

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'enseignement Supérieur et de la Recherche scientifique
Université Abderrahmane Mira de Béjaïa

Faculté : Sciences de la Nature et de la Vie
Département : Sciences Biologique de l'environnement
Filière : Santé et Environnement
Option : Environnement santé publique



Réf :.....

Mémoire de fin de cycle
En vue de l'obtention du diplôme
MASTER II

Thème :

**Utilisation du Merlu du golfe de Béjaïa dans
l'évaluation de la pollution par quelque Métaux lourds
(Fe, Cu, Cd, Pb)**

Présenté par:

BENNACER Sonia et BOUBEGTITENE Mebarka

Soutenu le 12/06/16 à 13h00

Devant le jury composé de :

M ^{me} BENHAMICHE S.	MCB	Présidente.
M ^{me} DJOUAD S.	MAA	Examineur.
M ^{me} ZEBBOUDJ A.	Professeur	Promotrice.
M ^{me} BETATACHE-ALIK O.	Cadre (CNRDPA)	Co- promotrice .

Année universitaire : 2015/2016

Remerciements

Dans un premier temps, nous remercions notre dieu, le clément, le Miséricordieux qui nous a donné la patience, l'énergie et la volonté pour cet humble travail

Au terme de ce travail, nous voudrions faire part de nos vifs remerciements aux personnes qui ont eu l'amabilité de nous aider et de me soutenir, nous pensons spécialement à: M^{me} Zebboudj. A, qui a accepté de m'encadrer, de nous diriger ainsi nous tenons à la remercier pour sa patience et sa disponibilité

Nous avons l'honneur et le plaisir de présenter notre profonde gratitude et nos plus sincères remerciements à notre co-promotrice M^{me} Betatache-Alik, O, pour sa compréhension, sa grande contribution, sa disponibilité et ses précieux conseils et orientations.

M^{me} Benhamiche. S, pour d'avoir accepté de présider le jury.

M^{me} Djouad. S, avoir bien voulu examiner notre travail.

Nous remercions toutes les équipes du laboratoire d'écologie et aussi laboratoire de Génie des procédés et laboratoire des analyses des sols pour l'aide précieuse à la réalisation de notre travail.

Dédicaces

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

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

Que dieu vous protège

A ma tante Noira que je n'oublierai jamais

A mes chères sœurs

Najete et son époux Djaafar

Tamaazouzt et son époux Moussa

Fatiha et son époux Saaid

Menoune et son époux Fatah

Et aussi ma sœur Yamina

A mon cher et unique frère Boussaâd

A mes chères neveux et nièces

Mounir, Aallaoua, Racim, Ghilas et thelili

A toutes mes amis et mes copines de chambre

Sylia, Rahima, Bariza, Thamazighath

Et mon Cher aime Hilal

*A ma chère binôme Sonia ensemble nous avons pu faire ce travail
et avec qui j'ai partagé de bons moments*

Mebarka

Dédicaces

A mon père et ma mère

Qui ont consacré leur noble existence à bâtir la mienne.

Je leur témoigne ici mon éternelle reconnaissance et ma profonde affection.

Que dieu le tout puissant les protège et leur prête une longue et heureuse vie.

A mes très chères sœurs: Salima, Nassima, Nabila, et mon cher frère : Sofiane, et

a toute ma famille.

A mes très chères amies sans exception

Sonia

Sonia

Liste des figures

Figure 01: Origine de la pollution marine (Beauchamp, 2003).	03
Figure 02: Cycle géochimique simplifié des métaux lourds (Miquel, 2001).	05
Figure 03: le <i>Merluccius merluccius</i> . (Linné, 1785).	10
Figure 04: Morphologie de (<i>Merluccius merluccius</i> , Linnée 1758).	11
Figure 05: Le merlu occupant le fond (FAO, 2010).	11
Figure 06: Répartition géographique de <i>Merluccius merluccius</i> (Whithead & al., 1986; Mahé & al., 2007).	12
Figure 07: Cycle biologique et migration du <i>Merluccius merluccius</i> (FAO, 2010).	13
Figure 08: Carte géographique du Golfe de Béjaïa (Google earth, 2016).	15
Figure 09: Echantillons de merlu (<i>Merluccius merluccius</i> L.1758) du golfe de Béjaïa (Photo original).	15
Figure 10: Mesure de la longueur totale de merlu (Photo originale).	16
Figure 11: Dissection du merlu (Photo originale).	16
Figure 12: Synoptique du protocole de minéralisation et de dosage en Spectrophotométrie (Amiard et al., 1987).	17
Figure 13: Structure de la population de <i>Merluccius merluccius</i> de golfe de Béjaïa.	21
Figure 14: Concentrations en Fe dans le foie et le muscle de <i>Merluccius merluccius</i> exprimées en mg/kg P.S. (Béjaïa, 2016).	22
Figure 15: Concentrations en Cu dans le foie et le muscle de <i>Merluccius merluccius</i> exprimées en mg/kg P.S (Béjaïa, 2016).	23
Figure 16: Concentrations en Cd dans le foie et le muscle de <i>Merluccius merluccius</i> exprimées en mg/kg P.S (Béjaïa, 2016).	24
Figure 17: Concentrations en Pb dans le foie et le muscle de <i>Merluccius merluccius</i> exprimées en mg/kg P.S (Béjaïa, 2016).	25
Figure 18: Variation des teneurs moyennes en métaux lourds (Cd, Cu, Pb, Fe) exprimées en mg/kg P.S dans le foie et dans le muscle en fonction de sexe de <i>Merluccius merluccius</i> (Béjaïa, 2016).	27
Figure 19: Variation des concentrations en ETM de <i>Merluccius merluccius</i> en fonction des classes de taille exprimées en mg/Kg. P.S (Béjaïa, 2016).	29

Liste des tableaux

Tableau I: Classification périodique de Mendeleïev (Adriano, 2001).	04
Tableau II : Présentation des quatre métaux lourds (Cd, Pb, Cu, Fe).	08
Tableau III: Comparaison des teneurs en métaux lourds (mg/kg) dans le muscle chez <i>Merluccius merluccius</i> par rapport aux Doses Maximales Admissibles(DMA).	30
Tableau IV: Doses maximales de métaux toxiques recommandées par la FAO/WHO pour consommation humaine exprimées en $\mu\text{g/g}$.	31
Tableau V: Variations des teneurs en métaux lourds exprimées en mg/kg chez différents poissons pêchés le long du littoral algérien et dans la mer Méditerranée.	32

La liste des Abréviations:

% : pour cent.

AIEA : Agence Internationale de l'Énergie Atomique.

°C: degrés Celsius

CEE : Communauté Economique Européenne.

Cd : Cadmium.

Cm : Centimètre.

Cu : Cuivre.

DMA : Dose Maximale Admissible.

EEA : European Environment Agency.

ETM : Élément Trace Métallique.

F : Nombre des Femelles.

FAO : Food and Agriculture Organization.

FBC : Facteur de Bioconcentration.

Fe : Fer.

g/l : Gramme par litre.

g.cm³ : Gramme centimètre cube

GESAMP: Group of Expert on the Scientific Aspects of Marine Pollution.

H: Heure.

HNO₃: Acide Nitrique.

H₂O: Eau.

IAIE : International Atomic Energy Agency

IFREMER : Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer.

Km : Kilomètre.

LT : Longueur Totale.

m : Mètre.

m³ : Mètre cube

M : Nombre de mâles.

mg/kg : Milligramme par kilogramme.

ml : Millilitre.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

Pb : Plomb.

Ps: poids sec.

Ppm: Partie par million

SAA: Spectrophotomètre à Absorption Atomique à Flamme.

SR: Sex-ratio.

UNEP: United Nation Environment Programme.

WHO: World Health Organization: WHO OMS

Zn; Zinc

µg /g: Microgramme par gramme.

> : Signe de plus.

< : Signe de moins.

♂ : Signe des mâles.

♀ : Signe des Femelles.

.

Sommaire

Liste des Figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction.....	1

Etude Bibliographique

I-Généralités sur la pollution marine et les métaux lourds	3
I-1-Pollution marine	3
I-2-Métaux lourds.....	4
I-2-1-Origine des métaux lourds.....	5
I-2-1-1-Source naturelle.....	5
I-2-1-2-Source anthropique.....	5
I-2-2-Processus physiologique de bioaccumulation des métaux lourds.....	6
I-2-3-éléments traces métalliques ciblés.....	6
I-2-3-1-Cadmium.....	6
I-2-3-2-Plomb.....	7
I-2-3-3- Cuvier.....	7
I-2-3-4-Fer.....	7
II- Merlu Européen (<i>Merluccius merluccius</i> L, 1758).....	10

Matériels et méthodes

I- Présentation de la zone d'étude.....	15
I-1- Position géographique.....	15
II- Matériel et méthode.....	15
II-1- Méthode d'échantillonnage.....	16
II-2- Prétraitement des échantillons.....	16
II-3- Minéralisation	18
II-4- Préparation de la solution d'étalonnage.....	19
II-5- Dosages des éléments traces métalliques.....	19
II-6- Sex-ratio.....	20

Résultats et discussion

I- Résultats et discussion	21
I-1- Sex-ratio global.....	21
I-2- Dosage des éléments traces métalliques	21
I-2-1- Fer.....	22
I-2-2- Cuivre.....	22
I-2-3- Cadmium.....	23
I-2-4-Plomb.....	24
I-3- Bioaccumulation des quatre métaux lourds.....	25
I-4- Variation des concentrations en ETM en fonction des organes et des sexes	26
I-5- Variation des concentrations en ETM en fonction de la taille.....	28
I-6- Comparaison avec les doses recommandées.....	29
I-7- états de contamination du muscle du merlu par apport à l'autre poisson pêche au niveau du littoral occidental algérien et le bassin Méditerranéen.....	31
Conclusion	33
Perspectives.....	34

Références bibliographique

Annexes

Introduction

Le milieu marin est un défi important en terme de développement économique. Au cours des dernières décennies, la pollution des océans est devenue une préoccupation croissante à l'échelle internationale.

La mer Méditerranée est de plus en plus menacée par différentes sources de pollution due à l'augmentation des contributions côtières anthropiques des pays qui l'entourent, dans le processus d'industrialisation, ce qui peut réduire son potentiel économique et avoir un impact négatif sur la santé humaine indirectement, par incorporation de polluants divers dans les chaînes alimentaires (**Christensen & al., 2013 ; Henry & al., 2004**).

Parmi les substances chimiques susceptibles de constituer un danger pour la vie aquatique, nous signalons les métaux lourds ou éléments traces comme le plomb et le cadmium qui sont très toxiques et de plus en plus utilisés dans les secteurs industriels.

Ces éléments traces peuvent ainsi affecter les organismes directement en s'accumulant dans leur corps ou indirectement par leur transfert à travers la chaîne alimentaire du fait qu'ils soit non biodégradables (**Bricka & al., 1994 ; Maroi & al., 2004 ; Thiboutot & al., 2004 ; Wingfors & al., 2006**). La contamination des écosystèmes aquatiques par les métaux lourds peut être confirmée dans l'eau, les sédiments et les organismes (**Forstner & Wihman, 1983**).

Les professionnels font appel de nos jours à la bio-indication qui utilise des organismes vivants comme modèle expérimental dans le but d'évaluer les conditions environnementales d'un milieu (bio-indicateurs, bio-marqueurs, etc.) ; ainsi les poissons sont considérés comme de bons indicateurs de la qualité des eaux et des écosystèmes aquatiques. Des analyses toxicologiques sont faites sur des organes accumulateurs potentiels (branchies, foie, muscles...) de métaux lourds en vue de déterminer les concentrations des contaminants présumés, lesquelles sont rapportées à des valeurs de référence, indiquant le risque sanitaire pour l'homme (**Adams, 2002**).

La pêche pratiquée au niveau du bassin algérien cible une grande variété d'espèces pélagiques et secondairement quelques espèces démersales avec une production annuelle avoisinant les 150 mille tonnes par année (**FAO, 2007**).

Le merlu (*Merluccius merluccius*) fait l'objet d'un certain nombre de travaux sur les côtes occidentales de la Méditerranée, voire de l'Atlantique sur son écologie (**Abella & al., 1995 ; Bouaziz & al., 1998 a,b & c**), sa biologie (**Pauly, 1980 ; Aldebert & Recansens,**

1995 ; Murua, 2006 ; Dominguez, 2007 ; El Habouz, 2011 ; Khoufi & al., 2012), son intérêt économique (Perez-Agundez, 2002) , sa pêche (Gaynilo & Pauly, 1997). Sur les côtes algériennes plusieurs études ont été réalisées dans ce sens (Omar, 2007 ; Belhocine, 2012 ; Ben said et Sait, 2015).

Il nous a semblé donc intéressant d'entamer une étude sur la bioaccumulation de métaux lourds toxiques et détecter le niveau de contamination chez cette espèce cible (*Merluccius merluccius*) pêchée au niveau du golfe de Béjaïa.

Le merlu européen (*Merluccius merluccius*.L, 1758) est une espèce largement présente en Atlantique et en Méditerranées. Ce poisson qui vit à proximité des fonds marins, a été recommandé comme espèce bio-indicatrice par la **FAO-UNEP (1993)**.

L'homme, dernier maillon de la chaîne trophique, restera pour toujours exposé aux problèmes de la contamination par consommation de ce produit de pêche (**Belhocine, 2012**)

Cette étude vient compléter celle réalisée l'année dernière par **Ben said & Sait** dans le golf de Bejaïa.

Ce mémoire est divisé en trois chapitres que nous résumons ci-dessous :

- **Le premier chapitre** : présente une synthèse bibliographique, et est axé sur deux parties :
 - ° La première partie englobera les généralités sur la pollution marine et les métaux lourds, en mettant l'accent sur la pollution métallique, les propriétés et les effets desquelques-uns de ces métaux lourds.
 - ° La deuxième partie sera spécifique à la présentation de notre matériel biologique le merlu (*Merluccius merluccius* L, 1758).
- **Le deuxième chapitre** : exposera les caractéristiques de la zone d'étude et la partie pratique de notre travail, ou sont exposées les techniques expérimentales utilisées (échantillonnage, prélèvements des organes, analyse chimique ...).
- **Le troisième chapitre** : présentera l'ensemble des résultats obtenus et leur interprétation.

I-Généralités

I-1-Pollution marine

C'est l'une des plus importantes et des plus inquiétantes des pollutions de l'environnement. Selon la définition donnée par le **GESAMP(1997)** dans le cas de l'environnement marin, une pollution désigne« l'introduction par l'homme directement ou indirectement, de substance ou d'énergie dans le milieu marin (y compris les estuaires), une entrave aux activités maritimes, y compris la pêche, une altération de la qualité pour l'utilisation de l'eau de mer et la réduction des espaces.»

Malgré une certaine prise de conscience générale, la dégradation de l'environnement marin continue à s'intensifier. L'histoire de la pollution aquatique remonte au tout début de l'histoire de la civilisation humaine. En effet la production et les émissions de polluants sont dérivées des activités humaines (**Fig. 01**) (**Adriano, 2001 ; Beauchamp, 2003**), telles que:

- ❖ l'agriculture : fertilisants, pesticides, produits agrochimiques,etc.
- ❖ l'industriel : métaux lourds, composés organiques,etc.
- ❖ l'urbanisme : agents pathogènes, éléments traces contenus dans les eaux usées,...etc.
- ❖ le tourisme : détritrus, diverses substances plastiques sur les côtes,...etc.

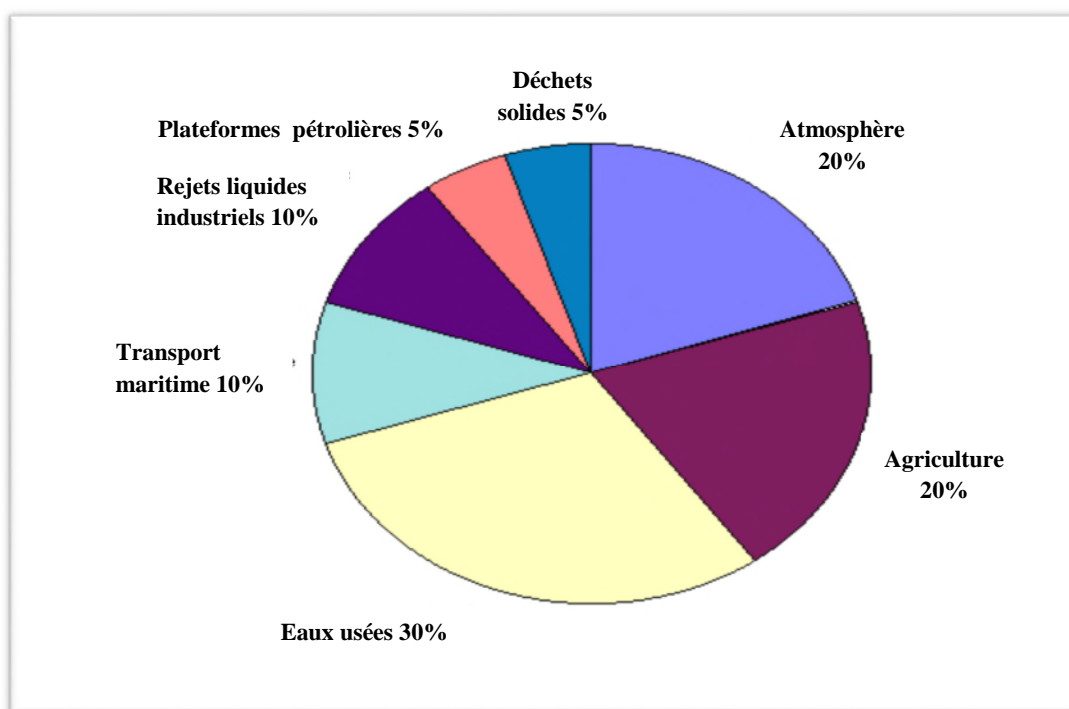


Figure01: Origine de la pollution marine (**Beauchamp, 2003**).

La plupart du temps, un rejet n'est jamais une source unique et les différents types de pollution sont mélangés et agissent les uns sur les autres (effets de synergie). Ainsi, un égout rejette des déchets organiques, des détergents dont certains s'accompagnent de métaux lourds

I-2-1-Origine des métaux lourds dans l'environnement

Les métaux lourds qui se retrouvent dans l'environnement aquatique proviennent de sources naturelles et de sources anthropogènes. Leur entrée peut être le résultat soit de déversements effectués directement dans les écosystèmes marins et dans les eaux douces soit d'un cheminement indirect comme dans le cas des décharges sèches et humides et du ruissellement agricole (**Borsali, 2015**).

I-2-1-1-Sources naturelles

Les éléments traces métalliques ou métaux sont des composants naturels de l'écorce terrestre, présents principalement sous forme de minerais. Ils sont donc présents naturellement dans le compartiment continental (sols, eaux), dans le compartiment marin (eaux et sédiments), et dans l'atmosphère. D'autres phénomènes tels que le volcanisme, les feux de biomasse et les sources thermales, contribuent au rejet de métaux dans l'environnement (**Rocher, 2003**). Les formations géologiques et les cycles biogéochimiques (**Krupka, 1999**), le sol, les océans et l'atmosphère peuvent également constituer des sources pour ces éléments traces (**Fig.02**).

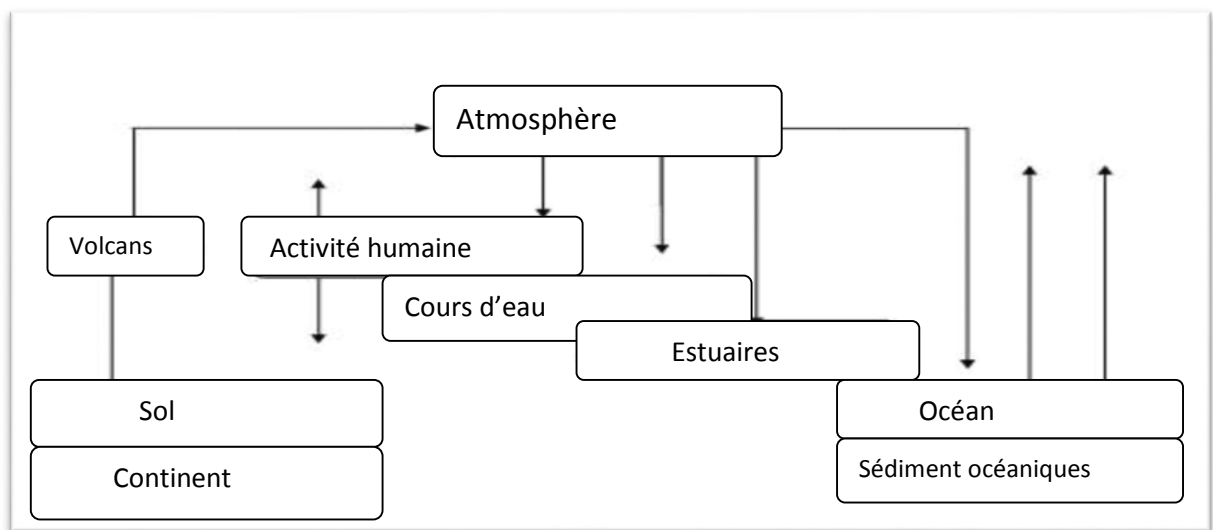


Figure02 : Cycle géochimique simplifié des métaux lourds (**Miquel, 2001**).

I-2-1-2-Sources anthropiques

Les métaux provenant d'apports anthropiques sont présents sous des formes chimiques assez réactives et entraînent de ce fait des risques très supérieurs aux métaux d'origine naturelle qui sont le plus souvent immobilisés sous des formes relativement inertes (**Tizaoui, 2013**). Les sources anthropogènes sont les suivantes:

- ❖ activités pétrochimiques,
- ❖ utilisation de combustibles fossiles (centrales électriques au charbon, chaudières industrielles, fours à ciment),
- ❖ transport (véhicules et moteurs routiers et non routiers, embarcations),
- ❖ incinération des déchets,
- ❖ produits (électriques, amalgames dentaires, éclairages fluorescents),
- ❖ déchets urbains (eaux usées, boues d'épuration, ordures ménagères), agricoles.

I-2-2 - Processus physiologique de bioaccumulation des métaux lourds

La bioaccumulation est le processus d'assimilation et de concentration des métaux lourds dans l'organisme :

➤ **Bioconcentration**

C'est 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.

Ce processus d'accumulation s'exprime par un ratio entre la concentration du contaminant étudié dans le milieu et sa concentration dans l'organisme et ce ratio est dit « facteur de bioconcentration (FBC) » (**Ramade, 1992**).

➤ **Bioamplification**

Phénomène capital au niveau de l'organisme, il exprime la différence entre la quantité de métaux qui pénètre au travers des barrières biologiques et celle qui est éliminée vers le milieu extérieur (processus d'excrétion). Pénétration, stockage dans les organes cibles et élimination seront sous la dépendance des facteurs abiotiques du milieu, de la nature du contaminant et des caractéristiques physiologiques et biochimiques de l'organisme ou de l'espèce considérée (**Cassas, 2005**).

I-2-3-Eléments traces métalliques ciblés

La contamination croissante de la biosphère par les métaux lourds représente un grand danger pour l'environnement et pour l'homme. Ces métaux lourds se caractérisent par leur persistance, leur toxicité et leur pouvoir d'accumulation (**Becam, 1974**). 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 (**Borsali, 2015**). Dans le tableau II, nous présentons les principales caractéristiques des métaux lourds synthétisées à partir de notre revue bibliographiques (**Fautlane, 1983 ; Colpaert & al., 1993 ; Rodier, 1996 ; Chiffolleau & al., 2001 ; Gérard, 2001 ; Ohta & al., 2002 ; Wright &**

Welbourn, 2002; Cassas, 2005; Dhaou-Eldjabine, 2005; Belkhouche, 2006; EL-Asri, 2009; Nakib, 2010; Belhoucine, 2012).

➤ **Toxicités des quatre métaux lourds**

I-2-3-1-Cadmium: c'est un métal de couleur blanc argenté, de symbole Cd et de numéro atomique 48. Le cadmium n'est pas essentiel au développement des organismes animaux ou végétaux et ne semble pas biologiquement bénéfique au métabolisme cellulaire (**Chiffolleau & al., 1999**), sa demi-vie biologique est très longue puisqu'elle a été estimée de 20 à 30ans.

I-2-3-2-Plomb: c'est un métal gris bleuâtre, de symbole Pb et de numéro atomique 82. Le plomb est un produit naturel de la désintégration de l'Uranium (**Mahan, 1987**).

I-2-3-3-Cuivre: c'est un métal de couleur rougeâtre, de symbole Cu et de numéro atomique 29, il possède une haute conductivité thermique et électrique. Le cuivre est un élément essentiel chez l'homme et l'animal. Il est impliqué dans les nombreuses voies métaboliques, notamment pour la formation d'hémoglobine et la maturation des polynucléaires neutrophiles (**OMSIPS, 1998**).

I-2-3-4-Fer: c'est un élément métallique blanc argenté, de symbole Fe et de numéro atomique 26. Le fer est oligoélément indispensable à la vie. Le métabolisme du fer joue un rôle important dans l'organisme, par sa participation à la formation de l'hémoglobine et son rôle dans la respiration tissulaire. C'est le 4^{ème} élément le plus abondant dans la croûte terrestre. Proche de l'aluminium par ces propriétés et c'est le plus abondant des métaux (**Nabik, 2012**).

Pour Le Tableau des métaux lourds

II-le Merlu Européen (*Merluccius merluccius*. L, 1758)

Le nom scientifique du merlu est *Merluccius merluccius*. L'origine de la dénomination *Merluccius* vient du mot latin «Marlutiu» qui a été décrit pour la première fois par **Belon (1553)**. «Marlutiu » provient du Maris lucium (Mar : mer ; lutiu : brochet) due à l'apparence similaire au brochet.

Le merlu est également une ressource importante dans les eaux méditerranéennes tant en terme de débarquements qu'en valeur économique (**Oliver, 1991; Orsi-Relini & al., 2002; Maynou & al., 2003**). Cet Ostéichtyen est présent dans toutes les mers. Son exploitation est ancienne et a un poids socio- économique important et la plus primitive dans le groupe de merlu euro-africain (**Inada, 1981; Kabatab & Ho, 1981**).

La position systématique de l'espèce *Merluccius merluccius*(**Linné,1758**) (**Fig.03**)est établie à partir de différents travaux notamment ceux de **Dieuzeide & al., 1955 ;Bauchot & Pras, 1980 ; Fischer & al., 1987; Quero & Vayne, 1997**). Elle est classée de la manière suivante :

Embranchement: Vertébrés.

Sous Embranchement: Gnathostomes.

Super classe: Poissons

Classe: Ostéichtyens

Sous classe: Actinoptérygiens

Superordre: Téléostéens

Ordre: Gadiformes.

Famille: Merluccidés

Sous- Famille: Merluccinés.

Genre: *Merluccius*.

Espèce: *Merluccius merluccius*(**Linné, 1758**)



.Figure 03 : *Merluccius merluccius* (L, 1758) (Alik-Betatache, 2015)

Le merlu blanc est un poisson qui atteint une taille maximale de 1,4m. Il est caractérisé par un corps allongé, fin et comprimé sur les flancs et une tête volumineuse aplatie qui porte une crête en forme de V. La bouche est largement fendue, le maxillaire s'étend jusqu'à la verticale du centre de l'œil, mâchoire inférieure dépassant légèrement la supérieure, les dents des mâchoires fortes et inclinables et pas de barbillon au menton (**Fig. 04**) (**Matallanas & Oliver, 2003**).

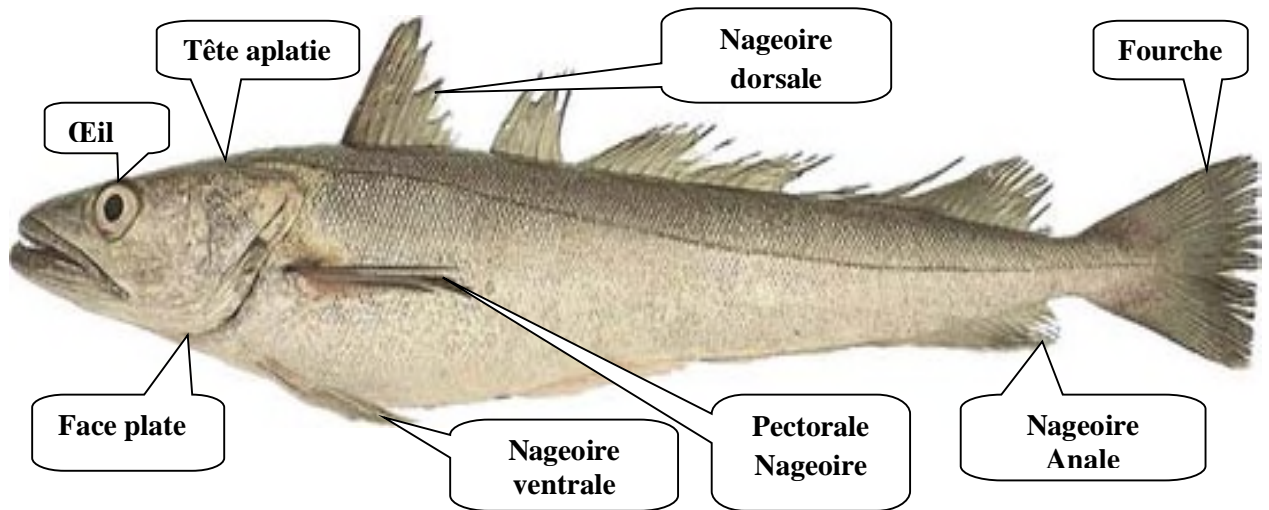


Figure 04: Morphologie de (*Merluccius merluccius*, Linnée., 1758) (Alik-Betatache, 2015)

La répartition spatiale du merlu Européen (*Merluccius merluccius*) a été analysée dans différents secteurs au cours de travaux menés dans le Nord-Ouest de la Méditerranée (Abella & al., 1995; Bouaziz & al., 1998; Recasens & al., 1998; Orsi-Rellini & al., 2002; Fiorentino & al., 2003; Maynou & al., 2003; Goni & al., 2004; Guijarro & al., 2013).

Le merlu montre une distribution fortement liée à la profondeur pendant ces différents stades de vie (Fig. 05).



Figure 05: le merlu occupant le fond (FAO, 2010).

Les juvéniles sont localisés majoritairement sur le plateau continental, avec des abondances plus fortes sur les fonds entre 100 à 200 m. Les jeunes adultes sont répartis sur l'ensemble du plateau continental, et les adultes plus âgés vivent à des profondeurs plus importantes entre 600 à 1000 m au niveau de la pente continentale et des têtes de Canyons. La population de *Merluccius merluccius* méditerranéen (Fig. 06) est considérée comme un seul

stock qui se rencontre dans tous les types de fonds, depuis la côte jusqu'à 1000 m de profondeur (Quéro & Vayne, 1997)

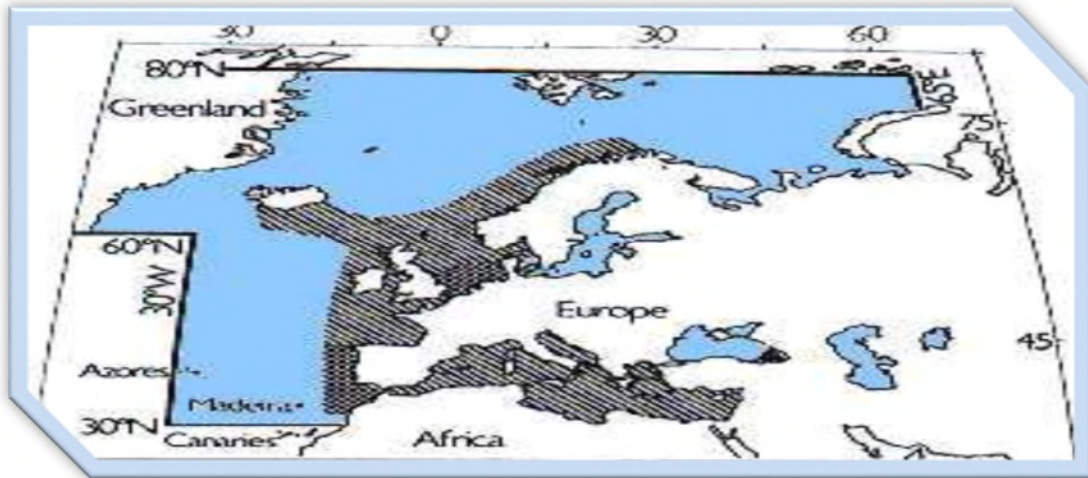


Figure 06: Répartition géographique de *Merluccius merluccius* (Whithead & al., 1986; Mahé & al., 2007).

Le cycle de reproduction détermine les principales migrations et la répartition géographique des différents groupes d'âges. Après la phase larvaire, les juvéniles restent deux ans et demi sur les vasières, vers l'âge de trois ans, ils migrent vers les eaux plus côtières. Les adultes rejoignent ensuite le talus continental (IFREMER, 1999).

Par ailleurs, le merlu du bassin méditerranéen algérien effectue des migrations verticales de grandes amplitudes (Fig. 07), comme l'atteste sa large répartition bathymétrique dans les différentes régions du littoral algérien (Bouaziz & al., 1998).

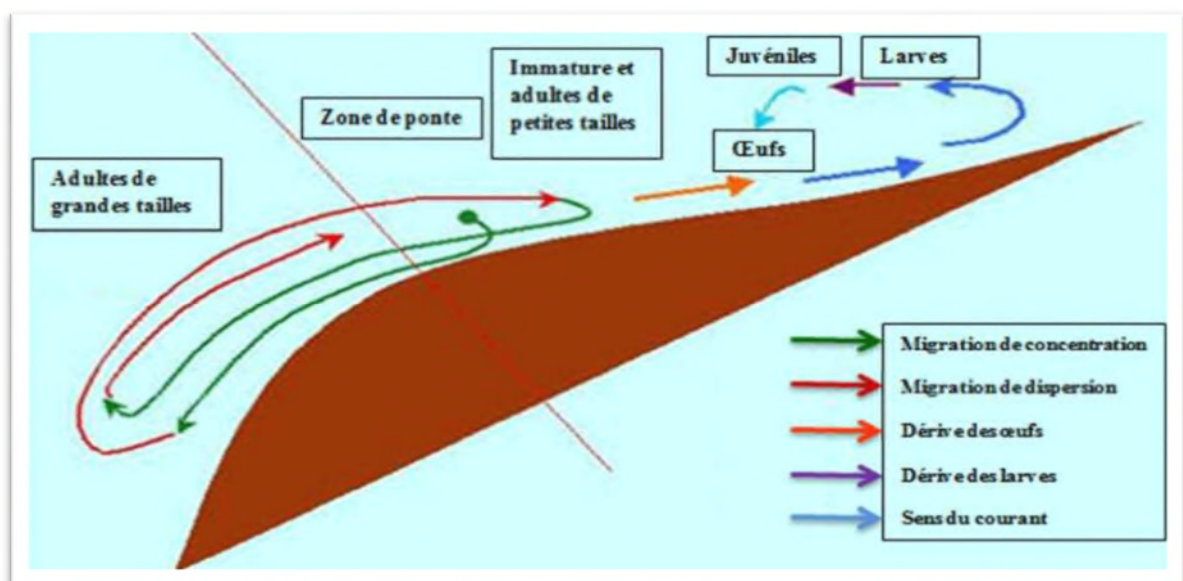


Figure 07: Cycle biologique et migration du *Merluccius merluccius* (FAO, 2010)

Le régime alimentaire du merlu a été décrit par plusieurs auteurs avec des différents stades :

- Larvaire : crustacés planctoniques, crustacés supra-benthiques (**Andaloro & al., 1985; Orsi-Relini & al., 1989; Colloca, 1999; Alheit & Pitcher., 1995; Mackas & al., 1997**).
- Juvénile: Poisson pélagique, Anchois Maquereaux, Sardines (**Ferraton & al., 2007; Mahe & al., 2007; De Pontual & al., 2007; Reiss & al., 2004**).
- Adulte : merlan bleu (espèce pélagique), Tacaud (espèce démersale) (**Bozzano & al., 1997; Mellon-Duval & al., 2010; Bozzano & al., 2005**), jeunes Merluccides, chinchards, gobies, maquereaux argentines, sprat, cépoles. Le merlu se nourrit beaucoup plus au printemps qu'en été et en automne (**IFRIMER, 2000**).

En mer Méditerranée, la croissance de *M. merluccius* a été étudiée au cours de nombreux travaux (**Aldebert, 1981; Aldebert & Carries., 1988; Orsi-Relini & al., 1989; Oliver, 1991; Recasens, 1992; Aldebert & Morales-Nin., 1992; Morales-Nin & Aldebert., 1997; Morales-Nin & al., 1998; Morales-Nin & Moranta, 2004**) et sur la côte Algérienne par **Bouaziz, 1992; Belhoucine, 2012; Betatache-Alik, 2014 & Ben said & Sait, 2015**.

Ces auteurs décrivent pour le merlu Européen, une croissance plus rapide au cours de ces premières années de vie, la croissance des femelles étant plus importante que celle des mâles.

La reproduction du merlu de la Méditerranée, est caractérisée par une pente qui s'étale sur toute l'année (**Bouaziz, 1998; Recasens & al., 1998; Olivar & al., 2003; Belhoucine, 2012**).

Tableau II: Les éléments traces métalliques ciblés (Cd, Pb, Cu, Fe) (Fautlane, 1983; Colpaert & al., 1993; Rodier, 1996; Gaujous, 1995; Chiffolleau & al., 2001; Gérard, 2001; Ohta & al., 2002; Wright & Welbourn, 2002; Casas, 2005; Dhaou-Eldjabine, 2005; Belhouche, 2006; Gunnar & al., 2007; EL-Asri, 2009; Nakib, 2010; Belhoucine, 2012).

éléments	Forme	Source	Utilisation	Toxicité sur la santé	Toxicité sur l'environnement
Plomb	-En suspension - Dissous Pb ²⁺	-Incinérations de déchets -Poussières volcaniques -Combustion des carburants automobiles -Se trouve à l'état de trace	- Imprimerie - Peintures - Carburants automobiles - Métallurgie -Batteries électriques	- Saturnisme : troubles digestifs -Problèmes rénaux - du système nerveux central - Cancérigène	-Effet sur la reproduction des poissons - Anomalies dans le développement embryonnaire des bivalves
Cadmium	-En suspension -Dissous *forme ionique libre Cd ²⁺ *forme complexe	-Eruptions volcaniques -Combustions de charbon et pétroles -Irradiation pour l'analyse du plomb - Accumulateurs alcalins : alliages	-Raffinage des métaux non ferreux - Combustion du carbone et produits pétroliers - Incinérateurs d'ordures ménagères -Fabrication des accumulateurs électriques	-Cancérigène -Atteintes de la fonction rénale - Atteintes du foie et des reins - Gastro-entérites avec des vomissements, diarrhées ...été. -Déformation osseuse (maladie d'itai-itai)	-Perturbation de la photosynthèse chez les plants quand il présent dans le sol -Perturbation du système nerveux et la nécrose des gonades mâles chez les poissons -Anomalies dans le développement embryonnaire chez les mollusques. -Atteinte du potentiel reproducteur des poissons

Etude Bibliographique

Cuivre	<ul style="list-style-type: none"> -En suspension -Dissous <ul style="list-style-type: none"> *forme ionique (Cu⁺et Cu²⁺) *forme complexe 	<ul style="list-style-type: none"> -Présent naturellement dans l'écorce terrestre <ul style="list-style-type: none"> - Activités agricoles - Eruptions volcaniques - Incinération des ordures ménagères 	<ul style="list-style-type: none"> -Canalisations d'eau - Industrie : <ul style="list-style-type: none"> électrotechnique, production des alliages -Bon conducteur de chaleur et d'électricité - Peintures 	<ul style="list-style-type: none"> -Gastro-entérites -Cirrhose de foie - Nécroses - Scléroses -Diarrhées, nausées -Irritations intestinales 	<ul style="list-style-type: none"> -Altération des branchies des poissons, - Retard dans la ponte des poissons -Diminution de l'activité photosynthétique
Fer	<ul style="list-style-type: none"> -En suspension - Dissous : <ul style="list-style-type: none"> *ionique (Fe²⁺, Fe³⁺) *complexe (organique, minéral) 	<ul style="list-style-type: none"> -Activité industrielles -Transformation des minerais -Industriel sidérurgique -Conservation alimentaire 	<ul style="list-style-type: none"> -Fabrication des engrais -Industrie technologique -Utilisation dans la métallurgie - Décapages 	<ul style="list-style-type: none"> - Anémie -Troubles inflammatoires ou infections et à des pertes de sang -Perte de la vision -Toxicité systématique avec choc 	<ul style="list-style-type: none"> - Colmatage des branchies des poissons - Effets esthétiques pour le milieu aquatique : coloration rouge et goût métallique goût et odeur de poisson pourris

I-Présentation de la zone d'étude

I-1-Position géographique

La wilaya de Béjaïa est limitée administrativement par cinq wilayas : Tizi-Ouzou et Bouira à l'Ouest, Jijel à l'Est, Sétif et Bordj Bouarreridj au Sud. Au Nord, elle s'ouvre sur la Méditerranée sur une longueur qui avoisine 100Km. Elle s'étend sur une superficie de 33261,26Km²et comprend 52 communes et 19 daïras (**Korichi, 2011**).

Le golfe de Bejaïa (**Fig. 08**) se singularise par sa morphologie très particulière avec un plateau continental peu étendu, et un talus continental festonné par d'imposantes "criques" (Cap Aokas, Béni- Segoual) d'où partent des vallées sous-marines et un littoral sablonneux (dunes) qui borde le pied des falaises (**Leclaire, 1972**). La profondeur maximale du golfe est d'environ 1000 m avec une largeur moyenne de 1,5 km.

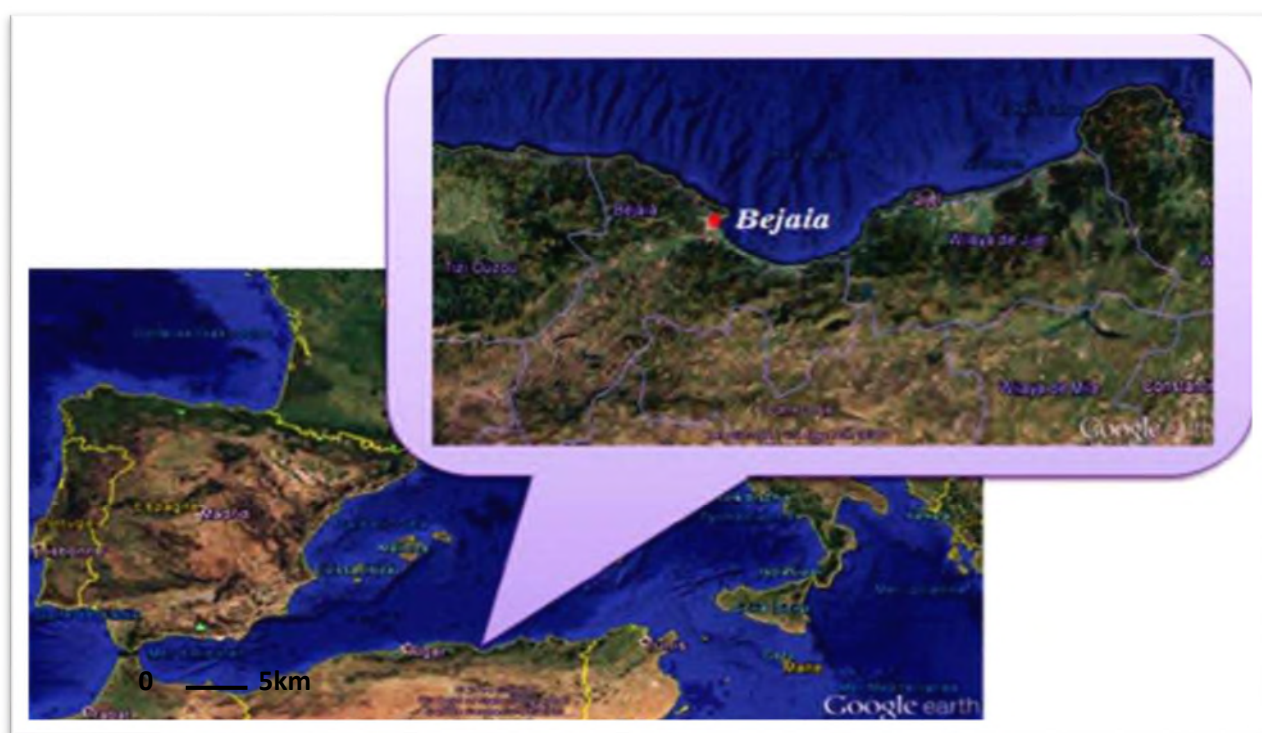


Figure 08 : Carte géographique du Golfe de Bejaïa (**Google earth, 2016**).

II-Matériel et Méthode

Pour évaluer le degré de contamination métallique des organismes marins du golfe de Béjaïa, nous avons choisi le merlu (*Merluccius merluccius*) comme un bio-indicateur de cette contamination métallique.

II-1-Méthode d'échantillonnage

L'échantillonnage est effectué le long du littoral de Béjaïa. Pour le réaliser, nous nous sommes orientées vers les pêcheurs professionnels. Ainsi, nos échantillons, sont recueillis

sitôt arrivés au port de Béjaia (**Fig. 09**). L'échantillonnage s'est étalé de Décembre 2015 à Avril 2016.



Figure 09: Echantillons de merlu (*Merluccius merluccius* L.1758) du golfe de Béjaïa.

II-2-Prétraitement des échantillons

Une série de mesures biométriques est réalisée sur chaque individu et reportée sur la fiche d'échantillonnage (annexe N1) dès l'arrivée de l'échantillonnage au laboratoire d'écologie de l'université de Béjaïa. Ce qui permet de prime abord de séparer les poissons en deux sous-groupes en fonction de la longueur totale (Lt), le groupe 1 dont $Lt < 25\text{cm}$ (Juvéniles), et le groupe 2 dont la $Lt > 25\text{cm}$ (adultes).

La longueur totale est mesurée à l'aide d'un ichtyomètre du bout du museau jusqu'à l'extrémité de la nageoire caudale intacte (**Fig. 10**).



Figure 10: mesure de la longueur totale de merlu.

- Les cavités abdominales des merlus sont ouvertes (**Fig. 11**) afin d'y déterminer le sexe après l'observation macroscopique des gonades.
- Ces dernières sont prélevées ainsi que le foie. Au moyen d'une lame et deux pinces inoxydables et stériles, la peau (les muscles) est détachée et un filet est prélevé.
- On prélève la même partie du tissu musculaire pour chacun des échantillons. Ces échantillons sont séchés dans l'étuve à une température de 70°C pendant 48h puis ces échantillons secs sont broyés à l'aide de broyeur.

Les sous échantillons obtenus sont pesés et conservés dans des piluliers étiquetés à basse température (4°C). Enfin ils sont prêts à la minéralisation.

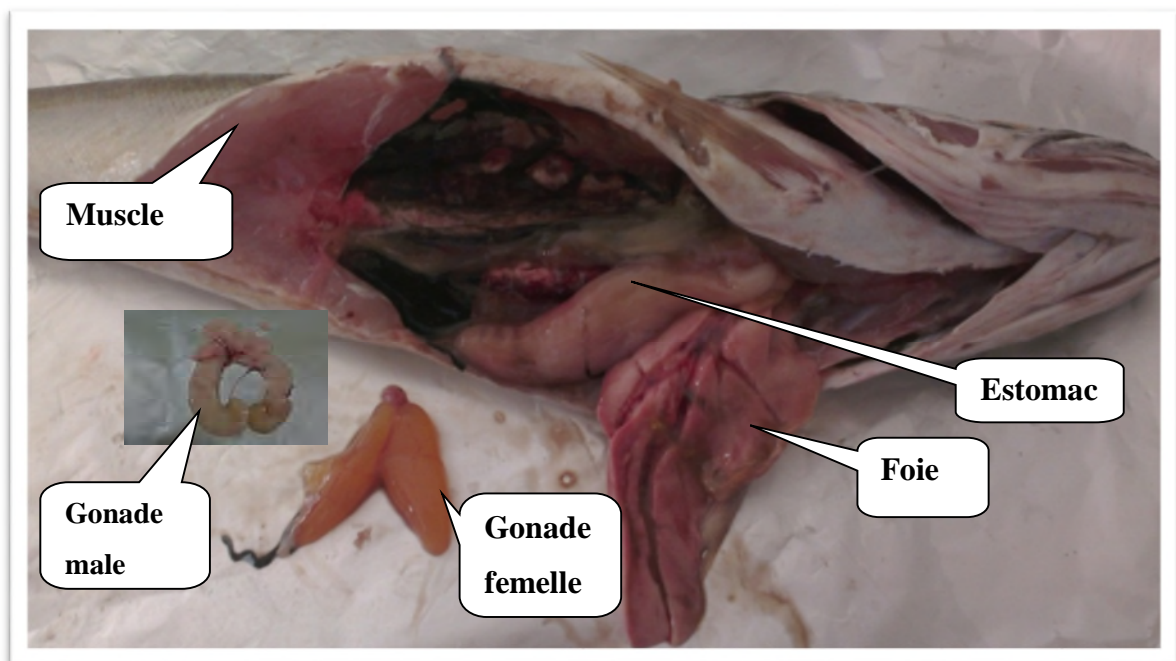


Figure 11 : Dissection du Merlu.

II-3- Minéralisation

La minéralisation d'un échantillon consiste à éliminer toute matière organique dans le but de rechercher un élément minéral (**Amiard et al. 1987**). Ce processus vise à :

- Éliminer toute action perturbatrice de substrat protéique.
- Ioniser les métaux lourds.
- Assurer leur concentration (puisque le métal n'existe qu'à l'état de trace).

La méthode que nous avons adoptée est celle d'**Amiard & al (1987)**. Elle consiste en une minéralisation qui permet de minimiser les déperditions des composés volatiles au cours du séchage (**Fig. 12**).

Le principe de la minéralisation est une dégradation complète de la matière organique; les métaux organiquement liés sont transformés en ions métalliques libres en présence d'acide nitrique concentré, par un chauffage à 95°C sous reflux.

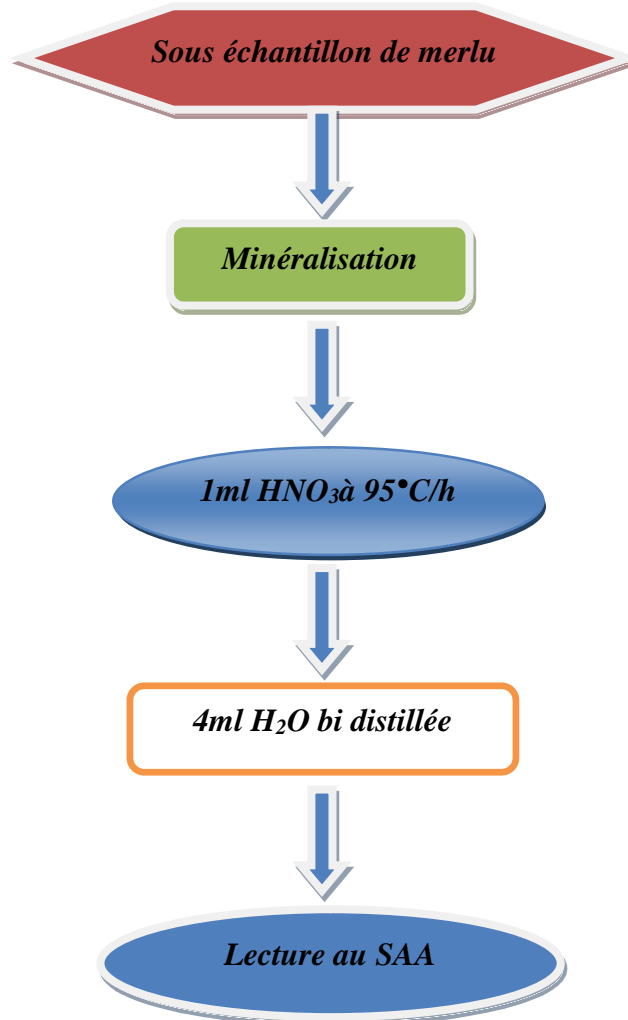


Figure 12: Synoptique du protocole de minéralisation et de dosage en Spectrophotométrie d'Absorption Atomique (Amiard & al., 1987).

Le protocole de minéralisation est le suivant :

- 1g de tissu sec d'un sous-échantillon homogénéisé est déposé au fond d'un matras,
- 1ml d'acide nitrique HNO₃ à 65°C de pureté est ajouté,
- le matras est mis dans un nid chauffant à 95°C pendant 1h,
- le refroidissement de l'installation est assuré par une pompe d'eau,
- le minéralisât est récupéré puis complète jusqu'à 4ml avec l'eau bi-distillée et mis dans un tube étiqueté et fermé pour éviter l'évaporation,
- les tubes sont conservés à basse température en attendant l'analyse au

Spectrophotomètre d’Absorption Atomique (SAA).

II-4-Préparation des solutions d’étalonnage

✓ Préparation de la solution mère

L’étalonnage a été réalisé avec une gamme relative à la concentration des échantillons, les échantillons standards ont été préparés à partir des solutions mères. Les solutions mères sont à 1000 ppm (1g/l). Dans un litre d’eau déminéralisée, une certaine quantité des substances chimique (CuSO₄, PbNO₃...ETC.) est dissoute de telle façon à obtenir 1 gramme de Cuivre (Cu), Cadadium (Cd), Fer (Fe) et de Plomb (Pb).

Une petite quantité d’acide nitrique est ajoutée dans les solutions préparées pour la gamme d’étalonnage afin d’être dans les mêmes conditions que les solutions inconnues à doser.

✓ Préparation des solutions étalons

A partir de la solution mère 1g/l, les solutions étalons sont préparées selon des gammes bien déterminées pour chaque élément.

II-5-Dosages des éléments traces métalliques (ETM)

La Spectrophotométrie d’Absorption Atomique (SAA) est une méthode spectrale qui permet la détection de faibles teneurs de métaux et éléments minéraux dans les solutions (Belhoucine, 2012).

Les dosages des métaux traces dans les minéralisats des tissus de merlu échantillonnés ont été réalisés au niveau du laboratoire de Génie des procédés à l’aide du SAA à flamme munis d’un four à graffite de type variant. L’étalonnage a été réalisé avec une gamme de concentration relative à celle des échantillons

II-6-Sex-ratio

Encore appelé **rapport des sexes** ou **rapport de masculinité**, est le rapport du nombre de mâle et de femelles au sein d’une espèce à reproduction sexuée, pour une génération ou dans la descendance d’un individu. C’est un indice biologique important car la proportion de mâles et de femelles peut affecter le succès reproductif. Chez certaines espèces le sex-ratio peut être un indicateur de la température du milieu d’incubation ou de l’exposition à des polluants qui sont aussi des perturbateurs endocriniens. Il peut correspondre au pourcentage respectif des mâles ou des femelles par rapport à la population échantillonnée.

F : Nombre de femelles
(F)

$$\text{Taux de féminité} = (F/F+M) * 100$$

M : Nombre de mâles
(M)

$$\text{Taux de masculinité} = (M/M+F) * 100$$

Dans cette étude, l'identification du sexe a été réalisée sur 172 individus, son évaluation a été étudiée globalement pour déterminer l'abondance d'un sexe par rapport à l'autre au sein de la population étudiée.

I- Résultats et discussions

La présence dans l'organisme vivant de quantités élevées de métaux lourds, qui existent à l'état de trace dans la nature, sont révélatrices de la pollution du milieu marin. Le merlu (*Merluccius merluccius*) a été utilisé comme bio-indicateur de la présence de ces ETM dans l'écosystème aquatique du golfe de Béjaïa.

I-1-Sex-ratio global

Selon l'annexe 02 et la figure 13, Le nombre d'individus du merlu échantillonnés dans le golfe du Béjaïa est de 172 individus. Sur l'ensemble du matériel biologique, le sex-ratio global [rapport du nombre de mâles (44) à celui des femelles (128)], est de l'ordre de 1.72%. Cependant, le taux de masculinité est de 26% pour un taux de féminité de l'ordre de 74%.

Le sex-ratio dans ce travail révèle que le stock exploitable de *Merluccius merluccius* du golfe de Béjaïa des femelles est toujours plus important que celui des mâles.

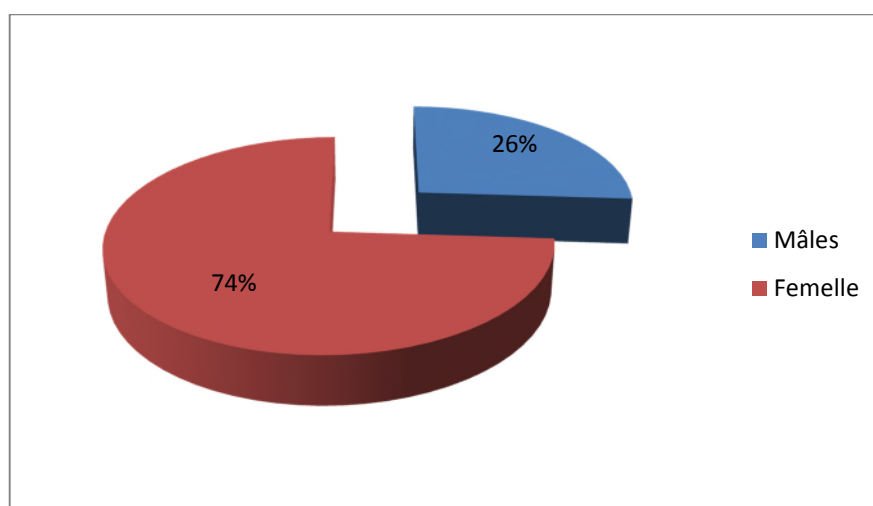


Figure13 : Structure de la population de *Merluccius merluccius*, du golfe de Béjaïa.

I-2-Dosage des éléments traces (Cd, Pb, Fe, Cu)

Parmi les diverses substances chimiques provenant des rejets industriels, agricoles et des eaux usées domestiques, et qui polluent l'environnement marin, les métaux lourds ont un retentissement écologique considérable (**Sahnoun, 2009**).

Cette pollution métallique des eaux littorales peut se traduire par une bioaccumulation plus au moins importante de ces ETM. Ces derniers peuvent nous renseigner sur la contamination des milieux dans lequel ils évoluent.

Les tableaux dans l'annexas (3, 4, 5, 6) montrent les résultats des analyses des éléments traces métalliques (Cd, Fe, Pb, Cu) analysés dans le muscle et le foie des merlus prélevés dans le golfe de Béjaïa.

I-2-1-Fer

Le figure 14 regroupe les concentrations moyennes en Fe dans deux organes, foie et muscle, de *Merluccius merluccius* du golfe de Béjaïa.

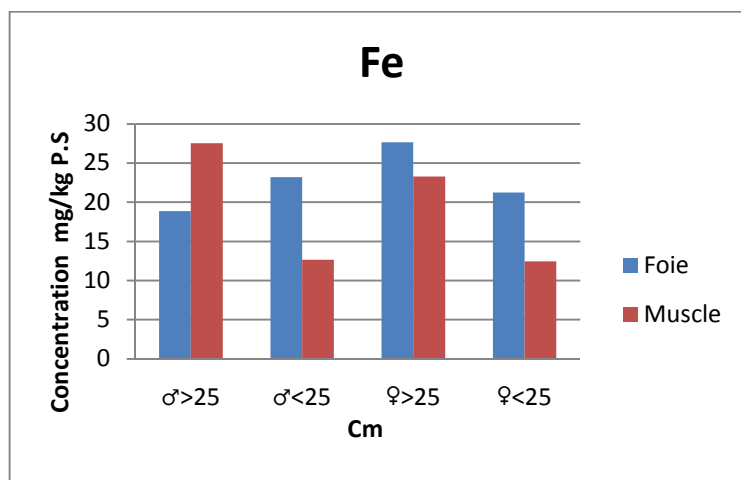


Figure 14: Concentrations en Fe dans le foie et le muscle de *Merluccius merluccius*, exprimées en mg/kg P.S. (Béjaïa, 2016)

Les teneurs en Fer relevées dans le muscle du merlu sont comprises entre 12.44 et 27.54 mg/kg P.S. Celles enregistrées dans le foie se situent entre 18.85 et 27.66 mg/kg P.S (Annexe 03).

Notons par ailleurs, que les teneurs en Fe varient d'un sexe à l'autre. Les teneurs relevées, sont basses chez les femelles moins de 25 cm (12.44 mg/kg) au niveau du muscle puis remontent pour atteindre le maximum chez les femelles de plus de 25 cm (27.66 mg/kg) au niveau du foie, ces variations sont dues à la croissance, la reproduction, la nature de golfe et surtout l'échouage des épaves des bateaux, en plus de la pression de la flottille maritime. Notons que le fer rentre dans la physiologie de tous les organismes vivants.

I-2-2-Cuivre

Le tableau dans l'annexe 04 laisse apparaître des concentrations moyennes en Cuivre dans les deux organes (Foie, Muscle) de *Merluccius merluccius* du golfe de Béjaïa.

Les teneurs en Cuivre dans le muscle se situent entre 0.03 et 2.29 mg/kg P.S, et pour le foie, les concentrations sont situées entre 2.18 et 5.55 mg/kg P.S. Ces teneurs en Cuivre varient d'un sexe à l'autre. Les teneurs relevées sont basses chez les femelles de plus

de 25 cm puis remontent pour atteindre le maximum à 5.55 mg/kg P.S chez les mâles plus de 25 cm. L'ensemble des résultats sont illustrés graphiquement dans la figure 15.

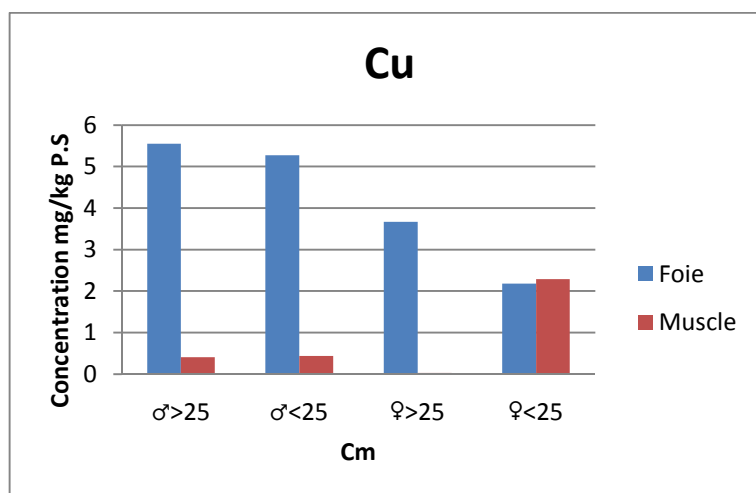


Figure 15: Concentrations en Cu dans le foie et le muscle de *Merluccius merluccius*, exprimées en mg/kg P.S (Béjaïa, 2016)

Les résultats confirment que le foie est le siège de stockage du Cu. Ce métal n'est pas considéré comme toxique toutefois, il peut engendrer des dérèglements physiologiques à l'organisme à fortes concentrations chez les poissons.

I-2-3-Cadmium

Le tableau dans l'annexe 05 regroupe les concentrations moyennes de Cadmium chez *Merluccius merluccius* du golfe de Béjaïa.

Au niveau du muscle, les concentrations moyennes de Cadmium varient de 0 à 1.7 mg/kg P.S et au niveau du foie de 0 à 0.88 mg/kg P.S.

On remarque que les teneurs en Cadmium varient aussi d'un sexe à l'autre. Le Cd absent dans le foie des femelles de moins de 25 cm, ainsi que dans le muscle des femelles de plus de 25 cm. Puis il atteint le maximum avec une valeur de 1.7 mg/kg P.S dans le muscle des mâles de moins de 25 cm. Nos résultats sont illustrés graphiquement dans la figure 16.

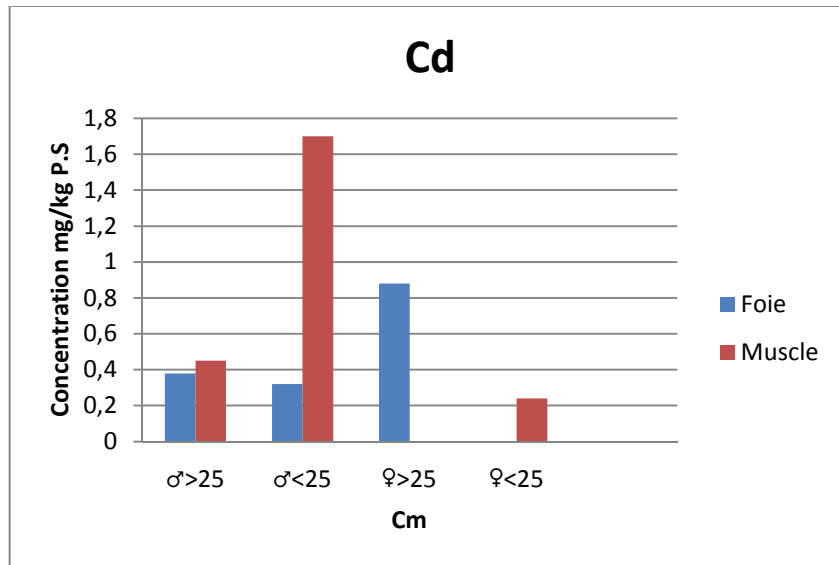


Figure. 16: Concentrations en Cd dans le foie et le muscle de *Merluccius merluccius*, exprimées en mg/kg P.S (Béjaïa, 2016)

Le Cadmium est un métal lourd qui n'a aucun rôle biologique connu. De plus il figure dans la liste des substances dangereuses (CEE, 1982). Cette pollution par le Cadmium peut être due à des décharges industrielles non traitées, à des eaux usées...etc.

I-2-4-Plomb

Le tableau dans l'annexe 06 laisse apparaître les concentrations moyennes en Plomb dans les deux organes (Foie, Muscle) de *Merluccius merluccius* qui se situent entre 0 et 3.88mg/kg P.S

Concernant le foie, les concentrations sont de l'ordre de 2 et 3.88 mg/kg P.S, alors qu'au niveau du muscle, les concentrations de Pb se situent entre 0 et 2.07 mg/kg P.S. Ces résultats sont repris graphiquement sur la figure 17.

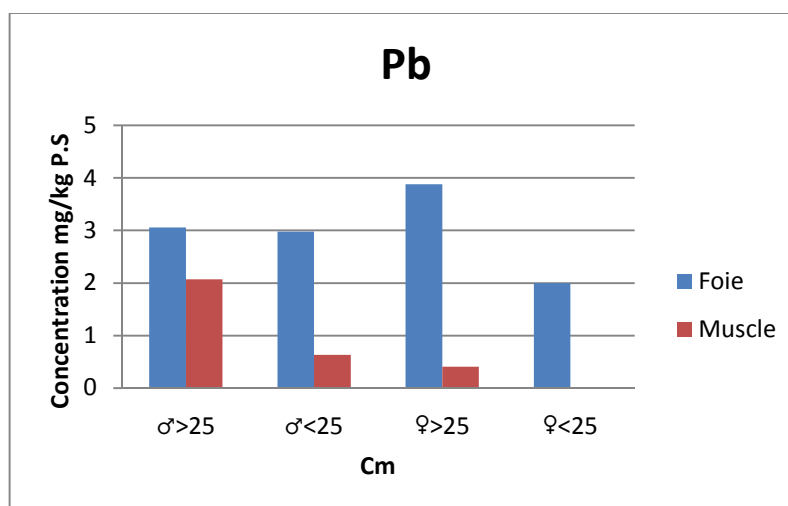


Figure 17: Concentrations en Pb dans le foie et le muscle de *Merluccius merluccius*, exprimées en mg/kg P.S (Béjaïa, 2016)

Le plomb est considéré comme polluant hautement dangereux et non biodégradable, il est cité parmi des métaux lourds les plus toxiques et enregistre des teneurs alarmantes pour la santé publique (EEA, 1997).

En référence aux valeurs données par l'IAEA (2003), les teneurs en Fer, Cuivre, Cadmium, Plomb admises respectivement dans le muscle de poissons, exprimées en mg/kg P.S, sont de (<50,3.28, 0.181, 0.12), on remarque que le merlu du golfe de Béjaïa présente dans sa chair des quantités importantes en ETM. De ce fait nous pouvons le considérer comme un bon indicateur de la qualité de l'écosystème aquatique du golfe de Bejaïa du fait que les valeurs obtenues dans le muscle de nos échantillons dépassent les valeurs guide retenues (18.98, 0.79, 0.60, 0.78).

I-3-Bioaccumulation des quatre métaux lourds (Fe, Cd, Cu, Pb)

Tous les polluants métalliques recherchés (Pb, Cd, Cu, Fe) sont présents dans les échantillons étudiés de *Merluccius merluccius* et à des concentrations importantes avec une hétérogénéité marquante.

Notons que le Fer est retrouvé à des concentrations largement supérieures à celles du Plomb, Cadmium et Cuivre avec une concentration maximale de 27.66 mg/kg P.S. Cependant, le Cuivre se présente avec des valeurs moins importantes que celles du Fer. Par contre, les concentrations du Plomb et du Cadmium sont moins importantes que les deux précédentes ; pour le cuivre, nous avons enregistré des valeurs maximales et minimales de 5.55 et 0.03 mg/kg P.S en fonction de sexe et de l'organe, pendant que celles du Plomb

varient de à 0 à 3.88mg/kg P.S. et pour le cadmium, le merlu montre des valeurs atteignant 1.7mg/kg P.S.

En effet, le Fer, le Cuivre étant des oligo-éléments nécessaires à faibles doses pour cette espèce aquatique, ils entrent dans les processus physiologiques de tous les organismes vivants comme la croissance et la reproduction. Ils se retrouvent plus abondamment dans leur organe, par rapport aux éléments toxiques tels que le Pb, Cd qui n'ont aucun rôle physiologique. Concernant le Cuivre et le Fer, on constate que leurs teneurs sont plus faibles par rapport aux normes (**OMS, 2004; Normes Nationales, 2011; IAEA, 2003; FAO, 2009**).

Le muscle (partie comestible) et le foie (lieu de stockage et de détoxification) sont les organes le plus visés par la plupart des études de bioaccumulation des ETM du merlu en Méditerranée (**Bentata-Keddar, 2014**).

I-4-Variation des concentrations en ETM en fonction des organes et des sexes

Les résultats obtenus révèlent la présence de l'ensemble de ces ETM dosés (Cd, Cu, Fe, Pb) au niveau du muscle et du foie de merlu en fonction de sexe pendant la période d'étude (**l'annexe 07**)

La figure 18 présente les concentrations moyennes des ETM analysés au niveau du foie et du muscle en fonction de sexe.

Les valeurs en Fe sont plus importantes chez les individus femelles, avec des moyennes de 24.44 mg/kg P.S au niveau du foie par rapport aux mâles. Alors que, les teneurs du Cd sont assez hétérogènes, nous avons enregistré des valeurs remarquablement élevées au niveau de deux organes ciblés et qui sont respectivement de l'ordre de 1.08et 0.44 mg/kg. P.S.

Le Pb occupe la troisième position quant à son abondance dans le foie des individus mâles (3.02 mg/kg P.S), tandis que le foie des femelles note une valeur de 2.94 mg/kg P.S. Le Cu occupe la deuxième position en teneur en ETM dans le foie des spécimens mâles (5.41 mg/kg P.S), et chez le sexe opposé la valeur de Cu est de 2.93 mg/kg P.S.

Les variations des teneurs métalliques moyennes en fonction du sexe montrent généralement que les femelles sont les plus touchées que les mâles, mais en fonction des organes, on remarque que les teneurs en polluants métalliques sont plus importantes dans le foie que dans le muscle. Donc le foie accumule plus de ETM que le muscle.

Cette constatation est aussi signalée par **Tepe & al., 2008**. Auparavant. Selon **Ramade (1979)**, chez les poissons téléostéens les éléments métalliques se concentrent particulièrement dans le foie et plus modestement dans le muscle. **Powell & al., 1981** avaient

déjà démontré que les métaux lourds se concentraient dans les organes des poissons téléostéens de la façon décroissante suivante: Foie > Rein > Muscle.

Le sexe est l'un des facteurs biologiques prédominant en raison d'une part de la différence de croissance entre les mâles et les femelles, et d'autre part, des pertes de contaminants engendrées par la reproduction. La ponte entraîne en effet une décontamination importante chez les femelles, puisqu'à partir de leur première reproduction, une nette diminution des concentrations en métaux est observée (**Bodiguel, 2008**). Ces contaminants sont marqués dans le foie avec des valeurs élevées par rapport au muscle, ceci est lié à la mobilisation des métaux dans le foie pour les gonades pendant la maturation (**Belhoucine, 2012**).

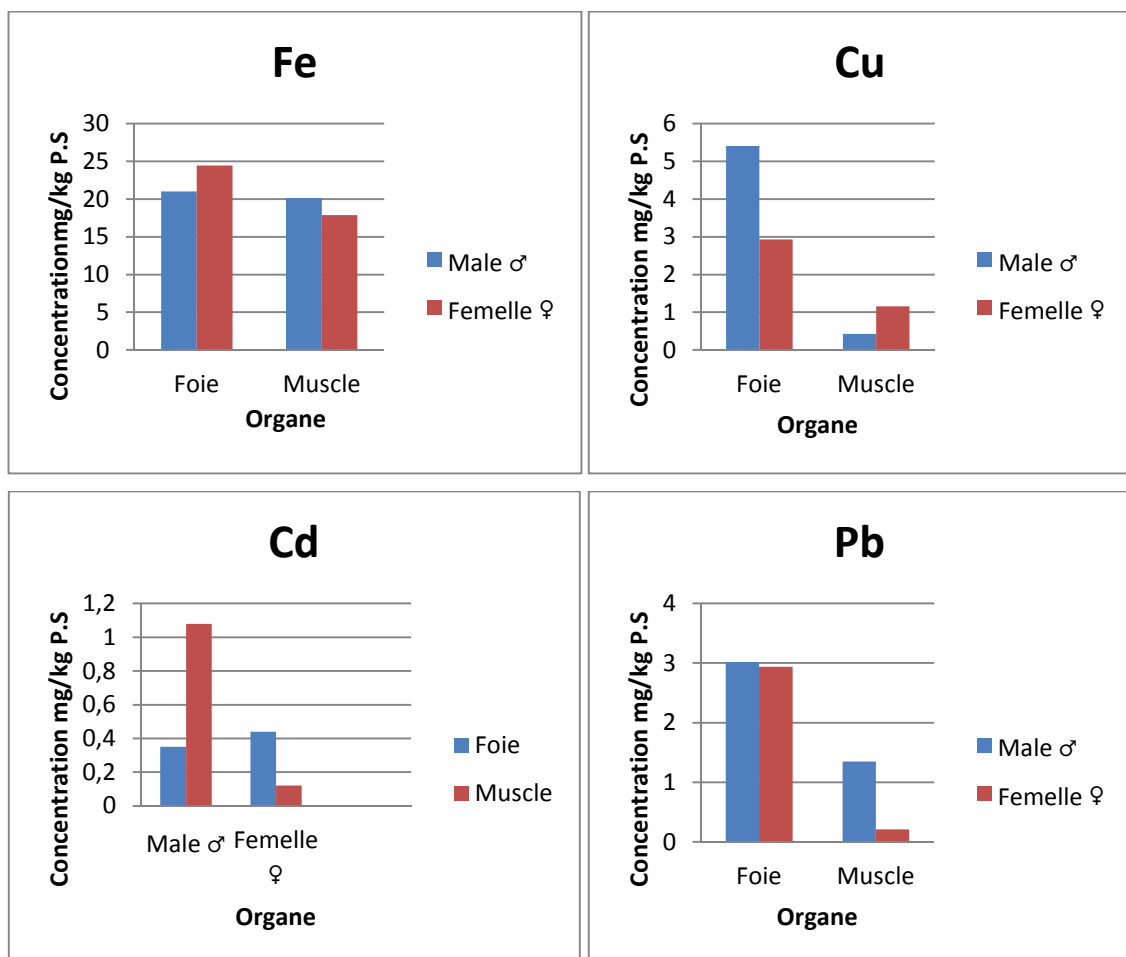


Figure.18 : Variations des teneurs moyennes en métaux lourds (Cd, Cu, Fe, Fe) exprimées en mg/kg P.S dans le foie et le muscle en fonction de sexe du *Merluccius merluccius* (Bejaia ,2016)

I-5-Variations des concentrations en ETM en fonction de la taille

Afin de pouvoir étudier la variation de la contamination dans la population du merlu, deux classes de taille centimétriques ont été fixées à savoir $LT >25/LT < 25$ cm. Des comparaisons ont été faites entre les concentrations moyennes des différentes doses au niveau des deux classes de tailles retenues dans ce travail soit les individus dont la taille est inférieure à 25 cm qui sont appelés les juvéniles, et les spécimens aux alentours de 25 cm et plus, appelés les adultes ou bien les grands prédateurs.

En considérant une étude individuelle de chaque élément en fonction de la taille, il se dégage plusieurs observations dont les résultats sont représentés dans l'annexe 08 la figure 19.

Nous remarquons une bioaccumulation plus élevée de Fe et Cu chez les poissons de plus de 25 cm.

Suite à cette étude, nous avons constaté globalement que les tissus hépatiques et musculaires accumulent tous les deux le Fer mais les concentrations les plus importantes se retrouvent au niveau du foie pour les deux lots de classes de taille. Toutefois, Les concentrations de Fer sont plus importantes chez les individus dont la taille est supérieure à 25 cm, mais il ressort des résultats trouvés, l'absence d'une différence dans la bioaccumulation du Fer entre les deux groupes de classe.

Au sein de chaque classe de taille, les teneurs en Plomb révèlent une différence entre les deux organes. Des concentrations faibles sont enregistrées au niveau du muscle par rapport à celles du foie, la concentration de Pb est plus élevée au niveau des individus de plus de 25 cm, de même pour les concentrations du Cu enregistrées chez les individus de plus de 25 cm, les adultes, qui sont plus élevées par rapport à celles des juvéniles au niveau de foie, par contre au niveau du muscle les teneurs de Cu sont plus importantes chez le merlu de moins de 25 cm. Le Cd enregistre des valeurs critiques notées chez les jeunes merlus de moins de 25 cm avec des concentrations importantes par rapport à celles du merlu de plus de 25 cm.

La variation des concentrations moyennes en métaux lourds semblent être en relation avec la taille des individus. Nos résultats rejoignent ceux de **Belhoucine (2012)** dans la baie d'Oran. Cette situation est probablement à remettre en relation avec l'activité physiologique bien plus intense chez les jeunes populations qui croissent plus vite au cours de leur première année de vie, donc elles concentrent plus de métaux dans leurs tissus (**Mahe & al., 2005**).

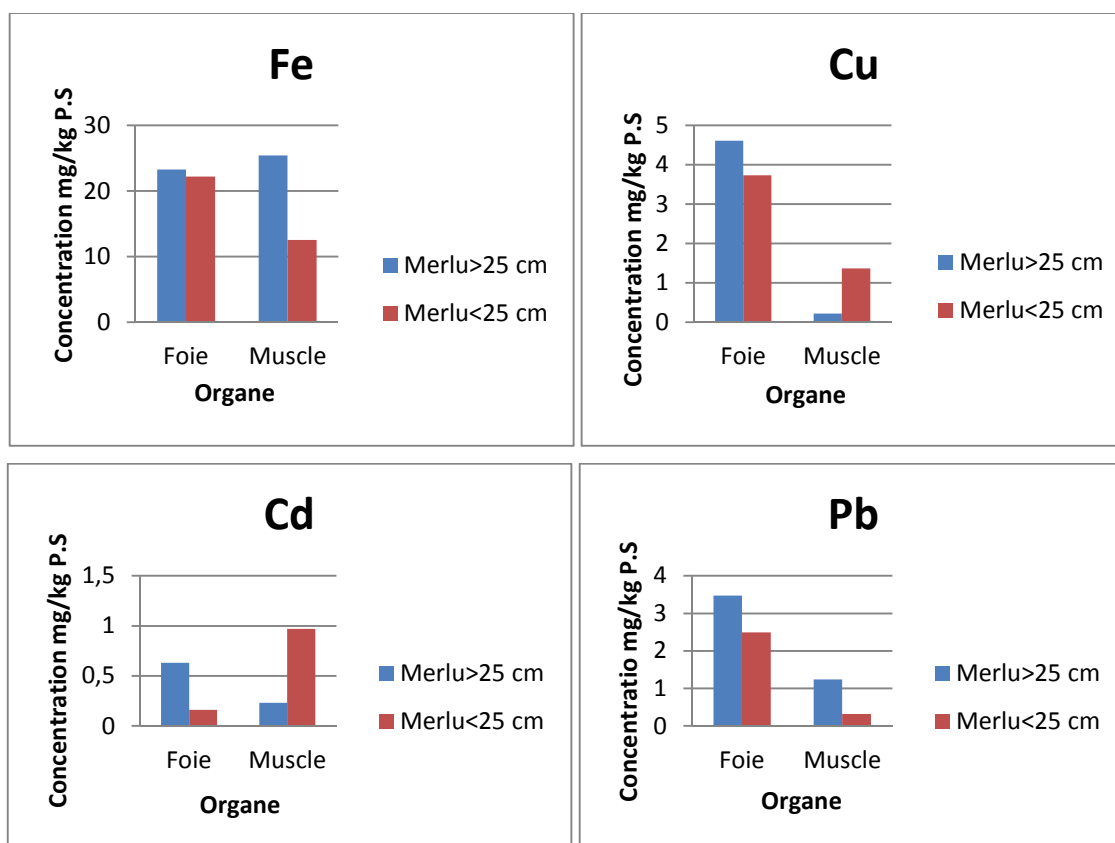


Figure. 19 : Variations des concentrations en ETM de *Merluccius merluccius* en fonction des classes de taille exprimées en mg/kg P.S.(Béjaïa, 2016).

I-6- Comparaison avec les doses recommandées :

L'accumulation des ETM peut provoquer de sérieux problèmes dans l'environnement. Cette contamination pourrait affecter la qualité de l'eau, la bio assimilation et bioaccumulation de ces xénobiotiques dans les organismes aquatiques (**Bodiguel, 2008**). Ces derniers sont capables d'éliminer une certaine partie via l'excrétion et la métabolisation, mais au-delà d'une certaine quantité, les métaux s'accumulent dans les organismes et tout au long de la chaîne alimentaire, atteignant des concentrations pouvant menacer la survie de certaines populations naturelles et présenter des dangers pour la santé humaine (**Liehr & al., 2005**).

Lors de cette étude, nous avons regroupé les résultats dans le Tableau III, et constaté que le merlu pêché au niveau du golfe de Bejaïa, parvient à stocker, dans les deux organes ciblés (foie, muscle), les quatre métaux recherchés (Fe, Cu, Cd, Pb), sans létalité pour l'organisme «accumulateur».

En comparant les concentrations moyennes en métaux lourds du muscle, mesurées chez *Merluccius merluccius* avec les seuils de qualité sanitaire tolérés, nous pourrions déduire que les valeurs enregistrées dans le merlu du golfe du Béjaïa restent élevées par rapport aux valeurs critiques de contamination, notamment pour le Cd, Pb.

Tableau III: Comparaison des teneurs en métaux lourds (mg/kg P.S) dans le muscle chez *Merlucciusmerluccius* par rapport aux Doses Maximales Admissibles (DMA).

	Cd	Pb	Cu	Fe
FAO, 2009	0.15	0.3	3	-
IAEA, 2003	0.181	0.12	3.2	<50
Norme algérienne, 2011	0.05	0.3	-	-
OMS, 2004	0.1	0.3	-	-
Présentation de travail, 2016	0.60	0.78	0.79	18.98

Les teneurs de ces deux métaux (Cd et Pb) constituent un danger pour le consommateur puisqu'elles restent supérieures aux doses maximales admissibles recommandées, notant pour le Cd et le Pb pour lesquels les teneurs moyennes sont 0.60 mg/kg, 0.78mg/kg P.S.

Rappelons que ces métaux que nous avons étudié ont fait l'objet de recommandation pour la consommation humaine par FAO et /WHO (Food and Agriculture Organization of the unite dnation, World Health Organization). Les valeurs limites de ces composés dans la chair de poisson sont présentées dans le Tableau IV (**Belhoucine, 2012**).

Ce constat ne diminue en rien le risque potentiel encouru par l'homme à moyen et long terme si des dispositions urgentes ne sont pas mises en place afin de contrôler la salubrité des produits de la mer, vecteurs des agents toxiques, en particulier le plomb et secondairement le cadmium, puisque ces métaux enregistrent des teneurs alarmantes pour la santé publique. L'évaluation fiable des risques induits par ces polluants tant sur la santé humaine que sur l'environnement est un challenge important (**Maroni & al., 2000 ; Eason & o'Halloran, 2002 ; Alavanja & al., 2004**).

Tableau IV: Doses maximales de métaux toxiques recommandées par la FAO/WHO pour la consommation humaine exprimées en $\mu\text{g/g}$.

ETM	Valeurs limites	Commentaire	Référence
Cd	0.5-10	Cancérogène	FAO/WHO, 2001
Cu	50-150	Cancérogène	FAO/WHO, 1989
Pb	2.5-30	Cancérogène	FAO/WHO, 2001
Fe	-	-	-

I-7-Etats de la contamination du muscle du merlu par rapport à d'autre poisson pêchés au niveau du littoral algérien et le bassin méditerranéen

Le tableau V permet une étude comparative entre les organismes marins, utilisés comme indicateurs biologiques et qui représentent quelque maillon de la chaîne trophique avec des caractéristiques distinctes, à savoir que certaines sont pélagiques et d'autre benthiques (**Boutiba & al., 2003**).

L'analyse de ces données montre que les différents teneurs pour une espèce donnée sont rarement comparables entre elles pour les raisons suivantes :

- ✓ le compartiment physiologique varie d'une espèce à l'autre et au sein du même écosystème (**Gaspic & al., 2002**),
- ✓ au sein de la même espèce de poisson et pour un âge fixe, les besoins physiologiques varient avec les saisons et variation des paramètres physico-chimiques du milieu, néanmoins, les teneurs les plus élevées en métaux sont présentées par le Cadmium,
- ✓ La nature du plateau continentale joue un rôle important dans la répartition des ETM.

Tableau V : Variations des teneurs en métaux lourds exprimés en mg/kg P.S chez différents poissons pêchés le long du littoral algérien et dans la mer Méditerranée

ETM Espèce	Origine	Cd	Pb	Cu	Fe	Auteurs
<i>Sparus arrata</i>	Turquie	1.48	22.16	11.36	-	Canli & al., 2002
<i>Merluccius merluccius</i>	Baie d'Oran	0.96	1.08	-	-	Belhoucine (2012)
<i>Mullus surmuletus</i>	Baie d'Oran	0.6	0.936	-	-	Borsali (2006)
<i>Dicentra chuslabrox</i>	France	0.052	-	3.12	-	Roméo & al., 2000
<i>Trachurus trachurus</i>	Turquie	0.88	2.56	9.6	145.6	Mendil & al., 2010
<i>Trachurus trachurus</i>	Beni Saf	-	0.8	2.1	1.3	Belharizi (2010)
<i>Trachurus trachurus</i>	Tlemcen	0.34	1.42	1.77	104.09	Benhabib (2013)
<i>Sardinella aurita</i>	Tunis	0.13	0.61	-	-	RymEnnouri & al., 2008
<i>Merluccius merluccius</i>	Bejaïa 2015	-	0.4	-	-	Bensaid & Sait, 2015
<i>Merluccius merluccius</i>	Bejaïa 2016	0.60	0.79	0.78	18.93	Présent du travail, 2016

Conclusion

La mer est plus particulièrement le littoral apparaît comme le réceptacle de tous les polluants d'origine tellurique ou marine. La qualité des eaux du littoral est localement préoccupante et seule une politique globale peut remédier à la dégradation progressive du milieu marin (**Belhoucine, 2012**).

L'objectif de ce travail a été d'évaluer la contamination ou l'éventuelle pollution du littoral occidental algérien en choisissant la zone d'échantillonnage dans le golfe de Béjaïa. Cette région est soumise à différentes sources de pollution.

Ce travail vient compléter l'étude réalisée par **Ben said & Sait (2015)** sur l'état des lieux de la contamination du merlu (*Merluccius merluccius*) représentant des première pêcheries démersales par des polluants métalliques regroupés :Fer, Cuivre, Cadmium et Plomb, au niveau de golfe de Béjaïa.

Merluccius merluccius appelé merlu européen est un poisson à forte valeur commerciale. Il fait partie des espèces vivant à proximité des sédiments marins. Sachant que le sédiment est le principal intégrateur de polluants métalliques, il est de ce fait, recommandé comme bio indicateur de la qualité du milieu marin.

La répartition des sexes au sein d'une population donnée du merlu révèle qu'elle est en faveur des femelles que des mâles.

L'évaluation de la contamination du golfe de Béjaïa dans cette étude été fait à partir de dosage des éléments traces métalliques (ETM),Fer, Cuivre, Cadmium et Plomb au niveau de deux organes ciblés : le foie (lieu du stockage, des réserves), et le muscle (partie comestible) de *Merluccius merluccius*.,Le Cd et Pb sont considérés comme des polluants hautement dangereux et non biodégradables ou toxiques, le Fe et Cu sont des éléments essentiels entrant dans la physiologie de tous les organismes vivants mais à forte concentration ils deviennent toxiques.

Dans cette étude quelques paramètres biologiques (organe, sexe, taille) sont pris en considération afin d'avoir une meilleure approche dans l'interprétation des niveaux de concentrations obtenus :

- Les teneurs moyennes (Pb, Cd) obtenues dans ce travail sont hétérogènes et dépassent les valeurs recommandées, la présence de ces métaux dans les eaux du golfe de Béjaïa est due à l'existence des sources probables de pollutions industrielle et agricole, y compris les rejets urbains et domestique dans certaines zones de pêche.

- Par rapport aux organes, les résultats trouvés ont montré que les ETM sont aussi bien accumulés au niveau du foie que du muscle du merlu, ce qui témoigne de la présence des micropolluants ciblés chez les poissons prélevés avec un ordre accumulateur : **Fe > Cu > Pb > Cd** et un organotropisme **Foie > Muscle**.
- La taille des individus à une influence sur le niveau de contamination par les métaux lourds chez cette espèce du merlu du golfe de Bejaia, Ainsi, on a constaté que les juvéniles du merlu sont les plus contaminés, ceci est sans doute lié aux conditions éthologiques, au régime nutritionnel et aux changements physiologiques qui varient selon le stade de développement des individus.
- Les teneurs des contaminants décelées dans nos échantillons semblent inquiétantes et elles sont supérieures par rapport aux normes recommandées par **FAO** et **OMS**. En plus, les niveaux de contamination enregistrés dans notre région sont moyens par rapport aux différentes régions du bassin méditerranéen. Les résultats retrouvés ne font que confirmer l'existence d'une relation entre la pollution de notre côte et les nombreuses sources d'ETM, cette pollution laisse forcément son empreinte sur les produits de la mer.

Perspectives

La préservation de la qualité du milieu marin littoral nécessite non seulement une connaissance des apports polluants vers l'environnement marin. L'utilisation des organismes marins pour l'évaluation et la détermination du niveau de contamination est une bonne approche pour atteindre cet objectif.

Pour assurer la protection et la conservation de l'environnement marin, il convient de mettre en place un plan écologique de surveillance de la qualité du milieu marin par :

- L'évaluation de la salubrité des produits de la pêche qui peuvent être porteurs d'éléments toxiques (métaux lourds, organochlorés...),
- Le recensement des sources de pollution et l'estimation du volume des polluants qu'ils soient naturels au anthropiques,
- La mise en œuvre d'un programme efficace destiné à résoudre le problème des eaux usées (urbaines et industrielle) par la mise en place, notamment de station d'épuration,
- L'élaboration d'un plan national de prévention et d'intervention en cas de déversements massifs de métaux lourds ou autre substance chimique supposés être dangereuse.

Références bibliographiques

A

- Abella A., Autori R., Serena F., 1995:**– Some aspect of growth and recruitment of hake in the northern tyrrhenian sea. *Rapport de la 1^{ere} réunion du groupe de travail DYNPOP du CIESM*. Tunis, **10**: 27-28.
- Adams S.M., 2002:**– Biological indicators of aquatic ecosystem stress. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. 621 p.
- Adriano D. C., 2001:**– Trace Element in Terrestrial Environment Biogeochemistry Bioavailability and Risk of Metals. Second ed. Springer-verlag, Now-York.
- Alavanja M.C., Hoppin J.A., Kamel F., 2004:**– Heath effects of chronic pesticide exposure cancer and neurotoxicity. *Annual Review public Heath*. **25**: 155-197 p.
- Aldebert Y., 1981:**– Contribution à la biologie du merlu du Golfe du Lion: premières données sur la croissance. *Rapp. Comm. Int. Mer médit.*, **27(5)**: 47-48 p.
- Aldebert Y et Carriès C., 1988:**– Problèmes d'exploitation du merlu du golfe du Lion. Fuengirola, C.G.P.M., 5^{ème} Consultation technique sur l'évaluation des stocks Baléares et Golfe du lion. 87-91p.
- Aldebert Y., Morales-Nin B., 1992:**– La croissance des juvéniles de merlu dans le golfe du Lion : nouvelles méthodes d'approche. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.* **33**: 1-281.
- Aldebert Y et Recasens L., 1995:**– Estimation de la croissance du merlu dans le golfe du Lion par l'analyse des fréquences de taille. *Rapport de la Commission Internationale sur la Mer méditerranée*, **34**: 1-236 p.
- Alheit J & Pitcher T.J. 1995:**– Hake. Fisheries, Ecology and markets. *Fish and Fisheries Series 15*. Chapman & Hall. London.
- Alik-Betatache O., 2015 :**– Biologie de la reproduction et dynamique du merlu (*Merluccius merluccius* Linnaeus., 1758) de la cote- Est Algérienne. Mémoire de Magister. Université de Bejaia, Alger. 172 p.
- Amiard-Triquet C., Pinneau A., Boiteau H. L., Metayer C., Amiard-Triquet C., 1987:**– Application de la Spectrophotométrie d'Absorption Atomique Zeeman au dosage de 8 éléments traces (Hg, Cd, Cr, Mn, Ni, Pb, Se) dans les matières biologiques solides. *Waters*, **21(6)**, 693-697 p.
- Andaloro F., Arena., Prestipino Giarritta S., 1985:**– **Contribution** to the knowledge of the age, growth and feeding of hake *Merluccius merluccius* (L. 1758) in the Sicilian

chwannel. FAO *Fish Rep.* **336**: 93-97 p.

B

Bauchot M.L., PRAS A., 1980:– Guide des poissons marins d'Europe. Delachaux et Niestlé. Neuchâtel, Paris. 427 p.

Beauchamp J., 2003:– La pollution littorale. D.E.S.S. Qualité et gestion de l'eau. Université de Picardie Jules Verne. <http://www.u-picardie.fr/beauchamp/cours.Qge/pol-litt.htm>.

Becam M., 1974:– Rapport en nom de la commission d'enquête sur le littoral Méditerranéen, 1974, n° 1273, première session de l'Assemblée Nationale. Page 261. Cahier option Méditerranée.

Belharizi N., 2010:– Contribution à l'évaluation de la pollution métallique sur le littoral de Ben-Saf, cas de la saurel (*Trachurus trachurus*, Linné., 1758). Mémoire d'ingénieur d'Etat en écologie animale. Université de Tlemcen, Alger. 43-48 p.

Belhoucine F., 2012:– Etude de la biologie, de la croissance et de la reproduction d'un poisson téléostéen le merlu (*Merluccius merluccius*, L., 1758) et son utilisation comme indicateur biologique de la pollution par les métaux lourds (Zn, Pb, Cd) dans la baie d'Oran, Algérie. Thèse de Doctorat. Université d'Oran. 275 p.

Belkhouche N., 2006:– Extraction liquide-liquide et par membrane liquide supportée des métaux lourds des extraits organophosphorés synthétisés sous irradiation micro-ondes. Etude de l'effet synergique. Thèse de Doctorat. Université de Tlemcen, Alger.

Belon P., 1553:– De aquatilibus, libri duo cum eiconibus ad vivam ipsorum effigiem, quoad eius fieri potuit, expressis. *Ad amplissimum Cardinalem Castillionaem.* -pp. (1-31), 1-448. Parislis. (Stephanus).

Benhabibi N., 2013:– Contribution à l'évaluation de la pollution métallique sur le littoral de Ghazaouet cas de la saurel (*Trachurus trachurus*) (Linné, 1758). Mémoire Master II. Université Tlemcen, Alger. 74 p.

Bensaid D., Sait B., 2015:– Evaluation de la qualité écologique du golf de Béjaïa : le merlu bioaccumulateur. Mémoire de Master II. Université de Béjaïa, Alger. 79 p.

Bentata-keddar I., 2014:– Evaluation de la contamination métallique par trois métaux traces (Cd, Ni et Zn) du rouget de vase (*Mullus barbatus*, L., 1758) pêché au niveau de la côte occidentale algérienne. Mémoire de Magister. Université d'Oran, Alger. 122 p.

Bodiguel X., 2008:– Caractérisation et modélisation des processus de bioaccumulation des PCB chez le merlu (*Merluccius merluccius*) du golfe du Lion. Thèse Doctorat. Université Montpellier I. 190 p.

Références bibliographique

- Borsali S., 2006:**– Contamination du rouget de roche (*Mullus Surmuletus*. L. 1758) dans les organes (foie, muscle et gonades) par trois métaux lourds (Cadmium, Plomb et Zinc) pêche dans la baie d'Oran. Mémoire de Magister. Université d'Oran, Alger. 197 p.
- 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. Thèse Doctorat. Université d'Oran, Alger. 202 p.
- Bouaziz A., 1992:**– Le merlu (*Merluccius merluccius mediterraneus*, Cadenat 1950) de la baie de Bou-Ismaïl: biologie et écologie [The hake of the Gulf of Bou -Ismaïl: biology and ecology]. *Thèse Magister Océanogr. Biol.*, ISMAL (Alger). 85 p.
- Bouaziz A., Semroud R., Djabali F., Maurin C., 1998a:**– Estimation de la croissance du Merlu (*Merluccius merluccius*, Linnaeus., 1758) de la région centre de la côte Algériennes par analyse des fréquences des tailles. *Cahiers Options Méditerranéennes*, **35** :35-41p.
- Bouaziz A., Semroud R., Djabali F., Maurin C., 1998b:**– Reproduction du merlu (*Merluccius merluccius*, Linnaeus., 1758) dans la région de Bou-Ismaïl. *Cahiers Options Méditerranéennes*, **35**: 109-117 p.
- Bouaziz A., Djabali F., Maurin C., 1998c:**– Le merlu des côtes Algérienne : Identification et répartition. . *Cahiers Options Méditerranéennes*, **35** : 139-146 p.
- Boutiba Z., Teleb M.Z., Abi-Ayad S.M.E.A., 2003:**– Etat de la pollution marine de la côte oranaise. Edition: Dar El-Gharb. Oran. 69 p.
- Bozzano A., Recasens L., Sartor P., 1997:**– Diet of the European hake (*Merluccius merluccius*) in the Western Mediterranean (Gulf of lion). *Sci. Mar*, **61**: 1-8 p.
- Bozzano A., Sardà F., Rios J., 2005:**– Vertical distribution and feeding patterns of the juvenile European hake, *Merluccius merluccius* in the NW Mediterranean. *Fish. Research*, **73**: 29-36p.
- Bricka R.M., williford C.W., Jones L.W., 1994:**– Heavy metal soil contamination at U.S.army installations: proposed research and strategy for technology development.U.S.Army corps of engeneers, Waterways Experiment Station, Vicksburg, and MS.USA.Technical report IRRP.94-79p.

C

- Cassas S., 2005:**– Modélisation de la bioaccumulation de métaux traces (Hg, Cd, Pb, Cu et Zn) chez la moule (*Mytilus galloprovincialis*) en milieu méditerranée. Thèse de Doctorat en Océanographie biologique, Environnement marin. Université du Sud Toulon Var. 314-363 p.

Références bibliographique

C.E.E., 1982:– Communication de la commission au conseil relative aux substances dangereuse susceptibles de figurer sur la liste I de la directive 76/464/CEE du conseil J.O. n° C 176:3-10 p.

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

Chiffolleau J.F., Gonzalez J.L., Miramand P., Thouvenin B., 1999:– Le cadmium: Comportement d'un contaminant métallique en estuaire. Programme scientifique Seine- Aval **10** : 31 p.

Chiffolleau J., Auegr D., Chartier E., Michel P, Truquet I., Ficht A., Gonzalez J. L., Romana L, D., 2001:– Spatiotemporal changes in Cadmium contamination in the seine estuary (France), *Estuaries* **24 (6B)**, 1029-1040 p.

Christensen V., Guenette S., Heymans J.J., Walters, C.J., Watson R., Zeller D., Pouly D., 2003:– Hundred –year decline of North Atlantic predatory fishes. *Fish and fisheries* **4**: 1-24 p.

Colloca F., 1999:– *Merluccius merluccius*. In: Relini, G., Bertrand, J.A., Zamboni, A. (eds.) Synthesis of knowledge on bottom fishery resources in central Mediterranean (Italy and Corsica). *Biol. Mar. Medit.* **6(1)**:259-270 p.

Colpaert J., Van Assche J., 1993:– The effects of Cadmium on ectomycorrhizal pinus Sylvestris L. *New Phytol*, **123**: 325-333 p.

D

De Pontual H., Jolivet A., Fablet R., Bertignac M., 2007:– Diel rhythm in diving behavior of European hake and associated thermal changes revealed by archival tagging. 2nd.

Dhaou-Eldjabine K., 2005:– Evaluation et comportement des métaux lourds dans le sol avocation agricole et végétation naturelle soumis a une pollution atmosphérique. Thèse de Dctorat. Université Mentouri de Constantine, Alger. 290 p.

Di. Benedetto., 1997:– Les métaux lourds, Ecole Nationale supérieure des Mines de saint-Etienne p 49.

Dieuzeide R., Novella M., Roland J., 1955:- Catalogue des poissons des cotés Algériennes. Tome III: Ostéoplergyiens (suite et fin).. *Bul.stat.Aquac. Pêches Castiglione*, **6** : 384p.

Dominguez– petit R., 2007:– Study of reproductive potential of *Merluccius merluccius* in the Galician shelf. Doctoral Thesis. University of Vigo (Spain).

E

E.E.A., 1997:– Inter-regional forum. 2nd meeting report of European marine convention. Rome, 6-7 November 1997. Doc. European Environmental. Agency Technical report N° 10: 57 p.

Eason C., O'Halloran K:– 2002: Biomarkers in toxicology versus ecological risk assessment *Toxicology* **181-182**: 521-571 p.

EL.Asir S., 2009:– Nouveau matériaux de structure apatite préparés a partir du phosphate naturelle marocain application environnemental. Thèse de Doctorat. Université Maroc, 202 p.

El Habouz H., Recasens L., Kifani S., Moukrim A., Bouhaimi A., El Ayoubi S., 2011:– Maturity and batch fecundity of the European hake (*Merluccius merluccius*, Linnaeus, 1758) in the eastern central Atlantic. *Scientia Marina* **75(3)**: 447-454 p.

F

FAO/UNEP., 1993:– Report of the FAO/UNEP/IAEA training workshop on the design of Monitoring programmes and management of data concerning chemical contaminants in marine organisms. Athens. 247 p.

FAO/WHO. 1989:– The Joint WHO/FAO Expert Consultation on diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: process, product and policy implications. 246-249 p.

FAO/WHO., 2001:– Evaluation of certain food additives and contaminants. 55 the report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food additives and Contaminants Geneva, Switzerland: WHO.

FAO., 1977:– Manuel des méthodes de recherché sur l'environnement aquatique. 3^{ème}partie : Echantillonnage et analyse de matériel biologique. Doc. Pêches FIRI/T **158** : 113 p.

FAO., 2007:– *Rapport N° 856 sur les pêches*: dixième session du comité scientifique consultatif Nicosie, chypre. 22-26 Octobre 2007.

F.A.O., 2010:– Rapport du Groupe de travail FAO/COPACE sur l'évaluation des ressources démersales - sous groupe Nord. Banjul, Gambie, 6-14 novembre 2007.

Ferraton F., Harmelin-Vivien M., Mellon-Duval C., Souplet A., 2007:– Spatio-temporal variation in diet may affect condition and abundance of juvenile European hake (*Merluccius merluccius*) in the Gulf of Lions (NW Mediterranean). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **337**: 197-208 p.

Fiorentino F., Garofalo G., De Santi A., Bono G., Giusto G.B., Norrito G., 2003:– Spatio-temporal distribution of recruits (0 group) of *Merluccius merluccius* and phycis blennoides (pisces, Gadiformes) in the Strait of Sicily (Central Mediterrean). *Hydrobiologia*, **503**: 223-236 p.

Références bibliographique

Fischer A, Schneider M., Bauchot M. L., 1987:– Identification des espèces pour les besoins de la pêche : Méditerranée et la Mer Noire : Végétaux et Invertébrés. Fiches FAO. Rome 1987, Vol 7. 371-714 p.

Forstner U., Wittmann G.T.W., 1983:– Metal pollution in Aquatic Environment. Springer - Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, 486 p.

Foultane A., 1983:– Spéciation des métaux lourds dans l'oued Moulouya au Maroc. Thèse de 3^{ème} Cycle. Université Paris XII.

G

GESAMP (Group of Experts on Scientific Aspects of Marine Pollution), 1997:– IMO/FAO/Unesco/WMO/WHO/IAEA/UN/UNEP. Report of the Thirty-third session, working group on the evaluation of the hazards of harmful substances carried by ships, EHS/Feb 97. International Maritime Organization. London.

Gaspic Z.K., Zvonaric T., Vrgoco N., Odzak N., Baric A., 2002:– Cadmium and lead in selected tissues of two commercially important fish species from the Adriatic sea Water Res, **36(20):** 5023-5028 p.

Gayanilo F. C., Pauly D., 1997:– FAO-ICLARM stock assessment tools. FISAT. In : F. C. Gayanilo & D. Pauly (eds). Reference Manual. FAO-Computerized Information series(Fisheries). Rome, FAO, **8** : 262p.

Gèrad M., 2001:– Rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé. Office parlementaire d'évaluation des choses scientifiques et technologiques.

Goñi R., Adlerstein S., Alvarez F., Garcia M., Sánchez P., Sbrana M., Maynou F., Viva C., 2004:– Recruitment indices of European hake, *Merluccius merluccius* (Linnaeus 1758), in the Northwest Mediterranean based on landings from bottom-trawl multispecies fisheries. *ICES Journal of Marine Science*, **61**: 760-773 p.

Gravez V., Bernard G., 2006:– Pollution marine : Les définitions. www.com.univ-mrs.fr.

Guijarro B., Rubio V., Valls M., Gonzalez N., Ordiners F., Massuti E., 2013:– European hake, *Merluccius merluccius*. Commission générale des pêches pour la Méditerranée.

H

Henry F., Amara R., Courcot L., Lacouture D., Bertho M., 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 p.

I

IAEA-407., 2003:– International Atomic Energy Agency. Trace elements and methyl mercury in fish tissue.407 p.

IFRIMER., 2000:– La fiche du mois. Le Merlu commun du golfe du lion (*Merluccius merluccius*) Juin 2000.N : 16

Inada T., 198:– Studies on the Merlucciid fishes. *Bull. Far Seas Fish. Res. Laboratory, Shimizu, Japon.* **18:** 1-172 p.

J

J.O., 2011:– Journal Officiel De La République Algérienne N°25 (Avril 2011). conventions et accords internationaux. Lois et décrets : Arretes, Decisions, Avis, Communication et Annonces.23p

K

Kabatab, Z., Ho. J.S., 1981:– The origin and dispersal of hake (genus *Meluccius*: Pisces: Teleostei) as indicated by its copepod parasites. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.*, **19:** 381-404 p.

Khoufi, W., Jaziri, H., Elferhri, S., Ben Marien, S., Salah Ramdhane M., 2012:– Apport de données in situ pour la mise place d'indicateurs biologiques dans le cadre de la gestion du stock Tunisien de *Merluccius merluccius* (linnaeus,1758). *Journal des sciences Halieutique et aquatique*, **5** :161-170 p.

Korichi A., 2011:– La sauvegarde et la réutilisation des monuments du système défensif de la ville de Béjaïa. Mémoire de Magister. Université Tizi-Ouzou. 90 p.

Krupka K.M., 1999:– understanding variation in partition coefficient, Kd, values. Environmental protection agency.

L

Leclaire L., 1972:– La sédimentation holocène sur le versant Méridional du bassin Algéro-Baléares (Pré continent Algérien). *Mém. Mus. Ntn. Hist. Nat., Eds. Paris. France., XXIV(Nlle Ser):* 391p.

Liehr G. A., Zettler M. L., Leipe T., Wilt G., 2005:–The ocean quahog *Arctica islandica* L: a bioindicator for contaminated sediments. *Marine biology.* **147:** 671-679 p.

Linnaeus, C., 1758:– *Systema Naturae per Regna Tria Naturae secundum Classes, Ordinus,*

Loué. 1993: *Oligo-éléments en agriculture.* Editions Nathan. 45-177 p.

M

- Mahan B, H., 1987** :– Química. Curso. Universitario. Fondo. Interamericano S.A.
- Mahé K., Destombes A., Coppin F., Koubbi P., Vaz S., le Roy D., Carpentier ., 2005**:– le rouget barbet de roche *Mullus surmuletus* (L. 1758) en Manche orientale et mer du Nord. Rapport de contrat IFREMER/CRPMEM Nord-pas-de calais, 187 p.
- Mahé K., Amara R., Bryckaert T., Kacher M., Brylinski J.M., 2007**:– Ontogenetic and spatial variation in the diet of hake (*Merluccius merluccius*) in the bay of Biscay and the Celtic Sea. *ICES J Mar. Sci.*, **64**: 1210-1219 p.
- Maroi A.,Gagnon A., Thiboutot S., Ampleman G., 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. 78 p.
- Maroni M., Colosion C., Ferioli A., Fait A., 2000**:– Biological monitoring of pesticide Exposure : a review. Introduction. *Toxicology* **143**, 1-118 p.
- Matallanas J., oliver P., 2003**:– Merluzar Del Mundo (Familia Merlucidae) catalogo comentadoe ilustrado de las merluzas conocidas.FAO.
- Maynou F., Lleonart J., Cartes J.E., 2003**:– Seasonal and spatial variability of hake (*Merluccius merluccius* L.) recruitment in the NW Mediterranean. *Fish. Res.*, **60**: 65-78.
- Mackas D.L., Kieser R., Saunders M., Yelland D.R., Brown R.M., Moore D.F., 1997**:– Aggregation of euphausiids and Pacific hake (*Merluccius productus*) along the outer continental shelf off Vancouver Island. *Can. J Fish. Aquat. Sci.* **54**: 2080-2096.
- Mellon-Duval C., De Pontual H., Métral L., Quemener L., 2010** :– Growth of European hake (*Merluccius merluccius*) in the Gulf of Lions based on conventional tagging. *ICES J. Mar. Sci.*, **67**: 62-70.
- Mendil D., Demirci Z., Tuzen M., Soylak M., 2010**:– Seasonal investigation of trace element contents in commercially valuable fishes species from the black sea, Turkey. *Food and chemical toxicology*, **48**: 965-870 p.
- Miquel G., 2001**:– Les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé. Rapport Office Parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (Dir.). Rapport Sénat n°261: 360.
- Morales-Nin B., Aldebert Y., 1997**:– Growth of juvenile *Merluccius merluccius* in the gulf of lions (NW Mediterranean) based on otolith microstructure and length-frequency analysis- *Fisheries Research*, **30**: 77- 85.

Morales-Nin B., Tores G.J., Lombarte A., Recasens L., 1998:– Otolith growth and age estimation in the European hake. *J. Of fishe Biol.*, 53: 1155-1168.

Morales-Nin B., Moranta J., 2004:– Recrutement and post-settlement growth western Mediterranean. *Shelf. Sci. Mar.*, 68: 399-409.

Murua, H.L., Motos., 2006:– Reproductive strategy and spawning activity of the European hake, *Merluccius merluccius* (L.), in the Bay of Biscay. *J. Fish. Biol.*, 69: 1288 - 1303.

N

Nakib L., 2010:– 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 Magister. Département des sciences vétérinaires. Université El Hadj Lakhdar Batna. 118p.

O

Ohta H., Ichikawa M., Seki Y., 2002:– Effets of cadmium intake on bone metabolism of mothers during pregnancy and lactation. *Tohoku J. Exp Med* 196p.

Olivar M. P., Quílez G., Emelianov M., 2003:– Spatial and temporal distribution and abundance of European hake, *Merluccius merluccius*, eggs and larvae in the Catalan coast (NW Mediterranean). *Fish. Res.*, 60: 321-331.

Oliver P., 1991:– Dinámica de la población de merluza (*Merluccius merluccius* L.) de Mallorca (Reclutamiento, Crecimiento y Mortalidad). *Doctoral thesis*. University of Baleares. Palma de Mallorca. 392p.

Omar R.H., 2007:– Bio surveillance de la pollution marine au niveau de la côte occidentale Algérienne par l'étude de la contamination de Merlu méditerranée (*Merluccius merluccius* L., 1758) par la pollution organochlorés (HCB, DDT, DDE, DDD, Lindane). Mémoire de Magister. Université d'Oran. 209 p.

OMS-IPCS., 1998:– Environmental Health Criteria n°200: copper. World Health Organisation International Programme on chemical Safety. <http://www.inchem.org/fullist.htm>.

Orsi Relini L., Fiorentino F., Zamboni A., 1989b:– Nurseries del nasello Mediterraneo: dove, quando, perchè. *Nova Thalassia* 10 (Suppl.1):407-416.

Orsi-Relini L., papaconstantinon C., Jukic-Peladic S., Soiplet A., Gilde-Sola L., Pincinetti C., Kavadas S., Rossi M., 2002:– Distribution of the Mediterranean hake population (*Merluccius merluccius* Rafinisque, 1810) (*Osteichthyes* : *Gadiformes*) based on

six years monitoring by trawl surveys: Some implication for management. *Sci.Mar.*, **66** (suppl.2):21-38.

P

Pauly D., 1980:– On the interrelation chips between Natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. Int. Explor. Mer.*, **39**: 175-192.

Perez-Agudez. J.A., 2002:– Défaillance du marché et des systèmes de gestion. La < Taxation transfert> Comme mode de régulation des ressources halieutiques. Application à l'exploitation du *Merluccius merluccius*. Thèse Doctorat, ENSA- Rennes, France.

Powell J.H., Powell R. E., Fielder D. R., 1981: Trace elements concentrations in tropical marine fish at bougaiville. Island, Airand soil pollution. **16**: 143- 158 p.

Q

Quéro J.C., Vayne J.J., 1997:– Les poissons de mer des pêches françaises. Delachaux & Niestlé, eds, 304 p.

R

Ramade F., 1979:– Ecotoxicologie. (2^{ème} édition).Masson, edition. France. 228 p.

Ramade F., 1992:– précis d'écotoxicologie. Paris. Masson. 224 p.

Recasens L., Lombarte A. ; Morales-Nin B., Torres G. J., 1998:– Spatiotemporal variation in the population structure of the European hake in the NW Mediterranean. *J. Fish. Biol.*, **53**: 387-401p.

Recasens L., 1992:– Dinamica de poblaciones i pesqueria del lluc (*Merluccius merluccius*) al Golfo de Lleon i la mar Catalana. *Ph. D. Thesis*, Universitat de Barcelona : 398 p.

Reiss C., Aclaren I., Avendaflo P., Taggart C., 2004:– Feeding ecology of silver hake larvae on the Western Scotian Shelf, and comparison with Atlantic cod. *Journal of Fish Biology*, **66**: 703720.

Rocher V., 2003:– Introduction et stockage des hydrocarbures et des éléments métalliques dans le réseau d'assainissement unitaire parisien. Thèse de Doctorat, Université Paris XII - Val de Marne, France.

Rodier J., Bazin C., Broutin J.P., Chambou, P., Champsaur H., Rodier L., 1996:– L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires et eaux de mer ». 8eme édition. Paris. Collection DUNOD. 383 p.

Références bibliographique

Roméo M., Bennani M., Gnassia-Barelli M., Lafaurie M., Girard J.P., 2000:– Cadmium and copper display different responses towards oxidative stress in the Kidney of the sea bass *Dicentrarchus labrax* . Aquatic Toxicol, **48**: 185-194 p.

Rym Ennourri L.Chouba., M.M.Kraiem., 2008:– Evaluation de la contamination chimique par les métaux traces (Cd, Pb, Hg, Zn) du zooplancton et la sardinelle (*Sardinella auritia*) dans le golfe de Tunis. Bull. Inst. Natio. Scien. Tech. Mer de salammbo. Vol. 35.

S

Sahnoun Z., 2009:– Etude préliminaire des indices physiologique (Indice d réplétion, Indice Gonadique) et dosage des métaux lourds chez l'oursin commun *paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) peche sur le littoral mostaganémois. Mémoire de Magister. Université d'Oran, Alger. 102 p.

T

Tepe y., Turkmen M., Turkmen A., 2008:– Assessment of heavy metals in two commercial fish species of four Turkish seas. Environ. Monit. Assess **146**: 277-284 p.

Thiboutout S., Ampleman G, Marois A., Jenkins I.F., Walsh M.E., Bjella K., Ranney I.A., 2004:– Environmental conditions of surface soils, CFB Gagetown training area :determination of the presence of munitions related residues (Phase III, Final report). DRD C valcartier, Department of National defence Canada. TR.2004- 205, 59p.

Tizaoui K. 2013 :- Elimination des métaux lourds en solution aqueuse par des argiles. Algériennes. Mémoire de Magister. Université Tlemcen, 101p.

TUZEN. M., 2009:– Toxic and essential trace elemental contents in Fish species from the Black sea, Turkey. Food and chemical Toxicology, **47**: 1785-1790 p.

W

Whitehead P.J.P., Bouchot M.L., Hureau J.C., Nielson J., Tortonese T., 1986:– Fishes of the North-Eastern Atlantic and the Mediterranean. UNESCO, Paris., Vol.I-III /1473 P.

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

Wright D-A., Welbourn P., 2002:– Environmental toxicology. Cambridge. University press. 288 p. (p 274-288).

Annexe 02 : Pourcentage des deux sexes de *Merluccius merluccius* du golfe de Béjaïa.

Sexe		
Total	Mâles	Femelles
172	44	128
%	26	74

Annexe 03 : Concentrations en Fe dans le foie et le muscle de *Merluccius merluccius*, exprimées en mg/kg P.S. (Béjaïa 2016)

Organes		
Taille (Cm) et Sexe	Foie	Muscle
♂>25	18.85	27.54
♂<25	23.19	12.67
♀>25	27.66	23.27
♀<25	21.23	12.44

Annexe 04 : Concentrations en Cu dans le foie et le muscle de *Merluccius merluccius*, exprimées en mg/kg P.S. (Béjaïa 2016)

Organes		
Taille (Cm) et Sexe	Foie	Muscle
♂>25	5.55	0.41
♂<25	5.27	0.44
♀>25	3.67	0.03
♀<25	2.18	2.29

Annexe 05 : Concentrations en Cd dans le foie et le muscle de *Merlucciusmerluccius*, exprimées en mg/kg P.S (Béjaïa 2016)

Organes Taille (Cm) Et sexe	Foie	Muscle
♂>25	0.38	0.45
♂<25	0.32	1.7
♀>25	0.88	0.00
♀<25	0.00	0.24

Annexe 06 : Concentrations en Pb dans le foie et muscle de *Merlucciusmerluccius*, exprimées en mg/kg P.S (Béjaïa 2016)

Organes Taille (Cm) Et sexe	Foie	Muscle
♂>25	3.06	2.07
♂<25	2.98	0.63
♀>25	3.88	0.41
♀<25	2	0.00

Annexe 07 : Variations des teneurs moyennes en ETM dans le foie et le muscle en fonction de sexe de *Merluccius merluccius* pêché dans golfe de Béjaïa exprimées en mg/kg P.S.

Élément et sexe Organe	Fe		Cu		Cd		Pb	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
Foie	21.02	24.45	5.41	2.93	0.35	0.44	3.02	2.94
Muscle	20.11	17.86	0.43	1.16	1.08	0.12	1.35	0.21

Annexe 08 : Valeurs moyennes de *Merluccius merluccius* en ETM en fonction de classe de taille en mg/kg de poids sec (Béjaïa 2016).

		Merlu>25 cm	Merlu<25 cm
Fe	Foie	23.26	22.21
	Muscle	25.41	12.56
Cu	Foie	4.61	3.73
	Muscle	0.22	1.37
Cd	Foie	0.63	0.16
	Muscle	0.23	0.97
Pb	Foie	3.47	2.49
	Muscle	1.24	0.32

Résumé :

Notre étude a porté sur l'évaluation de la contamination métallique par quatre ETM (Cd, Pb, Cu, Fe) chez le merlu *Merluccius merluccius* (L.1758), pêché en niveau de golfe de Bejaia. Ce poisson démersal est recommandé par la FAO-UNEP comme bioindicateur de la contamination marine.

L'échantillonnage mensuel s'est étalé sur une période de 05 mois allant de Décembre 2015 à Avril 2016. L'analyse des métaux a porté sur les deux sexes (Males et Femelles) réparties en deux classe de taille (plus de 25 et moins de 25). Deux organes ont été prélevés, le muscle (partie comestible) et le foie (organe de détoxification et de stockage).

Les teneurs en métaux ont été déterminés à l'aide d'un spectrophotomètre d'absorption atomique à flamme. De cette étude il en ressort que les deux organes de merlu bio-accumulent tous les contaminants métalliques recherchés à des degrés différents. Les variations des teneurs métalliques moyennes, en fonction de sexe montre généralement que les femelles sont les plus touchées que les mâles, mais en fonction des organes le muscle des mâles est le plus touché que celui des femelles.

Notant que le Fe est retrouvé à des concentrations largement supérieures à celles du Pb, Cd, Cu avec une concentration maximale de 27.66 mg/kg P.S. Cependant, la concentration de Cuivre est moins importante que celle du Fer avec une valeur de 5.55 mg/kg P.S. Par contre, les concentrations du plomb et du cadmium sont moins importantes que les deux précédentes avec des valeurs respectivement de 3.88mg/kg P.S. et de 1.7mg/kg P.S.

L'utilisation de merlu comme indicateur biologique dans l'évaluation de la contamination par ces micro, a permis de mettre en évidence leur présence à deux organes cibles (foie et les muscles). Ces résultats révèlent l'existence d'une relation étroite entre la pollution marine et bien d'autres déchets industriels et urbains, le golf de Béjaia et ses environs.

Mots clés: Merluccius merluccius, pollution marin, métaux lourds, golf de Béjaia.

Introduction

Etude Bibliographique

Matériels et Méthodes

Résultats et Discussion

Conclusion

Références Bibliographique

Annexes
