

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. MIRA - Bejaia

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Sciences Biologiques de l'Environnement
Filière : Sciences Biologiques
Option : Environnement et Santé Publique



Réf

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

MASTER

Thème

Evaluation de la contamination du Rouget de vase (Mullus barbatus L, 1758) par quelques éléments traces métalliques dans le golfe de Béjaïa.

Présenté par :

BENZINA FATMA ZOHRA & LAUCHE HOUA

Soutenu le : 19Juin 2017

Devant le jury composé de :

M^{me} HAMAIDI	MAA	Présidente
M^{me} KEBBI M.	MAA	Examinatrice
M^{me} ZEBBOUDJ	Pr	Promotrice
M^{me} BETATACHE	Cadre au CNRDPA	Co-promotrice

Année universitaire : 2016 / 2017

Remerciements

Nous remercions le bon Dieu, le tout puissant de nos avoir accordé santé et courage pour accomplir ce travail.

Nous exprimons nos sincères et chaleureux remerciements à notre promotrice Mme ZEBBOUDJ. A, pour le temps et l'attention qu'elle a bien voulu consacrer au bon déroulement de notre travail.

Nous avons l'honneur et le plaisir de présenter notre profonde gratitude et nos plus sincères remerciements à notre Co-promotrice Mme BETATACHE-ALIKO.O, pour sa compréhension, sa grande contribution, sa disponibilité et ses précieux conseils et orientations.

Nos remerciements sont également exprimés aux membres de jury M^{me} HAMAIDI président et M^{me} KEBBI examinatrice d'avoir accepté de juger notre travail.

Nos plus vifs remerciements vont aussi au personnel de la Direction de la Pêche et des Ressources Halieutiques (D.P.R.H), en particulier Mr OUARDANI. A, et à celui du port spécialement Mr MOUHAMED, et sans oublier Mm TAOUS pour nous avoir accueillis dans leurs laboratoires.

Enfin nous tenons à remercier également tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste travail.

Dédicaces

*À la mémoire de mes grands parents paternelles, mon père et mon frère qu'Allah
les gardes dans son vaste paradis.*

*À la femme la plus importante du monde, à celle qui hante mon cœur, mon âme,
et ma raison, ma très chère mère qu'Allah la protège*

À mes chers frères et sœurs

À mes grands parents maternelles

À tout ma famille

À tout mes amis.

LAOUCHE Houa

Dédicace

*J'ai le plaisir de dédier ce modeste travail qui ne sera pas réalisé sans l'aide
d'Allah le tout puissant :*

*A celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon
bonheur et ma réussite, à ma mère*

*A mon père, école de mon enfance, qu'a été mon ombre durant toutes mes années
d'étude, et qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager.*

A mes frères et sœurs.

*A celui qui est tout le temps proche de moi, celui qui prend mon main et touche
mon cœur*

A tout ceux qui me sont chère

A tout ceux que j'aime et qui m'aiment.

A tout mes amis.

Benzina Fatma Zohra

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction générale 1

Synthèse bibliographique

I. Généralité sur les métaux lourds	3
1 Définition des métaux lourds	3
2 Classification des métaux lourds.....	3
3 Les sources des métaux lourds dans l'environnement.....	4
II. Présentation des principaux ETMs étudiés (Cd, Pb).....	5
1 Le Cadmium.....	5
2 Le Plomb	7
III. Les transferts de contamination dans le milieu marin	7
1 La bioaccumulation	7
2 La bioconcentration	8
3 La bioamplification	8
IV. Cycle biogéochimique des métaux lourds	8
V. Présentation de l'espèce <i>Mullus barbatus</i> (Linnaeus, 1758)	11
V.1 La morphologie de l'espèce	12
2 L'écologie de l'espèce.....	13
3 Biologie de l'espèce	13

Matériels et méthodes

I. Présentation de la zone d'étude	15
1 Position géographique	15
II. Matériels et méthodes.....	16
1 Préparation des échantillons	16
2 Méthode de la minéralisation	18
3 Préparation des solutions d'étalonnage	21
4 Dosages des métaux lourds	21
III. Analyse statistique	22

Résultats et discussion

I. Résultats et discussion	23
1 Sex-ratio globale	23
2 Dosages des ETMs (Cd, Pb)	23
3 Bioaccumulation du Pb, Cd	26
II. Variation des teneurs des métaux lourds	27
1 Variation des teneurs en fonction de classe de taille	27
2 Variation des teneurs en fonction de sexe	29
III. Etat de la contamination du muscle par rapport à d'autres poissons pêchés au niveau du littoral occidental algérien	31
<i>Conclusion générale</i>	34

INTRODUCTION
GENERALE

Introduction

La mer Méditerranée est riche en ressources marines uniques et propres aux eaux tempérées caractérisées par une biodiversité exceptionnelle. Depuis des millénaires, ces espèces marines constituent, d'une part, un moyen de subsistance pour l'homme et d'autre part, le moteur des économies nationales de la région. Cependant la croissance démographique et la demande accrue en ressources marines font craindre le déclin des espèces ichthyologique et l'appauvrissement de la diversité marin locale dans son ensemble outre la surexploitation potentielle des ressources marines (**Caddy, 1993**).

Les poissons méditerranéens sont exposés aux différentes menaces incluant la pollution (pour 7,5% des espèces), la perte d'habitat (7,4%), et les activités anthropiques (5%), seul un faible pourcentage d'espèces (1%) est menacé par des espèces envahissantes ou exotiques (**Golani et Appelbaun- Golani, 2010**).

Selon l'Organisation des Nations Unies (2010), l'introduction par l'homme, directement ou indirectement, de substances ou d'énergies dans le milieu marin, occasionne des effets néfastes tels que des nuisances envers les ressources biologiques, des risques pour la santé de l'homme, des entraves aux activités maritimes, une altération de la qualité de l'eau de mer du point de vue de son utilisation et une dégradation des valeurs d'agrément.

Selon le PNUE (Programmes des Nations Unies pour l'Environnement), 80% des pollutions marines sont d'origines terrestre et anthropique, à l'instar des eaux usées domestiques, les plastiques, les rejets industriels, les pesticides et les engrais agricoles, qui sont les causes principales.

Le Rouget barbet (*Mullus barbatus* L, 1758), est un poisson dont la chaire est fortement appréciée, et dont la valeur commerciale est importante. En effet le *Mullus barbatus* est une espèce de poisson qui vit à proximité des fonds marins. Il à été très recommandé par des organismes internationaux comme espèce bioindicatrice de la pollution par les EMT (**FAO- UNEP, 1993**). De ce fait, des travaux ont été réalisés sur la contamination par les éléments traces métalliques par le bais du (*Mullus barbatus*) dans différentes régions du globe mais très peu d'études sont faites dans le golfe de Bejaïa.

Les métaux que nous nous sommes proposé d'étudier pour évaluer le niveau de la contamination au niveau du golf de Bejaia sont le cadmium (Cd) et le plomb (Pb). Ils ont été choisis car ils sont les plus représentés et les plus problématiques dans l'environnement.

En revanche le cadmium et le plomb du fait de leur toxicité même à faible concentration, ainsi que leur appartenance aux contaminants classés prioritaires par l'Union Européenne (**Haynes et Johnson, 2000 ; Mcpherson et Chapman, 2000 ; Hagopain-Schlekt et al, 2001**). Ils sont aussi mesurables à l'état de traces, et les niveaux mesurés dans les tissus sont corrélés avec l'exposition (**Kraal et al, 1995 ; Odzak et Zvonaric, 1995 ; Liang et al, 1999**). Le danger de cette pollution métallique dans le milieu aquatique réside dans le risque toxicologique qui peut être induit lors de la consommation de ces produits d'où son impact directe sur la santé humaine (**Amiard et al, 2010**).

Le présent travail s'articule autour de trois parties :

Partie I : est une synthèse bibliographique qui comporte :

- 1- Des généralités sur les métaux lourds, la pollution métallique, les propriétés et les effets de quelques métaux lourds ;
- 2- L'exposé des caractéristiques morphologiques et biologiques de l'espèce *Mullus barbatus*, et sont utilisation comme bioindicateur.

Partie II : présente les caractéristiques de la zone d'étude. Elle relate aussi les différentes étapes expérimentales utilisées pour la réalisation de cette étude.

Partie III : est consacrée à la présentation de l'ensemble des résultats, et à leur discussions. Cette partie est clôturée par quelques suggestions pour la préservation et la protection de l'environnement dans le golfe de Bejaia.

PARTIE I

SYNTHESE

BIBLIOGRAPHIQUE

I. Généralités sur les métaux lourdes

Les trois matrices marines – eau, sédiment et êtres vivants sont concernées par la pollution. Les polluants présents en mer sont majoritairement d'origine anthropique, Au niveau du littoral algérien, l'urbanisation galopante des zones littorales, et la croissance industrielle, ramènent leurs lots d'eau usée non traitée, rejetée directement en mer, s'ajoute à cela la forte affluence des touristes pendant l'été, ce qui a mené à classer certaines de ces zones comme zones à risque, et d'autre comme points chauds de pollution (EEA, 2006). Parmi les polluants qui arrivent en mer, les métaux lourds sont des polluants dont la nocivité est liée à leur rémanence. Ils sont peu métabolisés (à l'inverse des polluants organiques) et peuvent donc être transférés dans le réseau trophique et s'accumuler dans la matière vivante (Amirad, 2011).

1. Définition des métaux lourds

Un métal est un élément chimique, issu le plus souvent d'un minerai ou d'un autre métal, doté d'un éclat particulier, bon conducteur de chaleur et d'électricité, ayant des caractéristiques de dureté et de malléabilité, se combinant ainsi aisément avec d'autres éléments pour former des alliages utilisables dans l'industrie et ce depuis l'antiquité.

On appelle en général métaux lourds les éléments métalliques naturels, métaux dans certains cas metalloïdes (environ 65 éléments), caractérisés par une forte masse volumique qui est supérieure à 5g par cm³ (Miquel, 2001).

2. Classification biologique des métaux lourds

La plupart des scientifiques préfèrent l'appellation des métaux lourds celles de "Eléments en Traces Métalliques" (ETM), ou par extension éléments traces. Selon Miquel, 2001, on distingue deux catégories d'ETM :

➤ Les éléments traces essentiels

Les métaux essentiels sont des éléments indispensables, à l'état de traces, pour de nombreux processus cellulaires et qui se trouvent en très faibles proportions dans les tissus biologiques (Loué, 1993). Selon Cotzias, 1967, ces oligoéléments doivent répondre aux critères fixés suivants :

- être présent dans les tissus vivants à une concentration relativement constante;
- provoquer, par leur absence dans l'organisme, des anomalies structurelles et physiologiques ;

- prévenir ou guérir les troubles par l'apport de ce seuil d'élément.

➤ **Les éléments traces non essentiels**

Les métaux non essentiels n'ont aucun effet bénéfique connu pour la cellule mais présentent un caractère polluant avec des effets toxiques pour les organismes vivants, c'est le cas du plomb (Pb), du mercure (Hg) et du cadmium (Cd) (**Chiffolleau, 2004**).

3. Les sources des métaux lourds dans l'environnement

Les métaux lourds sont naturellement présents dans la croûte terrestre, ils suivent un cycle géochimique qui conduit une distribution hétérogène de leur concentrations à la surface du globe (**Le Goff et Bonnomet, 2004**). Les métaux sont présents dans tous les compartiments de l'environnement, mais en général en quantités très faibles (en traces). Le développement industriel et technologique a provoqué l'augmentation de concentration dans le milieu environnemental.

- **Les sources naturelles** : le cycle géochimique des métaux lourds est caractérisé par l'apport des formations géologique, érosion, le transport d'aérosol, les eaux de surface et souterraines (**Monna, 2008**).

- **Les 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. Parmi les activités qui contribuent à l'apport des concentrations dans l'environnement on a, les activités pétrochimiques, l'utilisation de combustibles, le transport, l'incinération de déchet, les déchets urbains, agricoles et industriels, l'activité minière (**Monna, 2008**).

Le tableau 01 donne un rapport de flux entre l'activité humain et le flux naturelle des métaux lourds

Tableau 01 : Rapport du flux lié à l'activité humaine et flux naturel des métaux lourds
(Boukrah, 2008).

<i>Elément</i>	<i>Flux lié à l'homme / Flux naturel (%)</i>
<i>Cadmium</i>	1,897
<i>Mercure</i>	27,500
<i>Chrome</i>	1,610
<i>Arsenic</i>	2,786
<i>Plomb</i>	34,583

Le tableau 02 présente les sources industrielles et agricoles des métaux lourds qui présente dans l'environnement

Tableau 02 : Sources industrielles et agricoles des métaux présents dans l'environnement
(Boukrah, 2008).

<i>Utilisations</i>	<i>Métaux</i>
<i>Batteries et autres appareils électriques</i>	Cd, Pb, Zn, Mn, Ni
<i>Pigments et peintures</i>	Ti, Cd, Pb, Zn, Mn, Sn, Cr, Al, As, Cu, Fe
<i>Alliages et soudures</i>	Cd, As, Pb, Zn, Mn, Sn, Ni, Cu
<i>Biocides (pesticides, herbicides)</i>	As, Pb, Cu, Sn, Zn, Mr
<i>Agents de catalyse</i>	Ni, Hg, Pb, Cu, Sn
<i>Verre</i>	As, Sn, Mn
<i>Engrais</i>	Cd, Pb, Al, As, Cr, Cu, Mn, Ni, Zn
<i>Matières plastiques</i>	Cd, Sn, Pb
<i>Produits dentaires et cosmétiques</i>	Sn
<i>Textiles</i>	Cr, Fe, Al
<i>Raffineries</i>	Ni, V, Pb, Fe, Mn, Zn
<i>Carburants</i>	Ni, Cu, Fe, Mn, Pb, Cd

II. Présentation des principaux ETMs étudiés (Cd, Pb)

1. Le cadmium (Cd)

Le cadmium est un métal blanc argenté, ayant des propriétés physiques proches de celles de zinc. Le tableau 03 présente les principales propriétés physicochimiques du cadmium.

Tableau 03 : Principales caractéristiques physicochimiques de Cadmium.

Symbole chimique	Cd
Masse atomique	112
Masse volumique	8,6 g/cm ³
Solubilité dans l'eau	Non soluble à 20 °C
Température de fusion	320° C
Température d'ébullitions	765 °C
Temps de demi-vie dans l'eau (en jours)	Non déterminé

C'est l'un des métaux les plus toxiques dans l'environnement (**Prankel et al, 2004**). Le cadmium a servi pour protéger l'acier contre la corrosion (cadmiage) ou encore comme stabilisant pour les plastiques et comme pigment dans les produits céramiques (**Jarup, 2002**). Les usages de cadmium se situent principalement en électricité, en électronique, en métallurgie et dans l'industrie des matières plastiques. Diverses utilisations de cadmium sont encore observés (**Bliefert et al, 2011**).

- Fabrication de piles et accumulateur au mélange Nickel- cadmium Pigment ;
- Stabilisateurs de polymères ;
- Traitement de surface (cadmiage) ;
- Alliage ;
- Divers composants électroniques.

Le Cadmium présente des risques chez le consommateur, même à faible concentration. En effet, cette molécule tend à s'accumuler dans le cortex rénal sur de très longues périodes (50 ans) où il entraîne une perte anormale de protéines par les urines (protéinurie) et provoque des dysfonctionnements urinaires chez les personnes âgés. Chez l'homme, le phénomène de toxicité aigüe est connu depuis 1950 sous le nom de syndrome d'Itai-Itai défini par l'association d'une insuffisance rénale avec ostéoporose (démminéralisation et fragilisation des oses) et ostéomalacie (démminéralisation et déformation des oses) (**Chiffolleau et al, 2001**).

La dose hebdomadaire tolérable (DHT) pour l'homme est de 7µg de Cadmium par kilogramme (kg) de poids corporel (**Chiffoleau et al, 2001**). Les doses fatales ingérées ont été estimées à 25mg Cd/kg d'oxyde de cadmium qui provoque la mort en 7 jours (**ATSDR, 1999**).

2. Le Plomb (Pb)

Le plomb est un métal gris bleuâtre possédant 20 isotopes dont quatre sont naturels. C'est un élément très présent dans l'écorce terrestre, il s'y retrouve sous forme de minerai et il est souvent lié à l'argent et au zinc, les principaux minerais du plomb sont la galène (composé de sulfure du plomb), la cérusite (composé du carbonate naturel du plomb) et l'anglésite (composé du sulfate naturel de plomb) (**Garnier, 2005**). Le tableau **04** donne un aperçu des principales propriétés physicochimiques du plomb.

Tableau 04 : Principales caractéristiques physicochimiques du plomb.

Symbole chimique	Cd
Masse atomique	270
Masse volumique	11,35 g/cm ³
Solubilité dans l'eau	Non soluble à 20 °C
Température de fusion	327° C
Température d'ébullitions	1 740 °C
Temps de demi-vie dans l'eau (en jours)	25

L'ingestion d'aliments contaminés est considérée comme l'une des voies principales d'exposition au plomb. Ce métal s'accumule dans les oses et les tissus mous. Selon **Nolasco, 2013**, une exposition à des faibles doses du plomb peut avoir certains effets sur le développement intellectuel et le comportement des enfants par contre une exposition à des taux élevés du plomb peut notamment causer des maladies rénales, des retards mentaux, de l'anémie et des problèmes de reproduction. Selon le même auteur, une exposition chronique au plomb peut avoir des effets cardiovasculaires négatifs sur l'humain et le plomb s'avère aussi cancérigène.

III. Les transferts de contaminants dans le milieu marin

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

1. La bioaccumulation

La bioaccumulation est le processus d'assimilation et de concentration des métaux lourds dans l'organisme. Le processus se déroule en trois temps (Miquel, 2001), l'assimilation, la bioaccumulation par l'individu ou bioconcentration, et la bioaccumulation entre individus, ou bioamplification.

La bioaccumulation est un mécanisme physiologique qui se traduit par la fixation des substances toxiques dans les organismes vivants. Ces substances non biodégradables vont se concentrer le long des divers maillons de la chaîne trophique. Les concentrations maximales se trouvent chez les grands prédateurs (poissons, mammifères marins et l'homme) (Boutiba, 2004).

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 présent 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 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).

3. La bioamplification

La bioamplification est une concentration d'un toxique après consommation de plus petits organismes de la chaîne par les plus grands individus; il s'agit dans ce cas de la possibilité pour un toxique d'être cumulé dans la chaîne trophique, si le toxique n'est pas dégradé ou éliminé, il risque de s'accumuler de plus en plus au niveau de chaque maillon de la chaîne alimentaire (Boutiba, 2004).

IV. Cycle biogéochimique des métaux lourds dans le milieu marin

Comme tous les éléments, les métaux participent à des cycles. Dans ce transport global de composés trois compartiments de la terre, l'atmosphère joue un rôle important dans le transport de certains métaux. Les métaux qui se trouvent en suspension dans l'air, rejoignent l'hydrosphère par précipitation. Quelques métaux lourds sont dissous dans l'eau,

mais de nombreux autres forment des composés peu solubles et entraînant ainsi d'importants dépôts de minéraux sur les grandes étendues du fonds des océans (**Bliefert et al, 2011**).

Le déroulement général d'un cycle biogéochimique semble s'effectuer selon deux grandes étapes :

1. Une première consisterait en un piégeage des polluants métalliques par des particules en suspension, par la biomasse marine et par le sédiment, en fonction des conditions physicochimiques du milieu marin et cela 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'adsorption** : phénomène qui a lieu quand les molécules ou les ions métalliques se fixent à la surface des composantes marines (particules, organismes marins, sédiments) ;
- **L'absorption** : 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**).

2. Une deuxième étape inverse à la première, consisterait en un relargage de ces polluants par désorption ou sorption qui est le phénomène inverse à l'adsorption, par diffusion ou propagation dans le milieu marin par redissolution ou remise en solution des produits précipités par décomposition et reminéralisations des matières organiques, et parfois même par redistribution par le biais des organismes marins (**Aouameur, 1990**). La figure suivante présente la circulation générale des ETM dans les deux écosystèmes marin et terrestre et la mise en évidence de la relation qui existe entre ces deux compartiments de l'environnement :

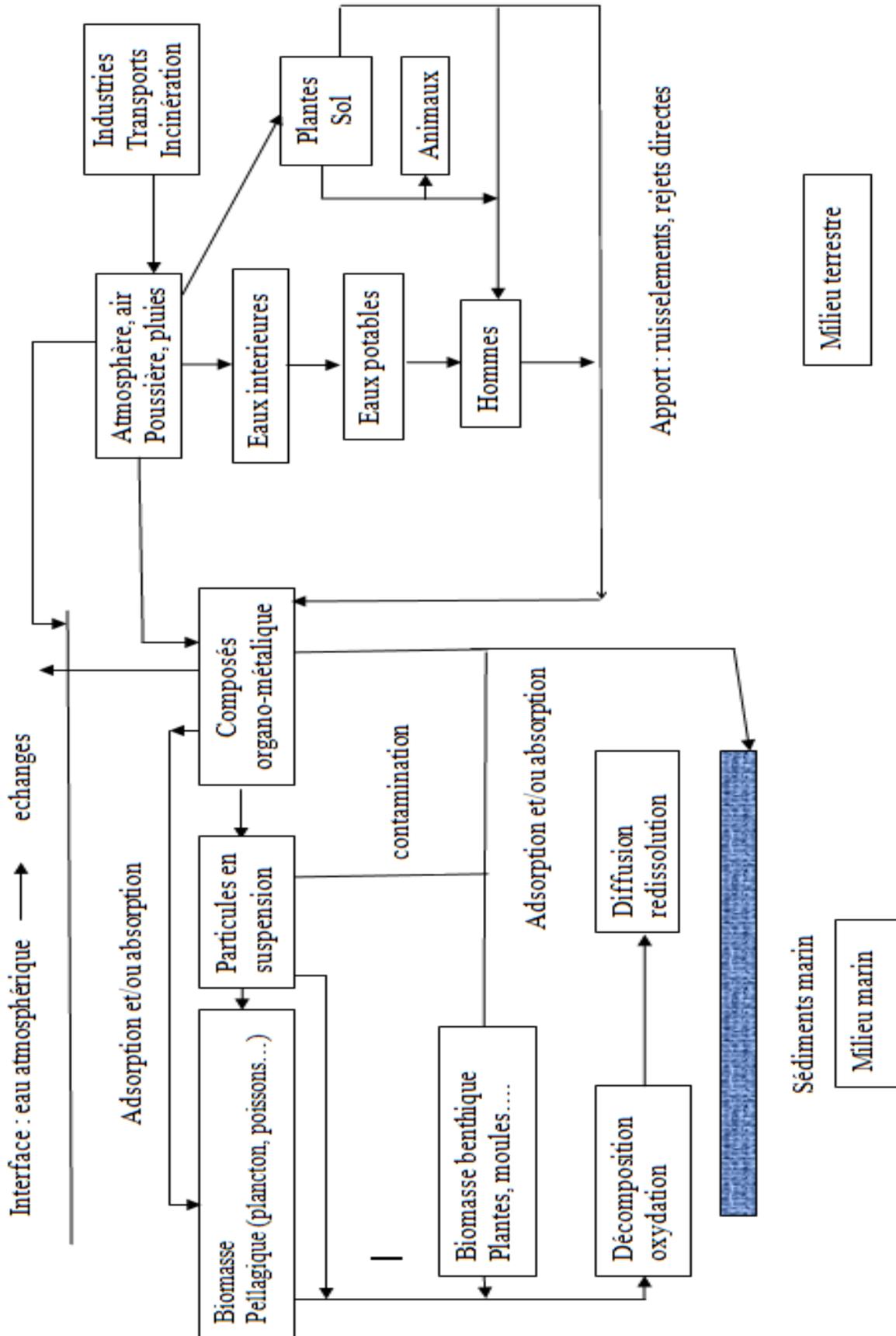


Figure 01 : Cycle biogéochimique simplifié des métaux lourds (Aouameur, 1990).

V. Présentation de l'espèce du Rouget barbet (*Mullus barbatus* Linnaeus, 1758).

Le Rouget de vase est une espèce de poisson marin de la famille des Mullidés, également appelé barbet ou Rouget de vase. Il se distingue du Rouget de roche (*Mullus surmuletus*) par la forme de son museau. Le Rouget de roche présente un profil moins raide que le Rouget de vase. De plus, le Rouget de roche a des stries sur sa première nageoire dorsale contrairement à la couleur unie du Rouget de vase figure 02. Le tableau suivant résumé la classification de *Mullus barbatus* :

Tableau 05 : Classification systématique du Rouget barbet (*Mullus barbatus*).

<i>Règne</i>	<i>Animalia</i>
Embranchement	Chordata
Sous-embranchement	Vertebrata
Super-classe	Osteichthyes
Classe	Actinopterygii
Sous-classe	Neopterygii
Infra-classe	Teleostei
Super-ordre	Acanthopterygii
Ordre	Perciformes
Sous-ordre	Percoidei
Famille	Mullidae
Genre	<i>Mullus</i>
Espèce	<i>barbatus</i>



Figure 02 : Le Rouget barbet (*Mullus barbatus* L, 1758) prélevé dans le golfe de Béjaïa.

1. La morphologie de l'espèce

Le Rouget barbet (*Mullus barbatus*) tire son nom d'une longue paire de barbillons. Il a un corps allongé, au profil assez plat, d'une taille moyenne de 5 à 30cm. Ces deux barbillons mentonniers blancs sont très caractéristiques, ils contiennent des organes tactiles, olfactifs et gustatifs. Ils sont aptes à détecter les parois dans la vase, le poisson peut alors les déterrer à grandes bouchées. La tête du Rouget est massive avec un profil abrupt busqué au droit des yeux. Il n'a pas de dents à la mâchoire supérieure, ni d'épines sur le bord de l'opercule. Ces joues possèdent trois grandes écailles, la plus petite, incolore, étant souvent arrachée. Ces écailles sont grandes et très caduques, sa ligne latérale est bien marquée (Darly, 1992). Il a deux nageoires dorsales bien séparées, la première étant incolore, à rayons épineux. La caudale n'a pas de stries (figure 03).

En général, il est de ton brunâtre, parfois rosé et plus clair sur le ventre. Cependant, sa coloration peut varier suivant l'environnement. Des couleurs intenses, plus fréquentes sur les étals des poissonniers que dans l'eau, peuvent cependant indiquer une agitation importante ou une profondeur élevée. Le Rouget est aussi plus pâle et terne la nuit que le jour. Les flancs ont des reflets argentés et le ventre est blanc. Les alevins sont plutôt de ton bleuâtre et ressemblent à des sardines (Dieuzeid, 1959 ; Didier-laurent, 2012).

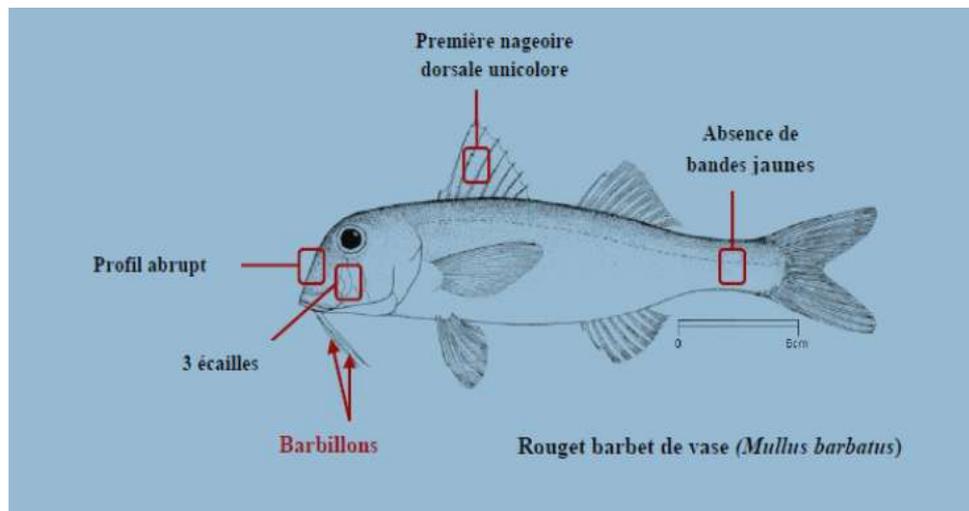


Figure 03 : La morphologie de *Mullus barbatus* (L, 1758) (Bentata, 2015).

2. Ecologie de l'espèce

- Répartition géographique et habitat

Mullus barbatus présente une large distribution (figure 04). La répartition générale de l'espèce va de l'océan Atlantique, des côtes d'Europe jusqu'au Maroc et au Sénégal, en incluant les îles des Açores et les îles Canaries (Tortonese, 1975 ; Hureau, 1986 ; Fisher et al. 1987) et à la Méditerranée (Ficher et al, 1987) y compris la mer noire (Whitehead et al, 1986) et la mer Egée (Suquet et Person-le Ruyet, 2001).

Le Rouget est une espèce benthique, rencontrée fréquemment sur les fonds vaseux, à des profondeurs comprises entre 5 et 250m (Voliani, 1999). On le trouve aussi sur les fonds de gravier, de sable et de merl, sur le côté nord du détroit de Sicile (Samed, 2002).



Figure 04 : Répartition géographique de *Mullus barbatus* (Bentata 2015).

- Migration

L'espèce a un comportement grégaire pendant l'été, les juvéniles se concentrent très près du virage ; tandis qu'à l'automne, ils se déplacent à de plus grandes profondeurs, dans certaines régions, ce mouvement représente une vraie migration de la population de peu profond au profond terrain (Voliani, 1999).

3. Biologie de *Mullus barbatus*

Selon Rizzo et al, 2005, l'âge maximum (par lecture des otolithes à section mince des plus grands spécimens), estimé en années dans le stock permanent des sous régions : Island et le Sud de Sicile, exploitées est de 10 ans pour les femelles et 7 ans pour les mâles.

Il est muni de barbions tactiles lui servent à repérer sa nourriture en fouillant le fond. Il n'hésite pas le cas échéant à creuser des trous profonds. Il affectionne particulièrement toute vie animale ayant élu domicile dans le sable ou la vase (alevins, vers, invertébrés en tout genre...) Rizzo et al 2005.

Le Rouget est un carnivore, se nourrissant principalement des petits crustacés, des polychètes et des mollusques bivalves. Les ophiuroïdes et mes céphalopodes peuvent parfois être mangés (**Gharbi et Katri, 1979 ; Andaloro et Giarritta, 1985 ; Voliani 1999 ; Aguirre, 2000 ; Bautista, 2007**).

Comparée à d'autres espèces, la croissance du Rouget de vase paraît être lente. Il atteint le poids de 50 à 100 g à la 3^{ème} année de sa vie, la croissance des mâles est inférieure à celle des femelles, la relation taille-poids est fortement corrélée (**Suquet, 2001**).

Le Rouget *Mullus barbatus* est une espèce de poisson gonochorique. Selon **Hebbar, 2012**, sa taille à la première maturité sexuelle, sur la côte oranaise est estimée à 13,6 cm pour les mâles et 14,5 cm pour les femelles, la période de ponte s'étend d'avril à juillet.

PARTIE II

MATERIELS ET METHODES

I. Présentation de la zone d'étude

1. La position géographique

Bejaïa est située à environ 250Km à l'Est d'Alger. Elle est limitée administrativement par cinq wilayas avec une superficie de 3261,26Km², elle s'ouvre sur la Méditerranée sur une longueur qui avoisine 100Km située entre les limites géographiques de découpage administratif de la wilaya de Tizi-Ouzou à l'Ouest et de la wilaya de Jijel à l'Est. Elle renferme un golfe en forme de croissant ouvert vers le Nord au cœur de la Méditerranée, limité à l'Est par le cap Aouana, à l'Ouest et au Nord par le mont de Gouraya et ses prolongements sont les caps Carbon et Bouak, mais la rade proprement dite s'étend du cap Bouak à l'embouchure de la Soummam (Milla, 1998).

Le golfe de Béjaïa est une importante échancrure délimitée par les falaises jurassiques du cap Bouak à l'Ouest et le massif volcanique miocène d'El- Aouana à l'Est (figure 05). Ce golfe se singularise par sa morphologie très particulière avec un plateau peu étendu, et un glacis continental festonné par l'imposant cirque « Cap Aokas, Béni- Sgoual » d'où partent des vallées sous marines et un littoral sablonneux (dunes) qui ourle le pied des falaises. La profondeur maximale du golfe est d'environ 1000 m avec une largeur moyenne de 1,5 km (Leclair, 1972).

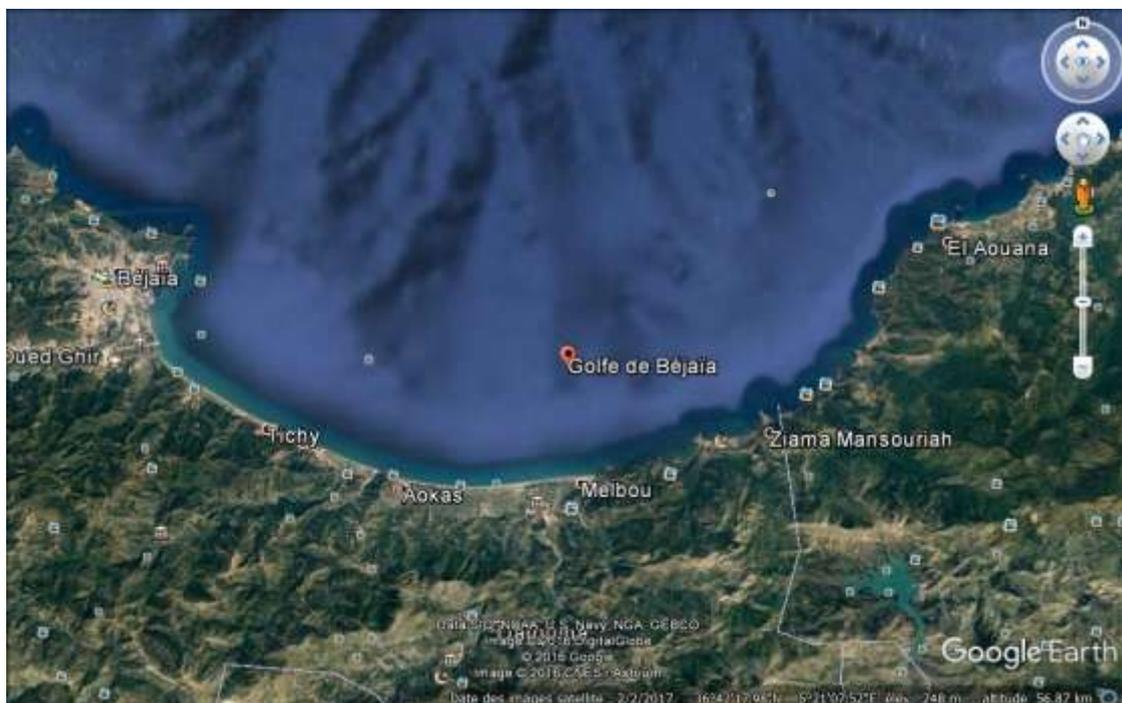


Figure 05 : photographique du Golfe de Bejaïa (Google earth, 2017).

II. Matériels et Méthodes

Pour évaluer le degré de contamination métallique de l'écosystème du golfe de Bejaïa, nous avons choisi le Rouget (*Mullus barbatus* L; 1758) comme bio-indicateur de cette contamination métallique pendant trois mois.

L'échantillonnage biologique a été réalisé le long du littoral de Béjaïa. L'approvisionnement en échantillons de Rouget *Mullus barbatus* a été effectué par le biais de pêcheurs professionnels garantissant la fraîcheur de l'espèce et sa qualité.

1. Préparation des échantillons

Dès l'arrivée des échantillons au laboratoire, les poissons sont disposés sur une plaque en verre nettoyée à l'eau distillée. Une série de mesures biométriques (figure 06) est réalisée sur chaque individu et reportée sur la fiche d'échantillonnage, les échantillons ont été ensuite séparés en 2 classes.

- La classe 1 dont la $L_t < 15$ cm.
- La classe 2 dont la $L_t \geq 15$ cm.



Figure 06 : Préparation des échantillons de *Mullus barbatus*.

Les premiers paramètres relevés sont :

- La longueur totale (L_t) est mesurée à l'aide d'un ichtyomètre du bout du museau jusqu'à l'extrémité de la nageoire caudale intacte ;
- Le poids total (P_t) est relevé grâce à une balance de précision au 1/10 près.



Figure 07 : Mensuration et pesée des échantillons.

La dissection est réalisée, à l'œil nu, à l'aide d'une pince et des ciseaux. Tous les individus, concernés par cette étude, ont été disséqués dans le but de prélever les organes ciblés (les muscles, le foie et les branchies).

Les poissons sont disséqués sur une planche en verre propre de la manière suivante :

- a. Le poisson est posé sur la face dorsale contre la planche à dissection.
- b. La paroi abdominale est incisée en partant de l'anus jusqu'à l'extrémité antérieure des fentes operculaires.
- c. les deux volets latéraux sont doucement écartés, permettant de découvrir l'organisation interne de l'animal et de situer les divers appareils (circulatoire, respiratoire, digestif et uro-génital) et les différents organes.
- d. Le foie, le muscle et les bronchées sont alors prélevés et conservés dans des piluliers en verre bien étiquetés et la détermination du sexe effectuée (figure 08).



a) Muscles et masse viscérale

b) Gonade femelle

c) Gonade mâle.

Figure 08 : La dissection de Rouget.

- e. Cette étape consiste à sécher les échantillons de muscle, foie et les branchies. Ces derniers sont étalés dans des boîtes de Pétri et séchés à l'étuve sous une température de 90°C pendant 24 heures. Le but de cette étape est d'éliminer toute l'eau afin d'obtenir une matière sèche facilement conservable.
- f. **L'homogénéisation** : les échantillons de muscle, foie et les branchies du même lot, sont broyés à l'aide d'un broyeur. Le broyat ainsi obtenu, est une poudre sèche susceptible d'être conservée longtemps ; cette texture facilite également la solubilisation des échantillons.
- g. Les organes sont ensuite congelés à basse température de 2-3°C jusqu'à leurs analyses chimiques.

2. Méthodes de la minéralisation

Toute recherche d'un toxique minérale fixé dans les organes, exige une minéralisation qui aboutit à une dégradation complète de la matière organique. Il existe plusieurs méthodes de minéralisation comme la minéralisation par voie sèche ou la minéralisation par voie humide (**Amiard et al, 1987**).

Dans le présent travail, nous avons utilisé la minéralisation par voie sèche qui consiste en une attaque à chaud par un acide fort (acide nitrique) dans le but de faire passer les métaux lourds associés à la matière organique en solution (**Bernhard, 1977**). Nous avons choisir cette méthode car elle nous permet de minimiser les déperditions de composés volatiles organométalliques en cours de séchage (**F.A.O, 1977**). Ce processus vise à :

- Eliminer tout la matière organique.
- Ioniser les métaux lourds.
- Assurer leur concentration (puisque le métal n'existe qu'à l'état de trace).



Figure 09 : Minéralisation par voie sèche.

Les étapes de la minéralisation par voie sèche sont comme suit :

- 3 g de tissu sèche d'un sous-échantillon homogénéisé est déposé au fond d'un matras ;
- 1 ml d'acide nitrique HNO_3 à 100°C de pureté est ajouté ;
- Le matras est mis dans un nid chauffant à 100°C pendant 10min ;
- Le refroidissement de l'installation est assuré par une pompe d'eau ;
- Le minéralisât est récupéré puis complété jusqu'à 4 ml avec l'eau bi-distillée et mis dans un tube étiqueté et fermé pour éviter l'évaporation ;
- Après l'étape de la minéralisation, le "minéralisât" obtenue est filtré à l'aide d'un papier filtre. Il est ensuite conservé dans des tubes étiquetés jusqu'au moment du dosage des métaux lourds ;
- Les tubes sont conservés à basse température en attendant l'analyse au Spectrophotomètre d'Absorption Atomique à flamme (SAA, F).

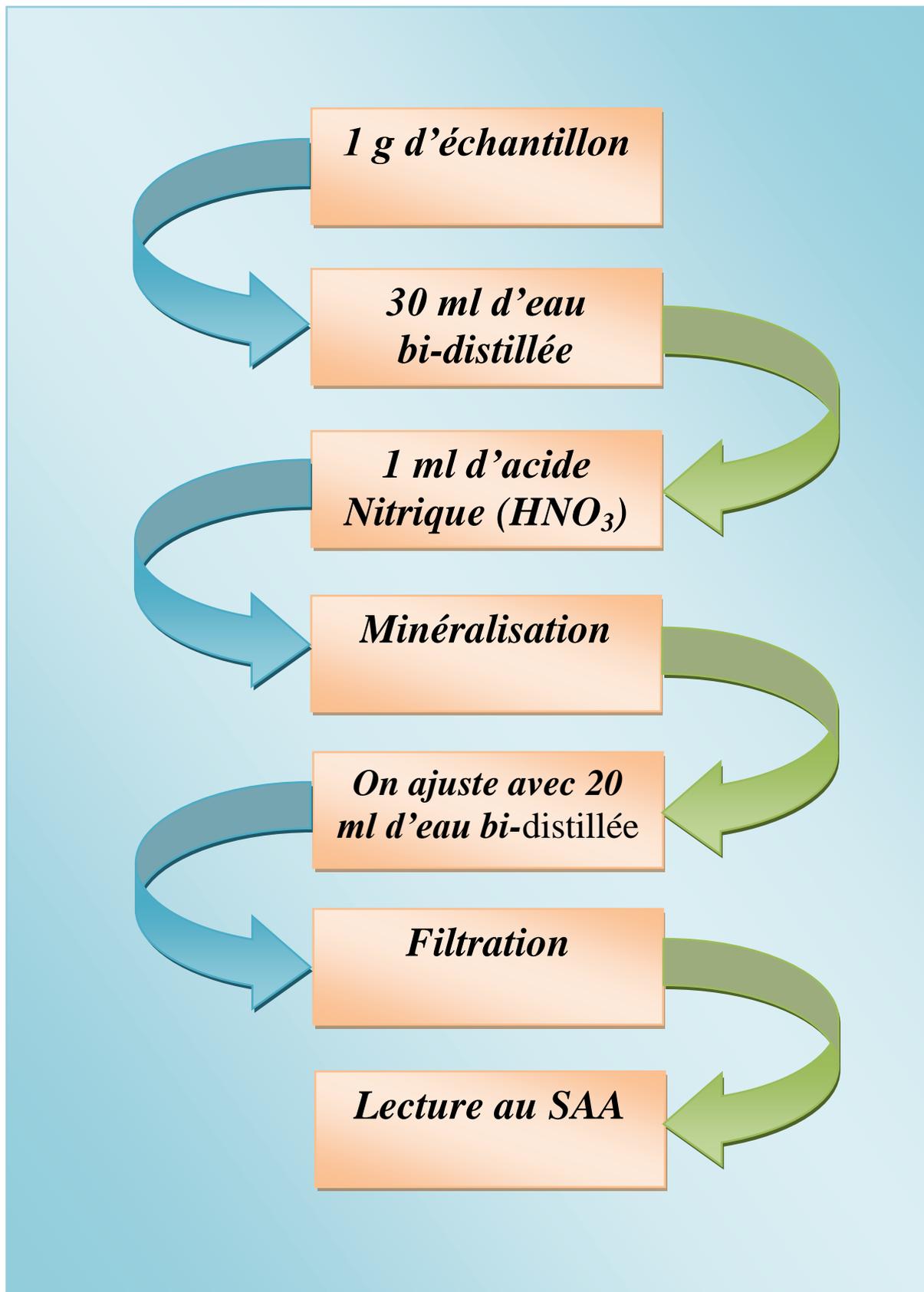


Figure 10 : Protocol générale de la minéralisation et de dosage en Spectrophotométrie d'Absorption Atomique à flamme (présente étude, 2017).

3. 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 chimiques (CuSO_4 , PbNO_3 ...etc.) est dissoute de telle façon à obtenir 1 g de Cadmium (Cd), et 1g de Plomb (Pb).

Une petite quantité d'acide nitrique (1ml de HNO_3) 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 1000ppm, les solutions étalons sont préparées selon des gammes bien déterminées pour chaque élément.

4. Dosage des métaux lourds

Le dosage des métaux étudiés (Pb, Cd) a été effectuée par la spectrophotométrie d'absorption atomique à flamme, c'est la méthode la plus utilisée actuellement (**Janin et Schnitzer, 1996**). Elle est réalisée au niveau du laboratoire de chimie de département de Génie des Procédés, l'Université de Béjaïa.

La Spectrophotométrie d'Absorption Atomique à flamme (SAA, F) est une méthode spectrale qui permet la détection des faibles teneurs de métaux et éléments minéraux dans les solutions (**Belhocine, 2012**). Cette dernière étudie les émissions ou absorptions de lumière par atome libre, c'est à dire lorsque celui-ci voit son énergie varier au cours d'un passage d'un de ces électrons d'une orbite électronique à un autre. Généralement, seuls les électrons externes de l'atome sont concernés (**Belhocine, 2012**).

Au cours des analyses de Spectrophotométrie d'Absorption Atomique, une solution contenant des éléments métalliques est introduite dans le brûleur de l'appareil, celle convertie dans une flamme air-acétylène ou un atomiseur électrothermique sous forme de vapeur constitué maintenant d'atomes libres. Une source lumineuse émise d'une lampe à cathode creuse faite du métal à analyser est dirigée à travers la vapeur, les atomes de l'échantillon dispersés dans la vapeur absorbent une partie de la radiation, ce qui entraînera une diminution de cette dernière (**F.A.O., 1977**).



Figure 11 : Spectrophotomètre d’Absorption Atomique a flamme (SAA, F)
(Laboratoire de chimie, 2017).

III. Analyse statistique des résultats

Lors de se travail, nous avons effectuées l’analyse statistique des résultats à l’aide du logiciel *Excel Stat*.

Afin de comparer les concentrations en métaux traces entre deux groupes indépendants issus d’une même population, le teste d’ANOVA à un facteur indépendant a été utilisé pour estimer statiquement les différences entre les concentrations. Ainsi, la différence est considérée significative à un seuil de probabilité P au seuil de 5% ($P < 0,05$).

PARTIE III

RESULTATS ET DISCUSSION

I. Résultats et discussions

Les connaissances sur la biologie du Rouget de vase (*Mullus barbatus*), principalement la reproduction, la dynamique de sa croissance, la mortalité..., sont considérées un transitoire obligatoire pour améliorer l'évaluation de son stock. Dans les études de dynamique des populations, il est toujours nécessaire de connaître le sex-ratio. C'est en effet le nombre des femelles dans la population que dépend celui des futures recrues.

1. Sex-ratio global

Les Rougets de vase échantillonnés dans le golfe du Béjaïa sont au nombre de 430 spécimens. Sur l'ensemble du matériel biologique, le sex-ratio globale (rapport du nombre des mâles (210) à celui des femelles (220)) est calculée sur 430 poissons, est de l'ordre de 4,30%. Cependant le taux de masculinité est de 49% pour un taux de féminité qu'est de 51% (figure12). Le sex-ratio globale comparée à un sexe équilibré (un mâle pour une femelle) montre un équilibre en faveur des femelles (**test de khi-deux au seuil de 95%**).

Le teste de comparaison des deux pourcentages, révèle que le stock exploitable du *Mullus barbatus* du golfe de Béjaïa montre qu'il y a pas une différence significative dans la distribution de la population des femelles et des mâles.

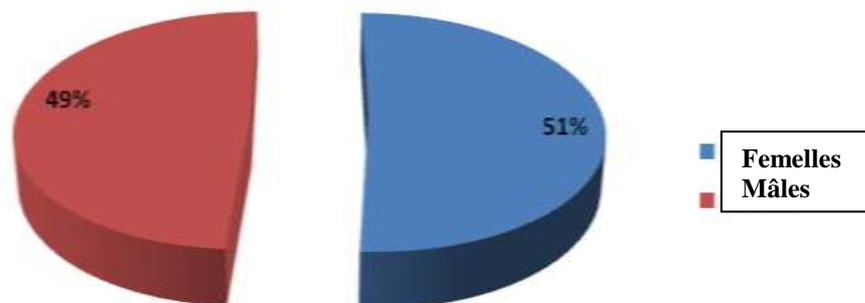


Figure 12 : Pourcentage du sex-ratio du Rouget de vase dans le golfe de Béjaïa.

2. Dosages des éléments traces métalliques (Pb, Cd)

Les tableaux 06 et 07, montrent les résultats d'analyses des éléments en traces métalliques (Pb, Cd) obtenus à partir d'échantillons d'organes de *Mullus barbatus* (muscle, foie, branchies), analysés par Spectrophotométrie d'absorption atomique à flamme (SAA, F), l'échantillonnage est fait sur une durée de trois mois (mars au mai 2017), dans le golfe de Béjaïa.

De ce fait, une comparaison est faite entre la bioaccumulation des deux métaux, des variations des concentrations métalliques moyennes entre les classes de taille, ainsi qu'entre les organes, indépendamment au niveau du golfe de Béjaïa.

- **Le plomb**

L'ensemble des résultats obtenus pour le Plomb sont exprimés dans le tableau suivant :

Tableau 06 : Concentrations en Pb des organes de *Mullus barbatus* exprimées
En ppm. PS (Béjaïa, 2017)

	Pb		
	Muscle	Foie	Branchie
♂+ 15cm	0,428	0,198	1,216
♂- 15cm	0,691	0,595	0,517
♀+15 cm	0,700	0,140	0,673
♀ - 15cm	0,609	0,247	0,470

Le tableau **06** laisse apparaître des concentrations en Plomb dans tous les organes ciblés de *Mullus barbatus* qui se situent entre 0,428 et 0,700 (ppm. PS) pour le muscle, entre 0,140 et 0,595 (ppm. PS) pour le foie et entre 0,470 et 1,216 (ppm. PS) pour les branchies. Ces résultats sont repris graphiquement sur la figure **13**.

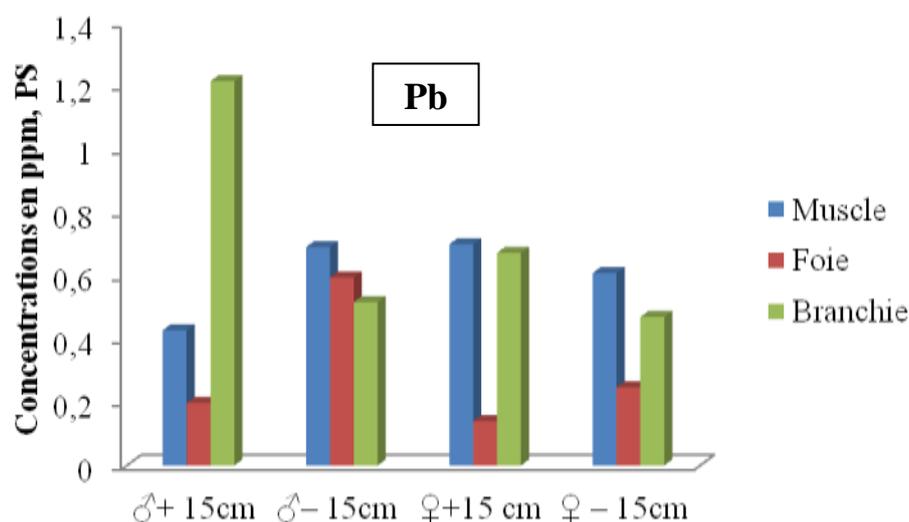


Figure 13 : Concentrations en Pb des organes ciblés du Rouget (*Mullus barbatus*) exprimées en (ppm. PS) dans le golfe du Béjaïa.

On comparant à des normes recommandées, les concentrations du Plomb (0,607mg/kg.PS) obtenus présentent des valeurs critiques, sont supérieures à celle de l'OMS (0,5 mg/kg. PF), ainsi à la norme Algérienne (0,3mg/kg.PF) et à celle de la FAO (0,3mg/kg. PF). Nos résultats rejoignent ceux de **Bensahla-Telet L, 2001**.

Notre espèce présente un phénomène organo-tropisme, vu que les concentrations de Pb au niveau des branchies sont supérieures à ceux du muscle qui est à son tour supérieur à ceux du foie.

• Le cadmium

L'ensemble des résultats obtenus pour le Cadmium sont exprimés dans le tableau suivant :

Tableau 07: Concentrations en Cd des organes ciblés de *Mullus barbatus* exprimées en (ppm. PS) dans le golfe du Béjaïa.

	Cd		
	Muscle	Foie	Branchie
♂+ 15cm	0,000	0,0005	0,0019
♂- 15cm	0,0015	0,0015	0,000
♀+15 cm	0,000	0,002	0,001275
♀ - 15cm	0,000	0,000675	0,000

Le tableau **07** regroupe les concentrations de Cadmium chez le Rouget (*Mullus Barbatus*) au niveau de tous les organes ciblés, les concentrations en cet élément sont comprises entre 0,000 et 0,002 (ppm. PS) pour le poisson du golfe de Béjaïa.

Au niveau du muscle, les concentrations de Cd sont entre 0,000 et 0,0015 (ppm. PS), entre 0,0005 et 0,002 (ppm. PS) pour le foie. Les branchies présentent des concentrations en Cd entre 0,000 et 0,0019 (ppm. PS). Les résultats sont illustrés graphiquement dans la figure14.

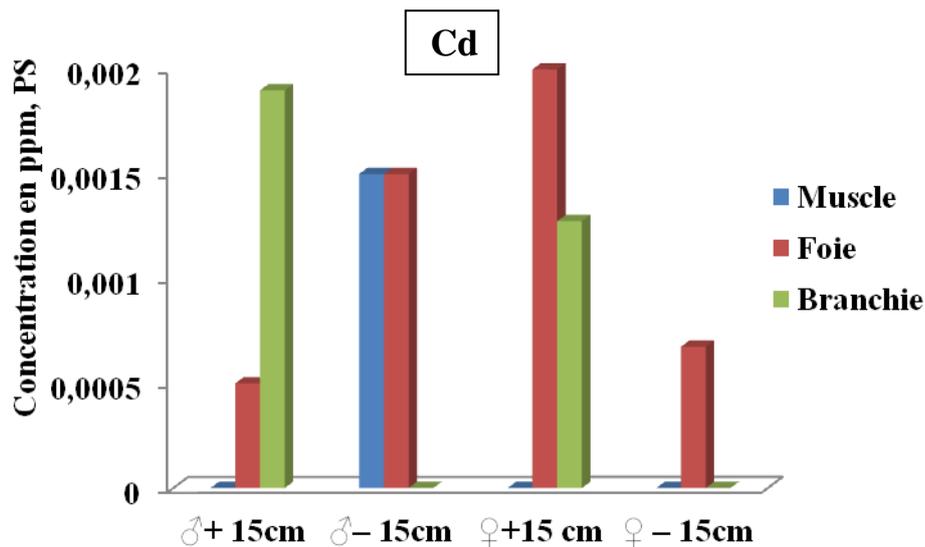


Figure 14 : Concentrations en Cd des organes ciblés de *Mullus barbatus* exprimées en (ppm.PS) dans le golfe du Béjaïa.

On comparant à des normes recommandées, les concentrations de cadmium (0,002 mg/kg.PS) enregistré sont inférieures à celle de l’OMS (0,1mg/kg.PF), à celle de l’Algérie (0,05mg/kg.PF), à celle de la FAO (0,5mg/kg.PF) et à celle de CE (0,05mg/kg.PF).

3. Bioaccumulation du Pb, Cd

Parmi les organes cibles pour l’évaluation de la contamination des écosystèmes marins par les éléments traces métalliques, le muscle (partie comestible), le foie (le lieu de stockage et de détoxification) et les branchies qui sont visés par la plupart des études de bioaccumulation sur le Rouget au niveau de la Méditerranée (**Findik et al, 2011**).

Les résultats obtenus montrent que les deux ETM (Pb, Cd) sont dosées dans les organes de *Mullus barbatus* pêché au niveau de la baie du Béjaïa entre mars et mai 2017. Cependant les concentrations de ces métaux restent hétérogènes.

Au niveau du golfe de Béjaïa, le Pb est retrouvé à des concentrations largement supérieures à celles du Cd, avec une concentration maximale et minimale respectivement de 1,216 et 0,140 (ppm.PS). Cependant le Cadmium est retrouvé à des concentrations maximale et minimale respectivement de 0,002 et 0,000 (ppm.PS).

Ces résultats concordent avec toutes les études de bioaccumulation sur la même espèce (**Bensahla-Talet, 2001 ; Tepe, 2008 ; Findik et al, 2011 ; Giannakopoulou, 2014**) ou sur d’autres organismes marins (**Benguedda-Rahal, 1993 ; Dermeche, 1998 ; Merbouh, 1998 ; Bouderbala, 2001 ; Haddou, 2004 ; Benamar, 2006 ; Belhocine, 2014**).

En effet, le Pb étant un élément purement toxique aux réactions enzymatiques des organismes vivants, est retrouvé plus abondamment dans les branchies que le Cd, lui aussi ne présent aucun rôle physiologique, et qui se présente comme des perturbateurs écologiques.

II. Variation des teneurs des métaux lourds

1. Variation des teneurs par rapport aux classes des tailles

Afin de pouvoir étudier la variation de la contamination dans la population de *Mullus barbatus*, deux classes de taille centimétriques ont été fixées à savoir : +15cm / - 15cm. Plusieurs individus de chaque classe centimétrique ont été échantillonnés. En considérant une étude par lots d'individus de chaque élément en fonction de la taille et de sexe, il se dégage plusieurs observations contribuant ainsi à apporter un complément aux résultats trouvés. Ces résultats sont rapportés dans le tableau 08 et illustrés dans les figures 15 et 16.

Tableau 08 : Les valeurs moyennes des ETM en fonction des classes de taille en (ppm.PS) dans le golfe du Béjaïa

		Rouget +15cm	Rouget – 15cm
Pb	Muscle	0,564	0,650
	Foie	0,170	0,421
	Branchie	0,945	0,494
Cd	Muscle	0,000	0,001
	Foie	0,001	0,001
	Branchie	0,002	0,000

Suit à cette étude, nous avons constaté globalement que le tissu hépatique, musculaire et branchie accumulent tous les trois le Pb chez *Mullus barbatus*, mais les concentrations les plus importantes se retrouvent au niveau des branchies pour le premier lot (+15cm) de classe de taille et au niveau du muscle pour le deuxième lot (-15cm) de classe de taille.

En générale, les concentrations de Pb sont plus importantes chez les individus dont la taille est supérieure à 15 cm, présent des valeurs significatives avec une moyenne de 0.280 ± 0.313 (ppm. PS) au seuil de 5%.

Pb

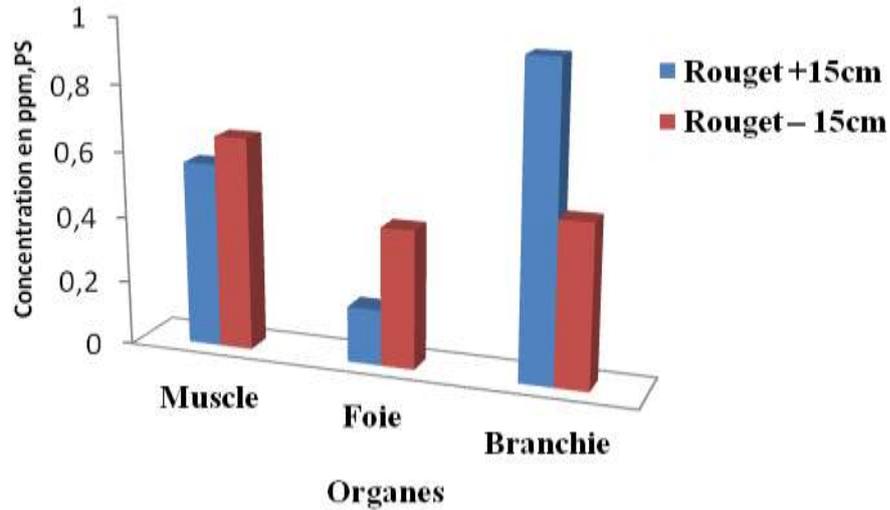


Figure 15 : Evaluation des teneurs en Pb (ppm.PS) chez *Mullus barbatus* par classes de taille et organes (Béjaïa, 2017)

Au sein de chaque classe de taille, les teneurs en Cadmium révèlent une différence significative entre les trois organes. Des concentrations moyennes sont moins importantes au niveau du muscle et du foie par rapport à celles présente au niveau des branchies. Les concentrations de ce même métal toxique sont plus élevées au niveau du lot de plus de 15cm qui enregistrent une moyenne $0,261 \pm 0,235$ (ppm. PS) au seuil de 5%.

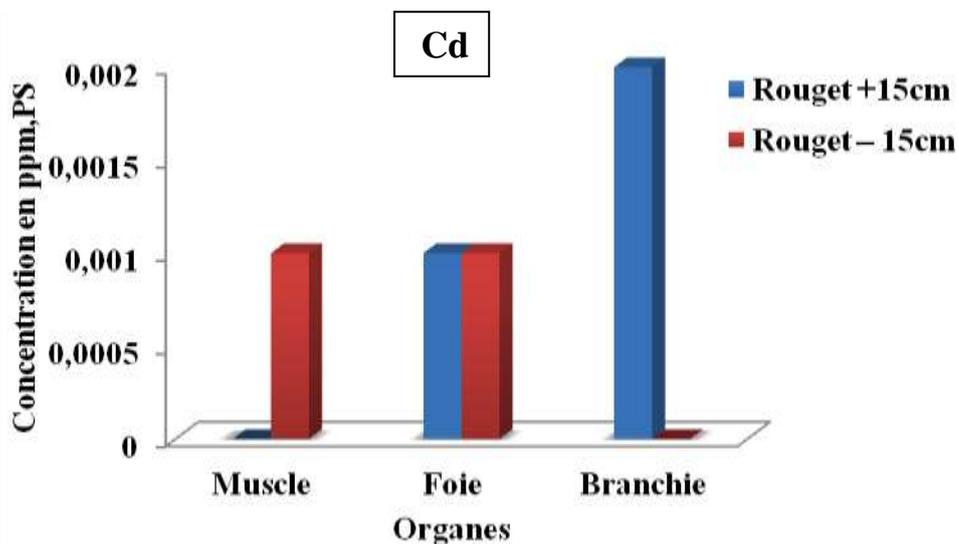


Figure 16 : Evaluation des teneurs moyennes en Cd (ppm.PS) chez *Mullus barbatus* par classes de taille et organes (Béjaïa, 2017).

D'après les résultats obtenus, il apparaît que dans la plus part des cas, les individus jeunes sont les moins contaminés par les deux micropolluants. En revanche, il semble que les individus de grandes tailles bioaccumulent plus ces ETM.

Les concentrations des métaux traces métallique ont tendance à diminuer avec l'augmentation de la taille du poisson. Cette situation est probablement à remettre en relation avec l'activité physiologique bien plus intense par rapport à la reproduction de cette espèce, donc elles concentrent plus de métaux dans les tissus (Mahe *et al*, 2005 et 2007).

2. Variation des teneurs en fonction du sexe

Dans le but d'étudier la variation de la contamination dans la population du Rouget, deux classes ont été retenues. Plusieurs individus de chaque classe ont été échantillonnés en fonction du sexe, ainsi des observations ont été faites et ont permis d'avoir les résultats suivants (tableau 09, figure 17 et 18) contribuant ainsi à apporter un complément aux résultats trouvés :

Tableau 09 : Valeurs moyennes du Plomb et de Cadmium en fonction du sexe (Béjaïa, 2017).

		Mâles ♂	Femelle ♀
	Muscle	0,560	0,654
Pb	Foie	0,396	0,193
	Branchie	0,867	0,571
	Muscle	0,001	0,000
Cd	Foie	0,001	0,001
	Branchie	0,001	0,001

D'après ces résultats, nous avons constaté que les tissus hépatiques, musculaires et les branchies sont accumulent tous les trois, le Plomb chez *Mullus barbatus*, mais les concentrations les plus importants se retrouvent au niveau de la branchie pour mâles et au niveau du muscle chez les femelles. Les concentrations du Plomb présentent une valeur moyenne significativement importante chez la population masculine $0.607 \pm 0,270$ (ppm.PS) au seuil de 5%

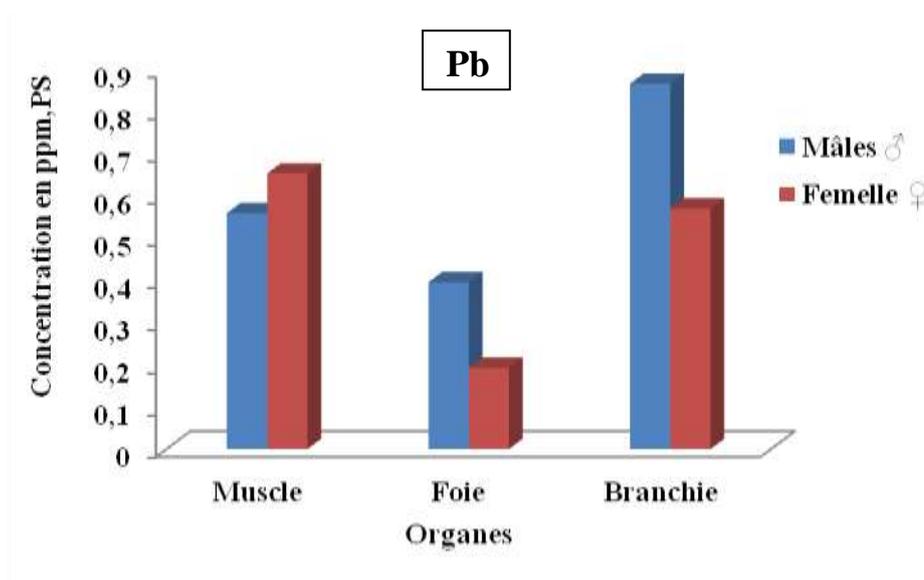


Figure 17 : Evaluation des teneurs en Plomb (ppm.PS) chez *Mullus barbatus* en fonction du sexe et des organes (Béjaïa, 2017).

Suite à cette étude, nous avons constaté que les branchies accumulent des quantités plus importantes que les tissus hépatiques et musculaires. Il apparaît que dans la plus part des cas, les individus mâles sont les plus contaminés par les deux micropolluants (Pb, Cd). Nos résultats rejoignent ceux de **Giannakopoulou, 2014**.

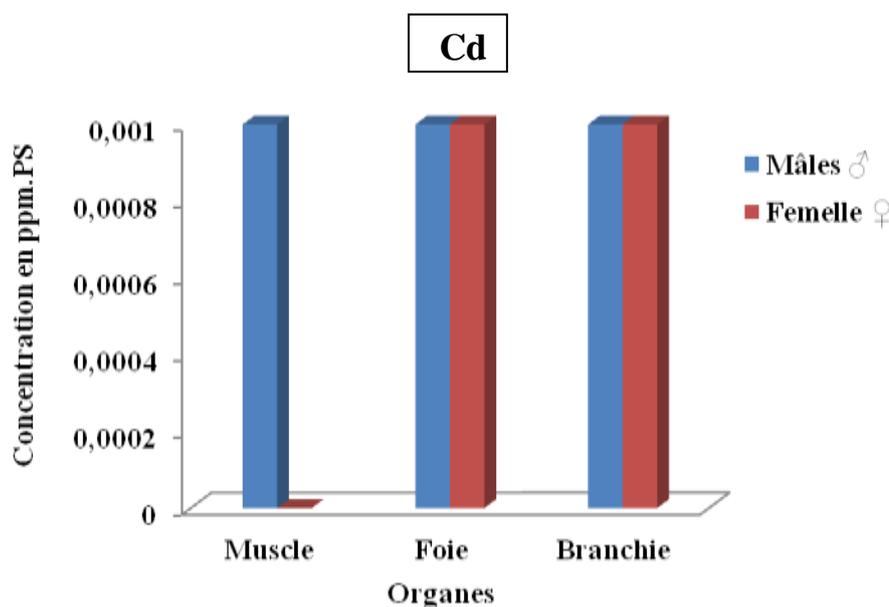


Figure 18 : Evaluation des teneurs en Cd (ppm.PS) chez *Mullus barbatus* en fonction du sexe et des organes (Béjaïa, 2017).

Nous remarquons qu'en générale, les mâles concentrent le Cadmium dans les trois organes cibles, par contre le muscle de la population féminine est intact. Il s'avère que nos échantillons ne sont pas significativement hétérogènes au seuil de 5%.

En comparant entre les concentrations des éléments en traces métalliques du muscle du Rouget, qui est la partie comestible du poisson et les normes recommandés (internationaux et nationales), en ressort les résultats dans le tableau 10.

Tableau 10 : Comparaison entre les concentrations en éléments traces métalliques du muscle de *Mullus barbatus* de golfe du Béjaïa en 2017 et les normes recommandés.

	ETM	
	<i>Pb</i>	<i>Cd</i>
OMS	0,5 mg/kg pf	0,1 mg/kg pF
Algérie	0,3 mg/kg pf	0,05 mg/kg pf
CE	—————	0,05 mg/kg pf
FAO	0,3 mg/kg pf	0,5 mg/kg pf
Présent travaille	0,607 mg/kg PS	0,002 mg/kg PS

Pour le Cadmium, les valeurs enregistrées sont inférieures aux recommandations de l'OMS, à celle de l'Algérie, la FAO et à celle de CE.

Concernant le Plomb, les concentrations obtenues sont supérieures à celles de l'OMS, de l'Algérie et à celles de la FAO.

III. Etat de la contamination du muscles du Rouget par rapport à d'autres poissons pêchés au niveau du littoral occidental Algérien.

Le Rouget n'est qu'une partie des produits de la mer. Le tableau 11 montre les concentrations moyennes en éléments traces métalliques (mg/kg. P.F) des muscles de différents poissons pêchés au niveau de littoral occidental Algérien.

Tableau 11 : Concentrations moyennes en éléments traces métalliques (moyennes en mg/kg P.F) du muscle de poisson pêché le long du littoral algérien.

	Cd	Pb	Auteurs	Zones d'études
<i>Mullus surmuletus</i> Rouget de roche	0,08	_____	Benguedda (1993)	Baie Arzew
<i>Mullus surmuletus</i> Rouget de roche	0,6	0,936	Borsali (2006)	Baie d'Oran
<i>Sardina pilchardus</i> Sardine	0,02	8,68	Merbouh (1998)	Baie d'Oran
<i>Mullus barbatus</i> Rouget de vase	0,078	4,76	Bensahla (2001)	Baie Arzew, Oran
<i>Murlucius merluccius</i> Merlucius merluccius Merlus	_____	0,4	Bensaid et Sait (2015)	Golfe de Béjaïa
<i>Murlucius merluccius</i> Merlus	0,60	0,79	Benacer et Boubegtitene (2016)	
<i>Murlucius merluccius</i> merlu	1,96	1,08	Belhocine (2012)	Baie d'Oran
<i>Trachurus trachurus</i>	_____	0,8	Belharizi (2010)	Baie de Beni saf
<i>Boops boops</i> Bogue	_____	1,6	Aoudjit(2001)	Baie d'Oran
<i>Diplodus sargus</i> Sar	_____	1,28	Ayad (2011)	Baie d'Oran
<i>Mullus barbatus</i> Rouget de vase	0,002	2,438	Présente étude (2017)	Golfe de Béjaïa

Il est noté que les concentrations de Cadmium (Cd) les plus importantes sont retrouvées au niveau de la chair du merlu. Le Rouget du golfe de Béjaïa ne renferme pas des concentrations en Cd importantes par rapport à d'autres espèces de poisson téléostéen au niveau de sa chair dans d'autres zones d'études.

Concernant le Plomb, les concentrations les plus importantes sont retrouvées au niveau de la chair de sardine et du Rouget de vase (Baie d'Oran). Le Rouget de vase (Golfe de Béjaïa) présente des concentrations hautement élevés en Pb par rapport à d'autres espèces.

Ainsi, bien que le Rouget soit une espèce de poisson démersale vivant à proximité du sédiment, nous pouvons considérer que c'est un poisson qui accumule le plus de contaminants, ceci serait en rapport avec la distribution des métaux traces dans le golfe de Béjaïa.

Si nous comparons entre les concentrations métalliques du muscle du Rouget, on constate qu'il y a une différence significative entre les concentrations en Pb obtenues par **Bensahla en 2001** (tableau11) et le présent travail. Mais en ce qui concerne les concentrations du muscle de Rouget en Cd, on trouve une grande différence entre les deux résultats. Vu que c'est la même espèce, les facteurs intrinsèques sont identiques, nous pouvons incriminer dans ce cas les changements des facteurs extrinsèques.

Ces résultats révèlent des différences en fonction de plusieurs paramètres. Il est prouvé que l'accumulation des métaux dans les organes des poissons dépend de divers facteurs tels que le niveau de polluants dans l'eau et les sédiments, l'alimentation, la taille, le sexe, le comportement et les habitudes alimentaires, le cycle de reproduction... etc., (**Al- Yousuf et al, 2000 ; Canli et al, 2003**).

Plusieurs études ont été réalisées sur les poissons téléostéens et plus précisément sur la contamination des métaux lourds dans littoral Ouest Algérien. Cependant les études sur cette problématique dans le secteur Est du littoral Algérien restent quasiment absentes, et plus particulièrement dans le golfe de Béjaïa.

CONCLUSION

GENERALE

Conclusion

L'objectif de ce travail est d'évaluer la contamination des eaux du golfe de Béjaïa qui est dotée d'importants ports (port pétrolier, port de pêche et port commercial) de pêches, qui soumis à des sources de pollution différentes.

Mullus barbatus communément appelé Rouget de vase est un poisson à forte valeur commerciale, il fait partie des espèces de poissons fouisseurs vivant à proximité des sédiments marins. Sachant que le sédiment est le principal intégrateur des polluants métalliques, ce poisson est de ce fait recommandé comme un très bon bioindicateur de la qualité du milieu marin.

L'évaluation de la contamination du golfe de Béjaïa dans ce travail, s'est faite à travers le dosage de deux éléments traces métalliques (ETM) qu'est le Plomb (Pb) et le Cadmium (Cd), au niveau des organes de *Mullus barbatus* (muscle, foie et branchie). Le Pb et le Cd sont des xénobiotiques purement toxiques. Ces polluants ont des origines anthropiques, certaines aux alentours de notre zone d'étude.

Notre travail d'échantillonnage s'est étalé du mois mars au mois mai 2017, couvrant ainsi une période de trois mois. Après le processus de la minéralisation de nos échantillons, nous avons effectué une quantification du Pb et du Cd au spectrophotomètre à absorption atomique à flamme (SAA.F) au sein de laboratoire des Génie des procédés.

Les résultats de notre étude révèlent une contamination du golf de Béjaïa, avec la présence des deux éléments traces métalliques ; le plomb et le cadmium au niveau de tous les organes ciblés. Ainsi, les concentrations du Pb et Cd sont retrouvées avec des différences significatives selon le sexe, les organes et les classe de tailles.

Les résultats retrouvés ne font que confirmer l'existence d'une relation entre la pollution de nos côtes et les nombreuses sources d'ETM énumérées précédemment. Cette pollution laisse sûrement son empreinte sur les produits de la mer.

Notre espèce présente un phénomène organo-tropisme, vu que la concentration de Pb au niveau des branchies est supérieure à celle de muscle qui est un son tour supérieur à celle du foie.

L'homme, étant le dernier maillon de la chaine alimentaire, est tout de même exposé à cette pollution qu'il a lui-même causée et de ce fait, se retrouve contaminé à son tour ; une consommation régulière pourrait être préjudiciable.

Les recommandations

Afin de protéger et de préserver la biodiversité au niveau du golfe de Béjaïa, nous recommandons :

- Recenser toutes les sources de pollution pour estimer le volume des polluants, qu'ils soient naturels ou anthropiques ;
- Mettre en œuvre un programme efficace destiné à résoudre les problèmes des eaux usées (urbaines et industrielles) par l'installation notamment, de stations d'épuration ;
- Réhabiliter les installations portuaires de réception des eaux de ballast et réaliser de nouvelles unités pour le stockage des produits chimiques ;
- Instaurer des programmes afin de découvrir et définir les sources diffuses des différents produits chimiques ;
- Sensibiliser le grand public et les professionnels de la mer sur la valeur des milieux maritimes pour les générations actuelles et futures ;
- Appliquer la réglementation en vigueur en matière de rejet d'eaux usées par rapport aux normes sanitaires et de qualité permettant la protection de la vie aquatique, couplés avec des programmes de recherche appropriés ;
- Les entreprises, les pouvoirs publics et la société civile devront travailler conjointement pour de réconcilier trois mondes qui se sont longtemps ignorés : l'économie, l'écologie et le social. A long terme, il n'y aura pas de développement possible s'il n'est pas économiquement efficace, socialement équitable et écologiquement tolérable.

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

- **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 Mediterraneo occidental. Tesis de doctorado. CSIC. Ciencias del mar universidad politecnica de cataluna, 213p.
- **Amiard J.C. ; Amiard triquet C. ; Aitzar F., Berth B. ; Cossu-Leguille C. ; Dedourge O., Denis F. ; durou C. ; Geffard A. ; Giamberinic L. et Vsseur P. ; 2010** - Les biomarqueurs dans l'évolution de l'état écologique des milieux aquatique. Ed. Tec et Doc. France.
- **Amiard J.C; Pinneau A; Boiteau H.L; Metayer C. et Amiard-Triquet C ; 1987** - Application de la Spectrophotométrie d'absorption atomique Zeeman eu dosage de 8 éléments traces (Hg, Cd, Cr, Mn, Ni, Pb, Se) dans les matières biologiques solides. Waters 21(6), 693-697.
- **Amirad J.C ; 2011** - Les risque chimiques environnementaux, méthodes d'évaluations et impacts sur l'organisme. Lavoisier.
- **Andaloro F. et Giarritta S, P; 1985** - Contribution to the knowledge of the age and grxth of striped Mullet, *Mullus barbatus* (L, 1758) and red Mullet, *Mullus surmuletus* (L., 1758) in the Sicilian channel- General Fisheries council for the Mediterranean. Rapport of the second technical consultation on stock Assessment in the central Mediterranean, mazara del vallo, Italy, 336-89-92.
- **Aouameur D.; 1990** - Contribution a l'étude de certains métaux lourds dans les sédiments superficiels de la baie d'Alger. Mémoire d'ingénieur d'état. I.S.M.A.L :62p.
- **Aoudjit N.; 2001** - Etude de certains facteur biologiques et de la contamination de la bouge (*Boops boops*) par les métaux lourds provenant de la baie d'Oran. Thèse de magister : université d'Oran : 243p.
- **Ayad F.; 2011** - Etude de la pollution métallique par trois métaux lourds (Cd, Pb, Zn) dans les organes (foie, muscle, gonades) chez le Sar Diplodus sargus (L.1758) pêché dans le baie d'Oran. Mémoire de magister, université d'Oran : 136p.
- **Bautista-Vega A.; 2007** - Etudes des réseaux trophiques aboutissant aux rougets Méditerranées (*Mullus barbatus* et *M- surmuletus*) par l'utilisation des isotopes stables- thèse de doctorat. Université de la Méditerranée (Aix- Marseille 2) : 156p.
- **Belharizi N.; 2010** - Contribution à l'évaluation de la pollution métallique sur le littoral Méditerranéen, 1974, n° 1273, première cession de l'Assemblée Nationale. Page 261. Cahier option Médit.

- **Belhocine 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.
- **Benamar N. ; 2006** - Evaluation de la pollution marines par trois métaux lourds (Cd, Pb, Zn), sur un poisson pélagique, la Saurel (*Trachurus trachurus L. 1758*) : pêché dans la baie d'Oran : mémoire de magister, université d'Oran : 197p.
- **Benamar 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+ annexes.
- **Benguedda –Rahal W. ; 1993** - Contribution à l'étude de quelques polluants métalliques chez la moule perna et le rouget *Mullus surmuletus* dans la partie occidentale du golfe d'Arzew. mémoire de magister en océanographie biologique : 108 P.
- **Bennacer et Boubegtitene ; 2015** - utilisation du merlu du golfe de Béjaïa dans l'évaluation de la pollution par quelques métaux lourds (Fe, Cu, Cd, Pb) : 34p.
- **Bensahala Talet L. ; 2001** - Contamination du rouget de vase (*Mullus barbatus L.1758*) par quatre métaux lourds (Cd, Pb, Cu et Zn) pêche dans la baie d'Arzew, mémoire de magister, université d'Oran : 105 P.
- **Bensaid D. et Sait B. ; 2015** - Evaluation de la qualité écologique du golfe de Béjaïa : le Merlu biocumulateur, Mémoire de master II, Université de Béjaïa, Alger : 79 p.
- **Borsali S. ; 2006** - Contamination du rouget de roche (*Mullus Surmuletus .L. 1758*) dans les organes (foie, muscle, gongos) par trois métaux lourds (Cadmium, Plomb et Zinc) pêché dans la baie d'Oran, mémoire de magister, Université d'Oran.
- **Bouderbala M. ; 2001** - Etat actuel de la pollution par les métaux lourds et son impact sur les cétacés dans le bassin algérien. Mémoire de magister, université d'Oran, 138p.
- **Boulkarh H. ; 2008** - Etude comparative de l'absorption des ions plomb sur différents absorbants. Thèse de doctorat : pollution chimique et environnemental : université du 20Août1955 de Skikda ; 140p.
- **Boutiba Z. ; 2004** - Guide de l'environnement marin, Edit : DAR EL GHARB : 273p.
- **Caddy J.f.; 1993** - Some future perspectives for assessment and management of Mediterranean fisheries. *Scnta Marina*. 57: 121-130p.

- **Canli M., Alti 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, 21:129-136p.
- **Chiffolleau J.F. ; 2004** - La contamination métallique. Ifremer : 39p.
- **Chiffolleau J.F., Claisse D., Cossa D., Fich A., Gonzolez J.L., Guyot T., Michel P., Miromand P., Ogerc Peti F ; 2001** - La contamination métalliques, programme scientifique seine –Aval, IFREMER edit, 8,1-39p.
- **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.
- **Darly B. ; 1992** - Poissons des côtes algériennes. INES Agronomie de Tizi Ouzou- office des publications Universitaires Alger, 56p.
- **Dermeches S. ; 1998** - Teneur en métaux lourds Cd, Pb, Zn et Ni chez l'oursin comme *paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) pêché dans le golfe d'Arzew. Mémoire de magister, université d'Oran, 125p.
- **Didier Laurent S. ; Lamare V. Pastor V. in DOSIS ; 25/6/2012** - *Mullus barbatus* (Linnaeus, 1758).
- **Dieuzeid R., Novella M. ; Roland j. ; 1959** - Catalogue des poissons des côtes Algérienne. Imprimerie officielle de la délégation générale du gouvernement en Algérie. Vol II, p : 294- 297.
- **EEA; 2006** - European environmental Agency. Priority issues in the Mediterranean environment, Copenhagen. EEA Report N°4,88p.
- **FAO/ UNIP; 1993** - Report of the FAO/ UNEP/IAEA training work shop on the design of monitoring programmes and management of data concerning chemical contaminants in marine organism, Athens: 247p.
- **Findi O., çiçek E.; 2011** - Metal concentration in tow Bioindicator fish Species, *Merlangius merlangus*, *Mullus barbatus*, Capture from the west black sea coasts (Bartın) of turkey- Bull environ contam toxicol 87: 399-403.
- **Fisher W. ; Bauchot M.L. ; Schneider M ; 1987-** Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de pêche. (Révision1). Méditerranée et mer noire. Zone de pêche 37. volume II. Vertèbre. Publication préparée par FAO, résultat d'un accord entre la FAO et la commission des communautés Européennes (projet GCP/ INT/422/ EEC) financée conjointement par ces deux organisations, Rome, FAO, vol.2 : 761-1530

- **Garnier R. ; 2005** - Toxicité du plomb et de ses dérivés. *EMC - Toxicologie-pathologie*, vol. 2, n°2, p. 67-88.
- **Gharbi H. et Ktari M. H ; 1979** - Régime alimentaire des rougets (*Mullus barbatus* Linnaeus., 1758 et *Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758) de golfe de Tunis- Bull- Inst- Nat –Sci- tech. Océanogr. Pêche Salammbô., 6 :41-52Ppp.
- **Giannakopoulou L. ET Neofitou, C; 2014** - Heavy metal concentrations in *Mullus barbatus* and *pagellus erythrinus* in relation to body size, gender, and Seasonality- environ- Sci-Pollut-Res14p.
- **Golani D. ET Appelbaum-Golani B; 2010** - Fish invasions of the Mediterranean Sea. Change and Renewal. Ed. pensoft publishers: 332p.
- **Haddou A; 2004** - Impact de la contamination marine par trios métaux lourds (Cd, Pb, Zn) sur un mollusque la seiche (*Sépia officinales* L. 1758) pêché dans la baie d’Oran, mémoire de magister, université d’Oran : 109p.
- **Hagopian-Schlekat T., Chandler G.T ET Shaw T.J; 2001** - Acute toxicity of five sediment associated metals, individually and Ina mixture. To the estuarine meibenthichapacticoid copepod *Amphiascus tenuiremis*- Mar. Environ.Res. 51.
- **Haynes D. et Johnson J.E. ; 2000** - Organochlorine. Heavymetal and polyaromatic hydrocarbon pollutant concentrations in the Great Barrier Reef (Australia): a review. Mar. Pollut. Bull.41 : 267-278pp.
- **Hebbar C., Kerfouf A et Boutiba Z. ; 2012** - Contribution à l’étude de la reproduction du rouget barbet de vase *Mullus barbatus (linnéen, 1758)* de la baie d’Oran(Algérie) j. Sci. Halieute- Aquat ; 5 : 144-151pp. http://doris.ffessm.fr/fiche2.asp?Fiche_numero57
- **Hureau J-C.; 1986** - Fiches of the north- eastern Atlantic and the Mediterranean- UNESCO, Paris, vol-2.
- **Jarup L; (2002)** - Cadmium overload and toxicity. Nephrol Dial transplant,
- **Kraal M.H., de Groot C. ET Davids C.; 1995**-Uptake and tissue Distribution of Dietary and Aqueous cadmium by crap (*Cyprinus Carpio*). Ecotoxicology and environnemental safety 31: 179- 183pp.
- **Le Goff F. et Bonnomet V; 2004** – Devenir et comportement des métaux dans l’eau: biodisponibilité et modèles BLM. Rapport technique, Ministère de l’écologie et du Développement Durable Direction de l’Eau, paris.
- **Leclaire L. ; 1972** - La sédimentation holocène sur la versant méridional du bassin Algéro-baléares (précontinentAlgérien)- Mém- Mus. Nath. Hist. Nat ; paris, C, 24, 391p.

- **Leclaire L. ; 1972** - La sédimentation holocène sur le versant méridional du bassin Algéro-Baléares (précontinent Algérien). Tome XXIV. Edition de Muséum, Paris, France, 391p.
- **Loué A. ; 1993** - Oligo-éléments en agriculture. 2. Paris Nathan.
- **Mahe K., Amara R., Brychaert T., Kacher M., ET 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: pp 1210-1219.
- **McPherson C. A. et Chapman P.M; 2000** - Copper effect on potential sediment test organisms: the importance of appropriate sensitivity, *Marine pollution Bulletin*, 40: 656-665.
- **Merbouh N.; 1998** - Contribution à l'étude de la contamination par les métaux lourds (Cd, C5, Cu, Fe, M, Zn, Pb) d'un poisson pélagique, la sardine (*sardina pilchardus*, walbaum, 1792) pêché dans la baie d'Oran. mémoire de magister, I, S, M, A, L, Alger : 139p.
- **Milla T.; 1998** - Contribution à l'étude des peuplements macrobenthique de substrat meuble de port de Béjaïa. Ing. Biolog. A quacul.Benthos- U. S. T. H, Alger, 76p
- **Miquel M.; 2001** - Les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé. Rapport Office Parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques. Rapport Sénat; (261):360.
- **Monna F; 2008** - Cycles biogéochimique des éléments traces métalliques aux interfaces de l'environnement. Thèse de doctorat: Sciences de la terre et de l'environnement: université de Bourgogne : 181p
- **Odzak N., et Zvonaric T ; 1995** - Le cadmium et le plomb dans l'adsorption des aliments par le loup. *Dicentrachus poissons. Sci .eau .technol*, 32 : 49-55.
- **ONU ; 2010** - Organisation Internationale des Nations Unies, ONU 2010.
- **PNUE** : Programme des Nations Unies pour l'environnement. pp 247- 264.
- **Rainbow PS., Phillips DJH; 1993** - Cosmopolitan biomonitors of trace metals. A review. *Marine Pollution Bulletin*, 26: 593.
- **Ramade F., 1992** - Précis d'éco toxicologie. Ed. Masson. 224p.
- **Rizzo P; Gancitano S; Badalucco C et Fiorentino F., 2005** - Age, estimation from « hand structures » of exploited marine organisms: experiences gathered, procedures adopted and maximum age estimated in the CNR centre of Mazara del vallo-in : Med Sud med Rapport of the workshop on standardization of fish Age determination Based on otolith samples in the Med project Area, Mazara del vallo, Italy, 13-17 December 2004, Med Sud technical documents. N°, 9. GCP/RER/ITA/MSM-TD-09, Mazara del vallo, 2005 : 29-38pp.

- **Samed; 2002** - Stock Assessment in the Mediterranean- European commission directorate-general XIV. Project 99/047, final Report.
- **Suquet M. et Person-le Ruyet J. 2001** - Les rouget barbets (Mullus Barbatius, Mullus Surmuletus)- Biologie, pêche, marche et potentiel aquacole. Ifremer: 47p.
- **Tepe Y.; Turkmen M; Turkmen A; 2008** - Assessment of heavy metals in tow commercial fish species four Turkish seas. Environ monit. Assess- 146: 277-284pp.
- **Tortonese E. ; 1975** - Osteichthyes ; (Pexi Ossei)- Parte seconda. Edizioni calderini, Bologne- Fauna Italia, 11 :1-636.
- **Voliani A.; 1999** - Mullus barbatus: Synthesis of knowledge on bottom fishery resources in central Mediterranean (Italy and Corsica) - Biopl. Mur. Medit. 6(1) 276-291.
- **Whitehead P.J.P; Bauchot M.L.Hureau J.C, Nielsen, J. et Tortonese ; 1986** - Fiches of the North Eastern Atlantic and the Mediterraneo, poissons de l'Atlantique du Nord- Est et de la Méditerranée, vol. 1, 2 et 3. Unesco, paris.

Liste des figures

Figure 01 : Cycle biogéochimique simplifié des métaux lourds.....	10
Figure 02 : Le rouget barbet (<i>Mullus barbatus</i> L, 1758).....	11
Figure 03 : La morphologie de <i>Mullus barbatus</i> L,1758.....	12
Figure 04 : La répartition géographique de <i>Mullus barbatus</i>	13
Figure 05 : Carte géographique de golfe du Bejaia.....	15
Figure 06 : Préparation des échantillons du <i>Mullus barbatus</i>	16
Figure 07 : Mensuration et pesée des échantillons.....	17
Figure 08 : La dissection de Rouget.....	17
Figure 09 : Minéralisation par voie sèche.....	19
Figure 10 : Protocole de la minéralisation.....	20
Figure 11 : Spectrophotomètre d’Absorption Atomique à flamme (SAA a F).....	22
Figure 12 : Pourcentage des sexes du rouget de vase dans le golfe de Bejaïa.....	23
Figure 13 : Concentrations en Pb des organes ciblés de <i>Mullus barbatus</i> exprimée en (ppm. PS) dans le golfe de Bejaïa.....	24
Figure 14 : Concentrations en Cd des organes ciblés de <i>Mullus barbatus</i> exprimée en (ppm. PS) dans le golfe de Bejaïa.....	26
Figure 15 : évaluation mensuelle des teneurs en Pb (ppm. PS) chez <i>Mullus barbatus</i> par classe de taille et organes (Bejaïa 2017).....	28
Figure 16 : évaluation mensuelle des teneurs en Cd (ppm. PS) chez <i>Mullus barbatus</i> par classe de taille et organes (Bejaïa 2017).....	28
Figure 17 : évaluation mensuelle des teneurs en Pb (ppm. PS) chez <i>Mullus barbatus</i> par sexe et des organes (Bejaïa 2017).....	30
Figure 18 : évaluation des teneurs en Cd (ppm. PS) chez <i>Mullus barbatus</i> par sexe et des organes (Bejaïa 2017).....	30

Liste des abréviations

% : pourcent

µg : Micro gramme

♀ : Signe des femelles

♂ : Signe des mâles

ppm : partie par million

Cd : Cadmium

CE: Commission Européen

Cm³ : Centimètre cube

DTH : Dose Hebdomadaire Tolérable

EEA: European Environmental Agency

ETM : élément traces métalliques

FAO : Food and Agriculture Organisation

FC : Facteur de Concentration

g : gramme

Hg : Mercure

HNO₃ : Acide nitrique

Kg : Kilogramme

L : Linnaeus, 1758

L_t : Longueur totale

Mg : Milligramme

OMS : Organisation Mondiale de Santé

ONU : Organisation des Nation Unies

PF : Poids Frais

PS : Poids Sec

Pb : Plomb

PNUE : Programme des Nation Unies pour l'environnement

P_t : Poids totale

UNEP : United nations environnement programme

Liste des figures

Figure 01 : Cycle biogéochimique simplifié des métaux lourds

Figure 02 : Le rouget barbet (*Mullus barbatus* L, 1758)

Figure 03 : La morphologie de *Mullus barbatus* L,1758

Figure 04 : La répartition géographique de *Mullus barbatus*

Figure 05 : Carte géographique de golfe du Bejaia

Figure 06 : Préparation des échantillons du *Mullus barbatus*

Figure 07 : Mensuration et pesée des échantillons

Figure 08 : La détermination du sexe

Figure 09 : Minéralisation par voie sèche

Figure 10 : Protocole de la minéralisation

Figure 11 : Spectrophotomètre d'Absorption Atomique à flamme (SAA a F)

Figure 12 : Pourcentage des sexes du rouget de vase dans le golfe de Bejaïa

Figure 13 : Concentrations en Pb des organes ciblés de *Mullus barbatus* exprimée en (ppm. PS) dans le golfe de Bejaïa

Figure 14 : Concentrations en Cd des organes ciblés de *Mullus barbatus* exprimée en (ppm. PS) dans le golfe de Bejaïa

Figure 15 : évaluation mensuelle des teneurs en Pb (ppm. PS) chez *Mullus barbatus* par classe de taille et organes (Bejaïa 2017)

Figure 16 : évaluation mensuelle des teneurs en Cd (ppm. PS) chez *Mullus barbatus* par classe de taille et organes (Bejaïa 2017)

Figure 17 : évaluation mensuelle des teneurs en Pb (ppm. PS) chez *Mullus barbatus* par sexe et des organes (Bejaïa 2017)

Figure 18 : évaluation des teneurs en Cd (ppm. PS) chez *Mullus barbatus* par sexe et des organes (Bejaïa 2017)

Liste des tableaux

Tableau 01 : Rapport du flux lie à l'activité humaine et le flux naturel des métaux lourds...	5
Tableau 02 : Sources industrielles et agricoles des métaux présents dans l'environnement...	5
Tableau 03 : Principales caractéristiques physicochimique de Cadmium.....	6
Tableau 04 : Principales caractéristiques physicochimique de Plomb.....	7
Tableau 05 : Classification systématique du rouget barbet (<i>Mullus barbatus</i>).....	11
Tableau 06 : Concentrations en Pb des organes de <i>Mullus barbatus</i> exprimées en ppm de poids sec dans le golfe de Bejaïa.....	24
Tableau 07 : Concentrations en Cd des organes de <i>Mullus barbatus</i> exprimées en ppm de poids sec dans le golfe de Bejaïa.....	25
Tableau 08 : les valeurs moyennes des ETM en fonction de classe de taille en (ppm. PS) dans le golfe de Bejaïa.....	27
Tableau 09 : les valeurs moyennes du Plomb et le Cadmium en fonction du sexe (Bejaïa 2017).....	29
Tableau 10 : Comparaison entre les concentrations en éléments traces métalliques du muscle de <i>Mullus barbatus</i> de golfe de Bejaïa et les doses admissibles.....	31
Tableau 11 : Concentration moyennes en éléments traces métallique (moyennes en mg/kg. P.F) du muscle de poisson pêché le long du littoral algérien	32

Résumé

Notre travail a porté sur l'évaluation de la contamination métallique par le Pb, et le Cd, du Rouget de vase (*Mullus barbatus* (L, 1758)), pêché au niveau du golfe de Béjaïa. Ce poisson benthique est recommandé par la FAO-UNEP comme bioindicateur de la contamination marine, il permet de mettre en évidence la présence de ces micropolluants au niveau de trois organes ciblés, le muscle (partie comestible), le foie (organe de détoxification et de stockage) et les branchies.

L'échantillonnage s'est étalé sur une période de trois mois allant de mars à mai 2017. Les dosages d'ETM sont réalisés à l'aide d'un Spectrophotomètre d'Absorption Atomique à Flamme (SAA. F).

Les valeurs obtenues dans cette étude démontrent que le Rouget accumule les deux polluants métalliques analysés. Les concentrations les plus élevées sont celles de Pb suivies par celles du Cd. Les concentrations les plus élevées en Pb sont retrouvées au niveau des branchies, suivies par celles du muscle, puis celles de foie. Les concentrations en Cd des organes du Rouget analysées varient en fonction du sexe ainsi que les mâles enregistrent les concentrations les plus importantes. L'étude dénote une contamination plus importante chez les adultes. Le Rouget se révèle également un bon indicateur, il nous a permis de mettre en évidence une contamination métallique dans le golfe de Béjaïa par le Pb et le Cd.

Les valeurs obtenues sont élevées par rapport aux valeurs recommandées (l'OMS, FAO, CE et la recommandation algérienne) notamment pour le Pb.

Mots clés : Métaux lourds, contamination, *Mullus barbatus*, Golfe de Béjaïa.

Summary

Our work has focused on the evaluation of metal contamination by Lead, Cadmium of Red mullet (*Mullus barbatus* L, 1758), fished in the Gulf of Béjaïa. This benthic fish is recommended by the FAO-UNEP as a bio-indicator of marine contamination; it makes it possible to demonstrate the presence of these micropollutants at the level of three target organs, the muscle (edible part), the liver (organ of detoxification and Storage) and the gills.

The Sampling took place over a three-month period from March to May 2017. ETM assays are performed using a Flame Atomic Absorption Spectrophotometer (SAA, F).

The values obtained in this study demonstrate that the Red mullet accumulates the two pollutants metals analyzed. The highest concentrations are those of Lead followed by those of Cadmium. The highest concentrations of Lead are found in the gills, followed by those of the muscle and then those of the liver. The concentrations of Cd in the Red mullet organs analyzed varied by sex and the males recorded the highest concentrations. The study indicates a greater contamination in adults. The values obtained are high in relation to the recommended values (WHO, FAO, CE and the Algerian recommendations).

The Red mullet is also a good indicator; it allowed us to show metallic contamination in the Gulf of Béjaïa by Lead and Cadmium.

Key words: Heavy metals, contamination, *Mullus barbatus*, Gulf of Béjaïa