. Position systématique	18
III.3.3. Distribution géographique	19
III.3.4. Croissance	19
III.3.5. Reproduction	19
III.3.6. Comportement alimentaire	19
III.2.7. Technique de pêche	20
CHAPITRE II .MATERIELS ET METHODES	21
I. Présentation de la région d'étude	21
I.1. Situation géographique de la wilaya Skikda	21
I.1.2. Climatologie générale	21
I.1.2.1. Les précipitations	22
I.1.2.2. La température	22
I.1.3. Courantologie général	23

I.2.Situation géographique des sites d'études	23
1.2.1. Skikda	23
1.2.2. Collo	23
II. Echantillonnage	24
II.2.1.Choix du matériel biologique	24
II.2.2.Choix des métaux à analyser	24
II.2.3.Récolte des échantillons	24
III. Protocole au niveau de laboratoire	25
III. 1.Traitement des matériaux avant usage	25
III. 2.Mensurations	25
III. 3.Dissection	26
III. 4.Minéralisation des échantillons	26
III. 4.1.Principe de minéralisation	26
III. 4.2.Protocole expérimental de la minéralisation des échantillons	26
III. 4.2.1.Séchage à l'étuve	27
III. 4.2.2. Réduction en cendres	27
III. 4.2.3.Filtration et mise en solution	27
III. 5.Analyse par spectrophotométrie d'absorption atomique	28
III. 5.1.Définition	28
III. 5.2.Principe	28
III. 5.3.Analyses statistiques	29
CHAPITRE III. RESULTATS ET DISCUSSION	30
I. Résultats	30
I.1. Variations des concentrations pour chaque métal	34
I.1.1. Zinc	34
I.1.2. Cuivre	35
I.1.3. Fer	36
I.1.4. Plomb	37
I.2. Variations métalliques pour chaque station	38
I.3. Variations métalliques pour chaque espèce	41
I.3.1. <i>Boops boops</i>	41
I.3.1.1. Zinc	41
I.3.1.2. Cuivre	42
I.3.1.3. Fer	43
I.3.1.4. Plomb	44

I.3.2. <i>Sardinella pilchardus</i>	45
I.3.2.1. Zinc	45
I.3.2.1. Cuivre	46
I.3.2.1. Fer	47
I.3.2.1. Plomb	48
I.3.3. <i>Mullus surmuletus</i>	49
I.3.3.1. Zinc	49
I.3.3.1. Cuivre	50
I.3.3.1. Fer	51
I.3.3.1. Plomb	52
II. Discussion	53
CONCLUSION	56
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	58

INTRODUCTION

Les mers et les océans présentent des habitats qui sont, du point de vue biologique, riches et extrêmement variés, allant des eaux côtières peu profondes aux fosses abyssales, représentant ainsi un important réservoir de biodiversité indispensable au bien-être des humains, soit directement comme ressources renouvelables à valeur marchande, soit indirectement pour maintenir le fonctionnement et la viabilité des écosystèmes marins (**Borsali, 2015**).

Les zones côtières et les estuaires ont longtemps joué un rôle important pour l'humanité. Du fait de leur situation à l'interface entre terre et mer, ils constituent des territoires à forts enjeux stratégiques pour les économies et pour l'environnement fournissant un large éventail de biens et services. D'un point de vue socio-économique, ils constituent des espaces privilégiés pour le développement de nombreuses activités, sources d'emplois: activités portuaires et industrielles; agglomérations urbaines et touristiques (**Allain et al., 2006**).

Pour de nombreuses espèces de poissons, les écosystèmes côtiers servent de refuge contre la prédation tout en offrant d'importantes quantités de nourriture. Ils jouent le rôle de nourricerie où les conditions environnementales favorisent la croissance des juvéniles avant qu'ils ne soient recrutés dans la population adulte, assurant une fonction clé dans le cycle biologique des espèces et constituant un maillon essentiel du renouvellement des stocks exploitables et de leur pérennisation (**Goinard, 1993**). Cette fonction est l'une des composantes écologiques essentielles des écosystèmes côtiers.

La pollution par les métaux lourds est un problème d'actualité, qui préoccupe toutes les communautés soucieuses de maintenir leur patrimoine hydrique à un certain degré de qualité. Ils sont peu métabolisés (à l'inverse des polluants organiques), ils peuvent donc être transférés dans le réseau trophique et s'accumuler dans la matière vivante (**Dusquene, 1992**).

Parmi les substances chimiques susceptibles de constituer un danger pour la vie aquatique en général, nous signalons des métaux lourds comme le plomb et le cadmium qui sont très toxiques et de plus en plus utilisés dans les secteurs industriels, et d'autres non toxiques (Cu, Zn, ...) le deviennent vu leur pouvoir bio-accumulateur et leur rémanence dans le milieu aquatique et notamment dans les sédiments compte tenu de leur non-dégradation biologique (**Borsali, 2015**).

De nombreuses études ont montré que les contaminants entraînent chez les organismes marins des perturbations endocriniennes, des modifications du comportement, des perturbations du

métabolisme énergétique et des réponses génétiques (**Amiard-Triquet et Amiard, 2008**). Le rejet intempestif des métaux lourds en milieu marin pose des problèmes majeurs à cause de leur rémanence et leur tendance à la bioaccumulation dans les organismes aquatiques (**Harte et al., 1991**). Ils s'y retrouvent par action de l'homme, par transport atmosphérique et à la suite d'érosion due à la pluie (**Veena et al., 1997**) c'est ainsi que les animaux aquatiques peuvent se retrouver exposés à des concentrations élevées (**Kalay et Canh, 2000**).

Ces éléments traces peuvent ainsi affecter les organismes directement en s'accumulant dans leurs corps ou, indirectement par transfert par le biais de la chaîne alimentaire du fait qu'ils sont non biodégradables (**Marois et al., 2004; Thiboutot et al., 2004; Wingfors et al., 2006**). La contamination des écosystèmes aquatiques par les métaux lourds peut être confirmée dans l'eau, les sédiments et les organismes (**Forstner et Wittman, 1983**).

De ce fait, de nombreuses études ont été menées sur la pollution par les métaux chez les différentes espèces de poissons comestibles (; **Usero et al., 2003, Yilmaz, 2003 ; Henry et al., 2004; Andreji et al., 2005 ; Bird et al., 2007 ; Pierron et al., 2007a ; 2007b**). En effet, les organismes marins en particuliers les poissons sont capables grâce au métabolisme d'accumuler des éléments contaminants de l'environnement (eaux) dans certains de leurs organes (**Alam et al., 2002; Mansour et Sidky, 2002**).

Des analyses toxicologiques sont faites sur des organes accumulateurs potentiels (branchies, foie, muscles...) des métaux lourds en vue de déterminer les concentrations des contaminants présumés, lesquelles rapportées à des valeurs de référence indiquent le risque sanitaire pour l'homme (**Adams, 2002**).

Notre travail est une modeste contribution à l'évaluation du degré de pollution métallique par la sardine *Sardinella pilchardus*, la bogue *Boops boops* et le rouget de roche *Mullus surmuletus* dans deux sites du littoral de Skikda (Skikda et Collo) et de réaliser une étude comparative entre ces deux stations et avec d'autres sites méditerranéens.

CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I. Aspect de la pollution marine

I. 1. Généralités

I. 1.1. Définition de la pollution marine

Le groupe d'experts de la FAO, OMS, PNUE et PNUD (**GESAMP, 1990**) définissent le terme de la pollution marine par " l'introduction par l'homme directement ou indirectement de substances ou d'énergie dans l'environnement marin; ayant pour conséquence des effets néfastes, tels que nuisance pour les ressources vivantes, risque pour la santé humaine, entraves aux activités maritimes (y compris la pêche), altération de la qualité de l'eau de mer et réduction des agréments et des sites de loisirs ".

Les eaux usées, les engrais, les produits chimiques organiques (pesticides, tensioactifs et les divers produits) ou les déchets industriels le pétrole, les minéraux et les composés chimiques: les sédiments composés de substances minérales extraits du sol, les substances radioactives sont les principaux polluants de l'eau (**Ramade, 1982**).

I.1.2. Généralités sur la bioaccumulation des métaux lourds.

Le milieu marin un est biotope notamment riche, il se caractérise par une remarquable stabilité de ses caractéristiques fondamentales et une variabilité de ses micros constituants. L'eau de mer contient des combinaisons de tous les éléments chimiques mais uniquement douze on des concentrations égale ou plus ou mg/l, ils interviennent pour 99,4 % en masse du total de la croute terrestre (O, Si, Al, Fe, Ca, Na, K, Mg, Ti, H, P et Mn par ordre d'abondance). 68 éléments traces ne représentent que 0,6 % en masse totale et à des concentrations inférieures à 10^{-6} M dans l'eau de mer (**Miquel, 2001**).

Ces éléments sont engagés dans des réactions biochimiques et contribuent à l'équilibre du milieu marin. Mais l'apport de contaminants métalliques par l'intermédiaire des effluents industriels et de l'atmosphère, des fleuves et de leurs estuaires, peut devenir toxique pour la flore et la faune. L'étude de l'interaction entre les contaminants et les barrières biologiques est d'un intérêt considérable pour la compréhension des phénomènes écotoxicologique, spécialement la bioaccumulation et les transferts à travers les chaines trophiques .

I.1.3. Contamination métallique des eaux.

Les organismes marins accumulent les contaminants à fortes concentrations dans leurs tissus. Les processus d'accumulation subordonné à les taux absorption, d'élimination et de stockage de chaque métal (**Rainbow et Phillips, 1993**).

I.1.3.1. La bioaccumulation.

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

I.1.3.2. La bioconcentration.

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

I.1.3.3. La bioamplification.

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

I.1.4. Cycle biogéochimique des métaux lourds dans le milieu marin.

Le cycle biogéochimique s'effectue selon deux grandes étapes.

Etape 01: les particules en suspension, la biomasse marine et le sédiment réduiront les polluants métalliques en fonction des conditions physicochimiques du milieu marin par :

- **La précipitation:** phénomène qui s'opère lorsque le polluant métallique en solution chute par gravitation au fond du milieu marin. Cependant en eau profonde, certains métaux pourraient retourner en solution bien avant d'atteindre le fond.
- **L'absorption:** phénomène qui a lieu quand les molécules ou les ions métalliques se fixent à la surface des composantes marines (particules, organisme marins, sédiments).
- **L'adsorption:** c'est le passage du polluant métallique dans un organisme marin.
- **La sédimentation:** phénomène qui s'effectue lorsque les ions métalliques se superposent formant ainsi des couches sédimentées. Les animaux benthiques participent à l'accélération du dépôt des particules et de leurs métaux associés en les consolidant dans des matières fécales. Ces animaux participent ainsi à la sédimentation du milieu marin (**Ramade, 1992**).

Etape 02 : est l'inverse de la première étape, selon (**Aouameur, 1990**) la désorption ou sorption qui est le phénomène inverse à l'adsorption, la diffusion ou propagation dans le milieu marin par redissolution ou remise en solution des produits précipités, la décomposition et reminéralisations des matières organiques, et parfois même par redistribution par le biais des organismes marins libèrent ces polluants.

I.1.5. Contamination des organismes aquatiques.

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

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

II. Généralités sur les métaux lourds

II. 1. Définition.

Un métal est un élément chimique originaire le encore fréquemment d'un minerai soit d'un dissemblable métal doté d'un panache spécifique parfait conducteur pour l'exaltation et d'électricité ayant des caractéristiques pour âpreté et pour ductilité se combinant pareillement aisément avec d'autres éléments à constituer incontinent des alliages utilisés à l'industrie dès l'antiquité (**Miquel, 2001**).

Actuellement on utilise le terme métaux traces (MT) à dépeindre les métaux lourds, puisque ceux-ci se retrouvent de l'état de traces sur les eaux et les solides. On les appelle aussi éléments traces métalliques (ETM).

D'un point de vue biologique on trouve deux types selon leurs effets physiologiques et toxiques : métaux essentiels et métaux non essentiels (métaux toxiques).

Les métaux essentiels sont indispensables à l'état traces pour plusieurs mécanismes cellulaires et lequel se trouvent de proportion peu faiblarde dans les tissus biologiques (**Loué, 1993**). Certains peuvent rendre toxique quand la concentration dépasse le seuil, c'est le cas du Cuivre, Zinc, Nickel et Fer (**Kabata-Pendias et Pendias, 2001**).

Ces oligoéléments répondent obligatoirement aux critères fixés par (**Cotzias, 1967**).

Les métaux non essentiels sont des métaux toxiques, on un aspect polluer avec des effets.

II.2. Élément traces essentiels.

II.2.1. Zinc (Zn)

Le zinc un est oligoélément de numéro atomique 30, c'est un métal caractérisé par une couleur bleu-gris. Il se combine avec l'oxygène et d'autres éléments non métalliques, et il dégage l'hydrogène lorsqu'il réagit avec les acides dilués (**Bentata, 2015**).

Le zinc existe dans l'eau de mer sous diverses formes: ion hydraté ($Zn (H_2O)_{2+n}$), zinc complexé par les ligands organiques (acides fulviques et humiques) et zinc adsorbé sur de la matière solide (**Casas, 2005**).

II.2.1.1. Origine

L'industrie métallique, traitement de surface, galvanoplastie, savonnerie et la fabrication de bougie sont les sources anthropiques du zinc. Corrosion des canalisations et des corrosions des canalisations et des toitures (**Gaujous, 1995**).

II.2.1.2. Usage

Dans la couverture des bâtiments, la chimie de caoutchouc, la construction des immobilières, les équipements des automobiles on utilise le zinc (**Benmansour, 2009**). Dans la fabrication d'autres composés et sert d'agent réducteur en chimie organique et de réactif en chimie analytique on a besoin du zinc comme intermédiaire (**Belabed, 2010**).

II.2.1.3.Rôle physiologique du zinc

Le zinc un élément essentiel pour le métabolisme des êtres vivants (**Gunnar et al., 2007**). Chez l'homme, le zinc est un élément récepteur et coordinateur pour les protéines de type doigts de zinc qui jouent le rôle d'un activateur ou dépresseur de transcription du matériel génétique (**Berg et Shi. 1996**).

Le corps humain contient de 2 à 4 grammes de zinc, qui est un catalyseur pour les réactions enzymatiques (**Solis et al., 1999**).

II.2.1.4.Toxicité

Le zinc provoque des anémies lorsque de l'exposition à longues durées (**Leblanc et al., 2004**). Jusqu'à aujourd'hui, le pouvoir cancérigène du zinc n'est pas encore démontré (**Liu et al., 2008**).

II. 2.2. Cuivre (Cu)

Un métal rouge bleuâtre, de numéro atomique 29, il possède une excellence conductivité électrique et thermique. Il est parmi les métaux rares qui existent à l'état natif (**Hurlbut et kein, 1982**).

II.2.2.1.Origine

Les principales sources naturelles d'exposition sont constituées principalement par les feux de forêts, éruption volcanique, les décompositions végétales et le transport par le vent des poussières de sol (**ATSDR, 1990**). Les corrosions des tuyaux, l'industrie (métallurgie, traitement des surfaces) sont les principales sources anthropiques (**Gaujous, 1995**).

II.2.2.2. Usage

Le cuivre est parmi les métaux les plus utilisés pour ses caractéristiques physiques et sa conductibilité thermique et électrique. Il est utilisé dans la métallurgie, dans la fabrication des alliages ou de joaillerie (avec or et argent), dans la plomberie.

On le trouve aussi dans les fongicides agricoles, bactéricides et herbicides sous sa forme hydratée (**Casas, 2005**).

II.2.2.3. Rôle physiologique du cuivre

La nécessité du cuivre est récemment découverte pour les êtres vivants. Cet élément est un cofacteur essentiel pour la synthèse de plusieurs protéines qui entre dans les réactions d'oxydoréduction, il est le coenzyme de plusieurs métalloprotéines comme la tyrosine (**Favier, 1990**).

II.2.2.4. Toxicité

Dans le milieu marin la flore et la faune benthique et pélagique absorbent le cuivre rejeté. Il provoque aussi une altération des branchies chez les poissons et fait retarder leur ponte. Chez l'homme la maladie "Wilson" est causée par l'accumulation du cuivre dans le foie (**Haguenoer et Furon, 1981**).

Le complexe matière organique et le cuivre sous sa forme ionique est plus toxique, le cuivre précipite sous sa forme de carbonate (**Gaujous, 1995**).

II. 2.3. Fer (Fe)

Le Fer est un élément métallique blanc argenté. Il est mou, malléable et ductile, facilement magnétisable aux températures ordinaires, mais difficilement lorsqu'il est chauffé (**Benhamed, I, 2016**). Il est classé au quatrième rang des éléments de la croûte terrestre par ordre d'abondance, proche de l'Aluminium par ses propriétés (**Bendad et Boulakradecle., 2011**).

II. 2.3.1. Origine

Les sources de Fer sont soit naturelles ou anthropiques.

Sources naturelles : Des petites quantités de Fer sont présentes sous forme combinées dans les eaux naturelles, les plantes et le sang (**Nakib,2009**). La contamination des eaux résulte un dépôt des particules atmosphériques provenant de différentes sources et le lessivage produit par les eaux de pluie lorsqu'elles traversent les sols ou les roches contenant du Fer est également responsable de la contamination des eaux (**Hanani,2015**).

Sources anthropiques : Outre les phénomènes naturels, l'activité humaine, même si elle ne crée pas directement ce métal, elle participe à leur diffusion dans l'environnement, grâce aux effluents d'extractions minières, d'effluents industriels, domestiques et ruissellement orageux urbain, ainsi de lessivage provenant de décharges d'ordures ménagères et de résidus solides, et d'apports provenant des zones rurales et atmosphériques (**Boulkhelf,2012**).

II. 2.3.2. Rôle physiologique

C'est un oligo-élément indispensable à tous les êtres vivants qui interviennent dans les constitutions des molécules d'hémoglobine, des hématies et des myoglobines des muscles. Il joue un rôle important dans les processus d'oxydoréduction cellulaire, comme constituant des systèmes électro actifs dans les pigments respiratoires des vertébrés (**Benguedda-R.,2011**).

II. 2.3.3. Toxicité

La carence ou l'excès en Fer peut être potentiellement toxique pour les cellules. Un faible niveau de Fer chez l'homme cause l'anémie, l'un des problèmes de santé publique les plus répandus qui peut être imputable à des causes d'ordre nutritionnel, notamment la carence en Fer, à des troubles inflammatoires ou infectieux et à des pertes de sang (**Bendad et Boulakradecle.,2011**). Le taux élevé de Fer dans l'organisme provoque des risques accrus de maladies cardiovasculaires et de cancers. L'excès de Fer dans l'organisme s'appelle hémosidérose.

II.3. Eléments traces non essentiels.

II.3.1. Plomb (Pb)

Le plomb est un élément chimique, qui est rarement disponible à son état natif, le plomb est généralement associé au zinc dans les minerais, son numéro atomique 82 (**Chiffolleau et al., 2001**).

C'est un métal d'une couleur grise argentée, il possède vingt isotopes dans quatre sont naturels. La galène (composé de sulfure de plomb), la cérusite (composé de carbonate naturel de plomb) et l'anglésite (composé de sulfate naturel de plomb) sont les principaux minerais du plomb (**Garnier, 2005**).

II.3.1. 1.Origine

Le plomb est présent dans l'écorce terrestre (**Garnier, 2005**). Généralement on trouve le plomb dans le compartiment atmosphérique et résulte des industries de la métallurgie, de la combustion du carbone, de l'incinération des déchets et des gaz d'échappement des véhicules. On trouve le plomb dans le milieu marin généralement à cause des apports atmosphériques et le lessivage des zones urbanisées (**Gangneux-moreaux, 2006**).

II.3.1. 2.Usages

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

II.3.1. 3.Toxicité

Actuellement on voit que le plomb est parmi les polluants les plus importants parce qu'il est non dégradable. Pour les vertébrés homéothermes le plomb est catégorisé parmi les métaux les plus nocifs pour la santé (**Ramande, 2000**).

Chez l'humains, le plomb est toxique sous toute ses formes, il est responsable du saturnisme, c'est un poison cumulatif (**Casas, 2005**). On peut avoir des effets cardiovasculaires néfastes sur l'humain à cause d'une exposition chronique au plomb (**Nolasco, 2013**).

III. Présentation des modèles biologiques.

La recherche de résidu de métaux, effectuée dans cette étude, des individus appartenant aux espèces *Boops boops*, *Sardina pilchardus* et *Mullus surmuletus*. Ce sont des poissons très réponsus et largement consommés dans la région de Skikda.

III.1. *Boops boops*

III.1.1.Morphologie

Boops boops (Linne, 1758) présente selon (**Fisher et al., 1987**) les caractères suivants :

- Un corps allongé subcylindrique ;
- La coloration du dos est verdâtre, avec des flancs à reflets argentés ou dorés marqués de 3 à 5 lignes dorés ;
- Une petite tête qui porte deux gros yeux, une petite tache brune à l'aisselle des pectorales ;
- Une ligne latérale foncée, et des nageoires claires ;
- Les dents sont toutes des incisives.

Sa taille moyenne est entre 15 à 20 cm et peut atteindre 36 cm de longueur (**Boutiba et al., 2003**) (figure1).



Figure 1 : *Boops boops* (photo original 2022).

III.1.2. Position systématique

La position systématique de ce groupe de poisson est définie à partir de différents travaux particulièrement ceux de (**Dieuzeide *et al.*, 1955**) et (**Fisher *et al.*, 1987**):

Embranchement : Vertébrés

Sous –embranchement : Gnathostomes

Super classe : Ostéichthynes

Classe : Actinoptérygiens

Sous classe : Néoptérygiens

Infra classe : Téléostéens

Super ordre : Acanthoptérygiens

Ordre : Perciforme

Sous ordre : Percoides

Famille : Sparidés

Genre : *Boops* (Cuvier ,1814)

Espèce : *Boops* (Linne, 1758)

Cette espèce est connue sous plusieurs noms vernaculaires (**Fischer *et al.*, 1987**) :

En France: Bogue, En Angleterre : Bogue, En Espagne : Boga, En Italie : Boga, Bogha,

En Tunisie: Bouga, Au Maroc : Hamrouda et En Algérie: Bouga (**Dieuzeide et Novella, 1959**).

III.1.3. Distribution géographique

La bogue vive au dessus du plateau continental, surtout dans les fonds (sable, vase, roches et herbiers), c'est une espèce démersale et épipélagique (**Fisher *et al.*, 1987**). D'après (**Thierry et**

Louisy, 1990), la répartition verticale se varie entre 150 à 350 m selon les saisons, elle regagne les fonds vaseux pendant l'été et profonds en hiver (**Weinberg, 1995**). La bogue du sud du Maroc entreprend une migration saisonnière des fond sableux au printemps vers les fonds rocheux en été et en hiver, se phénomène est signalé par (**Lamrani, 1988**).

La bogue est très rependue en Méditerranée, le long des cotes Africaines du Cap-Vert jusqu'à l'Angola (**Pivnicka et Cerny, 1993**). Également, on la trouve dans l'Atlantique oriental dans la Scandinavie, Angleterre et l'Ecosse dans l'Atlantique occidental. Elle est présente sur les côtes des Caraïbes et le golfe de Mexico (**Fisher et al., 1987**).

III.1.4.Croissance

La manifestation de cette espèce dans les prises, ne commence qu'à partir du mois de mars. De mai à novembre, la croissance est plutôt rapide avec un taux d'accroissement mensuel de 15 mm environ. A partir du mois de décembre, un arrêt net de la croissance est enregistré. Cet arrêt est accompagné d'une chute de poids et ne prend fin qu'au mois de février. En mars, les individus atteignent une longueur d'environ 130mm et sont âgés de 12mois. Pendant la deuxième année et surtout les 6 premiers mois la courbe de croissance est sensiblement identique. Après 03 ans ce poisson mesurant théoriquement 200 mm environ, disparaît complètement de la pêche (**Aoudjit, 2001**).

III.1.5.Reproduction

Boops boops (**Linne, 1758**) se caractérise par un hermaphrodisme, elle change de sexe pendant sa vie, la bogue est femelle au début de sa vie adulte puis mâle, c'est le phénomène de photogénie. En Méditerranée, la bogue atteint sa maturité au bout d'une année (**Fisher et al.1987**).

Généralement, la ponte de cette espèce s'étend sur trois mois de février à avril. La période de ponte diffère d'une région à l'autre à cause de certains facteurs climatique comme la salinité et la température. Une simple augmentation de la température d'éclanche la ponte (**Aoudjit, 2001**).

III.1.6. Comportement alimentaire

La bogue est principalement carnassière, omnivore et très vorace. Elle se nourrit d'algues, d'éponges, de petits crustacés... et aussi de plancton, les jeunes sont carnivores (**Fisher et al., 1987; Djabali et al., 1993**).

III.1.7. Technique de pêche

En méditerranée, La bogue peut être pêchée par Sennes de plage et coulissantes, Filets Lamparos et filets maillants de fond et pélagiques, Chaluts de fond et pélagiques, Palangres de fond et dérivantes, piège et lignes à main.

Entre 0 et 40 mètres de profondeur, la senne de plage est le meilleur moyen pour la capture des jeunes poissons, à partir du mois de mai ils commencent à apparaître dans les prises. En avançant dans la saison d'été, leur nombre croît progressivement. L'automne est la saison la plus favorable à leur pêche par la senne de plage. La bogue migre vers le large au début du printemps (**Derbal et Kara, 2007**).

III.2. *Sardinella pilchardus*

III.2.1. Morphologie

Les individus de l'espèce *Sardina pilchardus* sont caractérisés par :

- Leur forme allongée et fusiforme, de section ovalaire, comprimé latéralement ;
- Ils présentent un museau pointu et une bouche terminale ;
- Ils montrent des flancs argentés et un ventre relativement clair et brillant ;
- Leurs dos est vert émeraude, parfois bleu turquoise, présentant des irisations ainsi que des taches sombres, le long de la ligne latérale, qui ne sont pas toujours visibles sous l'eau ;
- La sardine possède un opercule strié bien caractéristique ;
- Des scutelles, écailles à pointe proéminente ;
- Les nageoires pectorales sont basses, les nageoires pelviennes implantées en arrière de l'origine de l'unique nageoire dorsale.

On note l'absence de nageoire adipeuse, les deux derniers rayons de sa nageoire anale sont plus longs que les autres (**Chappuis et al., 2014**).

Selon (**Grime et al., 2004**), la taille commune, de cette espèce, varie entre 15 et 20 cm, mais peuvent atteindre une taille maximale de 25 cm (figure 2).



Figure 2 : *Sardinella pilchardus* (photo original 2022).

III.2.2. Position systématique

Le genre *Sardina* ne comprend qu'une espèce, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792).

Embranchement : Vertébrés

Sous-embranchement: Gnathostomes

Super-classe: Poissons

Classe : Ostéichthyens

Sous-classe: Actinoptérygiens

Super-ordre : Téléostéens

Ordre : Clupéiformes

Sous-ordre : Clupéoidés

Famille : Clupéidés

Genre : *Sardina*

Espèce : *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792)

III.2.3. Distribution géographique

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

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

III.2.4.Croissance

La sardine a une croissance rapide, notamment dans sa phase juvénile, il existe des différences en fonction de la période, la zone de ponte et du sexe (**Forest, 2001**). L'intensité de la croissance peut être rapide au printemps et ralentie ou même interrompue au cours de l'hiver (**Lee, 1961**).

III.2.5.Reproduction

La sardine se reproduit sur le plateau continental, essentiellement dans les eaux côtières, plus riches en nourriture et plus chaudes (**Chappuis et al., 2014**). La période de la reproduction est entre septembre et juin en Méditerranée (**Fischer et al., 1987**), le un pic de ponte entre octobre et mars (**Almulsi, 2011**).

La Ponte de la sardine est fortement corrélée aux facteurs environnementaux, comme la température et l'hydrodynamisme (**Olivar et al., 2001**).

La femelle peut pondre jusqu'à 60 000 œufs pélagiques, mesurant environ 1,5 mm, dans la mer ou près des côtes, elle pond, de juin à août, tout au sud de la mer du Nord, en avril dans la Manche, de février à avril au Portugal, et de septembre à mai dans la Méditerranée. Les œufs éclosent au bout de 2 à 4 jours, les larves mesurant 4 mm de longueur (**Muus et al., 1998**).

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

III.2.6.Comportement alimentaire

La sardine est un poisson planctophage, elle se nourrit principalement de zooplancton et plus particulièrement de larves de crustacés, les copépodes, les cladocères et les phytoplanctons (**Palomera et al., 2007**).

Le mode d'alimentation de la sardine est par filtration, elle se déplace avec la bouche ouverte (**Chappuis et al., 2014**).

III.2.7.Technique de pêche

Les poissons pélagiques constituent la plus grande part des captures marines mondiales. En méditerranée, les petits pélagiques (sardines, anchois, maquereaux, sparts et sardinelles) totalisent presque 50 % des débarquements totaux annuels de pêche (**Lleonart et Maynou, 2003**). Parmi eux,

l'anchois (*Engraulis encrasiclus*) et la sardine (*Sardina pilchardus*) sont les espèces les plus importantes en termes d'intérêt commercial et de biomasse (FAO, 2005).

Les deux principaux métiers qui exploitent la sardine sont les senneurs et chaluts pélagiques. Dans les côtes algériennes, la pêche est effectuée à environ 60 m de profondeur (Bedairia et Djebbar, 2009).

III.3. *Mullus surmuletus*

III.3.1. Morphologie

Le genre *Mullus* figure parmi les poissons grégaires pélagiques (Ficher *et al.*, 1987). Il se caractérise par :

- Une tête haute et courte ;
- La bouche n'atteignant pas le niveau de bord antérieur de l'œil ;
- Sous l'orbite, on trouve deux grandes écailles sub-orbitaires ;
- *Mullus surmuletus* se distingue du *Mullus barbatus* par sa couleur, le dos et les flancs sont rougeâtres à rouge écarlate ;
- Des bandes jaunes horizontales caractérisent la région inférieure des flancs ;
- Le corps allongé peu comprimé latéralement peut atteindre une longueur de 40 cm, mais la plus commune est entre 10-25 cm ;
- Les nageoires dorsales au nombre de deux sont bien séparées ; la première avec le plus souvent 8 rayons épineux, la seconde est ornée de marbrures rouges, bleues et jaunes caractéristiques de grandes écailles facilement détachables (Djabali *et al.*, 1993) (figure 3).



Figure 3 : *Mullus surmuletus* (photo original 2022).

III.3.2. Position systématique

Le genre *Mullus* comporte six espèces (Fisher *et al.*, 1987) parmi eux le *Mullus surmuletus* .

Embranchement : Chordata

Sous – embranchement : Vertebrata

Super classe : Osteichthyes

Classe : Actinopterygii

Sous- classe : Néoptérygiens Téléostéens

Super ordre : Acanthopterygii

Ordre : Perciformes

Sous – ordre : Percoidei

Famille : Mullidae

Genre : Mullus

Espèce : *Mullus surmuletus* (Linne.1758)

On lui attribue plusieurs noms communs selon les régions :

Algérie : rouget de roche.

Tunisie: mlan, mellou, trilia (arabe).

France: Rouget de roche, Rouget-barbet, Barbarin (Boulogne-sur-mer), Rougé d'aougo (marseille); strégliá de roco (nice); rouget barbet, barbarin (cotes de l'océan). Monaco: rujé ou tréia.

III.3.3. Distribution géographique

Le rouget barbet de roche est rencontré le long des côtes européennes depuis le sud de la Norvège (**Wheeler, 1978**) et le Nord de l'Ecosse (**Gordon, 1981**), mais également dans la partie Nord de l'Afrique de l'Ouest, dans le bassin méditerranéen et en mer Noire (**Quéro et Vayne, 1997**).

III.3.4. Croissance

La croissance est rapide durant les 2 premières années et relativement similaire entre les deux sexes. Dès l'âge de 3 ans, la différence de croissance s'accroît jusqu'à 5 ans où elle se stabilise avec en moyenne des femelles qui mesurent 6 cm de plus que les mâles (**N'Da et al., 2005**). En Atlantique Nord-Est, (**N'Da, 1992**) a calculé la taille maximale de 37,6 cm pour les femelles et de 32,0 cm pour les mâles.

En Méditerranée, (**Machias et al., 1998**) ont estimé la longueur maximale 35,4 cm sans avoir distingué les mâles des femelles.

III.3.5. La reproduction

Une femelle pondrait entre 10 000 et 44 000 œufs. L'incubation se déroulerait normalement dans des eaux de 9°C à 18°C et l'éclosion interviendrait vers 8 jours à 9°C et vers 3 jours à 18°C à 19°C, 4 jours après l'éclosion, la larve mesurant entre 2 et 8 mm, pélagique comme l'œuf, présente une coloration bleue sur le dos et grise sur le ventre (**N'Da et Deniel, 1993**).

Le passage de la vie pélagique à la vie benthique s'accompagne d'une transformation pigmentaire avec une perte de cette coloration bleue pour prendre la coloration de l'adulte et les deux barbillons apparaissent (**N'Da, 1992 ; Quéro et Vayne, 1997**).

III.3.6. Comportement alimentaire

Mullus surmuletus est un poisson carnivore, euryphage se nourrit de crustacés, amphipodes, de polychètes et de mollusques bivalves (**Layachi, 2007**). Les alevins de 30 à 40 mm consomment des proies de petites tailles comme les copépodes et larves de bivalves. A partir de la taille de 10 cm la composition alimentaire se constitue de proies plus volumineuses. La nourriture du rouget de vase entre 10 à 19 cm est composée principalement de polychètes représentent 62 % des proies ingérées, et 52 % du poids de ces proies (**Labropoulou et Eleftheriou, 1997**).

III.3.7. Technique de pêche

(Desbrosses, 1935) décrit les techniques utilisées pour la pêche des rougets-barbets sont: filet droit maillant, trémail, senne ou ligne et accessoirement carrelet et nasse. Il précise que l'essentiel des captures est constaté au coucher du soleil lorsque l'animal se rapproche des côtes et à l'aube lorsqu'il regagne le large. la pêche est essentiellement effectuée à l'aide de filets côtiers mais aussi de chaluts

En Algérie, la pêche du rouget de vase est réalisée principalement par les petits métiers et les chaluts (DPRH, 2014).

La taille minimale marchande en Algérie, d'après la loi N°01-11 du 03 juillet 2001 relative à la pêche et l'aquaculture est de 15 cm pour le rouget de vase et 11 cm pour le rouget de roche.

CHAPITRE II. MATERIELS ET METHODES

I -Présentation de la région d'étude.

1-1 Situation géographique de la Wilaya Skikda.

La wilaya de Skikda est située dans le nord-est de l'Algérie, elle est limitée au nord par la mer Méditerranée, à l'est par la wilaya de Annaba, à l'ouest par Jijel, au sud par Constantine et Guelma, et par Mila au Sud-ouest, entre les altitudes $36^{\circ}5N$ et $36^{\circ}15N$ et les longitudes $7^{\circ}15E$ et $7^{\circ}30E$, avec une superficie totale de 4137,68 km² et une frange littorale de 142 Km de long, qui représente 12% du littoral algérien(figure 4).

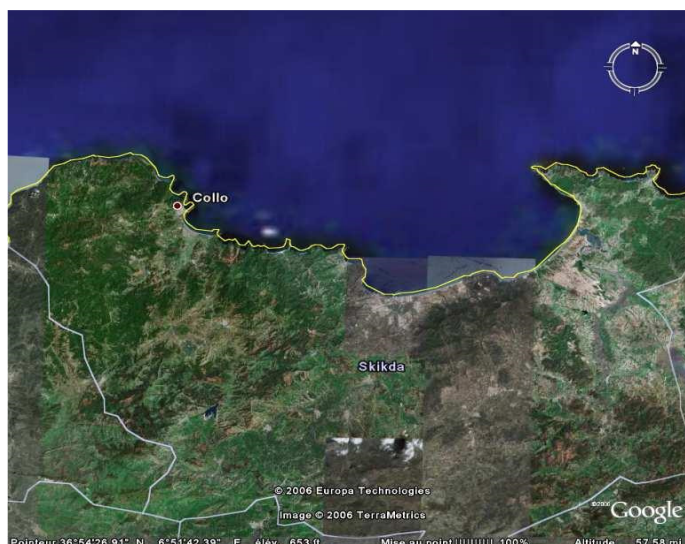


Figure 4: Image satellite de la wilaya de Skikda.

I.1.1. Climatologie générale.

La zone d'étude se situe à l'intérieur de l'influence climatique méditerranéenne, caractérisée par une alternance de saisons estivales sèches et chaudes, et des saisons hivernales froides et pluvieuses (Tableau 1).

Tableau 1 : Variables climatiques de la région de Skikda pendant la période 2005-2015.

T: température moyenne (°C). TM: moyenne des températures maximales (°C). Tm: moyenne des températures minimales (°C). H: l'humidité moyenne (%). PP: moyenne des précipitations mensuelles (mm). V: vitesse moyenne du vent (km/ h). Source: station météorologique de Stora de 2005-2015.

Mois	T moyennes	T moyennes minimales	T moyennes maximales	Précipitation (mm)	Humidité mensuelle moyenne (%)	Vitesse mensuelle du vent (m/s)
Janvier	13.13	5.25	21.91	109.84	71.09	3.7
Février	12.81	4.36	22.28	111.39	69.72	3.86
Mars	14.01	5.65	27.05	97.79	71.09	3.6
Avril	16.96	8.31	29.7	50.42	71.45	3.2
Mai	19.59	11.84	33.71	35.68	71.27	3.19
Juin	22.73	14.7	35.64	10.03	69.9	3.19
Juillet	25.8	18.84	37.7	1.9	69.18	3.19
Août	26.37	19.5	36	09.11	70.45	3.17
Septembre	23.91	16.5	36.57	60.87	69.9	3.19
Octobre	21.56	13.1	34.13	79.78	67.72	3.31
Novembre	17.1	9.34	28.4	96.32	68.27	3.5
Décembre	13.74	5.95	24.17	129.37	71.09	3.7

I.1.1.1. Les précipitations.

C'est un facteur climatique essentiel conditionnant l'écoulement saisonnier et par conséquent le régime de cours d'eau (Bedouh, 2014). Les mois les plus pluvieux sont de décembre à mars alors que les mois les plus secs sont juillet et aout (station météorologique de Stora, 2005-2015).

I.1.3.2. La température.

Généralement les températures jouent un rôle écologique et physiologique très important. (Duchauffour, 1983), a considéré que la température est le deuxième facteur important sur le climat.

Les températures dans la région sont régulières tant en hiver qu'en été, et cela par l'effet régulateur de la mer méditerranée. On constate qu'en hiver les températures moyennes restent douces et chutent généralement au-dessous de 10°C. En été, sous l'action rafraichissante de la mer, la température moyenne ne dépasse pas les 30°C (**Boughrara, 2015**). Les mois les plus froids sont janvier et février, alors que juillet et août sont les plus chauds.

I.1.2. Courantologie générale.

I.1.2.1. La circulation de l'eau superficielle.

La circulation générale le long de la côte algérienne est dominée par la circulation de l'eau d'origine atlantique. C'est une branche du grand tourbillon anticyclonique de la partie orientale de la mer d'Alboran, qui quitte la côte espagnole aux environs d'Almería pour rejoindre la côte algérienne à l'est d'Arzew vers 0° sous forme d'une veine structurée et il prend la dénomination de courant algérien (**Arnone et al ., 1990**).

I.2. Situation géographique des sites d'études.

I.2.1. Skikda

Skikda est située au nord de la wilaya de Skikda, sur le littoral maritime. Elle est bordée au nord par la mer Méditerranée et est attenante aux communes de Filfila (à l'est), d'El Hadaiek et Hamadi Krouma (au sud) et de Aïn Zouit (à l'ouest et au sud-ouest)

I.2.2. Collo

Collo est située à 70 km à l'ouest de Skikda, à 100 km au nord de Constantine et à 500 km à l'est d'Alger.

La ville de Collo est située au fond d'une baie qui porte son nom .Le littoral de la commune s'étend sur 31km de l'embouchure de l'oued Jimly et se prolonge des deux cotés en lignes sinueuses qui descendent du djebel chéraia jusqu'au Kef Hachmi, près du village de Chéraia (figure5).

Les sites d'échantillonnage



Figure 5 : Les sites d'échantillonnage (Google Earth, 2018).

II. Echantillonnage

II. 2. 1. Choix du matériel biologique.

Les espèces étudiées la sardine *Sardinella pilchardus*, la bogues *Boops* et le rouget de roche *Mullus surmuletus* ont été choisies en raison de leur valeur nutritionnelle, et de leur considération comme aliment très consommable pour de nombreuses populations. Nous nous sommes intéressés dans ce travail au filet (partie consommée par l'homme).

II.2. 2. Choix des métaux à analyser.

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

II.2. 3. Récolte des échantillons.

Notre échantillonnage pour les deux sites d'étude a été composé de vingtaines individus de chaque espèce prélevés au port de Skikda et Collo pendant le mois de Mai, c'est une récolte fraîche du jour même, le matériel biologique prélevé est mis dans des sachets en plastiques et placés dans une glacière en évitant toute contamination métallique jusqu'à leur traitement au laboratoire.

III. Protocole au niveau de laboratoire.

Le matériel utilisé lors de nos expériences au laboratoire est :

- Boîtes de dissection , des boîtes de Pétri , une balance , une étuve , de la verrerie (tubes, bécher, entonnoir,.....) , du papier aluminium , papier filtre, mortier , four à moufle et un spectromètre d'absorption atomique à flamme.

III.1. Traitement des matériaux avant usage.

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

- Avant toute manipulation du matériel biologique, tous les instruments doivent être trempés dans l'acide nitrique 0,1Normalité (solution d' HNO_3 0,1N), puis rincés à l'eau distillée ;
- Les échantillons ont été disséqués à l'aide d'instruments inoxydables ;
- Une fois chaque échantillon préparé, les instruments ont été systématiquement lavés.

III. 2 .Mensurations.

Une fois nos échantillons arrivés au laboratoire, ils vont subir d'abord, une mensuration. Nous avons travaillé sur 24 individus des deux sites. Nous avons procédé aux mensurations suivantes : à savoir, le poids total qui correspond au poids du poisson à l'aide d'une balance, et la longueur totale qui est mesurée aux deux extrémités du poisson (figure 6).

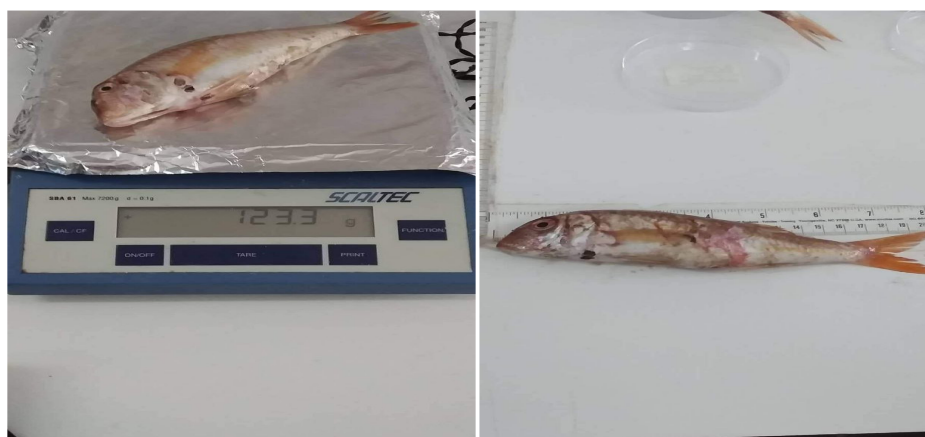


Figure 6 : Mensuration et pesée des échantillons (photo originale2022).

III.3. Dissection.

Après avoir accompli toutes les mensurations, Tous les individus, concernés par cette étude, ont été disséqués dans le but de prélever la chaire. La dissection est réalisée, à l'œil nu, à l'aide d'une pince et de ciseau (Figure 7).



Figure 7: Dissection des poissons (photo originale 2022).

III.4. Minéralisation des échantillons.

III.4.1. Principe de minéralisation.

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

III.4.2. Protocole expérimental de la minéralisation des échantillons.

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

Le but de la minéralisation :

- D'ioniser les métaux ;
- D'éliminer l'action perturbatrice du substrat protéique ;
- D'assurer la concentration des métaux.

Le protocole de minéralisation est le suivant :

III.4.2.1. Séchage à l'étuve.

Cette étape consiste à sécher les échantillons de la chaire. Ces derniers sont étalés sur le papier d'aluminium et séchés à l'étuve (Figure 8) sous une température de 95°C pendant 18 heures. Le but de cette étape est d'éliminer toute l'eau afin d'obtenir une matière sèche facilement conservable.



Figure 8 : Séchage des échantillons à l'étuve (photo originale 2022).

III.4.2.2. Réduction en cendres.

Une fois le séchage terminé :

- Placer les échantillons (1 g du poids sec pour chaque échantillon) humectés avec de l'acide nitrique dans un four à moufle pendant 1 heure et 50 minutes à 350°C.
- Ensuite, broyer finement les échantillons à l'aide d'un mortier en agate.

III.4.2.3. Filtration et mise en solution.

Après le refroidissement des échantillons dans la température de laboratoire, les cendres obtenues sont filtrées à l'aide d'un papier filtre. Le filtrat obtenu est ajusté à 25 ml par l'acide nitrique à 1% et conservé au frais dans des tubes en verre étiquetés (figure 9) jusqu'à l'analyse par la spectrophotométrie d'absorption atomique à flamme.

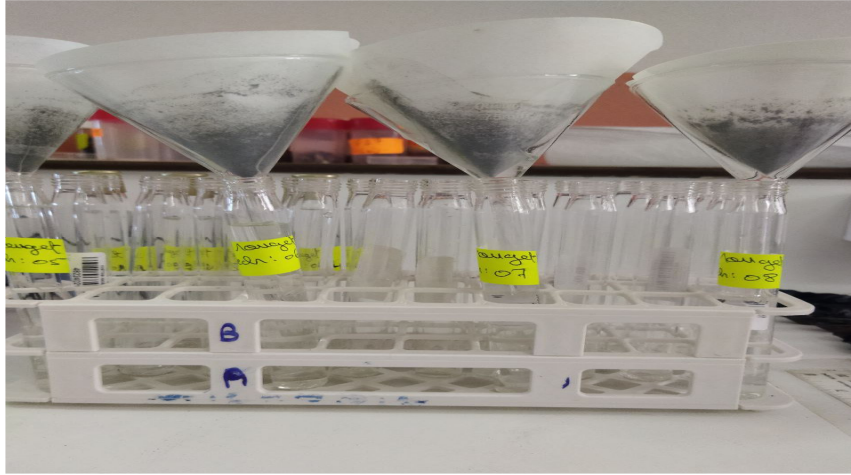


Figure 9: Filtration des échantillons (photo originale2022).

III. 5. Analyse par spectrophotométrie d'absorption atomique.

Le dosage des métaux étudiés (Pb, Cu, Fe et Zn) est réalisé par la spectrophotométrie d'absorption atomique à flamme (SAAAF) au niveau du laboratoire central de l'ONA (office national d'assainissement) d'Alger.

III. 5. 1 Définition.

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

III .5. 2. Principe.

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

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

III.5. Analyses statistiques:

Pour tous les paramètres nous avons calculé les moyennes et l'écart-type, et donner le maximum et le minimum. Les statistiques et les graphiques ont été réalisés sous Excel.

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

I-Résultats

Le but de cette étude est d'évaluer les doses des quatre métaux lourds, au niveau des muscles chez des individus *Boops boops*, *Sardinna pilchardus* et *Mullus surmuletus* appartenant à deux sites d'échantillonnages. Les tableaux 2 et 3 présentent les données biométriques et les concentrations des métaux traces des poissons de baie de Skikda et Collo. Le poids corporel et la longueur des poissons ont été mesurés avant la dissection (tableau 2).

Tableau 2 :Données biométriques (moyenne \pm S.D. et gamme) des poissons de la baie de Skikda et Collo

Site	espèce	n	Poids(g)	Taille(cm)
Skikda	<i>Boops boops</i>	10	93,54 \pm 6,12 (100 ,5 – 81,8)	20,35 \pm 0,67 (21 - 20)
	<i>Sardinna pilchardus</i>	10	24,08 \pm 4,6 (29,6- 14,4)	4,60 \pm 1 (15 – 11.9)
	<i>Mullus surmuletus</i>	10	89,6 \pm 16,19 (123,3- 68,5)	18,65 \pm 0,77 (19,6 – 17,8)
Collo	<i>Boops boops</i>	10	107,82 \pm 18,26 (135,5- 85,4)	21,61 \pm 1,22 (23,5-20,5)
	<i>Sardinna pilchardus</i>	10	23,04 \pm 4,06 (28,4- 14,7)	13,19 \pm 1,13 (15-11)
	<i>Mullus surmuletus</i>	10	84,01 \pm 40,73 (190- 47,6)	17,90 \pm 1,82 (22-16)

Concentrations de quatre éléments dans le muscle de poissons de la baie de Skikda et Collo sont illustrés dans (Tableau 3)

Tableau 3 : Concentrations (gamme et moyenne \pm S.D. sur mg/kg de poids sec(P.S)) des métaux traces dans les muscles des poissons de la baie de Skikda et Collo.

site	espèce	n	Zn	Cu	Fr	Pb
Skikda	<i>Boops boops</i>	4	15,38 \pm 0,52 (16,14-14,98)	4,64 \pm 0,35 (5,04-4,19)	55,33 \pm 0,54 (56,04-54,84)	0,2 \pm 0,05 (0,27-0,15)
	<i>Sardinlla pilchardus</i>	4	12,01 \pm 0,80 (12,87-10,94)	1,88 \pm 0,24 (2,13-1,60)	45,21 \pm 0,91 (46,18-44,12)	0,87 \pm 0,10 (0,97-0,74)
	<i>Mullus surmuletus</i>	4	18,98 \pm 0,31 (19,24-18,57)	2,21 \pm 0,14 (2,37-2,04)	54,52 \pm 0,66 (55,12-53,61)	0,75 \pm 0,05 (0,79-0,69)
Collo	<i>Boops boops</i>	4	14,62 \pm 0,40 (15,07-14,21)	4,15 \pm 0,19 (4,31-3,87)	51,08 \pm 0,57 (51,63-50,27)	0,17 \pm 0,04 (0,22-0,12)
	<i>Sardinlla pilchardus</i>	4	11,48 \pm 0,52 (12,24-11,09)	1,57 \pm 0,36 (1,92-1,14)	41,69 \pm 1,21 (43,01-40,57)	0,59 \pm 0,20 (0,82-0,34)
	<i>Mullus surmuletus</i>	4	16,05 \pm 0,55 (16,54-15,27)	1,67 \pm 0,07 (1,74-1,59)	46,53 \pm 0,58 (47,11-45,83)	0,54 \pm 0,06 (0,60-0,47)

Les figures 10 et 11 présentent les concentrations moyennes de zinc, de cuivre, de Fer et de Plomb chez les espèces de poissons *Boops boops*, *Sardillna pilchardus* et *Mullus surmuletus* dans la baie de Skikda et de Collo.

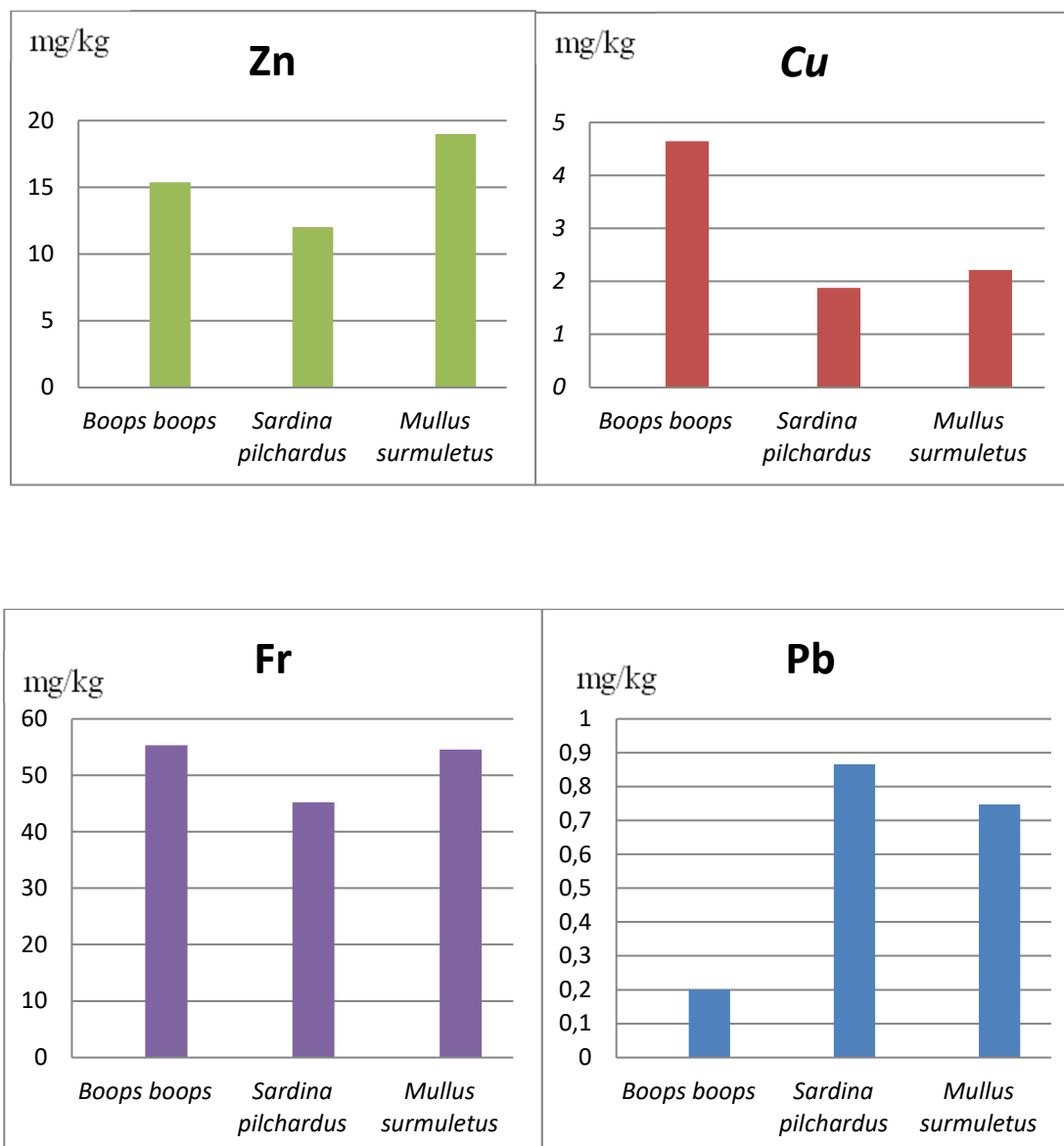


Figure 10 :Concentrations moyennes de zinc, de cuivre, de Fer et de Plomb chez les espèces de poissons dans la baie de Skikda.

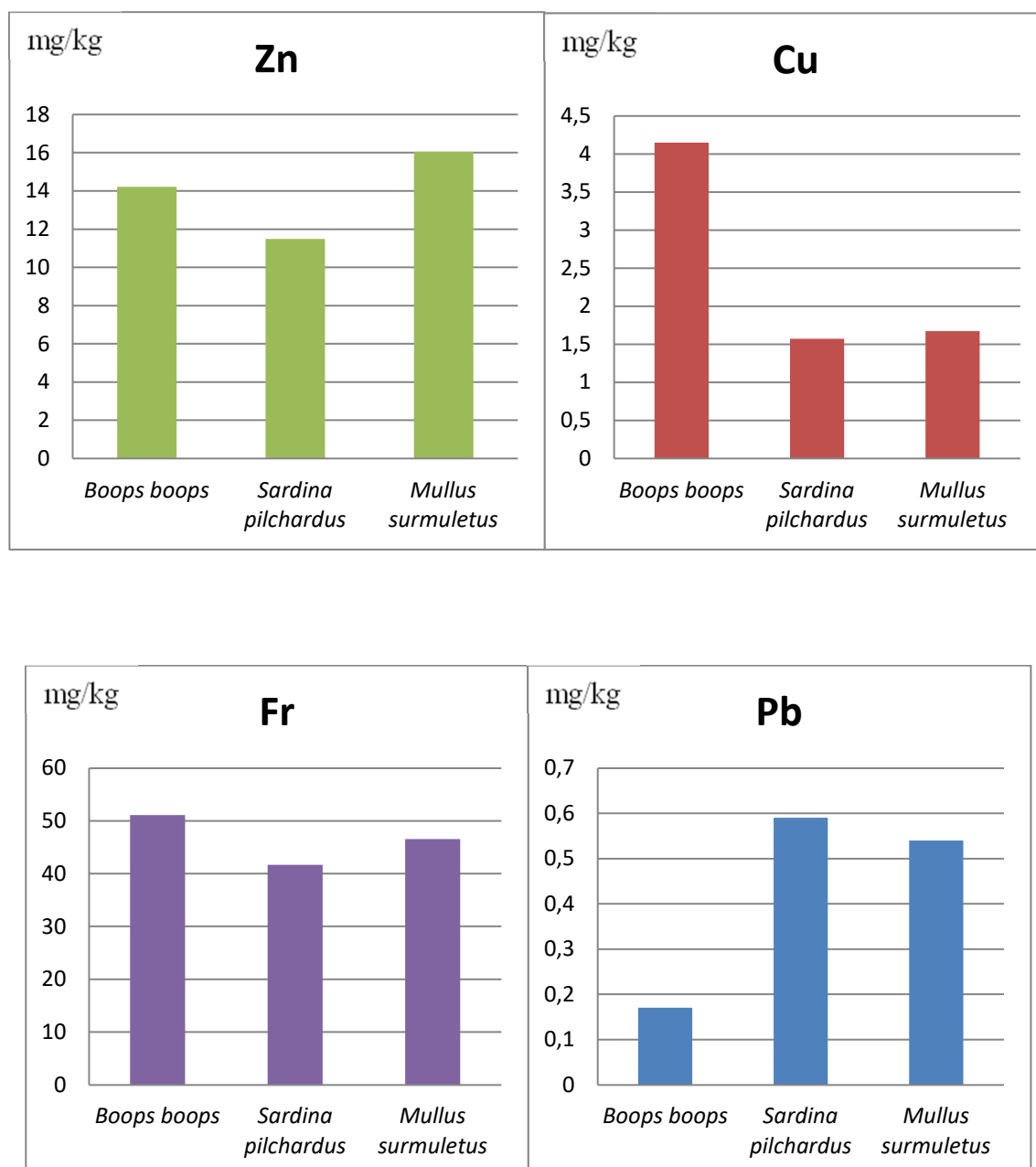


Figure 11 :Concentrations moyennes de zinc, de cuivre, de Fer et de Plomb chez les espèces de poissons dans la baie de Collo.

I.1. Variations des concentrations pour chaque métal

I.1.1. Zinc

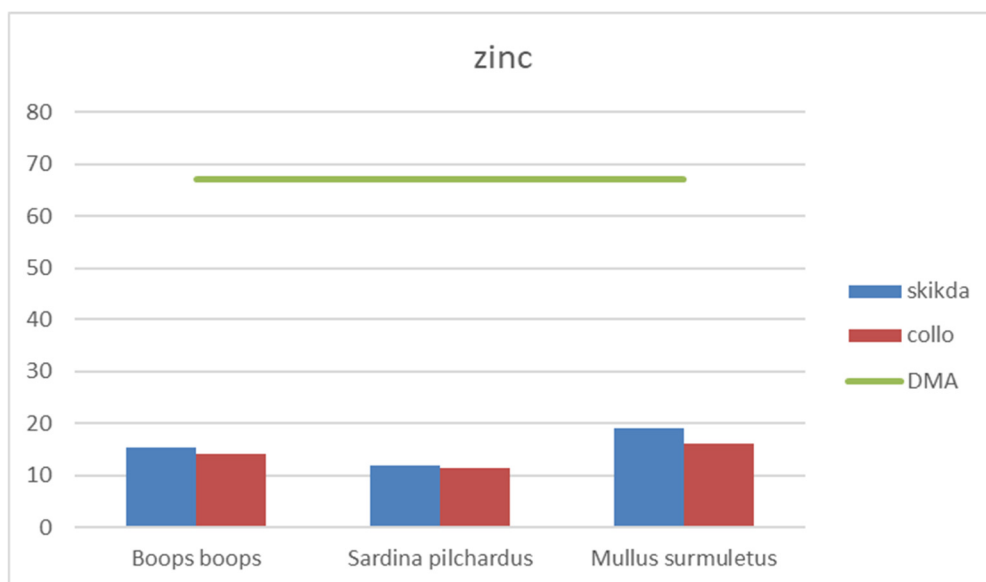


Figure 12: Variations des concentrations moyennes du zinc chez les trois espèces dans les stations de Skikda et Collo exprimées en mg/kg

Station 1 : Skikda

Les valeurs moyennes de zinc chez les espèces de poissons variaient de 12,01 à 18,98 mg/kg. La teneur maximale en cuivre a été observée à *Mullus surmuletus* et la teneur minimale en zinc chez *Sardinilla pilchardus*.

Station 2 : Collo

Les valeurs moyennes de zinc chez les espèces de poissons variaient de 11,48 à 16,05mg/kg. La teneur maximale en cuivre a été observée à *Mullus surmuletus* et la teneur minimale en zinc chez *Sardinilla pilchardus*.

Par rapport à la norme, les concentrations de ce métal Zn ne dépassent pas la dose maximale admissible de 67.1 mg/kg dans les deux stations selon (AIEA ,2003).

I.1.2. Cuivre

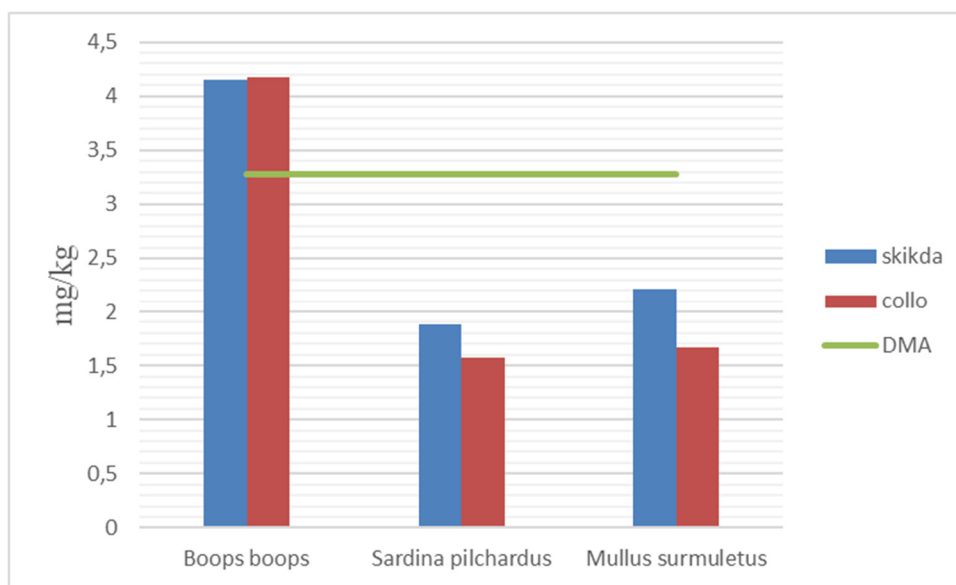


Figure 13 : Variations des concentrations moyennes du cuivre chez les trois espèces dans les stations de Skikda et Collo exprimées en mg/kg

Les valeurs moyennes de cuivre chez les espèces de poissons variaient de 1,57 à 4,17mg/kg. La teneur maximale en cuivre a été observée à *Boops boops* et la teneur minimale en cuivre chez *Sardinilla pilchardus*.

Station 2 : Collo

Les valeurs moyennes de cuivre chez les espèces de poissons variaient de 1,57 à 4,15mg/kg. La teneur maximale en cuivre a été observée à *Boops boops* et la teneur minimale en cuivre chez *Sardinilla pilchardus*.

Par rapport à la norme, les concentrations de ce métal Cu ne dépassent pas la dose maximale admissible (DMA) de 3,28 mg/kg dans la station de Skikda chez ; les concentrations de ce métal dépassent la DMA chez *Boops boops* dans la station de Collo selon (A.I.E.A ,2003).

I.1.3. Fer

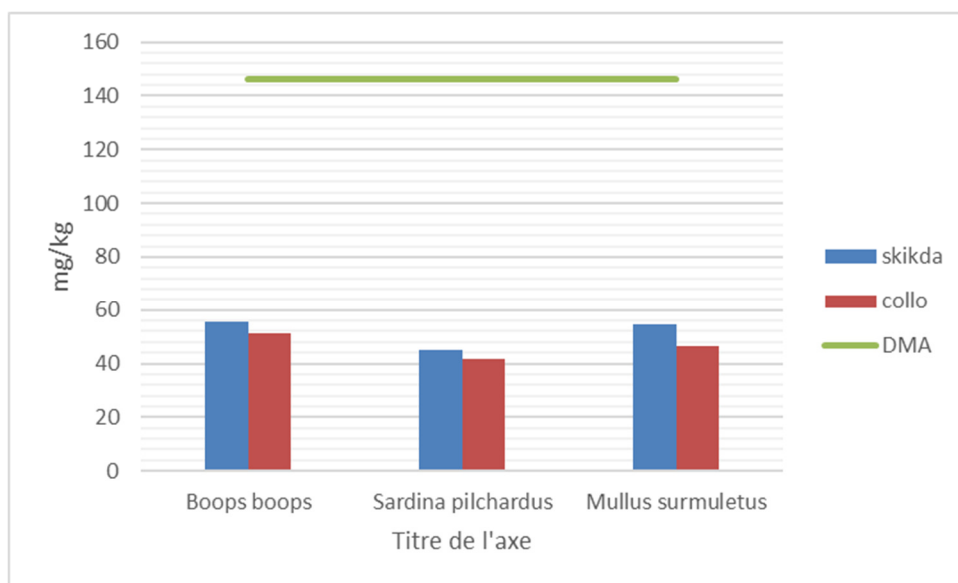


Figure 14 :Variations des concentrations moyennes du fer chez les trois espèces dans les stations de Skikda et Collo exprimées en mg/kg

Station 1 : Skikda

Les valeurs moyennes de fer chez les espèces de poissons variaient de 45,21 à 55,33mg/kg. La teneur maximale en fer a été observée à *Boops boops* et la teneur minimale en fer chez *Sardinilla pilchardus*.

Station 2 : Collo

Les valeurs moyennes de fer chez les espèces de poissons variaient de 41,69 à 51,08mg/kg. La teneur maximale en fer a été observée à *Boops boops* et la teneur minimale en fer chez *Sardinilla pilchardus*.

Par rapport à la norme, les concentrations de ce métal Fe ne dépassent pas la DMA de 146 mg/kg dans les deux stations selon (AIEA , 2003).

I.1.4. Plomb

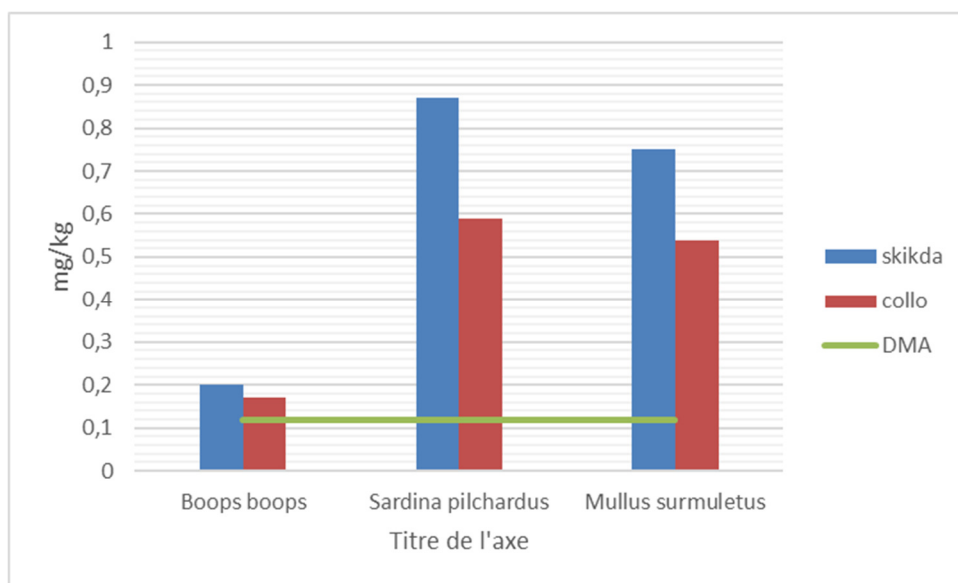


Figure 15 : Variations des concentrations moyennes du plomb chez les trois espèces dans les stations de Skikda et Collo exprimées en mg/kg

Station 1 : Skikda

Les valeurs moyennes de plomb chez les espèces de poissons variaient de 0,2 à 0,87mg/kg. La teneur maximale en plomb a été observée à *Sardinilla pilchardus* et la teneur minimale en plomb chez *Boops boops* (figure 15).

Station 2 : Collo

Les valeurs moyennes de plomb chez les espèces de poissons variaient de 0,17 à 0,59mg/kg. La teneur maximale en plomb a été observée à *Sardinilla pilchardus* et la teneur minimale en plomb chez *Boops boops*.

Par rapport à la norme, les concentrations de ce métal Pb dépassent la DMA de 0,12 mg/kg dans les deux stations selon (AIEA, 2003).

I.2. Variations métalliques pour chaque station

Station I : Skikda

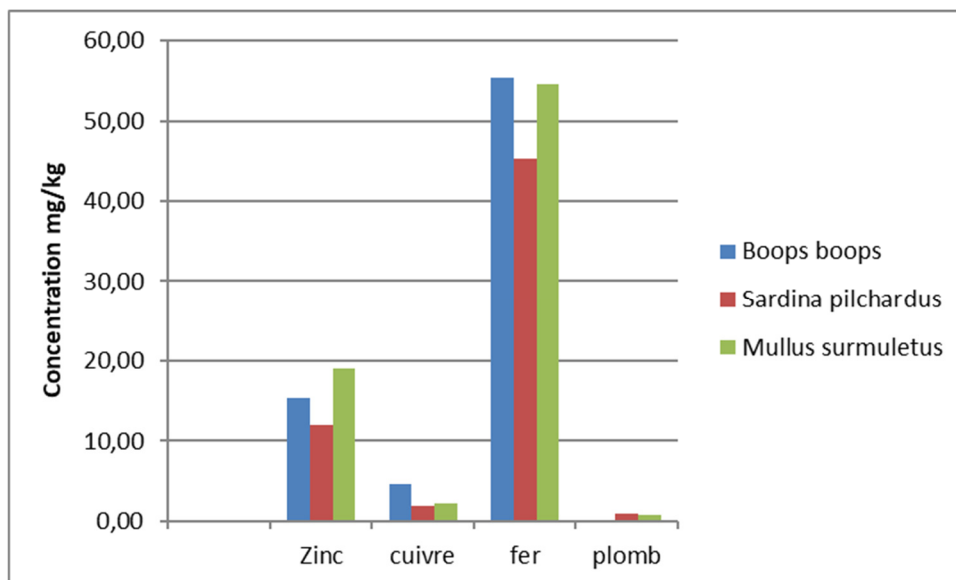


Figure 16: Teneurs métalliques moyennes des métaux lourds chez les 3 espèces dans la station I (Skikda).

Station II: Collo

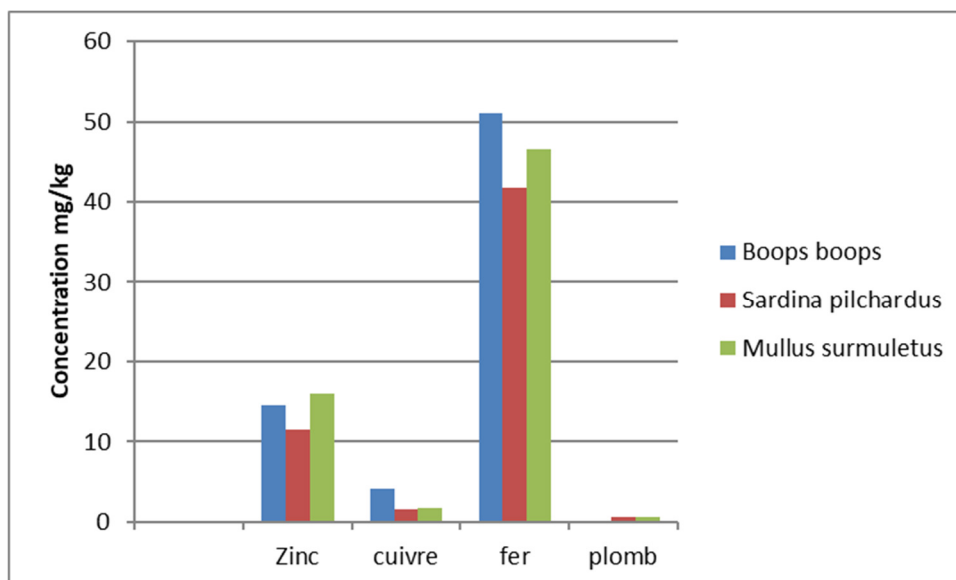


Figure17 : Teneurs métalliques moyennes des métaux lourds chez les 3 espèces dans la station II (Collo).

Cas du Zinc :

Il y a une différence entre l'accumulation du Zn par les trois espèces dans les deux stations, *Mullus surmuletus* est l'espèce qui accumule plus par rapport aux autres. Dans la station I, la concentration est de l'ordre de $(18,98 \pm 0,31)$ mg/kg et celle de la station II est de l'ordre de $(16,05 \pm 0,55)$ mg/kg.

Les deux valeurs sont en dessous de la norme fixée par (IAEA, 2003) qui est de l'ordre de $(67,1)$ mg/kg.

Cas du Cuivre:

Il existe une différence entre l'accumulation du Cu pour les trois espèces dans les deux stations, l'espèce *Boops boops* accumule plus sur deux stations. Dans la station I la concentration est de l'ordre de $(4,64 \pm 0,35)$ mg/kg et celle de la station II est de l'ordre de $(4,15 \pm 0,19)$ mg/kg.

Les deux concentrations sont en dessous de la norme fixée par (IAEA, 2003) qui est de l'ordre de $(3,28)$ mg/kg.

Cas du Fer:

On note une différence de l'accumulation du Fe entre les espèces des deux stations. Le *Boops boops* est le plus accumulateur dans la station I par une concentration de l'ordre de $(55,33 \pm 0,54)$ mg/kg et même dans la station II avec $(51,08 \pm 0,57)$ mg/kg.

Les deux teneurs sont en dessous de la norme fixée par (IAEA, 2003) qui est de l'ordre de (146) mg/kg.

Cas du Plomb:

Il y a une petite différence entre l'accumulation du Pb par les trois espèces dans les deux stations. L'espèce de *Sardinelle plichardus* accumule plus avec $(0,87 \pm 0,1)$ mg/kg dans la station I et $(0,59 \pm 0,2)$ mg/kg dans la station II.

Les deux valeurs sont au-dessous de la norme fixée par (IAEA, 2003) qui est de l'ordre de $(0,12)$ mg/kg.

Le gradient d'accumulation du (Zn, Cu, Fe, Pb) dans les deux stations chez:

Le gradient d'accumulation du (Zn, Cu, Fe, Pb) dans les deux stations chez les trois espèces :

Boops boops :

Zinc : station I < station II

Cuivre : station I > station II

Fer : station I > station II

Plomb : station I > station II

Sardinelle plichardus :

Zinc : station I > station II

Cuivre : station I > station II

Fer : station I > station II

Plomb : station I > station II

Mullus surmuletus :

Zinc : station I > station II

Cuivre : station I > station II

Fer : station I > station II

Plomb : station I > station II

I.3. Variations métalliques pour chaque espèce

I.3.1. *Boops boops*

I.3.1.1. Zinc

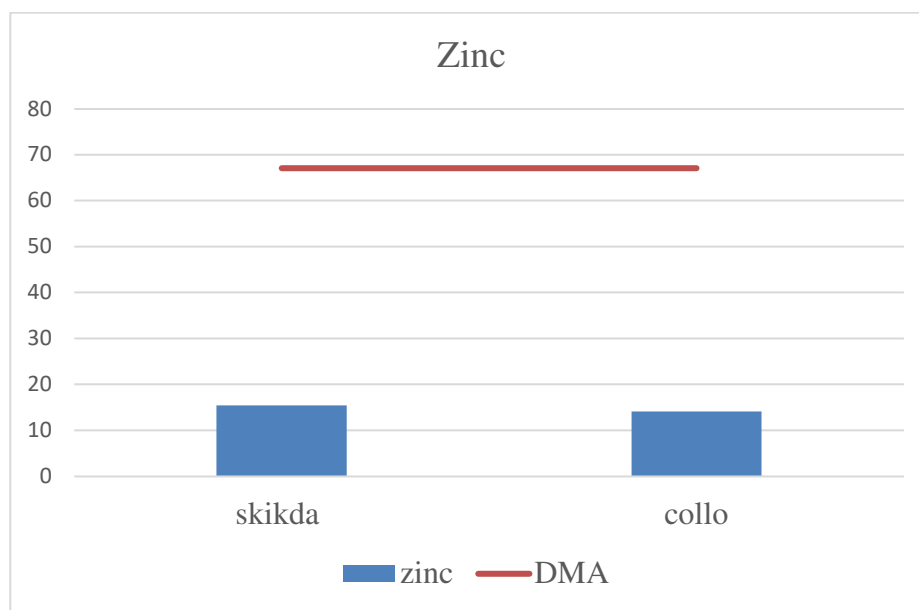


Figure 18: Teneurs métalliques moyenne du Zinc exprimées (mg/kg P.S) chez *Boops boops* dans les stations de Skikda et Collo.

Nous notons une valeur plus élevée (15,38 mg/kg) chez *Boops boops* dans la station de Skikda par rapport à Collo (14.12 mg/kg). Les concentrations de Zn chez *Boops boops* sont en dessous de la norme qui est 67.1 mg/kg selon (AIEA ,2003) (figure18).

I.3.1.2. Cuivre

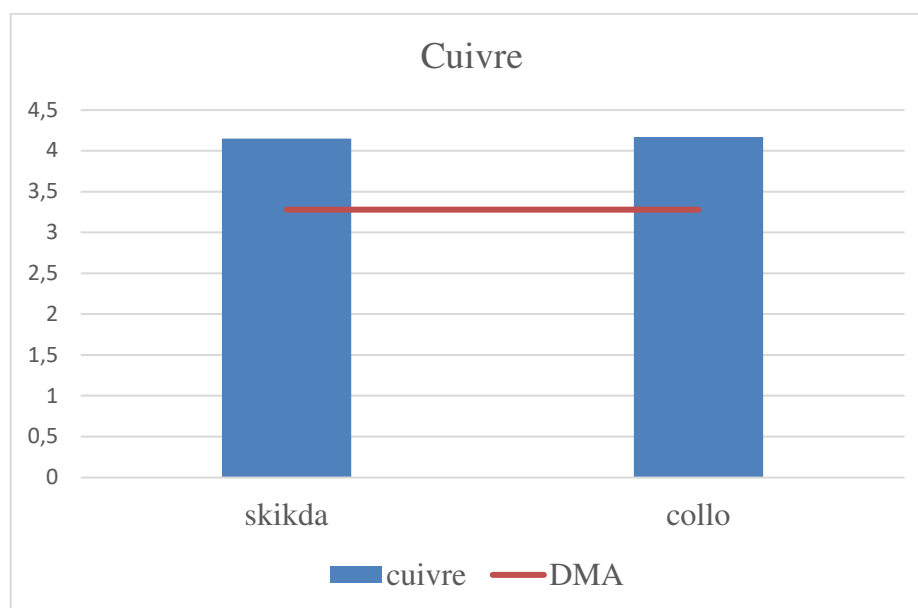


Figure 19 : Teneurs métalliques moyenne du Cuivre exprimées (mg/kg p.s) chez *Boops boops* dans les stations de Skikda et Collo.

Nous notons une valeur plus élevée (4,17 mg/kg) chez *Boops boops* dans la station de Collo par rapport à Skikda. Les concentrations de Cu chez *Boops boops* dans les deux stations sont supérieures de la norme qui est 3,28 mg/kg (AIEA, 2003) (figure19).

I.3.1.3. Fer

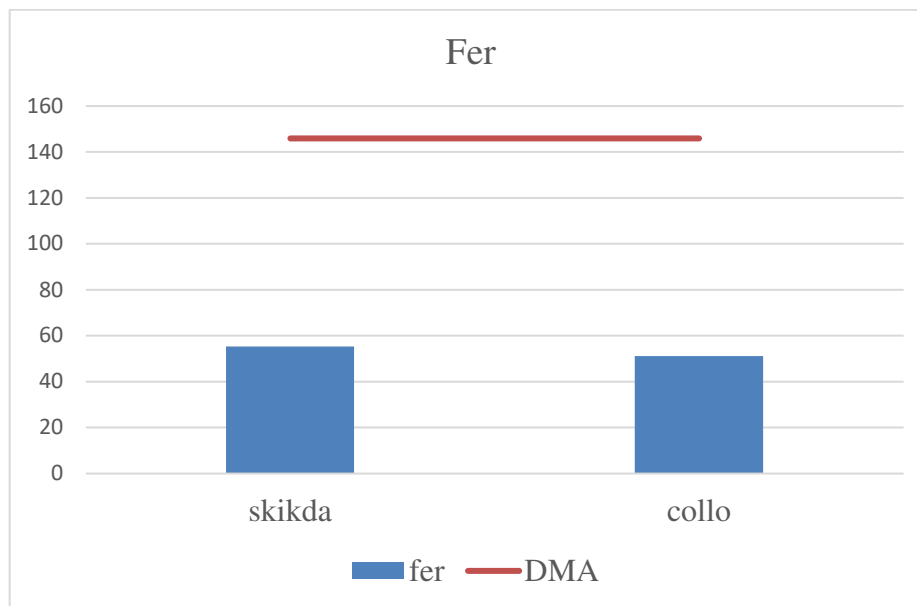


Figure 20 : Teneurs métalliques moyenne du Fer exprimées (mg/kg P.S) chez *Boops boops* dans les stations de Skikda et Collo.

Nous notons une valeur plus élevée (0,2 mg/kg) chez *Boops boops* dans la station de Skikda et une valeur (0,17 mg/kg) dans la station de Collo. Les concentrations Pb chez *Boops boops* dans les deux stations sont supérieures de la norme qui est 0,12 mg/kg (AIEA, 2003) (figure20).

I.3.1.4. Plomb

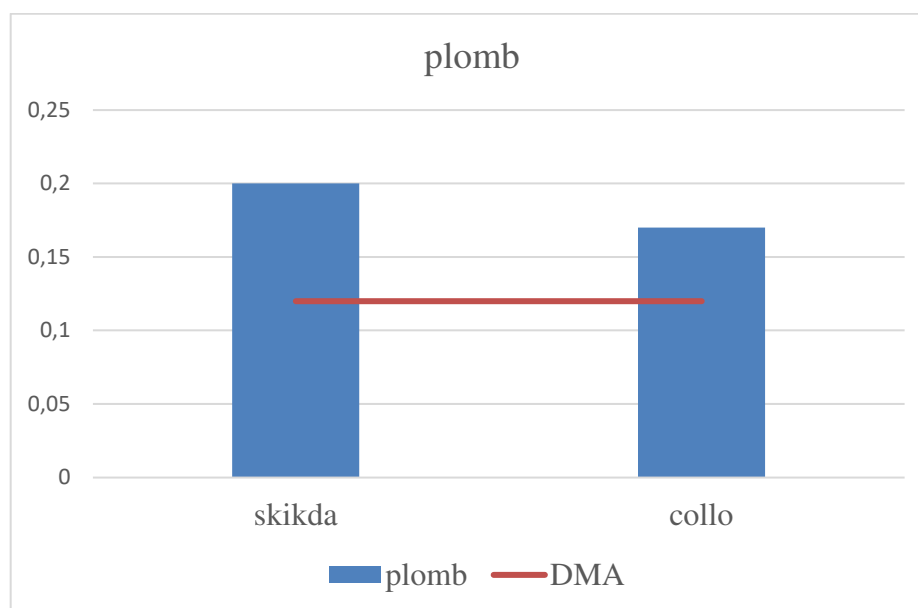


Figure 21: Teneurs métalliques moyenne du Plomb exprimées (mg/kg P.S) chez *Boops boops* dans les stations de Skikda et Collo.

Nous notons une valeur plus élevée (0,2 mg/kg) chez *Boops boops* dans la station de Skikda et une valeur (0,17 mg/kg) dans la station de Collo. Les concentrations Pb chez *Boops boops* dans les deux stations sont supérieures de la norme qui est 0,12 mg/kg (AIEA, 2003) (figure21).

I.3.2. *Sardinella pilchardus*

I.3.2.1. Zinc

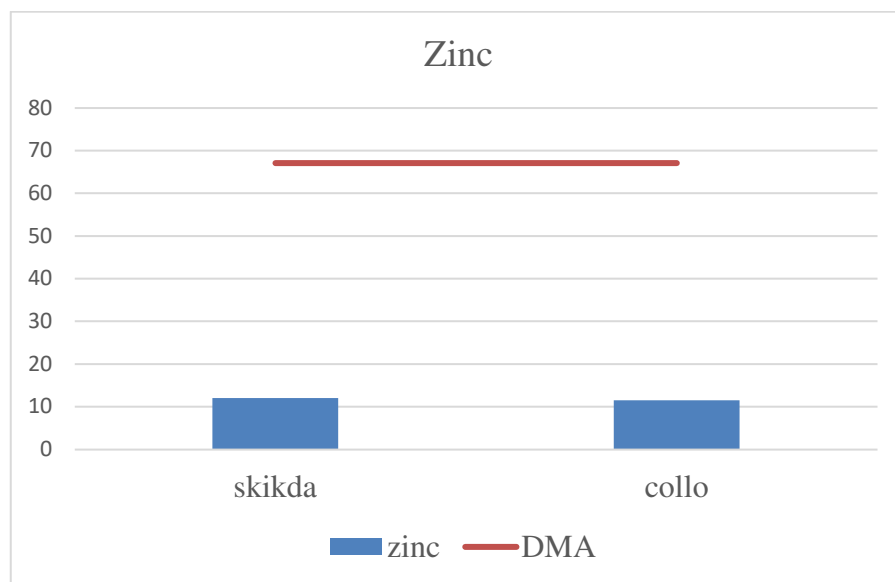


Figure22 :Teneurs métalliques moyenne du Zinc exprimées (mg/kg p.s) chez *Sardinella pilchardus* dans les stations de Skikda et Collo.

Nous notons une valeur plus élevée (12,01 mg/kg) chez *Sardinella pilchardus* dans la station de Skikda et une valeur (11,48 mg/kg) dans la station de Collo. Les concentrations du Zn chez *Sardinella pilchardus* dans les deux stations sont en dessous de la norme qui est 67,1 mg/kg (AIEA, 2003) (figure22).

I.3.2.1. Cuivre

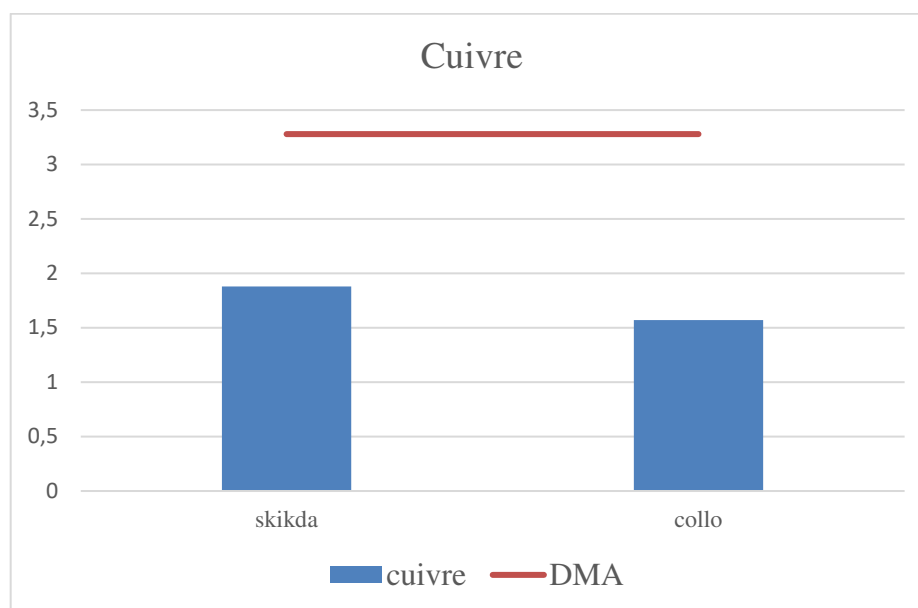


Figure 23: Teneurs métalliques moyenne du Cuivre exprimées (mg/kg P.S) chez *Sardinella pilchardus* dans les stations de Skikda et Collo.

Nous notons une valeur plus élevée (1,88 mg/kg) chez *Sardinella pilchardus* dans la station de Skikda et une valeur (1,37 mg/kg) dans la station de Collo. Les concentrations du Cu chez *Sardinella pilchardus* dans les deux stations sont en dessous de la norme qui est 3.28 mg/kg (A.I.E.A ,2003) (figure23).

I.3.2.1. Fer

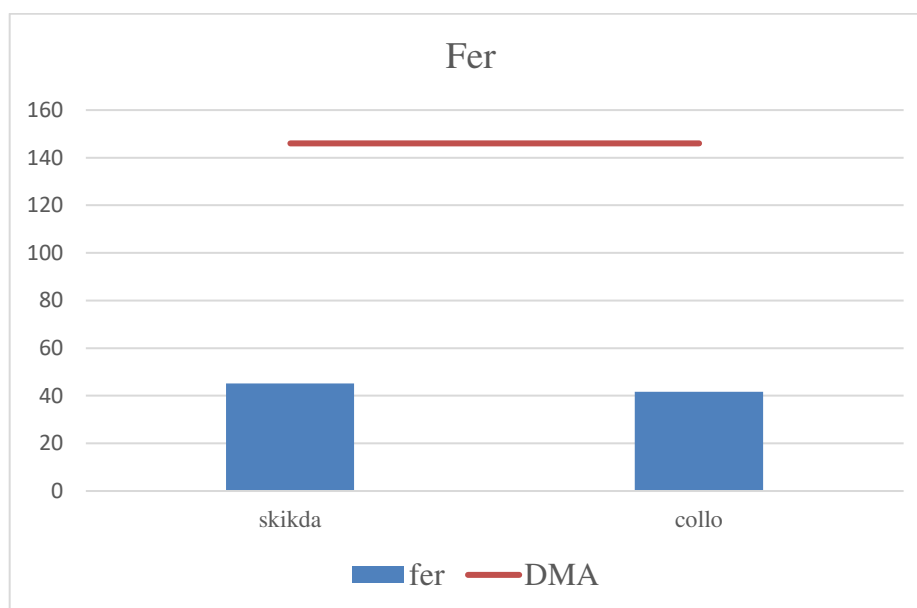


Figure24 :Teneurs métalliques moyenne du Fer exprimées (mg/kg P.S) chez *Sardinella pilchardus* dans les stations de Skikda et Collo.

Nous notons une valeur plus élevée (45,21 mg/kg) chez *Sardinella pilchardus* dans la station de Skikda et une valeur (41,69 mg/kg) dans la station de Collo. Les concentrations du Fe chez *Sardinella pilchardus* dans les deux stations sont en dessous de la norme qui est 146 mg/kg (AIEA, 2003) (figure24).

I.3.2.1. Plomb

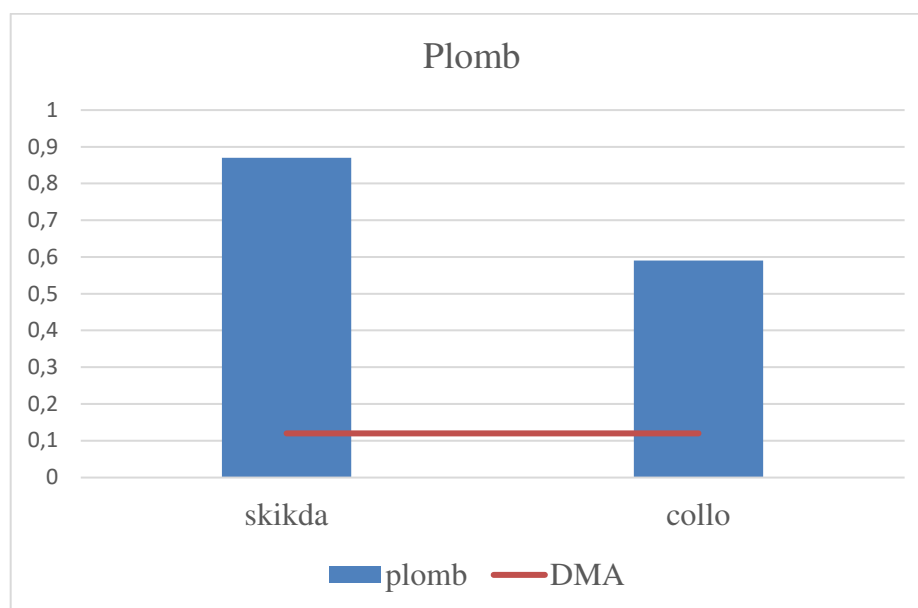


Figure25 :Teneurs métalliques moyenne du Plomb exprimées (mg/kg P.S) chez *Sardinella pilchardus* dans les stations de Skikda et Collo.

Nous notons une valeur plus élevée (0,2 mg/kg) chez *Sardinella pilchardus* dans la station de Skikda et une valeur (0,17 mg/kg) dans la station de Collo. Les concentrations du Pb chez *Sardinella pilchardus* dans les deux stations sont supérieures de la norme qui est 0,12 mg/kg (A.I.E.A ,2003) (figure25).

I.3.3. *Mullus surmuletus*

I.3.3.1. Zinc

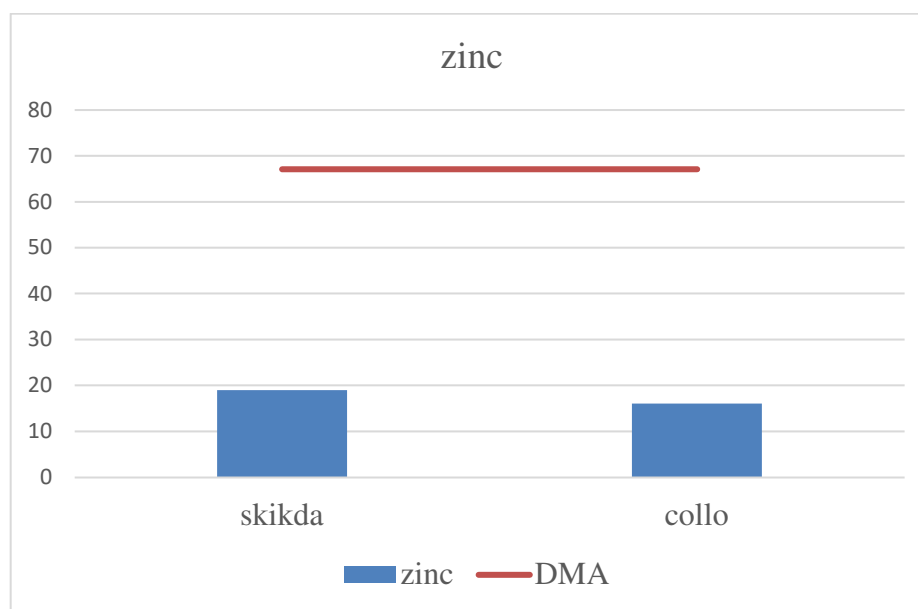


Figure26 :Teneurs métalliques moyenne du Zinc exprimées (mg/kg P.S) chez *Mullus surmuletus* dans les stations de Skikda et Collo.

Nous notons une valeur plus élevée (18,98 mg/kg) chez *Mullus surmuletus* dans la station de Skikda et une valeur (16,05 mg/kg) dans la station de Collo. Les concentrations du Zn chez *Mullus surmuletus* dans les deux stations sont en dessous de la norme qui est 67,1 mg/kg selon (AIEA, 2003) (figure26).

I.3.3.1. Cuivre

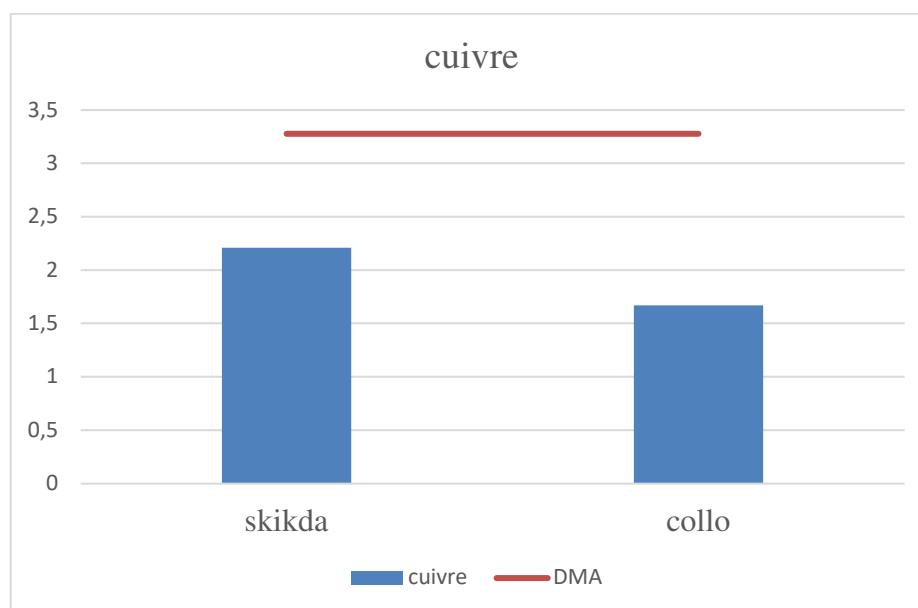


Figure27 :Teneurs métalliques moyenne du Cuivre exprimées (mg/kg P.S) chez *Mullus surmuletus* dans les stations de Skikda et Collo.

Nous notons une valeur plus élevée (2,21 mg/kg) chez *Mullus surmuletus* dans la station de Skikda et une valeur (1,67 mg/kg) dans la station de Collo. Les concentrations du Cu chez *Mullus surmuletus* dans les deux stations sont en dessous de la norme qui est 3,28 mg/kg (AIEA, 2003) (figure27).

I.3.3.1. Fer

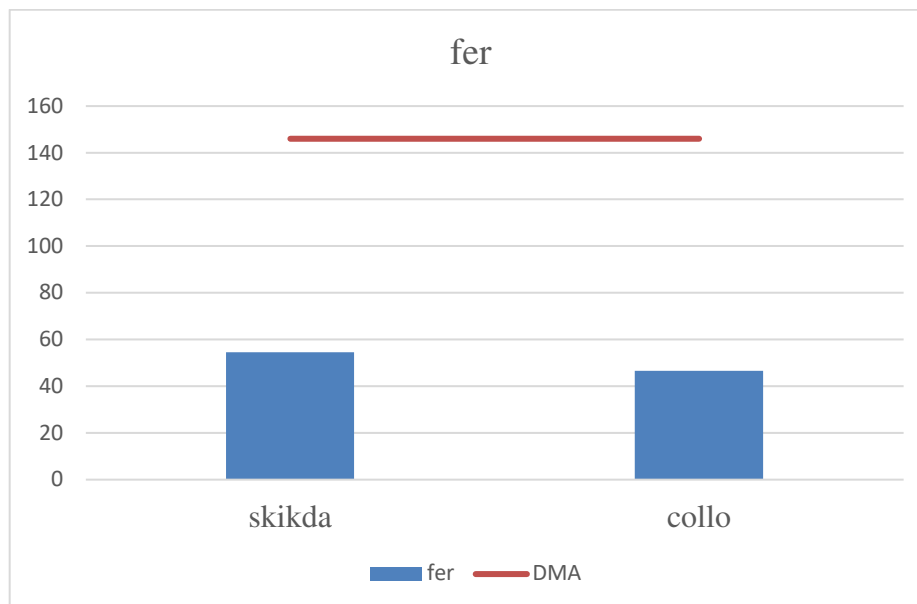


Figure28 :Teneurs métalliques moyenne du Fer exprimées (mg/kg P.S) chez *Mullus surmuletus* dans les stations de Skikda et Collo.

Nous notons une valeur plus élevée (54,52 mg/kg) chez *Mullus surmuletus* dans la station de Skikda et présente une valeur (46,53 mg/kg) dans la station de Collo. Les concentrations du Fe chez *Mullus surmuletus* dans les deux stations sont en dessous de la norme qui est 146 mg/kg (AIEA, 2003) (figure28).

I.3.3.1.Plomb

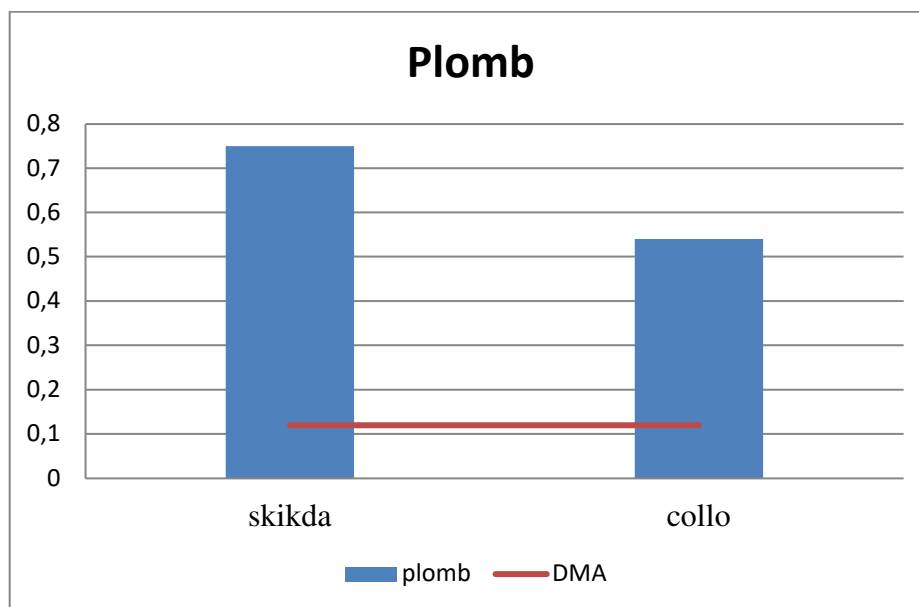


Figure29 :Teneurs métalliques moyenne du Plomb exprimées (mg/kg P.S) chez *Mullus surmuletus* dans les stations de Skikda et Collo.

Nous notons une valeur plus élevée (0,75 mg/kg) chez *Mullus surmuletus* dans la station de Skikda et une valeur (0,54 mg/kg) dans la station de Collo. Les concentrations du Pb chez *Mullus surmuletus* dans les deux stations sont supérieures de la norme qui est 0,12 mg/kg (AIEA, 2003) (figure29).

II. Discussion

Les résultats obtenus dans notre étude montrent que les métaux lourds (Zn, Cu, Fe et Pb) recherchés sont présents au niveau du muscle de *Boops boops*, *Sardinella pilchardus* et *Mullus surmuletus* prélevées dans le golfe de Skikda et Collo.

La bioaccumulation des métaux analysés paraît différente chez les trois espèces de poissons étudiées dans les deux stations.

L'ordre général de la bioaccumulation des métaux analysés dans le filet des poissons dans les deux stations est comme suit: Fe > Zn > Cu > Pb.

Le fer, le cuivre et le zinc sont des oligo-éléments indispensables aux organismes aquatiques, car ils interviennent dans le métabolisme ou dans des fonctions physiologiques précises. Le plomb n'a pas de rôle physiologique connu et extrêmement toxique même à des concentrations infimes. La toxicité des métaux, en général, dépend évidemment des concentrations et de la forme physico-chimique de ces éléments.

Il est possible que ces métaux soit présent dans le milieu à l'état de trace, mais que le facteur de concentration de fer et de cuivre soit particulièrement élevé chez *Boops boops* dans les deux stations ; Le facteur de concentration de zinc soit particulièrement élevé chez *Mullus surmuletus* dans les deux stations; le facteur de concentration de plomb soit particulièrement élevé chez *Sardinella pilchardus* dans les deux stations. *Boops boops* pourrait donc être utilisée comme espèce indicatrice de la présence de fer et de cuivre, *Mullus surmuletus* comme indicateur de la présence de zinc et *Sardinella pilchardus* comme indicatrice de la présence de plomb.

En comparant les résultats obtenus des deux stations étudiées on constate que les concentrations du Pb sont plus élevées dans la région de Skikda par rapport à la région de Collo. Le gradient des concentrations pour les quatre métaux dans les deux stations se présente comme suit:

- [Fe] *Boops boops* > [Fe] *Mullus surmuletus* > [Fe] *Sardinella pilchardus*.
- [Cu] *Boops boops* > [Cu] *Mullus surmuletus* > [Cu] *Sardinella pilchardus*.
- [Zn] *Mullus surmuletus* > [Zn] *Boops boops* > [Zn] *Sardinella pilchardus*.
- [Pb] *Sardinella pilchardus* > [Pb] *Mullus surmuletus* > [Pb] *Boops boops*.

L'AIEA en 2003 a proposé des doses maximales admissibles des concentrations en métaux lourds dans le poisson. Les D.M.A sont exprimées en mg/kg du poids sec. Ces valeurs sont de 0,12; 3,28 ; 67,1 mg/kg et 146 mg/kg pour le Pb, le Cu, le Zn et le Fe respectivement.

Les teneurs en Zn, Cu, Fe dans les muscles des trois espèces analysées dans les deux stations ne dépassent pas les normes recommandées par L'AIEA, 2003. La teneur en Pb est supérieure à la norme recommandée par L'AIEA, 2003. Bien que le muscle c'est la partie principale du poisson consommé par l'homme.

Le Tableau 4 présente les teneurs moyennes en métaux lourds (Zn, Cu, Fe, Pb) au niveau du muscle(en mg/kg), obtenus par certains auteurs chez les espèces étudiées.

Tableau 4: Comparaison des concentrations moyennes relevées chez les espèces étudiées (mg/kg-P.S) avec les données bibliographiques.

site	espèce	Métaux lourds				Référence
		Zn	Cu	Fr	Pb	
Baie d'Oran	<i>Boops</i>	13,5	-	-	0,4	Aoudjit, 2000
Méditerranée Turquie	<i>Sardinella plichardus</i>	34,58	4,17	-	5,57	Canli et Atli , 2002
Ghazouat	<i>Sardinella plichardus</i>	0,25	0,02	-	0,07	Sahbaoui, 2015
Beni-Saf	<i>Sardinella plichardus</i>	1,91	0,78	-	0,09	Berrayah, 2004
Golfe d'Arze	<i>Mullus surmuletus</i>	13,25	-	-	1,32	Bengeueda,1993
Golfe d'Arze	<i>Mullus surmuletus</i>	33,4	-	-	1,32	Boutiba <i>et al.</i> , 1996
Baie d'Oran	<i>Mullus surmuletus</i>	21,23	-	-	0,23	Borsali, 2007

D'après le Tableau 04 qui présente une comparaison de nos résultats aux concentrations moyenne en métaux lourds chez les poissons d'autres régions, nous constatons que :

Pour l'espèce *Boops boops*, les concentrations de Zn évalués par notre étude sont plus élevées à celles de (**Aoudjit ,2000**), sauf pour le cas du Pb notre concentration sont plus faible de ce dernier.

Pour l'espèce *Sardinella pilchardus*, les concentrations des éléments métalliques Zn, Cu et Pb évalués par notre étude sont plus élevées à celles de (**Berrayah, 2004 ; Sahbaoui, 2015**) et très faible à celle de (**Canli et al., 2002**).

Pour l'espèce *Mullus surmuletus*, les concentrations de Zn évalués par notre étude sont plus élevées à celles de (**Bengeueda, 1993**) et très faible à celles de (**Boutiba *et al.*,1996; Borsali, 2007**).

Les concentrations de Pb évalués par notre étude sont plus élevées à celles de **(Borsali, 2007)** et très faible à celles de **(Bengueda, 1993; Boutiba *et al.*, 1996)**.

Ces résultats révèlent des différences en fonction de plusieurs paramètres. Il est prouvé que l'accumulation des métaux lourds dans les organes des poissons dépend de divers facteurs tels que le niveau de polluants dans l'eau, l'alimentation, la taille, le sexe, le comportement et les habitudes alimentaires, le cycle de reproduction,...etc **(Al-Yousuf et al., 2000)**.

CONCLUSION

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

Cette étude s'est inscrite dans la compréhension des niveaux d'accumulation des métaux trace au niveau de poisson. Dans ce travail nous nous sommes consacrées à évaluer le degré de contamination de quels poissons du large de la baies Skikda et Collo par les métaux lourds. Notre étude est basée sur les analyses de quatre éléments métalliques zinc, cuivre, fer et plomb au niveau des muscle des trois espèces de poissons *Boops boops*, *Sardinilla pilchardus* et *Mullus surmuletus*. Le choix de ces espèces s'est porté sur leurs présences dans les deux sites d'étude (Skikda, Collo), dans le but d'avoir l'effet de ces stations sur l'accumulation métallique des poissons. D'après les différentes analyses par spectrophotomètre les résultats obtenus montrent la présence de ces métaux lourds dans les poissons des deux stations étudiées. Les résultats montrent que la contamination par les trois métaux Zinc, Cuivre et Fer n'atteint pas des niveaux préoccupants et sont semblés bien inférieures aux doses maximales admis par AIEA dans les deux stations, où le Plomb enregistre des teneurs qui dépassent largement les limites de références.

Durant cette étude, nous avons hiérarchisé les taux d'accumulations des quatre métaux étudiés. Le gradient d'accumulation des métaux pour les deux stations Skikda et Collo est comme suit: Fe> Zn> Cu> Pb.

Les résultats de cette étude montrent que les teneurs moyennes des quatre métaux varient assez largement chez les trois espèces des poissons ainsi qu'entre les deux sites d'études, notant un effet de station avec des teneurs élevées dans les deux stations.

Au terme de ce travail consacré à l'évaluation de la qualité écologique du golfe de Skikda et Collo, par la bogue *Boops boops*, la sardine *Sardinilla pilchardus* et le rouget de roche *Mullus surmuletus* bio accumulateurs des métaux lourds, plusieurs suggestions peuvent être dégagées afin de protéger et préserver la biodiversité marine:

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

- La sensibilisation du grand public en le tenant informé des dangers et risques qu'encourt sa sécurité alimentaire ;
- L'instauration des programmes de surveillance afin de découvrir et de définir les sources diffuses des différents produits chimiques. Il appartient aux scientifiques de trouver, d'élaborer, d'améliorer et de fournir tous les remèdes et les solutions possibles pour une lutte adéquate contre les différentes formes de pollution.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Adams, S.M., 2002.** Biological indicators of aquatic ecosystem stress. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. 621 p.
- Aguirre, H., 2000.** Aspectos biológicos y ecológicos del salmonete de fango *Mullus barbatus* L., 1758 y el salmonete de roca *Mullus surmuletus* L., 1758 en el Mediterraneo Noroccidental. Tesis de Doctorado. CSIC. *Ciencias del Mar. Universidad Politecnica de Cataluña*. 213 p.
- Alam, M. G. M., Tanaka, A., Allison, G., Laureson, L. J. B., Stagnitti, F., et Snow, E. T., 2002.** A comparison of trace element concentration in cultured and wild carp (*Cyprinus carpio*) of lake Kasumigaura, Japan. *Ecotoxicology Environment, Safety*, 53, 348–354.
- Allain, Y-M, A. Helias et G. Ribiere, 2006.** La gestion des estuaires dans une approche communautaire. Rapport du ministère des transports, de l'équipement, du tourisme et de la mer. 68 p.
- Almulsi, E., 2011.** Contamination par les hydrocarbures d'un poisson osseux : La sardine *Sardina pilchardus* pêcher dans la baie d'Oran et Béni –Saf. Thèse de magister en science de l'environnement, Université d'Oran, 97p.
- Amiard-Triquet, C. et J.C. Amiard., 2008.** Les biomarqueurs dans l'évaluation de l'état écologique des milieux aquatiques. *Tec & Doc (Editions)*.
- Amiard-triquet, C., Berthet, B et Martoja, R., 1991.** Influence of salinity on trace metal (Cu,Zn,Ag) accumulation at the molecular, cellular and organism level in the oyster *Crassostrea gigas* Thunberg. *biol.metals* 4 :144-150.
- Andreji, J., Stranai, I., Masanyi, P., Valent, M., 2005.** Concentration of selected metals in muscle of various fish species. *Journal of environmental science and health*, 40, 899 – 912. Taylor Francis. 902–910.
- Aoudjit, N., 2001.** Contribution à l'étude de quelques paramètres de reproduction de la bogue *Boops boops* (Linné, 1758) et son utilisation comme indicateur biologique de la pollution par les métaux lourds (Zinc, fer, nickel, cuivre et plomb) dans la baie d'Oran. *Mémoire de Magister, Univ .Oran* : 238p.
- Arculeo, M., Pipitone, C. et Sparla, M.P. 1989.** Aspetti del regime alimentare di *Mullus surmulletus* L. (Pisces, Mullidae) nel Golfo di Palermo. *Oebalia*, 15 : 67-77.

- Arnone et al., 1990.** The origin and characteristics of the Algerian Current.
- ATSDR, 1990.** Agency for toxic substances and disease registry – toxicological profiles for copper, deposition of health and human services, public health services atlanta Gasus.
- Bedairia, A et Djebbar, A.B. 2009.** A preliminary analysis of the state of exploitation of the sardine, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792), in the gulf of Annaba, East Algerian. *Animal biodiversity and conservation*, 32, 2.
- Bedouh, 2014.** Évaluation de la toxicité des eaux usées traitées par la station d'épuration de Guelma et son impact sur l'oignon «*Allium cepa*».
- Belabed, 2010.** la pollution par les métaux lourds dans la région d'Annaba "sources de contamination des écosystèmes aquatiques". mémoire de doctorat en sciences de la mer, université de Badji Mokhtar-Annaba-P:11.
- Bendada. K et Boulakradeche. M.W, 2011.** Optimisation des conditions de dosage par spectroscopie d'absorption atomique (SAAF et SAAET) : Application à la détermination de la pollution et de la bioaccumulation des métaux lourds. Mémoire de master : Chimie. Alger : Université de Science et de la technologie Houari Boumediene (U.S.T.H.B), le 19/06/2011, 73 p.
- Benguedda-Rahal, W., 1993.** Contribution à l'étude de quelques polluants métallique chez la moule *Perna-perna* (L) et le rouget *Mullus sumerlatus* (L) dans la partie occidentale du golfe d'Arzew. *Magister en océanographie biologique*. 108p.
- Benhamed. I, 2016.** Contribution à l'évaluation de la pollution métallique chez un crustacé du littoral de Tlemcen . Mémoire de master : Science des aliments. Tlemcen : Université de Tlemcen, le 29/06/2016, 82 p.
- Benmansour, N., 2009.** Contribution à l'étude de l'anchois (*Engraulis encrassolus*, (1758) de l'escrime Ouest Algérien (Ghazaouet et Beni saf) recherche de quelque métaux lourds. Mémoire de Magister d'écologie et biologie des populations Université de Tlemcen: p.28.147.
- Bentata, K. 2015.** Evaluation de la contamination métallique par trois métaux (Cd, Ni et Zn) du rouget de vase *Mullus barbatus* (L, 1758) pêché au niveau de la côte occidentale algérienne. Thèse de magister, université d'Oran, 122 p.
- Berg, J.M et y, Shi . 1996.** The galvanization of biology: a growing appreciation for the roles of zinc .*science* .271: 1081-1085.
- Bird D.J., Rotchell J.M., Hesp S.A., Newton L.C., Hall N.G. et I.C. Potter, 2007.** To what extent are hepatic concentrations of heavy metals in *Anguilla anguilla* at a site in a contaminated estuary

related to body size and age and reflected in the metallothionein concentrations, *Environmental Pollution*, xx: 1–11.

Borsali, S, 2007. Contribution a l'étude de la contamination par les métaux lourds (Zn, Cd, Pb) dans les organes (foie, gonades et muscle) de rouget de roche *Mullus surmuletus* (L.1758) pêché dans la baie d'Oran.

Borsali, S, 2015. Evaluation de la contamination métallique dans trois organes (foie, gonades et muscle) du Rouget de roche *Mullus surmuletus* (L.1758) par quatre métaux lourds (Zn, Cu, Cd, Pb) pêché dans la baie d'Oran.

Bouchot, M.L., 1980. Guide des poissons marines d'Europe ,Edition; Delachaux et Niestlé,Paris.

Boukhelf, Karima, 2012. Données biométriques, indices physiologiques et dosage des métaux lourds chez l'oursin comestible *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) dans la région de Mostaganem (Algérie). Mémoire de master : Biologie et pollution marines. Oran : Université d'Oran, 2012, 183 p.

Boutiba, Z, 2004. Guid de l'environnement marin Edit : DAR EL GHARB,273 P.

Boutiba, Z., Taleb, Z., Bouderbala, M. et Abdelghani, F., 1996. La pollution menace sur le peuplement marin en Méditerranée. *Actes du 3ème colloque national climat environnement*. Complexe les Andalouses (Oran), 16-17 Décembre 1996, 1-13p.

Boutiba, Z., Taleb, Z et Abi Ayad S.M.E.A., 2003. Eat de la pollution marine de la côte oranaise. *Edit Dar El Gharb* , 69 p.

Canli, M. et Atli, G., 2002. The relationships between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species, *Environmental pollution*, 121: 129–136.

Casas, S, 2005. Stellio. Modélisation de la bioaccumulation de métaux traces (Hg, Cd, Pb, Cu et Zn) chez la moule, *Mytilus galloprovincialis*, en milieu Méditerranée .Thèse de doctorat : Océanographie biologique et environnement marin. Université du Sud Toulon Var, 2005, 301 p.

CEE, 2011. Les risques sanitaires des métaux lourds et d'autres métaux, Rapport de la commission des questions sociales, de la santé et de la famille du conseil de l'europe.Doc :12613.

Chappuis, A., Barrabes, M et Dov J. in: Doris, 2014. *Sardina Pilchardus* (Walbaum, 1792).

Chiffolleau J F., claisse, D., Cossa, d., Ficht,A.,Gonzalez,J. , Guyot T ,Michel, P.,Miramand,P; Oger,C et Petit., 2001. La contamination métallique, programme scientifique seine aval : 39p.

Cotzias, G.C, 1967. Importance of traces substances in environmental health as exemplified by manganese. University of Missouri's first annual conference on trace substance in environmental health, Missouri, U.S.A, University of Missouri Press.

D.P.R.H., 2014. Direction de la pêche et des ressources halieutiques de Oran.

Derbal, F., Kara, M.H., et Madache, S., 2007. Cycle sexuel et fécondité de la bogue *Boops boops* des cotes de l'Est algérien. *Workshop international sur la gestion des ressources halieutiques « GRH-2007 »*. ISMAL- Alger, 29, 30 Oct 2007 –Dély Ibrahim- Alger.

Desbrosses, P., 1935. Contribution à la connaissance de la biologie du rouget barbet en Atlantique Nord (III). *Mullus barbatus* (rond) *surmuletus* (Fage). Mode septentrional Fage. *Rev. Trav. Off. Pêch. Marit.*, 8 (4) : 351-376.

Dieuzeide ,R. et Novella, M., 1959. Catalogue des poissons des côtes algériennes. I I Ostéoptérygiens. Bulletin des travaux publiés par la station d'aquaculture et de pêche de Castiglione, 2 : 179-277.

Dieuzeide, R., Novella, M., et Roland, J., 1955. Catalogue des poissons des côtes algériennes. III. Ostéoptérygiens (suite et fin). *Bull. Trav. Stat. Aquic. Pêche*, Castiglione, (6):384 p.

Dusquene S., 1992. Bioaccumulation métallique et métallothioneines chez trois espèces de poissons du littoral Nord-Pas De Calais. Thèse de Doctorat : Biologie et Santé Lille. Université des Sciences et Techniques de Lille. 264pp.

FAO, 2005. L'état des ressources halieutiques marines mondiales .services des ressources marines, Division des ressources halieutiques, Département de la pêche des FAO. FAO document technique sur les pêches N0 457, Rome.23P.

Favier. A, 1990. Le métabolisme du cuivre, voir Chappuis 1991.

Fischer, W., Bauchot, M. L., et Schneider, M., 1987. Fiches d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Méditerranée et Mediterranean). *African Journal of Biotechnology* Vol.9(37),pp6177-6181,13 September.2010.

Fischer, W., Schneider, M.,et Bauchot, M. L., 1987. Guide FAO d'Identification des Espèces pour les Besoins de la Pêche : Méditerranée et Mer mer noire (Révision 1. Zone de pêche. 37). *FAO (ed), Vertébrés, Volume II* : 761-1530. Fish species fromth Gulf of Gabes (Southern Tunisia, Central Noire - Zone de Pêche 37. Vertébrés. Ed. FAO. Italie, 400 p.

Forest, A., 2001. Ressources halieutiques hors quotas du Nord Est Atlantique : bilan des

connaissances et analyse de scénarios d'évolution de la gestion. Ifremer Eds, tome 2 : 215 pp.

Forstner U., Wittmann G.T.W., 1983. Metal Pollution in Aquatic Environment.

Gagneux-moreaux S., 2006. Les métaux (Cd, Cu, Pb et Zn) dans la production des micro-algues sur différents milieux de culture : biodisponibilité-bioaccumulation et impact physiologique. Thèse de doctorat en biologie marine. Université de Nantes.257P.

Garnier, R. 2005. Toxicité du plomb et de ses dérivés. EMC - Toxicologie-pathologie, vol. 2, n°2, 67-88.

Gaujous. 1995. La pollution des milieux aquatiques. Aide-mémoire, 2ème édition, Tec & Doc Lavoisier, Paris, pp. 17-18.198-199, 62,64,65.

GESAMP, 1990. United nation group of expert on the scientific aspect of marine pollution. Article premier, paragraphe 1(4).

Goinard, N., 1993. Importance économique des espèces à écophase estuarienne dans les pêcheries du golfe de Gascogne. Rapport Université de Nantes/Ifremer.

Grimes,S.,Boutiba,Z.,Bakalem,A.,Bouderbala,M.,Boudjellal,B.,Boumaza,S.,Boutiba,M.,Guedioura,A.,Hafferssas,A.,Hemida,F.,Kaidi,N.,Khelifi,H.,Kerzabi,F.,Merzoug,A.,Nouar,A., Sellabi-Merabtine,H., Semroud,R., Seridi,H., Teleb,M.Ze et Tonabria, 2004. Biodiversité marine et littorale-Ed SONATRACH ED DIWAN, Alger.362p.

Gunnar, F. Nodberg. Bruce, A. Nodberf F,W. et Friberg L,2007. Handbook on the toxicologie of metals. 3eme edition. AcademicPress, 25 juin 2007. 1024 p. ISBN: 978-0123694133

Haguenoer, J.M et Furon, D. 1981. Toxicologie et hygiènes industrielles. Tome 1: Technique et documentation .Lavoisier. Paris: 47-61.

Hamani, L, S, 2015. Hanane. Récupération et séparation d'ions métalliques par la méthode de membranes liquides émulsionnée .Mémoire de master : Génie des procédés. Bejaia : Université Abderrahmane MIRA, 2015 , 86 p.

Harte J., Holdren C., Schneider R., Shirley C., 1991. Toxics A to Z, A Guide to Everyday Pollution Hazards. *University of California Press*, Oxford, England, p. 478.

Henry F., Amara R., Courcot L., Lacouture D. et M.-L. Bertho, 2004. Heavy metals in four fish species from the French coast of the Eastern English Channel and Southern Bight of the North Sea. *Environment International*, 30: 675–683.

- Hurlbut, Jr.C.S et Klein, C. 1982.** Manual de Mineralogía de Dana. Editorial Reverté, Barcelona, 56.
- Kabata-pendias, A. et Pendias, H. 2001.** Trace elements in soils and plants. CRC Press, London.
- Kalay, M. and Canil, M. 2000.** Elimination of essential (Cu, Zn) and nonessential (Cd, Pb) metals from tissue of a fresh water fish *Tilapia zilli*, Turkish Journal of Zoology, Vol.24,pp.429-436
- Labropoulou M. et Eleftheriou A. 1997.** The foraging ecology of two pairs of congeneric demersal fish species: importance of morphological characteristics in prey selection. *J. FishBiol.*, 50, 324-340.
- Layachi.M, Melhaoui.M, Srour.A et Ramdani.M. 2007.** Etude préliminaire du régime alimentaire du Rouget-barbet (*Mullus barbatus* L.) de la côte nord-est méditerranéenne du Maroc (Nador) au cours de l'année 2001 (Poissons, Mullidae).
- Leblanc.J.C ; Guerin,T ; Verger,P ; Volatier, J.L.2004.** étude de l'alimentation totale française. Mycotoxines minéraux et éléments traces .INRA. Ministère de l'agriculture, de l'alimentation de la pêche et des affaires rurales .72P.
- Lee,J.Y.,1961.** La sardine du golfe du lion (*Sardina pilchardus sardina regan*) . Revue des travaux de l'institut de pêches maritimes,25(4).
- Lewis, M.A., Scott, G.I., Bearden, D.W., Quarles, R.L., Moore, J.,Strozier, E.D., Sivertsen, S.K., Dias A.R., Sanders.M.,2002.** Fish tissue quality in near - coastal areas of the Gulf of Mexico receiving point source discharges. *Sci. Total Environ.* 284, 249 – 61.
- Linne, C., 1758.** *systema naturae* (ED.10), (Systema naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. *Tomus I. Edition decimal, reformata.*) *Holmiae.* Vol. 1. 824 pp. Nantes and Pisces in Tom. 1, pp. 230-338.
- Liu.,Goyer,R.A. et Waalkes,M.P. 2008.** Toxic effects of Metals in Casarett,L.J.and Doull,J.,Casarett and Doull's toxicology: the basic science of poisons(chap 23, 931- 979p).New york,the Mc Graw-Hill companies.
- Lleonart. J et Maynou. F, 2003.** Fish stock assessments in the Mediterranean: state of the art.*Scientia marina* 67 : 37- 49.
- Loué, A.1993.** Oligo-éléments en agriculture. Ed. Nathan (ed), 45-177.
- Louisy P., 2002.** Guide d'identification des poissons marins, Europe et Méditerranée, ed.
- Machias, A., Somarakis, S. et Tsimenides, N. 1998.** Bathymetric distribution and movements of

red mullet (*Mullus surmuletus*). *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 166, 247–257.

Mansour, S. A., et Sidky, M. M. 2002. Ecotoxicological studies. 3. Heavy metals contaminating water and fish from Fayoum Governorate, Egypt. *Food Chemistry*, 78, 15– 22.

Marois, A., Gagnon, A., Thiboutot, S., Ampleman, G. et Bouchard, M., 2004. Caractérisation des sols de surface et de la biomasse dans les secteurs d'entraînement, Base des Forces canadiennes, Valcartier. Defence Research and Development Canada Valcartier, Department of National Defence Canada. TR 2004-206, 78p.

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

N'Da K., 1992 a- Régime Alimentaire du Rouget de roche *Mullus surmuletus* (Mullidae) dans le Nord du Golfe de Gascogne. *Cybiurn*, 16, 2, 159-167.

N'Da, K., 1992 b- Biologie du rouget de roche *Mullus surmuletus* (Poisson Mullidae) dans le Nord du golfe de Gascogne : reproducteurs, larves et juvéniles. Thèse de 3ème cycle. Brest, *Université de Bretagne Occidentale* (UBO), 177p.

N'Da, K. et Deniel, C. 1993. Sexual cycle and seasonal changes in the ovary of the red mullet *Mullus surmuletus*, from the southern coast of Brittany. *J. Fish Biol.*, 43: 229–244.

N'da. K et Deniel 2005. Croissance des juvéniles du rouget de roche (*Mullus surmuletus*) dans le nord du golfe de Gascogne. *29(2) : 175-178.*

Nakib. L, 2009. Mise au point d'une technique d'extraction des éléments traces métalliques dans les produits de la mer et leurs dosages par spectrophotométrie d'absorption atomique. Mémoire de magister : Médecine vétérinaire. Constantine : Université Mentouri, 2009, 118 p .

Nolasco, R. 2013. Evaluation de la contamination actuelle de métaux lourds et certains composés d'intérêts sportif du fleuve Saint –Laurene à Québec. Essai présenté au Centre universitaire de formation en environnement en vue de l'obtention du grade de maître en environnement (M. Env.) université de Sherbrooke : p.34.

Olivar. M.P., Salat. J et Palomera I., 2001. Comparative study of spatial distribution patterns of the early stages of anchovy and pilchard in the NW Mediterranean Sea. *Marine Ecology Progress Series* 217: 111-120.

Ouamane S., 2014. Qualité des eaux de baignade dans le golfe de Skikda. Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Magistère : sciences de la mer : Université 20 Août 1955-Skikda : Faculté des Sciences, 151p.

Pichard. A., Bison .M., Diderich R., Doomaert B., Lacroix G., Lefevre J.P., Leveque., Magaud H., Morin .A., Oberon. D., Pepin. G et Tissot S., 2003. Plomb et ses dérivés. Fiche de donnée toxicologiques et environnementales des substances chimiques INERIS.P 90.

Pierron F., Baudrimont M., Bossy A., Bourdineaud J-P., Brethes D., Elie P. et J.C. Massabuau, 2007a. Impairment of lipid storage by cadmium in the European eel (*Anguilla anguilla*). *Aquatic Toxicology*, 81: 304–311.

Pierron F., Baudrimont M., Gonzalez P., Bourdineaud J.P., Elie P. et J.C. Massabuau, 2007 b. Common Pattern of Gene Expression in Response to Hypoxia or Cadmium in the Gills of the European Glass Eel (*Anguilla anguilla*). *Environ. Sci. Technol.*, 41 (8): 3005– 3011.

Pivnicka, K ., et Cerney, K., 1993 . Poissons. Grund . Paris, ed. 304 p.

PNUE, 2005. réglementation des métaux lourds parmi les décisions clefs du conseil d'administration du PNUE .CP25/272 du 02.2005, Nairobi.

Quéro, J.C et Vayne, J.J, 1997. Les poissons de mer des pêches françaises. *Ifremer, Ed.*

Rainbow. PS et Phillips. DJH , 1993. Cosmopolitan biomonitors of trace metals. A review. *Marine Pollution Bulletin*, 26: 593-601p.

Ramade, 1979. Ecotoxicologie, Ed.masson France, 227-228 P.

Ramade, F ., 1992. précis d'Eco toxicologie Masson, paris, 300p.

Ramade, F., 1982. Elément écologie appliquée. *Edition Mc Graw-Hill Fr* : 452p.

Ramade. F., 2000. Dictionnaire encyclopédique des pollutions – les polluants de l'environnement à l'homme .Edt. Ediscience international. Paris.690 P.

Ramirez. T, Cortés. D et Garcia. A., 2001. Growth of North Alboran Sea sardine larvae estimated by otolith microstructure, nucleic acids and protein content. *Journal of Fish Biology* 59: 403-415.

Sahbaoui .F., 2015. Contribution à l'étude de la contamination par quelques métaux lourds chez le poisson *Sardina pilchardus* au niveau de littoral de Ghazaouet (Wilaya de Tlemcen).

Solis, c. A., Olivier, E., Andrade, J.L., Ruvalcaba -Sil, I., Romero et H, Celis. 1999. Pixe analysis of Zn enzymes, *Nucl . Instr. Meth. B* 150, 222– 252

Station météorologique de Stora de 2005-2015.

Thiboutot, S., Ampleman, G., Marois, A., Gagnon, A., Bouchard, M., Hewitt, A., Jenkins, I.F., Walsh, M.E., Bjella, K., Ramsey, c., et Ranney, I.A., 2004. Environmental conditions of surface soils, CFB Gagetown training area: delineation of the presence of munitions related residues (phase III, final report). DRDC Valcartier, Department of National Defence Canada. TR 2004-205, 59p.

Thierry, M., et Louisy, P., 1990 . Poissons de mer carnet d'Arthand :160 p.Ulmer, 430p.

Usero, J., Izquierdo, C., Morillo, J. et Gracia, I., 2003. Heavy metals in fish (*Solea vulgaris*, *Anguilla Anguilla* and *Liza aurata*) from salt marshes on the southern Atlantic coast of Spain. *Environment International* 29, 949- 956.

Veena B., Radhakrishnan C.K. et Chacko J., 1997. Heavy metal induced biochemical effects in an estuarine teleost. *Indian J. Mar. Sci.*, 26: 7774–78.

WALSH, 1955. The application of atomic absorption spectra to chemical analysis.

Wingfors H, Selden AI, Nilsson C et Haglund P., 2006. Identification of markers for PCB exposure in plasma from Swedish construction workers removing old elastic sealants. *Ann Occup Hyg* 50(1):65–73.

Wirszubski, A. 1953. On the biology and biotope of the red mullet *Mullus barbatus*. *Bull.*

Yilmaz A.B., 2003. Levels of heavy metals (Fe, Cu, Ni, Cr, Pb, and Zn) in tissue of *Mugil cephalus* and *Trachurus mediterraneus* from Iskenderun Bay, Turkey. *Environmental, Research*, 92: 277–281.