

République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة أبو بكر بلقايد- تلمسان  
Université ABOUBEKR BELKAID – TLEMCEM  
كلية علوم الطبيعة والحياة، وعلوم الأرض والكون  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, et des Sciences de la Terre et de l'Univers  
Département d'Ecologie et Environnement

Laboratoire de recherche « valorisation des actions de l'homme pour la protection de  
l'environnement et application en santé publique »



## MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme de

**MASTER en Ecologie et Environnement**

**Spécialité Ecologie Animale**

Par *M<sup>lle</sup> HAKIM ASMÆ*

Thème

**Contribution à l'analyse des polluants métalliques chez une espèce  
de poisson cas du rouget de roche (*Mullus surmuletus*) dans le port  
de Honaine (Wilaya de Tlemcen)**

Soutenu, en septembre 2021, devant le jury composé de :

Présidente	<b>DAMERDJI Amina</b>	Professeur	Université de Tlemcen
Examinatrice	<b>BOUKLI HACENE Latéfa</b>	MCA	Université de Tlemcen
Encadreur	<b>KAID SLIMANE Nacéra</b>	Professeur	Université de Tlemcen

Année universitaire : 2020 – 2021

# Remerciements

*Avant tout je remercie ALLAH qui m'a aidé et m'a donné de la patience et de courage durant ces longues années d'études*

*Je souhaite adresser mes remerciements les plus sincères aux personnes qui n'ont apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire.*

*Ces remerciements vont tout d'abord à mon encadreur Madame **KAID SLIMANE Nacéra** qui a accepté de m'encadrer et de diriger ce travail, de m'avoir conseillé et orienté judicieusement, qui m'a réservé les meilleurs conditions de travail ainsi pour sa contribution à l'évaluation de ce mémoire par ses remarques, pour son aide, son soutien moral et ses orientations, ainsi que pour sa patience et sa gentillesse à mon égard tout a fait pertinentes.*

*J'exprime toute ma gratitude aux membres du jury :*

*Je remercie vivement **M<sup>elle</sup> DAMERDJI Amina** de m'avoir fait l'honneur de présider le jury de ce mémoire et d'être parmi ses honorables membres ainsi que **Mme BOUKLI HACENE Latéfa** de m'avoir fait l'honneur d'examiner ce travail.*

*Aussi j'adresse mes remerciements aux ingénieures du laboratoire « **Valorisation de l'action de l'homme pour la protection de l'environnement et application en santé publique** » pour leurs gentillesse et leurs aides efficaces pendant la partie pratique de mon travail.*

*Il nous faudra plus d'une occasion pour pouvoir remercier sincèrement et chaleureusement mes enseignants durant mon cursus universitaire dans **Université Abou Bakr Belkaid - Tlemcen-Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, et des Sciences de la Terre et de l'Univers, Département d'ÉCOLOGIE et ENVIRONNEMENT** qui ont donné les bases de la science et pour leurs efforts constants afin de nous transmettre le savoir.*

*A la fin je souhaite que ce travail a élargi la base de données sur la pollution métallique dans la région et sera un support bibliographique pour d'autres travaux à l'avenir.*



**Merci**

# Dédicaces

*Toutes les lettres ne seraient trouver les mots qu'il faut, tous les mots ne seraient exprimer la gratitude, l'amour, le respect, la reconnaissance.*

*Un mémoire n'est pas le fruit d'un travail de son auteur, mais le résultat de plusieurs collaborations, Il y a certaines satisfactions que les mots et les phrases parviennent difficilement à les exprimer. Pour cela je dédie mon travail :*

## **Mes chers parents**

*PAPA et MAMA, de tous les parents, vous êtes meilleurs. Vous avez été et vous serez toujours un exemple pour moi par vos qualités humaines, votre persévérance et perfectionnisme.*

*En témoignage de brut d'années de sacrifices, de sollicitudes, d'encouragement et de prières. Pourriez-vous trouver dans ce travail le fruit de toutes vos peines et tous de vos efforts. En ce jour, j'espère réaliser l'un de vos rêves, mon but est avoir votre fierté.*

*Que dieu vous protégé*

## **A mon oncle Ibrahim**

*J'adresse également mes remerciements à lui pour son aidé, soutien et le courage pour moi en me donnant la volonté, la ténacité et la confiance en soi.*

## **A ma grande sœur Ikram et son mari Moustafa**

*Merci de m'avoir soutenu tout au long de mon parcours universitaire. Je vous souhaite tout le bonheur et le contentement dans votre vie, et que Dieu protège votre fille ROEYA GHOFRANE*

## **A mes chères sœurs Soumia, Bouchra et Amina**

*Aucune dédicace ne peut exprimer tout L'amour que j'ai pour vous. Je te dédie ce travail en témoignage de ma profonde affection en souvenirs de notre indéfectible union qui s'est tissée au fil des jours.*

## **A mes deux familles HAKIM et MERABTI**

*J'adresse également mes remerciements A tout membre de la famille HAKIM et MERABTI et en particulier mes cousines et mes cousins bien aimées pour leur aide et leur soutien inconditionnel et indéfectible.*

## **A mes amies**

*Votre présence, soutien, et amour jouait un rôle dans la réalisation de ce travail. Un merci spécial pour mes proches amies Soumia Mérabti, Salima Nedjari et Chaimaa Hakim.*

*Aussi j'adresse mes remerciements infiniment à Hanene, Radjae, Nassima et sans oublier une personne chère à mon cœur et proche de mon âme, ma cousine Louiza, que je considère comme ma seconde mère pour les conseils, l'orientation et l'amour qu'elle me donne.*

*Et merci à toute la promotion d'Ecologie Animale 2021. A toutes personnes qui me connaissent*



*Asmae*

# *Liste des tableaux*

<b>Tableau 1:</b> Présentation de quelques métaux lourds.....	<b>9</b>
<b>Tableau 2:</b> Classification du rouget barbet de roche ( <i>Mullus surmuletus</i> ).....	<b>13</b>
<b>Tableau 3:</b> Le poids et les différentes longueurs mesurées par classes de taille.....	<b>32</b>
<b>Tableau 4:</b> Les concentrations en éléments métalliques (mg/kg) dans les tissus de <i>Mullus surmuletus</i> et <i>Mullus barbatus</i> de différentes régions.....	<b>40</b>
<b>Tableau 5:</b> Corrélations entre le poids, la taille et les éléments métalliques dans les organes de <i>Mullus surmuletus</i> .....	<b>44</b>

# Liste des figures

✓ <b>Figure 1:</b> Rouget barbet de roche <i>Mullus surmuletus</i> (photo originale).....	12
✓ <b>Figure 2:</b> Répartition géographique de rouget de roche.....	14
✓ <b>Figure 3:</b> Localisation géographique par satellite de la zone d'étude (Honaine) (Google Earth, 2020).....	17
✓ <b>Figure 4:</b> carte géographique de la zone de Honaine .....	18
✓ <b>Figure 5:</b> le nouveau port de pêche et de plaisance Honaine ( <b>photo originale</b> ).....	19
✓ <b>Figure 6:</b> les jetées principale et secondaire du port de Honaine ( <b>photo originale</b> ).....	20
✓ <b>Figure 7:</b> Rouget barbet de roche <i>Mullus surmuletus</i> (photo originale).....	21
✓ <b>Figure 8:</b> Longueur totale, Poids total et Classe de taille des individus de rouget de roche (Photo originale).....	22
✓ <b>Figure 9:</b> Trousse de dissection (Photo originale).....	23
✓ <b>Figure 10:</b> Pesé de chaque organe avant séchage (photo originale).....	23
✓ <b>Figure 11:</b> Les quatre organes obtenus après dissection (photos originales).....	24
✓ <b>Figure 12:</b> matériels utilisées pour la minéralisation (photos originales) .....	25
✓ <b>Figure 13:</b> Séchage des échantillons à l'étuve (photo originale).....	26
✓ <b>Figure 14:</b> Les cendres obtenues après séchage dans l'étuve (photo originale).....	26
✓ <b>Figure 15:</b> Matériels utilisés pour la filtration des échantillons (photos originales).....	27
✓ <b>Figure 16:</b> récupération et stockage des solutions minéralisées (photos originale).....	27
✓ <b>Figure 17:</b> Protocole de travail.....	28
✓ <b>Figure 18:</b> Relation entre la taille et le poids chez les individus du rouget barbet de roche.....	33
✓ <b>Figure 19:</b> Les teneurs métalliques moyennes (Fe, Zn, Cr et Ni) (mg/kg) dans le foie du <i>Mullus surmuletus</i> en fonction des classes de taille .....	34
✓ <b>Figure 20:</b> Variation des concentrations moyennes (mg/kg) en élément trace métallique dans les branchies du <i>Mullus surmuletus</i> en fonction des classe de taille.....	35
✓ <b>Figure 21:</b> Variation des concentrations moyennes ( <b>mg/kg</b> ) en élément trace métallique dans le filet du <i>Mullus surmuletus</i> en fonction des classe de taille.....	36
✓ <b>Figure 22:</b> Variation des concentrations moyennes ( <b>mg/kg</b> ) en élément trace métallique dans les gonades du <i>Mullus surmuletus</i> en fonction des classe de taille.....	37
✓ <b>Figure 23:</b> Comparaison des teneurs métalliques moyennes ( <b>mg/kg</b> ) entre les organes (le foie, les branchies, le filet et les gonades) chez <i>Mullus surmuletus</i> .....	39
✓ <b>Figure 24:</b> Plan factoriel engendré par les deux premiers axes de l'analyse factorielle calculée à partir des teneurs métalliques pour les différentes classes de taille dans les organes de <i>Mullus surmuletus</i> (foie, branchies, filet et gonades) et le poids total (Pt).....	41
✓ <b>Figure 25:</b> Dendrogramme d'analyse par groupe hiérarchique des concentrations métalliques (Fe, Zn, Ni, Cr).....	43

# *Liste des abréviations*

<b>ETM :</b>	éléments des traces métalliques
<b>Fe:</b>	fer
<b>Zn:</b>	zinc
<b>Cr:</b>	chrome
<b>Ni:</b>	nickel
<b>PCB:</b>	polychlorobiphényle
<b>TBT:</b>	Throwback Thursday
<b>POP:</b>	Polluants organiques persistants
<b>P.N.U.E:</b>	Programme des nations unies pour l'environnement
<b>AEE:</b>	Agence européenne pour l'environnement
<b>C.N.R.S:</b>	Centre nationale de la recherche scientifique
<b>Cd:</b>	Cadmium
<b>Pb:</b>	Plomb
<b>Hg:</b>	Mercure
<b>As:</b>	Arsenic
<b>Cu:</b>	Cuivre
<b>Fe<sup>2+</sup>:</b>	Fer ferreux
<b>Fe<sup>3+</sup>:</b>	Fer ferrique
<b>µg:</b>	Microgramme
<b>L:</b>	Litre
<b>Mg:</b>	Milligramme
<b>FC:</b>	Facteur de concentration
<b>Cm:</b>	Centimètre
<b>Kg:</b>	Kilogramme
<b>m:</b>	Mètre
<b>mm:</b>	Millimètre
<b>°C:</b>	Degré Celsius
<b>G:</b>	Gramme

**Km:** kilomètre

**P.D.A.U:** Plan directeur d'aménagement et d'urbanisation

**E.N.E:** Est -nord- Est

**W. S.W:** Ouest-Sud-Ouest

**Ha:** Hectare

**Ml:** millilitre

**m<sup>2</sup>:** mètre carré

**L:** longueur

**P:** poids

**Pt:** poids total

**Lt:** longueur totale

**Cm<sup>3</sup>:** Centimètre cube

**µm:** micromètre

**T:** Température

**H:** Heure

**Min:** Minute

**AFC:** Analyses factorielle des correspondances

**FAO:** Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

**WHO:** World Health Organisation

**DMA:** Dose maximale admissible

**f:** Foie

**b:** Branchies

**fi:** Filet

**g:** Gonades

**CAH:** Classification ascendante hiérarchique

**C :** Cluster

# Sommaire

<b>Introduction</b> .....	<b>1</b>
<b>Chapitre I: Synthèse bibliographique</b>	
<b>I-1 Etude de la pollution et les métaux lourds</b> .....	<b>4</b>
<b>I-1-1 Généralités sur la pollution</b> .....	<b>4</b>
<b>I-1-1-1 Définition de la pollution</b> .....	<b>4</b>
<b>I-1-1-2 Origine de la pollution</b> .....	<b>4</b>
<b>I-1-1-2-1 Pollution domestique</b> .....	<b>4</b>
<b>I-1-1-2-2 Pollution industrielle</b> .....	<b>4</b>
<b>I-1-1-2-3 Pollution agricole</b> .....	<b>4</b>
<b>I-1-1-2-4 Pollution métallique</b> .....	<b>4</b>
<b>I-1-1-2-5 Pollution microbiologique</b> .....	<b>5</b>
<b>I-1-1-3 Types de pollution</b> .....	<b>5</b>
<b>I-1-1-3-1 Pollution physique</b> .....	<b>5</b>
<b>I-1-1-3-2 Pollution chimique</b> .....	<b>5</b>
<b>I-1-1-3-3 Pollution biologique</b> .....	<b>5</b>
<b>I-1-1-4 La pollution marine</b> .....	<b>6</b>
<b>I-1-1-4-1 Définition de la pollution marine</b> .....	<b>6</b>
<b>I-1-1-4-2 La pollution marine en méditerranée</b> .....	<b>6</b>
<b>I-1-1-4-3 La pollution marine en Algérie</b> .....	<b>6</b>
<b>I-1-2 Généralités sur les métaux lourds</b> .....	<b>7</b>
<b>I-1-2-1 Définition des métaux lourds</b> .....	<b>7</b>
<b>I-1-2-2 Origine des éléments traces métalliques</b> .....	<b>7</b>
<b>I-1-2-3 Contamination des milieux marins par les ETM</b> .....	<b>8</b>
<b>I-1-2-4 Effet des contaminations sur les milieux marins</b> .....	<b>8</b>
<b>I-1-2-5 La toxicité des organismes par les ETM</b> .....	<b>8</b>
<b>I-1-2-5-1 La bioaccumulation et la bioconcentration des ETM</b> .....	<b>10</b>
<b>A- La bioaccumulation</b> .....	<b>10</b>
<b>B- La bioconcentration</b> .....	<b>11</b>
<b>I-1-2-5-2 Contamination des organismes à travers la chaine trophique</b> .....	<b>11</b>
<b>I-2 Etude de matériel biologique</b> .....	<b>11</b>
<b>I-2-1 Description de la famille des Mullidés</b> .....	<b>11</b>



<b>I-2-2 Description du rouget de roche.....</b>	<b>12</b>
<b>I-2-3 Systématique.....</b>	<b>13</b>
<b>I-2-4 La biologie de rouget de roche.....</b>	<b>13</b>
<b>I-2-4-1Composition.....</b>	<b>13</b>
<b>I-2-4-2 Répartition géographique et bathymétrique.....</b>	<b>14</b>
<b>I-2-4-3 Alimentation.....</b>	<b>14</b>
<b>I-2-4-4 Cycle de vie.....</b>	<b>15</b>
<b>A- Vie pélagique.....</b>	<b>15</b>
<b>B- Vie benthique.....</b>	<b>15</b>
<b>I-2-4-5 Reproduction et maturité sexuelle.....</b>	<b>15</b>
<b>Chapitre II: Matériel et méthodes</b>	
<b>II-1 Description de la zone d'étude.....</b>	<b>17</b>
<b>II-1-1 Choix de la station.....</b>	<b>17</b>
<b>II-1-2 Localisation géographique.....</b>	<b>17</b>
<b>II-1-3 Descriptions géographique de la région d'étude.....</b>	<b>18</b>
<b>II-1-4 Géologie.....</b>	<b>18</b>
<b>II-1-5 Climatologie.....</b>	<b>19</b>
<b>II-1-6 Le port de pêche du Honaine.....</b>	<b>19</b>
<b>II-1-7 La pêche dans le port de Honnaine.....</b>	<b>20</b>
<b>II-2 Echantillonnage.....</b>	<b>21</b>
<b>II-2-1 Le choix du matériel biologique.....</b>	<b>21</b>
<b>II-2-2 Choix des contaminants.....</b>	<b>21</b>
<b>II-2-3 Récolte des échantillons.....</b>	<b>21</b>
<b>II-3 Travail au laboratoire.....</b>	<b>22</b>
<b>II-3-1 Mensuration.....</b>	<b>22</b>
<b>II-3-2 Relation taille – poids.....</b>	<b>22</b>
<b>II-3-3 Dissection.....</b>	<b>23</b>
<b>II-3-4 Minéralisation.....</b>	<b>24</b>
<b>II-3-4-1 Matériels et réactifs utilisées pour la minéralisation.....</b>	<b>24</b>
<b>II-3-4-2 Méthode de minéralisation.....</b>	<b>25</b>
<b>II-3-4-2-1 Séchage à l'étuve.....</b>	<b>25</b>
<b>II-3-4-2-2 Réduction en cendres.....</b>	<b>26</b>
<b>II-3-4-2-3 Mis en solution et filtration.....</b>	<b>26</b>
<b>II-3-4-2-4 Stockage.....</b>	<b>27</b>

II-3-5 Analyse par le photomètre.....	29
• Principe.....	29
II-4 Analyses statistiques.....	29
II-4-1 Analyse de la variance.....	29
II-4-2 Analyse Factorielle des Correspondances (AFC).....	30
II-4-3- Dendrogramme.....	30
II-4-4 Corrélation de Pearson.....	30
<b>Chapitre III: Résultats et discussion</b>	
III-1 Résultat.....	32
III-1-1 Mensurations.....	32
III-1-2 Relation taille –poids.....	33
III-2 Analyses des teneurs métalliques.....	33
III-2-1 Evaluation des teneurs métalliques dans le foie.....	34
III-2-2 Evaluation des teneurs métalliques dans les branchies.....	35
III-2-3 Evaluation des teneurs métalliques dans le filet.....	36
III-2-4 Evaluation des teneurs métalliques dans les gonades.....	37
III-2-5 Comparaison des concentrations métalliques moyennes (mg/kg) entre les quatre organes (foie, branchies, filet, gonades) chez <i>Mullus surmuletus</i> .....	38
III-3 Comparaison des résultats avec la littérature et les normes.....	40
III-4 Analyse statistique.....	41
III-4-1 Analyse multi variante (AFC).....	41
III-4-2 Dendrogramme.....	43
III-4-3 Facteur de corrélation.....	44
III-5 Discussion.....	45
Conclusion générale.....	48
Références bibliographiques.....	50

# *INTRODUCTION*

## **Introduction**

L'environnement marin est considéré comme l'un des plans d'eau les plus importants de la planète car il représente la majeure partie de sa superficie.

Cet écosystème est riche en ressources minérales et nutritionnelles et d'énormes quantités d'autres patrimoines naturels vivants.

C'est la preuve que le milieu marin est d'une importance économique, car il contient une grande réserve de ressources divers, mais malheureusement, ce milieu s'est récemment retrouvé en proie à un grand danger qui est: « la pollution ». Cet obstacle qui le menace et pille toutes ses ressources.

La pollution est la dégradation ou modification de l'équilibre d'un milieu par introduction d'une substance provenant de l'activité humaine ou présence de substance au-delà d'un seuil par lequel des effets négatifs sont susceptibles de se produire (**Ramade, 2005**).

La pollution marine est une destruction majeure et une perturbation totale du milieu aquatique car elle est considérée comme un déséquilibre du système du milieu marin et des dommages à celui-ci et la fin de vie des êtres vivants avec le passage de temps (**Ramade, 2005**).

L'homme est la source principale responsable de cette destruction et de ce danger qui afflige le milieu aquatique, que ce soit directement ou indirectement. C'est l'un des divers déchets résultants des activités humaines en les rejetant dans les rivières pour finalement aboutir dans les eaux marines. Ainsi que les activités d'exploration et d'exploitation qui se déroulent sur les fonds marins dans lesquels le pétrole est recherché. Cette diversification dans les opérations d'exploration et d'exploitation dans les champs pétrolières a entraîné la survenance d'accidents de marée noire qui ont eu un grand impact sur le milieu marin dans les zones de forage et les zones adjacentes. Ajoutez à cela le déversement et l'élimination des déchets dans de la mer.

Il existe d'autres sources de pollution marine, à savoir les métaux lourds, qui ont un grand impact sur l'écosystème aquatique par conséquences sur les organismes vivants (comme les poissons).

Les métaux lourds sont dangereux pour le milieu naturel. Ils pénètrent dans les écosystèmes avec les précipitations, les cours d'eau, les effluents et les rejets accidentels, relargués comme sous-produits des industries, des mines ou s'échappant des bateaux (**Valéry et Thomas, 1997**).

On appelle aussi les éléments des traces métalliques (ETM) puisqu'ils sont présents dans la nature avec de très faibles concentrations.

La pollution marine par les métaux lourds présente un problème majeur environnemental. Elle a des conséquences néfastes sur ces organismes vivants.

Les métaux lourds perturbent les différentes activités biologiques (respiration, reproduction, locomotion, alimentation ect...) et le cours normal des processus métaboliques, même à l'état de traces à l'exception de faibles doses tolérables chez les espèces marines. Ces éléments sont non biodégradables. Ils sont transférés au niveau de la chaîne trophique et accumulés dans la matière vivante. Ils sont dits non essentiels (ex: plomb et mercure). Par contre on trouve des métaux qui sont des constituants normaux de l'environnement à l'état de traces, sont dits essentiels (ex: cuivre, fer, zinc ect...).

Dans le contexte de la contamination des milieux marins par les polluants métalliques et pour compléter la base des données de notre laboratoire, nous nous sommes intéressés à la bioaccumulation métallique chez une espèce de poisson qui est le rouget de roche (*Mullus surmuletus*) pêché dans le port de Honaine (Wilaya de Tlemcen).

L'objectif de cette étude est d'évaluer le niveau de la contamination par quelques métaux lourds (Fe, Zn, Ni et Cr) chez le rouget de roche (*Mullus surmuletus*) pêché dans le port de Honaine. Le travail se concentre sur l'analyse des polluants métalliques dans les quatre organes qu'ont été choisis (branchies, foie, gonades et filet) après l'échantillonnage, la mensuration et la dissection des poissons. Une minéralisation de ces organes a été réalisée par la voie sèche. Les résidus obtenus ont été filtrés puis analysés. Les résultats obtenus ont été discutés puis traités par une étude statistique.

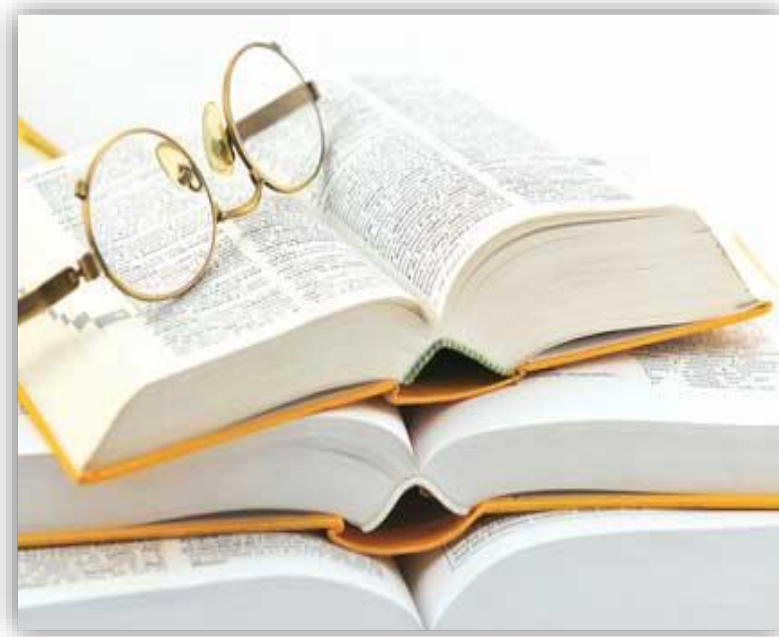
Notre mémoire est divisé en trois chapitres :

- ❖ le premier chapitre présente la partie bibliographique qui regroupe, l'étude de la pollution et des généralités sur les métaux lourds ensuite le matériel biologique,
- ❖ dans le deuxième chapitre nous décrivons la zone d'étude, le matériel et les méthodes utilisées,
- ❖ le troisième chapitre, nous présentons nos résultats et leurs interprétations ainsi qu'une modélisation statistique,
- ❖ enfin, nous terminons notre travail par une conclusion générale et des perspectives.

*CHAPITRE I*

*SYNTHESE*

*BIBLIOGRAPHIQUE*



## **I-1. Etude de la pollution et les métaux lourds**

### **I-1-1 Généralités sur la pollution**

#### **I-1-1-1 Définition de la pollution**

La pollution est une modification défavorable du milieu naturel qui apparait en totalité ou en partie comme un sous-produit de l'action humaine, au travers des effets directs ou indirects altérant les critères de répartition des flux de l'énergie, des niveaux de radiations, de la constitution physiologique du milieu naturel et de l'abondance des espèces vivantes. Ces modifications peuvent affecter l'homme directement ou à travers des ressources agricoles en eau ou autres produits biologiques (**Ramade, 1998**).

#### **I-1-1-2 Origine de la pollution**

Suivant l'origine de substances polluantes, on peut distinguer :

##### **I-1-1-2-1 Pollution domestique**

C'est à l'origine des activités humaines quotidiennes : bains, excréments, préparation des aliments et loisirs. Elles correspondent à volume de 150 litres par personne et par jour en moyenne en Europe de l'ouest (**Gaujous, 1995**).

##### **I-1-1-2-2 Pollution industrielle**

La pollution d'origine industrielle (métaux lourds, PCB, TBT) (**Jean et al., 2001**). Elle peut être définie comme les modifications du milieu marin qui apparait en totalité ou en partie comme sous-produit de l'activité industrielle (**Koller, 2009**).

##### **I-1-1-2-3 Pollution agricole**

Pollution d'origine agricole (nitrates, produits phytosanitaires : herbicides, pesticides, fongicides). Elle résulte de l'utilisation des engrais (Azote, phosphore, potassium) et des purines. Le rejet de ces résidus chimiques dans l'eau continentale ou marine représente une importante source de contamination de l'eau (**Gaujous, 1995**).

##### **I-1-1-2-4 Pollution métallique**

Dans les écosystèmes aquatiques naturels, les métaux se retrouvent à de faibles concentrations, généralement de l'ordre du nano gramme ou de micro gramme par litre. Cependant, ces derniers temps, la présence de métaux lourds à des concentrations supérieures aux charges naturelles, est devenue un problème de plus préoccupant (**Gaujous, 1995**).

### **I-1-1-2-5 Pollution microbiologique**

La pollution microbiologique est caractérisée par la présence en quantité excessive de nombreux microorganismes, bactéries et virus provenant des matières fécales d'origine humaine ou animal. Parmi lesquels certains sont pathogènes pour l'homme (**Gaujous, 1995**).

### **I-1-1-3 Types de pollution**

#### **I-1-1-3-1 Pollution physique**

La pollution physique est la contamination et la perturbation d'écosystème naturel par des substances agissent dans sa structure physique par différents facteurs comme la radioactivité, la conductivité, la turbidité ou Paramètres physicochimiques (la salinité, l'acidité, L'oxygène dissous, La température ect...).

#### **I-1-1-3-2 Pollution chimique**

Ce type de pollution est engendré par des substances étrangères qui peuvent provoquer une nuisance ou un effet toxique (**Vila, 1998**). Nous distinguons deux types (**Galaf et Ghannam, 2003**).

Les micropolluants chimiques organiques : hydrocarbures, pesticides, détergents et autres. Ces polluants sont appelés les polluants organiques persistants (pop), ce sont des composés organiques toxiques. Ils peuvent s'accumuler dans les organismes vivants et ils peuvent avoir des conséquences néfastes sur l'environnement et la santé humaines (**P.N.U.E.1995**).

Les micropolluants chimiques inorganiques : les métaux lourds. Il y a aussi d'autres polluants ayant un pouvoir contaminant plus nuisible, il s'agit des molécules qui échappent à la dégradation, elles sont appelées récalcitrantes (**Galaf et Ghannam, 2003**).

#### **I-1-1-3-3 Pollution biologique**

Il s'agit de la pollution par les micro-organismes, les germes (bactéries, virus, champignons) provenant des égouts et qui peuvent proliférer à leurs arrivées dans le milieu marin, même s'il est vrai qu'il s'agit d'un milieu qui ne favorise pas la vie de la plupart des agents pathogènes (**Berraho, 2006**).



### **I-1-1-4 La pollution marine**

#### **I-1-1-4-1 Définition de la pollution marine**

L'introduction directe ou indirecte, par l'homme de substances ou d'énergie dans le milieu marin, y compris les estuaires, lorsqu'elle a ou peut avoir des effets nuisibles tels que des dommages aux ressources biologiques et à la faune et à la flore marine, des risques pour la santé humaine, des entraves aux activités maritime, y compris la pêche et les autres utilisations de la mer, des altérations à la qualité de l'eau de mer (**Gesamp, 1982,1983**).

#### **I-1-1-4-2 La pollution marine en méditerranée**

La méditerranée a toujours été un carrefour des civilisations et des cultures, elle est sillonnée par 50% de circulation maritime mondiale (**Bousquet, 2003**). Les principaux problèmes de la pollution dans le milieu Méditerranéen c'est son caractère semi-fermé, ainsi que leur faible profondeur qui limite considérablement les échanges des courants avec l'atlantique voisin et ne permet pas le renouvellement complet de l'eau qu'une fois tous les soixante-dix ans seulement. En effet, la méditerranée représente 30% du transport maritime mondiale, elle connaît à elle seule 1/5 des accidents pétroliers mondiaux. La méditerranée est la première destination touristique au monde (30% du tourisme mondiale) (**P.N.U.E, 2004**). La plupart des zones côtières de la méditerranée abritent des industries chimiques et extractives qui produisent des quantités significatives de déchets industriels (par exemple les métaux lourds, les substances dangereuses et les polluants organiques persistants) susceptibles de gagner directement ou indirectement (via les rivières et les eaux de ruissellement) les milieux marins de la méditerranée (**AEE, 1999; AEE, 2002**). La pollution par les métaux et les hydrocarbures présentent des dangers certains pour la méditerranée à court et à long terme (**Donniers, 2007**).

#### **I-1-1-4-3 La pollution marine en Algérie**

En Algérie, les endroits où les problèmes de déchets industriels existent, sont les villes côtières et industrielles à l'image de Skikda, Annaba et Jijel dans l'Est. Au centre on trouve l'axe Alger-Oued Smar et Béjaïa. A l'ouest, Ghazaouet, Oran-Arzew et Mostaganem (**UNEP, 2001**). Les côtes Algériennes étaient considérées comme étant les plus poissonneuses au niveau de la méditerranée, le rendement de la pêche a diminué de près de 80% ces deux dernières années. C'est la première conséquence de la pollution marine (**C.N.R.S, 2005**).

## I- 1-2 Généralités sur les métaux lourds

### I-1-2-1 Définition des métaux lourds

Un métal est un élément chimique, issu le plus souvent d'un minerai doté d'un éclat particulier bon conducteur de chaleur et d'électricité, ayant des caractéristiques de dureté et de malléabilité se combinant aisément avec d'autres éléments pour former des alliages (**Miquel, 2001**). Les métaux lourds sont présents dans l'environnement marin sous différentes formes chimiques, qui résultent d'équilibres entre les ions métalliques et les complexes organiques et inorganiques (**Duquesne, 1994**).

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

### I-1-2-2 Origines des éléments traces métalliques

- *Origines naturelles* : comme les autres substances, les métaux sont présents dans notre environnement en quantité plus ou moins importantes, pouvant aller de traces jusqu'au métal pratiquement pur dans certains gisements miniers. Les réserves les plus importantes se trouvent dans les roches et/ou les sédiments (**Chiffolleau et al., 2001**).
- *Origines anthropiques* : en dehors des concentrations de fond (ou concentrations naturelles), il existe trois sources principales de métaux lourds :
  - ✓ apports d'origine agricole (amendements organiques, engrais minéraux, pesticides),
  - ✓ résidus industriels et urbains,
  - ✓ retombés atmosphériques.

De ce fait, l'exploitation et l'utilisation des métaux par l'homme peuvent exagérément augmenter leur dissémination dans des écosystèmes qui n'y sont pas exposés naturellement (**Ineris, 2004**). Les métaux provenant d'apports anthropiques sont présents sous formes Chimiques assez réactives et entraînent des toxicités (**Mckenzie, 1997**).

### **I-1-2-3 Contamination des milieux marins par les ETM**

Les sources anthropogéniques telles que les rejets des industries chimiques, métallurgiques ou de textiles (**Frontier et Pichot-Viale, 1991; Romano et al., 2004**), sont les principales sources de pollution des eaux aquatiques par les métaux lourds. Ces derniers, s'accumulent dans les sédiments, les organes des différents organismes marins, qui s'avèrent être d'excellents indicateurs pour le suivi de la pollution des eaux marines par les métaux (**Atgin et al., 2000; Balls et al., 1997**). Les sédiments sont les principaux indicateurs de la pollution des eaux marines par les métaux lourds (**Fukue et al., 1999**).

### **I-1-2-4 Effet des contaminations sur les milieux marins**

Les pollutions les plus néfastes pour l'équilibre fragile de la vie marine ne sont pas les plus visibles. Bien au contraire, ce sont celles qui se voient le moins. Les métaux lourds (le mercure, le plomb, le cadmium et d'autres produits chimiques toxiques) et rejets divers, provenant des usines du bassin méditerranéen rejetant des produits très dangereux sous forme organique mais aussi sous forme de plastique, de peinture, de pâte à papier et certains fongicides, sont souvent illicites, constituent la plus grande menace pour la survie des mammifères marins et la préservation de l'environnement. Ces contaminants y demeurent pendant des années et s'accumulent dans le corps des espèces marines et des êtres humains. Ils peuvent causer le cancer, des dommages au foie, des problèmes de reproduction et des malformations congénitales ainsi que d'autres fléaux dangereux (**Bendada et al., 2011**).

### **I-1-2-5 La toxicité des organismes par les ETM**

La pollution par les métaux lourds, comme toutes les autres pollutions représente actuellement un facteur toxicologique important, dont les conséquences sur les organismes marins peuvent affecter la vie marine, depuis les producteurs primaires, le danger de contamination s'amplifie au fur et à mesure que l'on monte à travers les maillons des chaînes trophiques. D'après (**Chen et al., 2000**) ces éléments chimiques sont considérés comme uniquement toxiques, et ce pour tous les organismes (microorganismes, plantes, animaux, hommes). Ils n'ont aucune activité biologique bénéfique, au contraire d'autres métaux comme le chrome(Cr) ou nickel (Ni) qui, à faible dose, sont indispensables à divers organismes vivants et qui, dans d'autres conditions, deviennent toxiques (**Aschieri, 1999**).

Tableau 1: Présentation de quelques métaux lourds

éléments	Utilisation et métabolisme	Toxicité
<b>Fe</b>	<p>Le fer est un oligoélément indispensable à la vie. Il provient essentiellement des industries métallurgiques et minières, leur métabolisme joue un rôle important dans l'organisme, par sa participation à la formation de l'hémoglobine des hématies et des myoglobines des muscles (<b>Nizamov, 1976</b>). Naturellement, le fer est fréquent dans les eaux souterraines, abondant dans les roches sous forme de silicates, d'oxydes et d'hydroxydes, il est présent aussi dans les plantes et le sang (<b>Gaujous, 1995</b>).</p>	<p>Le fer ferreux (<math>Fe^{2+}</math>) est beaucoup plus toxique que le fer ferrique (<math>Fe^{3+}</math>).</p> <p>La présence de précipité d'hydroxyde de fer qui tend à se déposer sur les branchies des poissons et à entraîner leur colmatage (<b>Rodier, 1996</b>).</p> <p>Les carences en fer entraînent l'anémie.</p> <p>L'ingestion de grandes quantités de fer produit une hémochromatose, dans cette affection, les mécanismes normaux de régulation n'agissent plus efficacement et il se produit des lésions de tissus par suite d'accumulation de fer (<b>Ramade, 2000</b>).</p>
<b>Zn</b>	<p>Le zinc est un oligo-élément entrant dans la composition de nombreuses métallo-enzymes (<b>Viala et Botta, 2005</b>). Le zinc est présent naturellement dans l'air, l'eau et le sol. Les apports anthropiques de zinc résultent des sources minières industrielles telles que l'exploitation minière, la combustion du charbon, des déchets et l'industrie de l'acier, des épandages agricoles et des activités urbaines (<b>Casas, 2005</b>). Le zinc intervient dans l'activité de nombreuses enzymes, il provoque diverses lésions tissulaires, en particulier chez les invertébrés aquatiques et chez les poissons. (<b>Chiffolleau et al., 2001</b>).</p>	<p>Sa toxicité pour les organismes aquatiques n'en fait pas un contaminant prioritaire, bien qu'il agisse à de fortes concentrations sur la croissance des espèces aquatiques (<b>Ifremer, 2001</b>). Il est doué de propriétés hermétiques et devient donc toxique à des concentrations relativement faibles (<b>Ramade, 2000</b>). un excès de zinc provoque une altération des branchies et retarde la ponte chez les poissons (<b>Gaujous, 1995</b>). Il retarde également la croissance et perturbe la reproduction de ces derniers (<b>Ramade, 2000</b>).</p> <p>Le zinc provoque divers lésions tissulaires, en particuliers chez les invertébrés aquatiques et chez les poissons (<b>Chiffolleau et al., 2001</b>).</p>

<p><b>Ni</b></p>	<p>Le nickel intervient dans la composition des alliages, l'essentiel de la production mondiale de nickel (60%) intervient dans la fabrication de l'acier inoxydable, ce dernier présent d'excellentes propriétés d'hygiène, il est utilisé pour fabriquer des équipements ménagers (évier, couverts, casseroles, plats...), de l'électroménager (machines à laver, fours à micro-ondes, cuisines pour restauration), des outils de production de l'industrie agroalimentaire, pharmaceutique et matériel chirurgical. Sous forme de revêtement électrolytique, la consommation de nickel électrolytique est beaucoup plus élevée que les autres métaux tels que le zinc, le cuivre ou le chrome (<b>Zidane, 2006</b>).</p>	<p>Dans l'exposition à long terme, il présente un risque de fibrose pulmonaire et de cancer du poumon ou des voies aéro-digestives supérieures. Il est aussi sensibilisant induisant des réactions allergiques cutanées. La toxicité du nickel pour les organismes marins est considérée comme faible. Des effets sur la reproduction des bivalves ont été observés à des concentrations supérieures à 300 µg/L (<b>Derrag, 2010</b>).</p> <p>Une toxicité pour des doses de 1 mg/L est enregistrée chez les algues et les poissons (<b>Gaujous, 1995</b>).</p>
<p><b>Cr</b></p>	<p>Le chrome est un métal dur, fut découvert en 1797 par le chimiste français Nicolas-Louis Vauquelin (<b>Djeffal, 2008</b>). Il est parmi les métaux lourds les plus employés dans l'industrie à cause de la dureté de la résistance à la corrosion et de la solidité qui le caractérisent. Les principales sources de pollution par le chrome sont l'extraction de minerai, fabrication de colorants et de pigments, tannage du cuir, industrie textile. (<b>Kimbrough et al., 1999; Ngah et Hanafia, 2008</b>)</p>	<p>Le chrome est un métal toxique. Il peut nuire à l'humanité même à une très faible concentration en raison de sa cancérogénicité et de sa tératogénicité. En milieu naturel ses principales formes sont le Cr (III) et Cr (VI). Le sol étant le plus touché avec 900 tonnes de chrome rejetées par an. Les eaux de surface récupèrent environ 140 tonnes par an et l'atmosphère avec 30 tonnes par an (<b>Amer et Boucherguine, 2017</b>).</p>

### **I-1-2-5-1 La bioaccumulation et la bioconcentration des ETM**

#### **A- La bioaccumulation**

La bioaccumulation est le processus par lequel un organisme vivant absorbe une substance à une vitesse plus grande que celle avec laquelle il l'excrète ou la métabolise. Elle désigne donc la somme des absorptions d'un élément par voie directe et alimentaire par les espèces animales aquatiques ou terrestres (**Casas et al., 2005**).

Les organismes vont absorber ces contaminants et les composés les plus hydrophobes seront stockés dans des tissus riches en lipides où ils auront tendance à s'accumuler en raison de leur caractère persistant. Si les contaminants sont lentement métabolisés, ils vont également pouvoir s'accumuler à chaque niveau de transfert entre proie et prédateur (**Bodin, 2005**).

#### **B- La bioconcentration**

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

### **I-1-2-5-2 Contamination des organismes à travers la chaîne trophique**

Les éléments métalliques qui constituent une source de pollution sournoise pour la vie aquatique en générale notamment, le cadmium. Cet élément est très toxique et de plus en plus utilisé dans les secteurs industriels. Les métaux lourds sont des polluants dont la nocivité est liée à leur rémanence et à leur spéciation. Ces métaux sont peu métabolisés (à l'inverse des polluants organiques), ils peuvent donc être transférés dans le réseau trophique et s'accumuler dans la matière vivante (**Duquensne, 1992**).

## **I-2 Etude de matériel biologique**

### **I-2-1 Description de la famille des Mullidés**

La famille des Mullidés comprend des poissons marins d'assez petite taille, vivant en groupes plus ou moins importants. Les poissons appartenant à cette famille, se caractérisent par un corps peu comprimé, la tête fortement allongée et oblique, présente deux barbillons

sous les mâchoires inférieures. Quand à la mâchoire supérieure, celle-ci est dépourvue de dents. Ils vivent en petite bande sur les fonds variés (vases, roches). Les barbillons ballaient le fonds à la recherche de nourriture (Dieuzeide et al., 1955; Aguirre, 2000). Les Mullidaes sont dépourvus de vessie natatoire (Fischer et al., 1987).

### I-2-2 Description du rouget de roche

Le corps est élancé, cylindrique, comprimé latéralement avec de grosses écailles, deux nageoires dorsales dont la première à 8 épines, et marqué de bandes marrons et jaunes. La tête est assez grosse avec un profil allongé et possède deux barbillons mentonniers qui peuvent se loger dans une gouttière. La bouche est en position sub terminale et de petite taille, légèrement protractile. La nageoire caudale est nettement concave et de couleur jaune. En plongée, la couleur générale est beige rosé avec une ligne latérale plus foncée, plus fraîchement rouge et marbrée de nuit. Ce poisson peut atteindre une taille maximale proche de 40 cm pour un poids d'environ 1kg. En moyenne, dans la zone fréquentée par les plongeurs, les poissons de 15 à 25 cm sont les plus abondants, les gros individus fréquentant plutôt la zone des 80 à 100 m (Louisy, 2002).



**Figure 1:** Rouget barbet de roche *Mullus surmuletus* (photo originale)

### I-2-3 Systématique

Sur le **tableau 2**, nous présentons la classification du rouget barbet de roche (*Mullus surmuletus*).

**Tableau 2:** Classification du rouget barbet de roche (*Mullus surmuletus*)

<b>Règne</b>	Animalia
<b>Embranchement</b>	Chordata
<b>Sous-embranchement</b>	Vertebrata
<b>Super-classe</b>	Osteichthyes
<b>Classe</b>	Actinopterygii
<b>Sous-classe</b>	Neopterygii
<b>Infra-classe</b>	Teleostei
<b>Super-ordre</b>	Acanthopterygii
<b>Ordre</b>	Perciformes
<b>Sous-ordre</b>	Percoidei
<b>Famille</b>	Mullidae
<b>Genre</b>	Mullus
<b>Espèce</b>	<i>Mullus surmuletus</i> (Linnaeus, 1758)

### I-2-4 La biologie de rouget de roche

Les rougets-barbets sont des poissons benthiques, c'est-à-dire adaptés à la vie sur le fond, utilisant leurs barbillons mentonniers pour détecter les proies et fouir la vase. Le rouget barbet de roche, moins grégaire que le rouget de vase, fréquente en méditerranée dans les fonds rocheux ou sableux de moins de 100 m. Dans le golfe de Gascogne, il est abondant sur les fonds coquilliers, sableux, graveleux, dans les herbiers de zostères ou les chenaux rocheux entre 20 et 50 m en été. De grands individus vivent sur le talus entre 200 et 400 m (**Quéro et Vayne, 2005**).

#### I-2-4-1 Composition

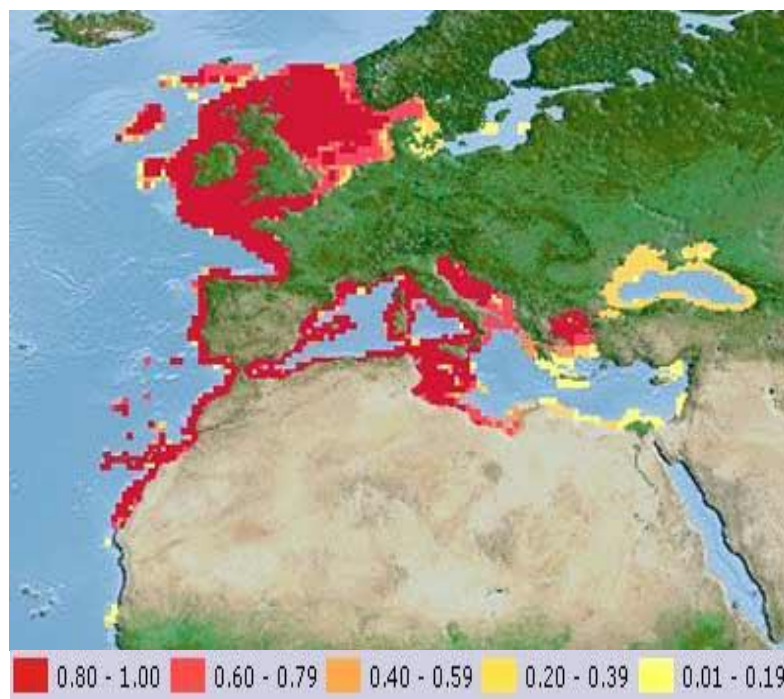
Le rouget barbet fait partie de la famille des Mullidés, c'est un poisson dit «demi gras» mais ses « bonnes » graisses permettent de rééquilibrer une alimentation en apportant des acides gras très spéciaux et très précieux (acide gras polyinsaturé-oméga3). Et ne perdant pas de vue que ce poisson est malgré tout moins riche en matières grasses que du blanc de poulets (**Quéro, 1998**).



### I-2-4-2 Répartition géographique et bathymétrie

Rouget de roche, d'Atlantique Est de la Norvège et du nord des îles britanniques jusqu'aux canaries ainsi qu'en méditerranée jusqu'aux côtes d'Israël et en mer rouge dans le golf d'Eilat. Sa présence en Norvège, en Irlande, sur les côtes nord de l'Angleterre et l'ouest de l'Ecosse est cependant peu fréquente (**Penthon, 1979 ; Minchin et Mollay, 1980 ; Davis et Edward, 1988 ; Gibson et Robb, 1997**).

En méditerranée et en Atlantique, les adultes s'éloignent des côtes et vivent à des profondeurs le plus souvent comprises entre 10 à 300 mètres. Selon (**Hureau, 1986**), la présence du rouget de roche se limite à des profondeurs inférieures à 100 mètres, tandis que (**Mac pherson et Durate, 1991**) l'observent entre 12 et 182 mètres.



(Fréquence de répartition)

**Figure 2:** Répartition géographique de rouget de roche (site1)

### I-2-4-3 Alimentation

Le rouget de roche est carnivore (**Labropoulo et Eleftheriou, 1997**), son régime alimentaire varie en fonction de la taille du poisson (**N'Da, 1992**), les très jeunes individus (2 à 7 cm) auraient un régime alimentaire mixte, composé de 42% de proies benthiques et de 68% de proies pélagiques, les organismes consommés seraient de petits crustacés tels les Copépodes, Amphipodes et Mysidacés (**Quéro et Vayne, 1997**). Les juvéniles (7 à 13 cm) auraient un régime de type benthique, les d'Annélides polychètes (**Déniel, 1991**) en

composerait la majeure partie à l'instar des Crustacés pélagiques qui restent moins fréquents. Les rougets à ce stade commencent à se nourrir de Mollusques. A partir d'une taille de 13 cm, l'alimentation se diversifie: annélides (comme la gravette), les polychètes restent les proies les plus consommées (40,5%) et les mollusques (bivalves et gastéropodes) sont de plus en plus fréquents.

#### **I-2-4-4 Cycle de vie**

##### **a. Vie pélagique**

Une femelle pondrait entre 10 000 et 44 000 œufs (**N'Da et Deniel, 1993**). Les œufs de petite taille, entre 0,8 et 0,95 mm de diamètre, sont pélagiques (**Meek, 1916; Wirsubski, 1953; Jones, 1972; Quéro et Vayne, 1997**). L'incubation se déroulerait normalement dans des eaux de 9°C à 18°C et l'éclosion interviendrait vers 8 jours à 9°C et vers 3 jours à 18°C, la larve mesurant entre 2 et 8 mm (**Meek, 1916**), pélagique comme l'œuf présente une coloration bleue sur le dos et grise sur le ventre (**Raffaele, 1888; Heinke et Ehrenbaum, 1900; Russel, 1976**).

##### **b. Vie benthique**

Les juvéniles commencent leur vie benthique près de la côte depuis des profondeurs de 15 à 20 m. Dans le golfe de Gascogne, les juvéniles qui commencent à fréquenter le fond, mesurent entre 4,5 et 5,5 cm pour un poids compris entre 0,9 et 1,6 g (**N'Da, 1992**). Au premier hiver, les juvéniles migrent de leurs zones riches en nutriments vers des eaux profondes où ils passeront leur vie d'adulte (**Lo Bianco, 1909 ; Desbrosses, 1935; Bougis, 1952**).

#### **I-2-4-5 Reproduction et maturité sexuelle**

En méditerranée, (**Gharbi, 1981**) et (**Renones et al., 1995**) ont étudié l'âge de première maturité sexuelle. Ces études ont montré des résultats similaires avec 15 cm pour les mâles et 17 cm pour les femelles. De plus, à partir de 19 cm, tous les rougets barbets de roche sont matures. Le rouget barbet de roche pond à la fin de printemps. La période de ponte est comprise entre le mois d'avril et le mois de juillet. En Atlantique, les pics de pontes sont observés au mois de juin (**Desbrosses, 1935**).

*CHAPITRE II*  
*MATERIEL ET*  
*METHODES*



## II-1-Description de la zone d'étude

### II-1-1 Choix de la station

Notre choix s'est porté sur le port de Honaine. La région ne présente aucun pôle industriel important mais il y a toujours la présence des autres sources de pollution comme :

- La pollution par des rejets d'eaux usées d'origine domestique
- La pollution par la présence de macro déchets et de matières organiques fermentescibles surtout par l'affluence de touristes en périodes estivales.

### II-1-2 Localisation géographique

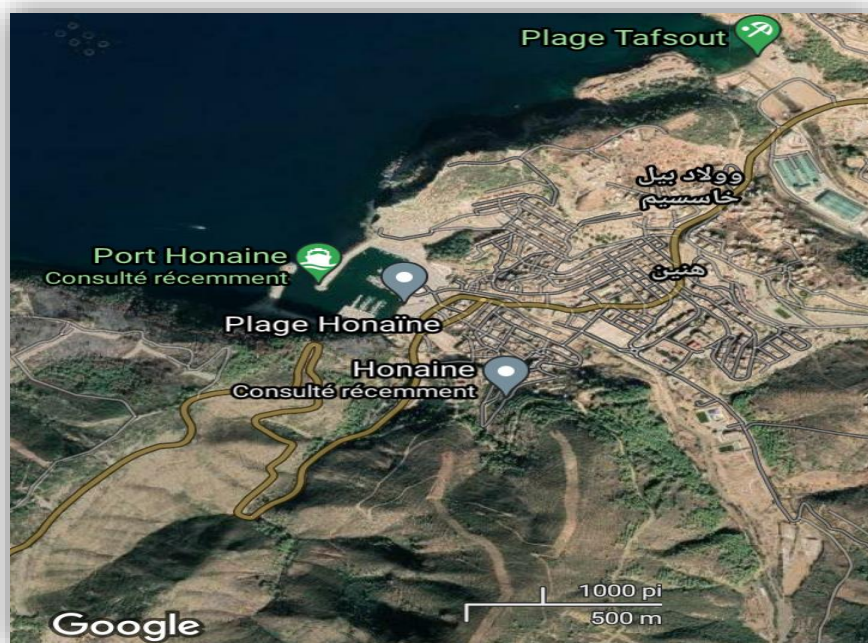
La ville de Honaine occupe la partie nord-est de la zone des traras orientaux, se trouve à 60 Km de la wilaya de Tlemcen et à 40 Km de la frontière marocaine et 150 Km de la ville d'Oran. A l'échelle locale, elle est située à 42 Km de la ville de Remchi, à 30 Km de la ville de Nedroma et à 72 Km de la ville de Maghnia. Elle est située entre Oued Regou et Oued Honaine, elle est limitée par:

- Au nord: la mer méditerranéenne.
- A l'ouest: les daïras de Nedroma et Ghazaouet.
- Au sud: la daïra de Remchi.

La ville de Honaine est à une altitude de 15 m. Les coordonnées Lambert sont:

-1°39' 13" longitude ouest,

-35°10'38" de latitude nord (Google Earth, 2020).



**Figure 3 :** Localisation géographique de la zone d'étude (Honaine) par satellite (Google Earth, 2020)

### II-1-3 Descriptions géographique de la région d'étude

La région de Honaine, présente une morphologie singulière des pays calcaires, délimitée par la mer méditerranée sur 12 Kilomètres, fortement accidentée.

Honaine est dans une petite baie à 52 kilomètres, de la frontière Algéro-Marocaine à laquelle des hauteurs escarpées donnent des allures de forts. Les pentes sont très variables et vont de 10 à 45%. La morphologie de la région s'est formée à la faveur d'une succession de mouvements tangentiels et de soulèvement de l'orogénèse atlasique et/ ou alpine. Néanmoins, subsiste le substratum primaire bien individualisé par le granite de Nedroma et son auréole métamorphique (P.D.A.U, 2010).

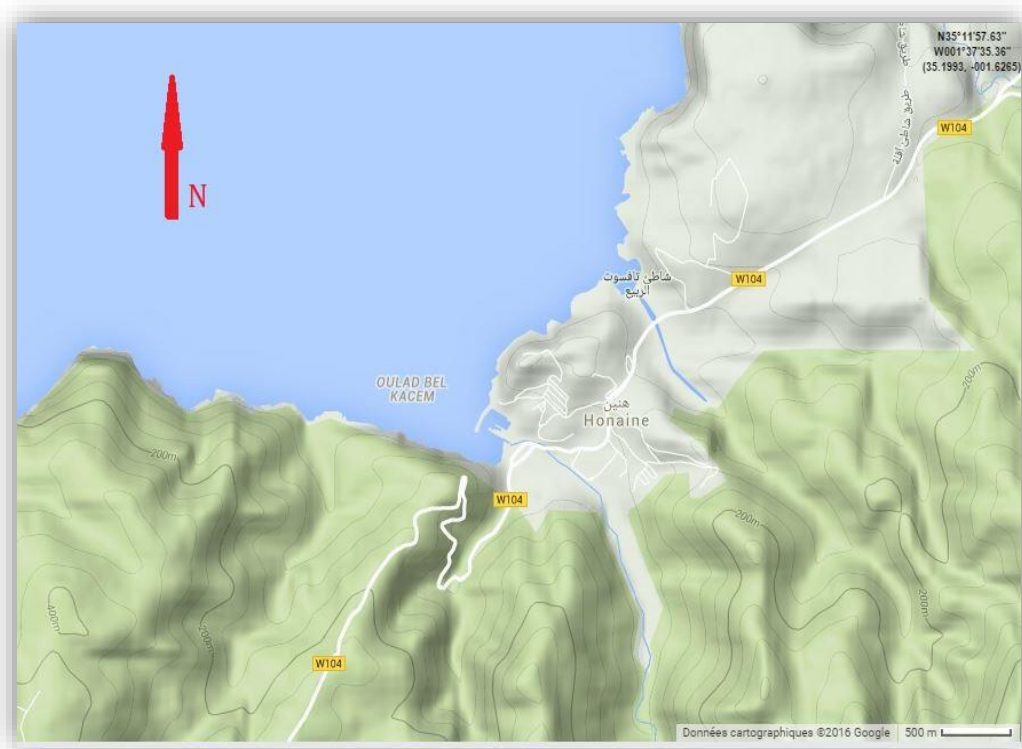


Figure 4 : Carte géographique de la région Honaine

### II-1-4 Géologie

Relief très accidenté difficilement accessible, la zone urbanisée se trouve en cuvette, au pied des massifs, en face de la plage et du port. La ville située entre Oued Regou, Oued Honaine, au sud Djebel EL MENZEH au nord sur les pentes qui mènent à la tour Sidi brahim.

### **II-1-5 Climatologie**

La zone présente un climat méditerranéen semi-aride caractérisé par deux saisons :

**1/ saison semi humide** : d'Octobre à Mai, avec précipitations irrégulières

**2/saison sèche** : de Juin à Septembre avec une pluviométrie moyenne de l'ordre de 300-400 mm par an. La température varie entre 10° et 15° en hiver et entre 20° et 30° en été. On note l'absence de gelée et une humidité importante de l'air due à l'influence maritime.

Les vents dominants sont ceux provenant des secteurs EST-NORD-EST (E.N.E) et OUEST-SUD-OUEST(W.S.W) (P.D.A.U, 2010).

### **II-1-6 Le port de pêche du Honaine**

La figure 5 présente le port de pêche de Honaine.

Le port construit initialement le 22/06/1996 comme un petit abri pour les petits métiers de pêche et des plaisanciers avec 1,3 Hectares d'une superficie de terres plaines et 1,32 Hectares du plan d'eau, une longueur linéaire de 300 ml des quais et 2340 ml des jetées tout ça donne une capacité réelle de 38 embarcations des petits métiers et 49 plaisanciers.



**Figure 5** : Le nouveau port de pêche et de plaisance Honaine (photo originale)

Dernièrement le port a subi une extension (figure 5) à partir de 27/05/2013, les travaux de réalisation de cette infrastructure portuaire sont actuellement terminés et développés une capacité d'accueil de 256 embarcations de pêche et 160 unités :

- 70 petits métiers
- 25 chalutiers et sardiniers
- 65 plaisanciers.

La partie basse face de la citadelle, était constituée d'un bassin rectangulaire de 50 x 85 m protégé par un rempart et deux tours nord de la citadelle qui le surplombent.

Les superficies ont été augmentées à 1,74 Hectare « 1,3 Ha (ancien) + 0,44 Ha (extension) » de terres pleines, et 5,96 Ha du plan d'eau. Une extension de jetée initiale (250 ml) et construction d'une jetée principale (210 ml) et de linéaire des quais 300 ml (ancien) + 150ml (extension).

- Linéaire des appontements 180 ml
- Rampe de halage (15x35) m<sup>2</sup>
- Tirant d'eau de 2.5 à 4 m.



**Figure 6:** Jetées principale et secondaire du port de Honaine (photo originale)

### **II-1-7 La pêche dans le port de Honaine**

La région de Honaine est caractérisée par une façade maritime qui s'étend sur 12 km sur laquelle est édifié un abri de pêche avec une capacité théorique de 55 embarcations de petit tonnage. La pêche constitue avec l'agriculture et le tourisme les principaux secteurs d'activité économique de la région.

## II-2-Echantillonnage

### II-2-1 Le choix du matériel biologique

Nous avons choisi le rouget barbet de roche *Mullus surmuletus*. C'est une espèce très répandue et abondant dans la région d'Honaine. Il est considéré comme l'une des espèces de poissons les plus connues et elle est largement consommée par les habitants de la région et pour de nombreuses populations côtières en raison de sa valeur nutritionnelle.



**Figure7:** Rouget barbet de roche *Mullus surmuletus* (photo originale)

### II-2-2 Choix des contaminants

Les métaux ont été choisis selon leurs probables présences sur le site et selon la disponibilité des réactifs de Photomètre.

Dans notre étude nous nous sommes intéressés à quatre éléments métalliques (Fe, Zn, Cr et Ni). Ils sont des oligoéléments et ont des propriétés toxiques quand ils dépassent certaines valeurs. Ces éléments ne sont pas toujours éliminés par des processus naturels mais sont accumulés dans la faune, la flore et les sédiments.

### II-2-3 Récolte des échantillons

Nous nous sommes procuré ce poisson par la pêche artisanale dans le port de Honaine pendant trois mois, allant de mois d'Avril au mois de Mai 2021. Pour cette étude, nous avons récolté 12 individus. Nous les avons placés dans des sachets en plastique étiqueter, puis conservées au congélateur jusqu'au jour de la dissection.



## II-3 Travail au laboratoire

### II -3-1 Mensuration

Nous avons travaillé sur 12 individus de l'espèce *Mullus surmuletus* au total. Avant la dissection, nous avons relevé :

- Le poids total qui correspond au poids frais du poisson à l'aide d'une balance magnétique, puis la longueur totale qui est mesurée entre deux extrémités du poisson de chaque individu.
- Après mensuration, nous avons regroupé les individus de l'espèce par classe de taille.

Nous avons choisi quatre classes suivantes: [15 -15,3[; [15,3 - 16,2[; [16,2- 18,8[et [18,8- 20,4[.



**Figure 8** : Longueur totale, poids total et classe de taille des individus de rouget de roche  
(Photo originale)

### II-3-2 Relation taille – poids

La croissance est un changement de longueur et/ou de poids (**Weatherley et Gill, 1987**). De plus, en milieu naturel, elle est généralement très variable et considérée comme une réponse intégrée des influences variées du milieu abiotique et biotique (**Boisc l'air, 1988 ; Weatherley et Gill 1987**).

La relation entre la longueur (L) et le poids (P) du poisson est exprimée par l'équation (**Pauly, 1983**):

$$P = b L^a \dots\dots\dots(1)$$

Où:  $a < 3$  allométrie minorante.

$a = 3$  isométrie.

$a > 3$  allométrie majorante.

**Pt:** Poids total du poisson en (g)

**Lt:** Longueur totale du poisson en (cm)

**a:** L'exposant Longueur (pente)

**b:** Constante (interception)

Par transformation logarithmique cette équation est linéarisée et s'écrit comme suit :

$$\ln P = \ln a + b \ln L \dots \dots (2) \text{ (Hemida, 1987).}$$

Les valeurs "a" et "b" ont été obtenus à partir d'une méthode linéaire la régression de la longueur et du poids du poisson.

### II-3-3 Dissection

Nous avons fait la dissection des 12 individus du rouget barbet de roche (*Mullus surmuletus*).

Quatre organes ont été prélevés: les branchies, le foie, les gonades et le filet.

- Nous avons enlevé les écailles à l'aide d'un scalpel,
- Nous avons soulevé l'opercule à l'aide d'une pince pour récupérer:  
**Les branchies:** représentent le premier point de contact entre le poisson et les métaux présents dans l'eau environnante.
- A l'aide de ciseaux, nous avons ouvert la partie ventrale de rouget barbet de roche pour retirer le foie, les gonades et le filet.

**Le foie:** est l'organe de transit des matières métabolisées.

**Les gonades:** sont des organes destinés à la production d'hormones sexuelle et à la reproduction.

**Le filet:** est l'organe qui disposé parallèlement en contact avec l'environnement et qui intéresse le consommateur.



**Figure 9:** Trousse de dissection  
(Photo originale)



**Figure 10:** Pesé de chaque organe  
avant séchage (photo originale)

Chaque organe a été pesé puis placé dans une boîte pétrie étiquetée puis conservé au congélateur jusqu'à la minéralisation.

**Branchies****Foie****Gonades****Filet**

**Figure 11:** Les quatre organes obtenus après dissection (photos originales)

### **II-3-4 Minéralisation**

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

#### **II-3-4-1 Matériels et réactifs utilisés pour la minéralisation**

Pour la minéralisation nous avons utilisé :

- les creusets en porcelaine,
- l'étuve et le four à moufle,
- pour les réactifs, nous avons utilisé l'acide nitrique ( $\text{HNO}_3$ ) dilué,
- papiers filtre de porosité ( $0,45 \mu\text{m}$ ) pour la filtration,
- des flacons en verre de volume (25 ml) pour le stockage.

**Des creusets****Papier filtre****Acide nitrique  
(HNO<sub>3</sub>)****Flacons en verre****Four à moufle****étuve****Figure 12 : Matériels utilisées pour la minéralisation (photos originales)**

### II-3-4-2 Méthode de minéralisation

Dans notre étude la technique de **voie sèche** a été utilisée pour la minéralisation.

Le protocole expérimental est le suivant :

#### II-3-4-2-1 Séchage à l'étuve

Les échantillons pesés précédemment ont été placés dans des creusets. Ces creusets ont été mis dans l'étuve à une température de 110°C pendant environ 3 heures.



**Figure 13:** Séchage des échantillons à l'étuve (photo originale)

#### II-3-4-2-2 Réduction en cendres

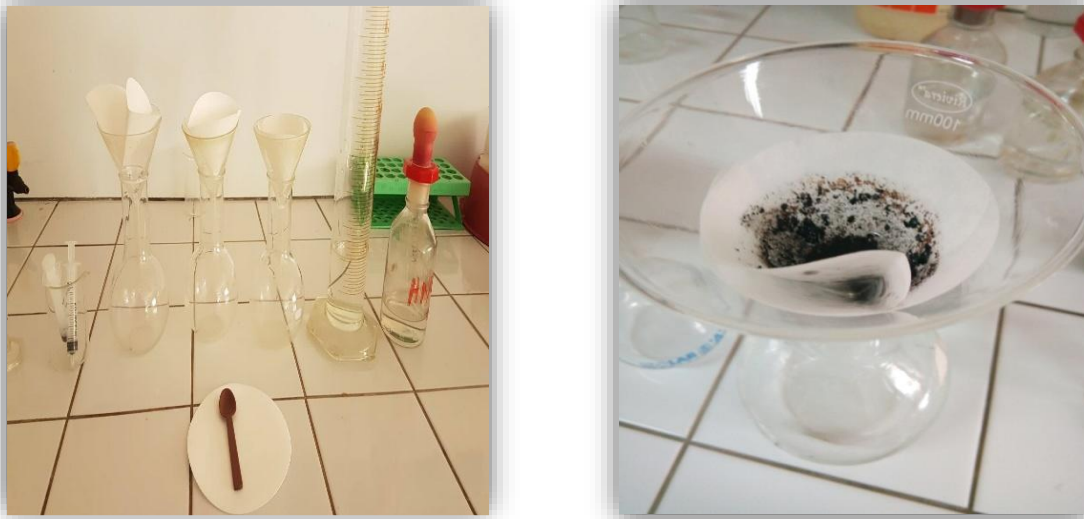
Une fois le séchage terminé, nous avons retiré les échantillons de l'étuve puis nous les avons humecté avec de l'acide nitrique (1%) et nous les avons replacés dans le four à moufle à 350 C° pendant 1 heure et 30 minutes jusqu'à l'obtention des cendres.



**Figure 14 :** Les cendres obtenues après séchage dans l'étuve (photo originale)

#### II-3-4-2-3 Mis en solution et filtration

Les cendres obtenues ont été mis dans 25 cm<sup>3</sup> de solution d'acide nitrique (1%) puis filtrées à l'aide d'un papier filtre de porosité (0,45 µm). La solution obtenue a été conservée au frais jusqu'à l'analyse par le photomètre (Calapaj, 1978).



**Figure 15** : Matériels utilisés pour la filtration des échantillons (photos originales)

#### II-3-4-2-4 Stockage

Les solutions ont été stockées dans des flacons en verre et gardées au frais jusqu'à l'analyse.



**Figure 16** : Récupération et stockage des solutions minéralisées (photo originale)

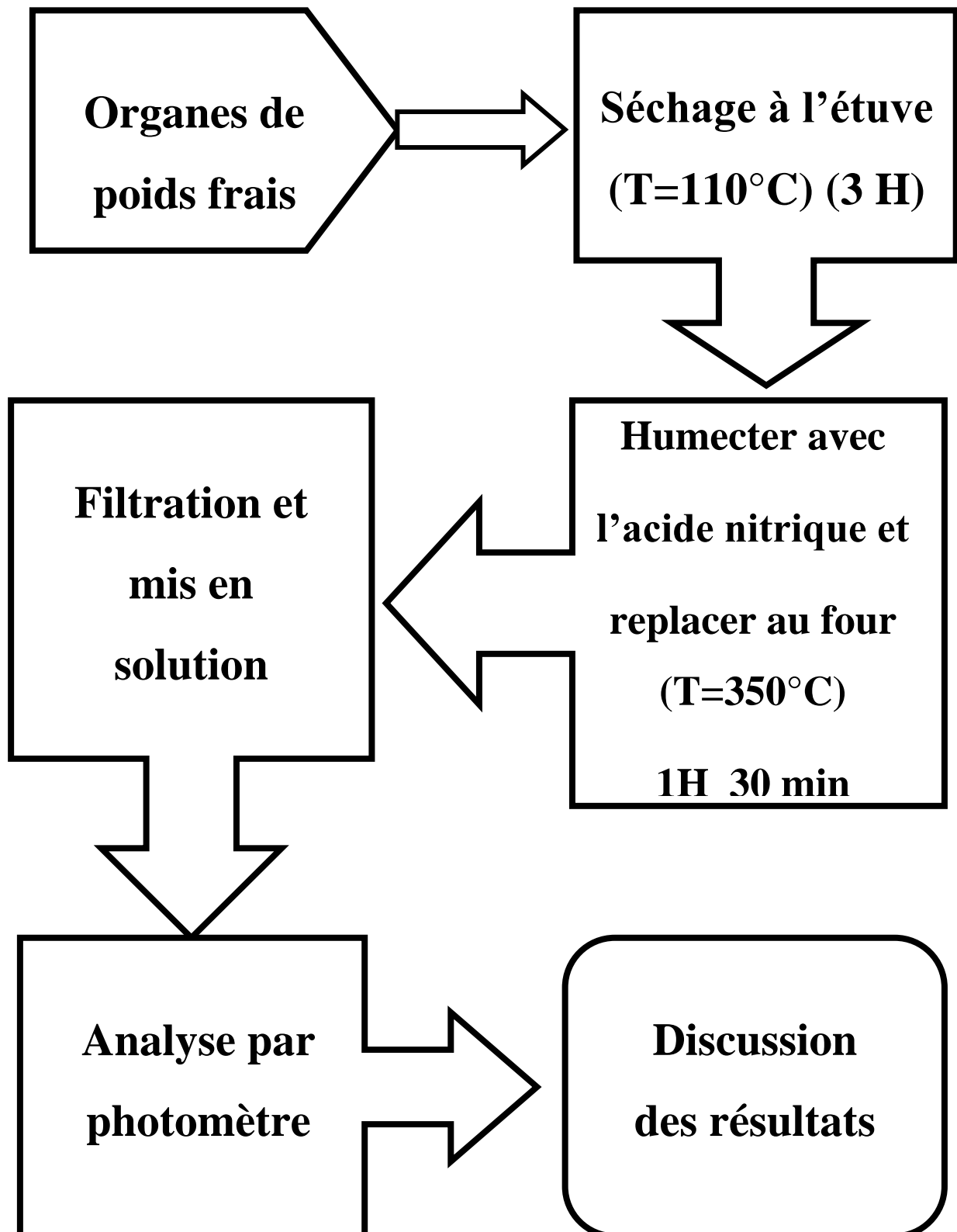


Figure 17: Protocole de travail

### II-3-5 Analyse par le photomètre

Les analyses ont été réalisées dans laboratoire de valorisation des actions de l'homme pour la protection de l'environnement et application en santé publique.

L'appareil utilisé est un photomètre de type **HANNA HI 83099**.

- **Principe**

L'absorption de la lumière est un phénomène typique d'interaction entre le rayonnement électromagnétique et la matière. Lorsqu'un faisceau lumineux traverse une substance, une partie du rayonnement peut être absorbée par des atomes, des molécules ou des réseaux cristallins. En cas d'absorption pure, la fraction de lumière absorbée dépend à la fois de la longueur du trajet optique à travers la matière et des caractéristiques physico-chimiques de la substance selon la loi Lambert-Beer :

$$-\log I/I_0 = \varepsilon \lambda c d$$

$$\text{Où } A = \varepsilon \lambda c d$$

Où :

**I<sub>0</sub>**= intensité du faisceau lumineux incident.

**I** = intensité du faisceau lumineux après absorption.

**ε** = coefficient d'extinction molaire.

**c** = concentration molaire de la substance.

**d** = distance que le faisceau lumineux parcourt dans l'échantillon.

**λ**= longueur d'onde

### II-4 Analyses statistiques

Le traitement statistique des résultats a été effectué à l'aide de Microsoft Excel 2013 et **MINITAB 16**.

#### II-4-1 Analyse de la variance

Les relations entre les différentes variables ont été analysées par des tests statistiques comme l'analyse des variances (ANOVA).

Le test ANOVA permet de savoir, dans une étude à plusieurs variables, (longueurs, poids, organes) laquelle influe le plus sur les moyennes finales. Les valeurs des résultats de l'analyse de la variance, permet de vérifier la valeur du F de Fisher et sa probabilité « p »: si F est inférieur à 5 % (p<0,05), l'hypothèse nulle est rejetée, donc la différence entre les moyennes est hautement significative (**Ramousse et al., 1996**).



### II-4-2 Analyse Factorielle des Correspondances (AFC)

L'analyse factorielle des correspondances (AFC), ou analyse des correspondances simples est une méthode exploratoire d'analyse des tableaux de contingence.

Soient deux variables nominales « X » et « Y », comportant respectivement « p » et « q » modalités. On a observé les valeurs de ces variables sur une population et on dispose d'un tableau de contingence à « p » lignes et « q » colonnes donnant les effectifs conjoints c'est-à-dire les effectifs observés pour chaque combinaison d'une modalité « i » de « X » et d'une modalité « j » de « Y ». Les valeurs de ce tableau seront notées «  $n_{ij}$  », l'effectif total sera noté « N » (**Ramousse et al., 1996**).

### II-4-3- Dendrogramme

Un dendrogramme illustre sous forme d'arborescence les informations du tableau de fusion. Par défaut, le niveau de similarité est mesuré le long de l'axe vertical et les différentes observations sont répertoriées le long de l'axe horizontal.

Le graphe illustre la manière dont les groupes ont été formés en rassemblant deux observations individuelles ou en associant une observation individuelle avec un groupe existant. On peut voir à quels niveaux de similarité les groupes sont formés et la composition des groupes de la subdivision finale (**Falissard, 1998**).

### II-4-4 Corrélation de Pearson

La méthode de corrélation de Pearson a pour but la simplification, l'ordination et la coordination des données initiales, en exprimant la trame complexe dans les interrelations entre variables par un plus petit nombre de facteurs (**Pearson et Rosenber, 1978**). Ces facteurs sont représentés par des axes perpendiculaires dans lesquels se projettent les points. Le test de Pearson calcule et élabore des matrices de coefficients « r » ainsi que les covariances pour chaque ou toutes les paires de variables d'une liste.

Le coefficient de corrélation de Pearson indique le degré de relation linéaire entre les deux séries de données, il peut prendre des valeurs de -1 à +1. Une valeur de (+1) montre que les variables sont parfaitement linéaires liées par une relation de plus en plus croissante, une valeur de (-1) montre que les variables sont parfaitement linéaires liées par une relation décroissante et une valeur de (0) montre que les variables ne sont pas linéaires entre elles (**Bolbapocà et Jäantschi, 2006**).

# *CHAPITRE III*

## *RESULTATS ET*

### *DISCUSSION*



### III-1 Résultats

#### III-1- 1 Mensurations

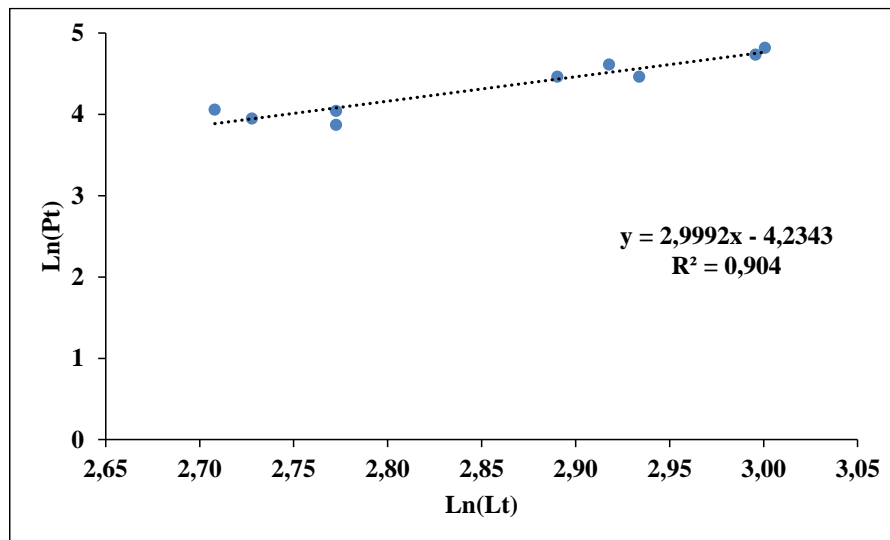
Nous avons travaillé sur 12 individus. Pour chaque individu, nous avons relevé le poids total ( $P_t$ ) ainsi que le poids des différents organes étudiés et la longueur totale ( $L_t$ ). Ensuite nous avons regroupé ces individus par classes de taille. Nous avons choisi quatre classes. Les résultats de ces mensurations sont présentés sur le tableau 3.

**Tableau 3:** Le poids et les différentes longueurs mesurées par classes de taille

Classes de tailles	Longueur totale ( $L_t$ ) (cm)	Poids total ( $P_t$ ) (g)	Poids de foie (g)	Poids des branchies (g)	Poids de filet (g)	Poids des gonades (g)
[15 - 15,3]	15	58	0,43	1,19	5,02	5,16
	15,1	71	0,07	1,22	8,76	3,1
	15,3	52	0,81	1,49	5,68	5,91
] 15,3 16,2]	16	48	0,76	1,09	6,99	2,89
	16	57	0,15	0,5	7,44	5,02
	16,2	48	0,24	0,9	7,47	3,29
] 16,2 18,8]	18	87	1,51	1,13	10,49	2,14
	18,5	101	1,46	0,24	6,72	4,86
	18,8	87	1,47	0,21	8,92	5,74
] 18,8 20,4]	20	114	0,71	0,8	8,84	7,26
	20,1	124	1,37	0,24	12,86	7,6
	20, 4	99	1,49	0,88	10,83	6,45

### III-1-2 Relation taille – poids

Nous avons tracé la droite  $\text{Ln } P_t = f(\text{Ln } L_t)$ .



**Figure 18:** Relation entre la taille et le poids chez les individus du rouget barbet de roche

A partir de la figure 18, nous avons établi une relation entre le poids et la taille en utilisant l'équation suivante :  $\text{Ln } (P_t) = 2,9992 \text{ Ln } (L_t) - 4,2343$

La droite obtenue est de la forme  $y = a x + b$ . Nous avons déterminé « **a** » (la pente) et « **b** » (l'ordonnée à l'origine).

$$a = 2,9992$$

$$b = - 4,2343$$

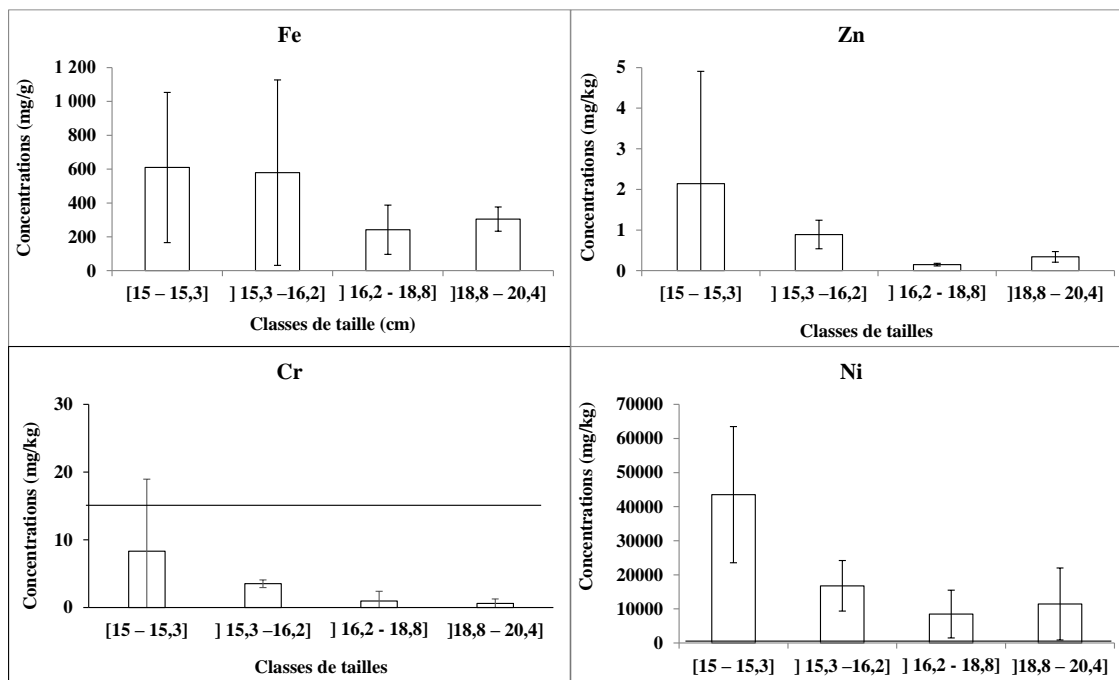
La relation taille-poids montre une allométrie minorante ( $a < 3$ ) pour chaque individu, c'est-à-dire que le poids croît moins vite que la taille de l'individu avec un coefficient de corrélation  $R^2 = 0,904$  qui montre une très bonne corrélation entre les deux paramètres étudiés la taille et le poids des individus.

### III-2 Analyses des teneurs métalliques

Notre étude consiste à évaluer la pollution métallique (Fe, Zn, Cr et Ni) dans le port de Honaine en utilisant un bio indicateur, le rouget barbet de roche (*Mullus surmuletus*). Nous avons choisi quatre organes le filet, le foie, les branchies et les gonades pour la détermination des teneurs métalliques par un photomètre multi-paramètre. Nous avons calculé les différentes concentrations moyennes et les écarts types de chaque élément métallique pour chaque organe.

### III-2-1 Evaluation des teneurs métalliques dans le foie

La figure 19 représente les concentrations moyennes en éléments métalliques (Fe, Zn, Cr et Ni) pour les différentes classes de tailles exprimées en mg/kg dans le foie du *Mullus surmuletus*. La ligne horizontale indique la valeur de référence pour chaque élément d'après (FAO/WHO, 1989).



**Figure 19:** Les teneurs métalliques moyennes (Fe, Zn, Cr et Ni) (mg/kg) dans le foie du *Mullus surmuletus* en fonction des classes de taille

A partir de la Figure 19, nous constatons que:

La concentration maximale du fer dans le foie est  $609 \pm 443$  mg/kg présente chez les individus de taille ] 15-15,3] et une concentration minimale de  $242 \pm 145$  mg/kg dans la classe de taille [16,2-18,8], avec une moyenne de  $304 \pm 71$  mg/kg.

La concentration maximale du zinc dans le foie est  $2,14 \pm 2,76$  mg/kg dans la classe de taille [15-15,3], la concentration minimale est de  $0,15 \pm 0,03$  mg/kg dans la classe ] 16,2-18,8], avec une moyenne de  $0,34 \pm 0,13$  mg/kg.

La concentration maximale du chrome dans le foie est  $8,32 \pm 10,63$  mg/kg dans la classe de taille ] 15-15,3] et une concentration minimale de  $0,60 \pm 0,70$  mg/kg dans la classe de taille ] 18,8-20,4] avec une moyenne de  $3,52 \pm 0,60$  mg/kg.

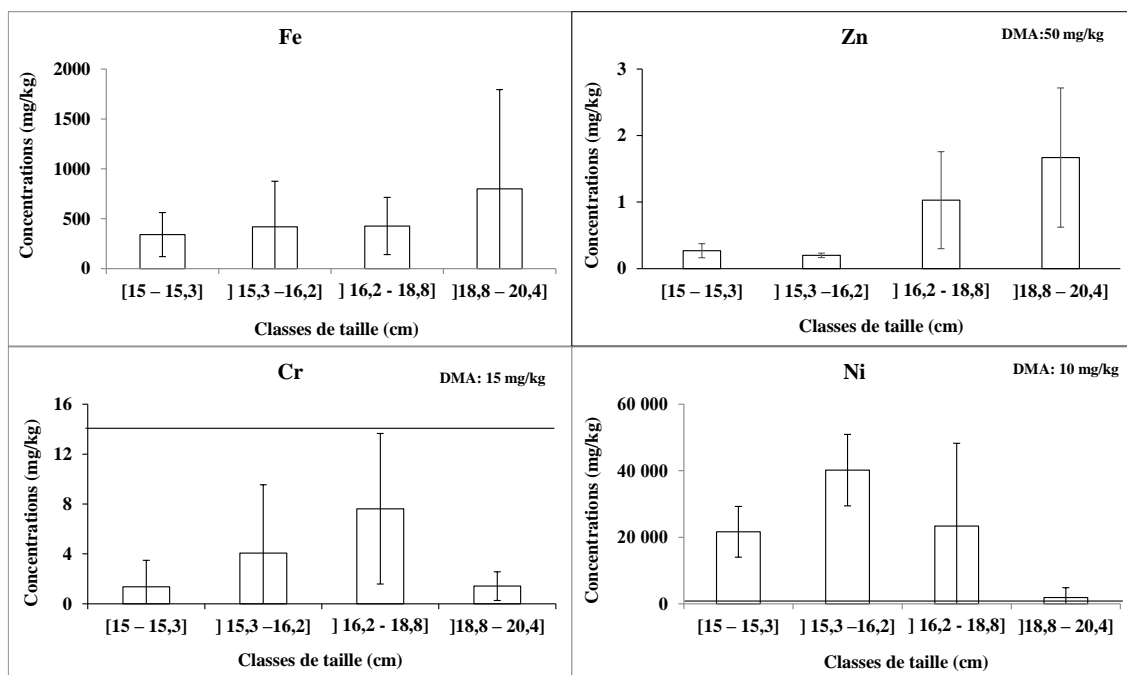
Les concentrations pour le nickel sont élevées varient de  $8474 \pm 7019$  mg/kg chez les individus de taille ] 16,2-18,8] à  $43522 \pm 19963$  mg/kg dans la classe de taille [15-15,3].

En effet, les valeurs sont faibles pour le chrome (15 mg/kg), le zinc (50mg/kg), et sont en dessous des valeurs internationales fixées par FAO/WHO (1989) dans les tissus de poissons, alors que pour le nickel elles sont très élevées et dépassent les normes établies par FAO/WHO (1989) Ni (10mg/kg). Le gradient d'accumulation des éléments métalliques dans le foie est le suivant: **Ni > Fe > Cr > Zn**.

Selon l'analyse de la variance à un facteur ANOVA 1 (Inter- longueurs), il y a une différence très significative pour le fer dans le foie ( $P < 0,005$ ).

### III-2-2 Evaluation des teneurs métalliques dans les branchies

La figure 20 représente les teneurs moyennes en Fe, Zn, Cr et Ni en mg/kg pour les différentes classes de tailles exprimées dans les branchies du *Mullus surmuletus*. D'après la figure 20 nous constatons que :



**Figure 20:** Variation des concentrations moyennes (mg/kg) en élément trace métallique dans les branchies du *Mullus surmuletus* en fonction des classe de taille

Les teneurs métalliques en fer retrouvées dans les branchies varient de  $341 \pm 220$  mg/kg dans la classe de taille] 15-15,3] à  $798 \pm 995$  mg/kg dans la classe] 18,8-20,4].

Les concentrations en zinc sont faibles varient de  $0,27 \pm 0,10$  mg/kg dans la classe] 15-15,3] à  $1,67 \pm 1,04$  mg/kg dans la classe] 18,8-20,4].

La concentration maximale du chrome est  $7,62 \pm 6,03$  mg/kg dans la classe de taille] 16,2-18,8] et la minimale est  $1,42 \pm 1,14$  mg/kg chez les individus de tailles] 18,8-20,4].

Les teneurs retrouvées pour le nickel sont relativement élevées varient de  $1894 \pm 2933$  mg/kg chez les individus de taille] 18,8-20,4] à  $40184 \pm 10751$  mg/kg dans la classe] 15,3-16,2].

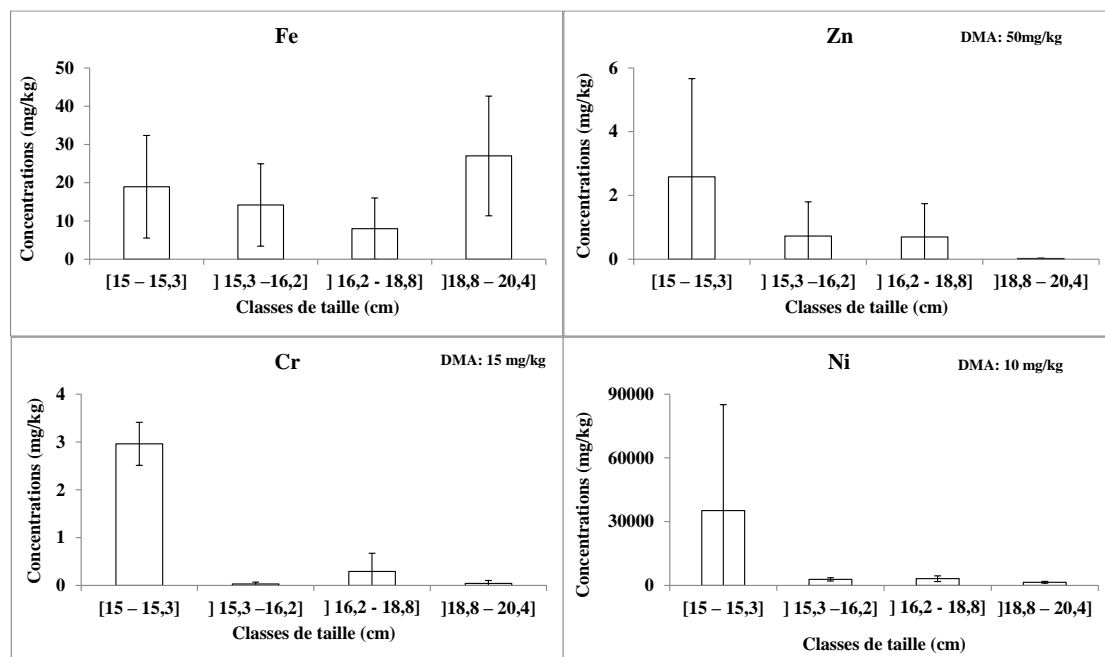
Nous remarquons que les valeurs déterminées du fer, de zinc et du chrome dans les branchies sont faibles. Par contre dans le cas du nickel, les valeurs sont élevées.

Le gradient d'accumulation des éléments métalliques dans les branchies est le suivant : **Ni > Fe > Zn > Cr**.

La comparaison inter-longueurs montre des différences très significatives pour le chrome et le zinc dans les branchies ( $P < 0,005$ ).

### III-2-3 Evaluation des teneurs métalliques dans le filet

La figure 21 représente les concentrations moyennes en élément métallique (Fe, Zn, Cr, Ni) exprimées en mg/kg dans le filet chez le *Mullus surmuletus*.



**Figure 21:** Variation des concentrations moyennes (mg/kg) en élément trace métallique dans le filet du *Mullus surmuletus* en fonction des classe de taille

A partir de la figure 21 nous constatons que les teneurs moyennes en fer dans le filet revient de  $26,98 \pm 15,65$  mg/kg dans la classe] 18,8-20,4] comme maximum et le minimum est de  $7,97 \pm 8,05$  mg/kg chez les individus de taille] 15,3-16,2].

Pour le zinc, la concentration maximale est de  $2,58 \pm 3,07$  mg/kg chez les individus de taille [15-15,3] et la concentration minimale est de  $0,024 \pm 0,006$  mg/kg chez les individus de taille] 18,8-20,4].

Les concentrations retrouvées pour le chrome sont relativement faibles varient de  $0,03 \pm 0,04$  mg/kg chez les individus de classe] 15,3-16,2] à  $2,96 \pm 0,44$  mg/kg dans la classe de taille] 15-15,3].

La concentration maximale en nickel dans le filet est de  $35187 \pm 49894$  mg/kg dans la classe de taille [15-15,3] et une concentration minimale de  $1474 \pm 428$  mg/kg présente dans la classe de taille] 18,8-20,4].

En effet les valeurs enregistrées sont faibles pour le fer, le zinc et le chrome. Elles sont en dessous des valeurs internationales fixées par FAO/WHO (1989) dans les tissus de poissons sauf pour le nickel ses valeurs dépassent la norme de celle recommandée par FAO/WHO(1989) Ni (10mg/g).

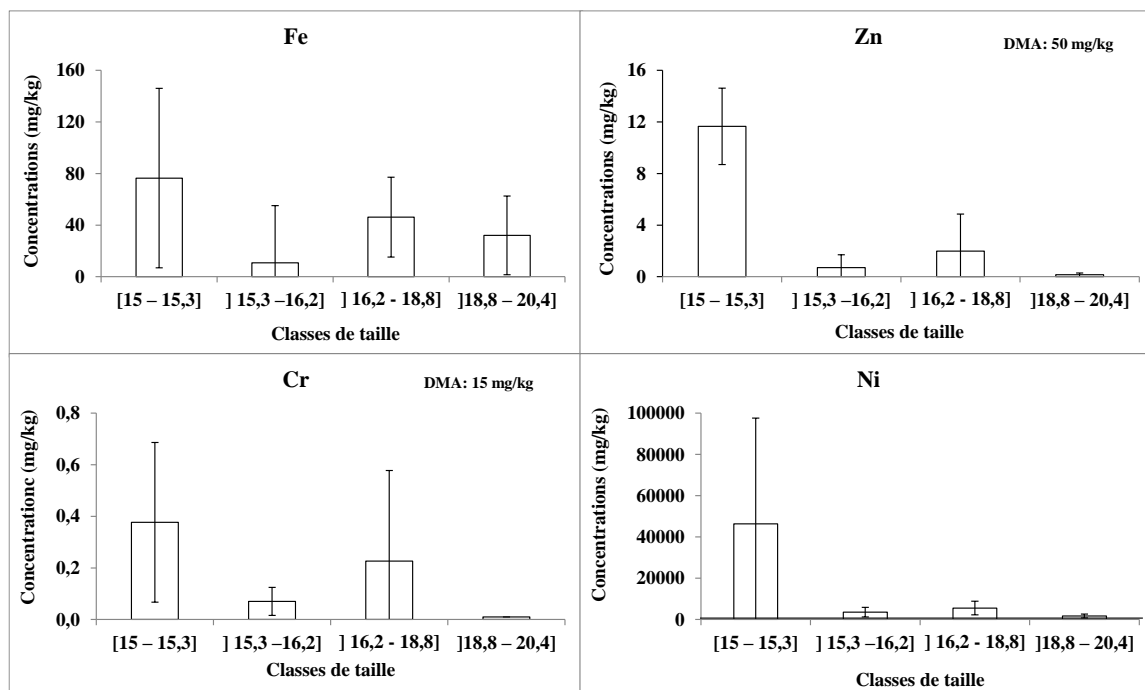
Le gradient d'accumulation des éléments métalliques dans les branchies est le suivant :

$$\text{Ni} > \text{Fe} > \text{Zn} > \text{Cr}.$$

Selon l'analyse de la variance d'un facteur ANOVA1, il n'y a pas une différence significative pour le fer, le chrome, le nickel et le zinc dans le filet ( $P > 0,05$ ).

### III-2-4 Evaluation des teneurs métalliques dans les gonades

La figure 22 représente les concentrations moyennes en éléments métalliques (Fe, Zn, Cr, Ni) pour les différentes classes de tailles exprimées en mg/kg dans les gonades du *Mullus surmuletus*.



**Figure 22:** Variations des concentrations moyennes (mg/kg) en élément trace métallique dans les gonades du *Mullus surmuletus* en fonction des classe de taille



La concentration maximale du fer dans les gonades est de  $76,47 \pm 69,50$  mg/kg présente chez les individus de taille] 15-15,3] et une concentration minimale de  $10,72 \pm 44,40$  mg/kg dans la classe de taille [15,3-16,2].

La concentration maximale du zinc dans les gonades est de  $11,65 \pm 2,96$  mg/kg dans la classe de taille] 15-15,3] et la concentration minimale est de  $0,15 \pm 0,13$  mg/kg dans les classe de taille] 18,8-20,4].

Les teneurs métalliques du chrome dans les gonades sont relativement faibles varient de  $0,01 \pm 0$  mg/kg pour la classe de taille [18,8-20,4] à  $0,37 \pm 0,30$  mg/kg dans la classe de taille] 15-15,3].

Les teneurs métalliques du nickel dans les gonades varient de  $1748 \pm 927$  mg/kg dans la classes de taille] 18,8-20,4] à  $46393 \pm 51218$  mg/kg chez les individus de taille] 15-15,3].

Nous remarquons que les teneurs métalliques sont relativement faibles pour le zinc et le chrome et sont en dessous des valeurs internationales fixées par FAO/WHO (1989) dans les tissus de poissons, alors que pour le nickel et le fer, elles sont élevées.

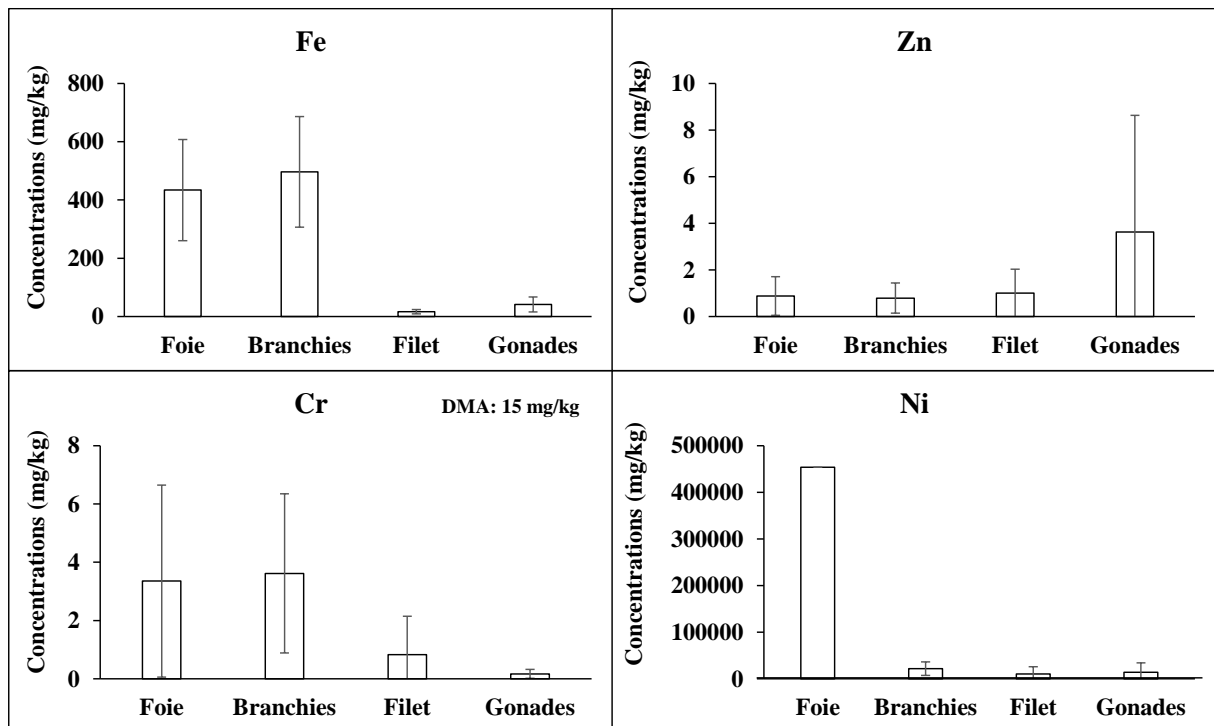
Le gradient d'accumulation des éléments métalliques dans les gonades est le suivant : **Ni > Fe > Zn > Cr.**

On distingue pour les quatre organes (foie, branchies, filet et gonades), les concentrations des métaux les plus élevées sont présentes chez les jeunes espèces et reflètent généralement du temps court de l'accumulation de ces métaux dans les poissons, combiné avec le taux le plus élevé de métabolisme par rapport aux organismes adultes (Cossa et al., 1992).

L'ANOVA1 montre des différences très significatives pour le fer et le zinc dans les gonades ( $P < 0,005$ ).

### **III-2-5 Comparaison des concentrations métalliques moyennes (mg/kg) entre les quatre organes (foie, branchies, filet, gonades) chez *Mullus surmuletus***

La figure 23 représente les comparaisons moyennes des teneurs métalliques (Fe, Zn, Cr et Ni) entre les organes (foie, branchies, filet et gonades) chez *Mullus surmuletus*.



**Figure 23:** Comparaison des teneurs métalliques moyennes (mg/kg) entre les organes (le foie, les branchies, le filet et les gonades) chez *Mullus surmuletus*

A partir de la figure 23, nous constatons que les teneurs en zinc et en chrome dans le filet et les gonades ne dépassent pas les normes établies par FAO/WHO (1989) (Cr: 15 mg/kg) (Zn: 50 mg/kg).

Les gradients d'accumulation sont les suivants :

Pour le fer : branchies > foie > gonades > filet.

Pour le chrome : branchies > foie > filet > gonades

Pour le zinc, les teneurs restent en dessous des normes établies par FAO/WHO (1989) (50 mg/kg): Gonades > filet > foie > branchies

Pour le nickel, les teneurs élevées sont observées dans le foie et dépassent la norme établie par FAO/WHO (1989) (10 mg/kg): foie > branchies > gonades > filet.

Selon l'analyse de la variance à deux facteurs ANOVA2 (classes, organes) la comparaison inter-classes montre des différences significatives pour le nickel ( $P < 0,05$ ) et la comparaison inter-organes montre une différence très significative pour le fer ( $P < 0,005$ ).

### III-3 Comparaison des résultats avec la littérature

Le tableau 4 présente les concentrations métalliques (Fe, Zn, Cr et Ni) (mg/kg) du *Mullus surmuletus* pêchés dans le port de Honaine et sont comparées à la littérature (même espèces ou même genre).

**Tableau 4:** Les concentrations en éléments métalliques (mg/kg) dans les tissus de *Mullus surmuletus* et *Mullus barbatus* de différentes régions

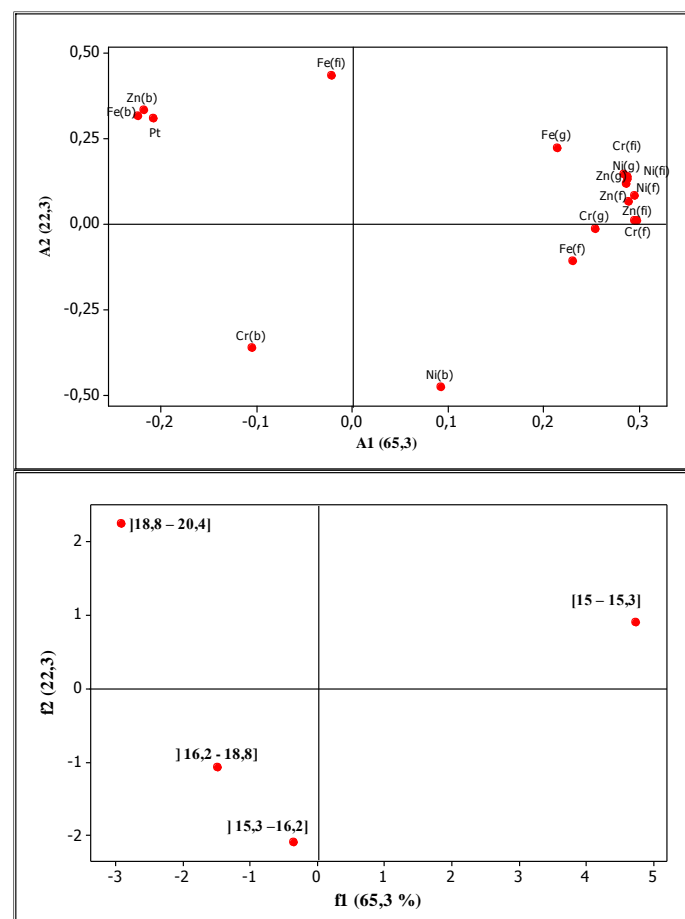
Espèces	Zone	Organes	Zinc	Fer	Nickel	Chrome	Références
Nos résultats	Honaine	filet	1,008 ±	17,01±	10664 ±	0,83 ±	Cette étude
			0,018	7,42	15151	1,31	
		Gonades	3,624 ±	41,35 ±	14311 ±	0,17 ±	
			5,006	25,53	19853	0,15	
Foie	0,88 ±	434 ±	145054 ±	3,35 ±			
	0,83	173	195025	3,29			
Branchies	0,79 ±	496 ±	21773 ±	3,61±			
	0,64	189	14508	2,73			
<i>Mullus surmuletus</i>	Baie d'Oran	filet	10,455 ±	-	-	-	Borsali 2015
			1,724	-	-	-	
		Gonades	18,321 ±	-	-	-	
		Foie	17,787 ±	-	-	-	
			2,249				
<i>Mullus barbatus</i>	Oran	filet	4,12 ±	-	0,03 ±	-	Bentata – Keddar 2015
			1,7	-	0,1	-	
		Gonades	16,04 ±	-	0,051 ±	-	
		1,37	-	0,084	-		
	Béni saf	Foie	2,78 ±	-	0,04 ±	-	
			10,32	-	0,08	-	
filet		35,74 ±	-	0,909 ±	-		
			51,46		0,103		
Gonades	2,36 ±	-	0,048±	-			
	2,66	-	0,068	-			
Foie	12,98 ±	-	0,024 ±	-			
	31,8	-	0,091	-			
<i>Mullus barbatus</i>	Corse côtier	filet	8,60 ±	8,28 ±	-	-	Tiphiano Mille et al., 2018
			3,09	1,17	-	-	
	Golfe de lion côtier	filet	5,97 ±	5,75 ±	-	-	
			1,56	1,37	-	-	

L'étude comparative regroupée sur le tableau 4 indique qu'il existe des différences de concentrations entre les polluants d'une région à une autre. Pour le zinc, les valeurs enregistrées chez nos poissons sont inférieures à celles reportés par Borsali (2015); Bentata – Keddar, (2015), et Tiphiano Mille et *al.*, (2018). Ces résultats regroupés dans ce tableau montrent que *Mullus surmuletus* apparaît comme un produit non contaminé par le fer, zinc et le chrome, il bioaccumule plus les concentrations moyenne en nickel surtout dans le foie qui est un organe de métabolisme et dans les branchies qui sont considérées comme des organes filtrants.

### III- 4 Analyse statistique

#### III-4-1 Analyse multi variante (AFC)

Nous présentons sur la figure 24 l'analyse multifactorielle. Elle permet de donner une représentation synthétique et visuelle des interrelations existant entre les facteurs étudiés.



**Figure 24:** Plan factoriel engendré par les deux premiers axes de l'analyse factorielle calculé à partir des teneurs métalliques pour les différentes classes de taille dans les organes de *Mullus surmuletus* (foie, branchies, filet et gonades) et le poids total (Pt)

L'analyse factorielle des correspondances (AFC) appliquée à l'ensemble des données (Pt, Fe(f), Zn(f), Cr(f), Ni(f), Fe(b), Zn(b), Cr(b), Ni(b) Fe(fi), Zn(fi), Cr(fi), Ni(fi) Fe(g), Zn(g), Cr(g) et Ni(g) pour les quatre classes de taille est représenté sur la figure 24. Cette analyse nous a permis de classer et de traiter les informations relatives aux éléments traces métalliques et au poids total chez le *Mullus surmuletus*.

La matrice d'entrer qui a été utilisée pour l'analyse multivariée appliquée pour les résultats obtenus pour les différents variables, composées de 17 colonnes, Pt, Fe- foie Fe(f), Fe-branchies Fe(b), Fe-filet Fe(fi), Fe- gonades Fe (g), Zn- foie Zn(f), Zn-branchies Zn(b), Zn-filet Zn(fi), Zn- gonades Zn(g), Cr-foie Cr(f), Cr-branchies Cr(b), Cr-filet Cr(fi), Cr-gonades Cr(g), Ni-foie Ni(f), Ni-branchies Ni(b), Ni-filet Ni(fi), Ni-gonades Ni(g) et de lignes qui correspondent aux 4 observations (classes de tailles) ( figure 24).

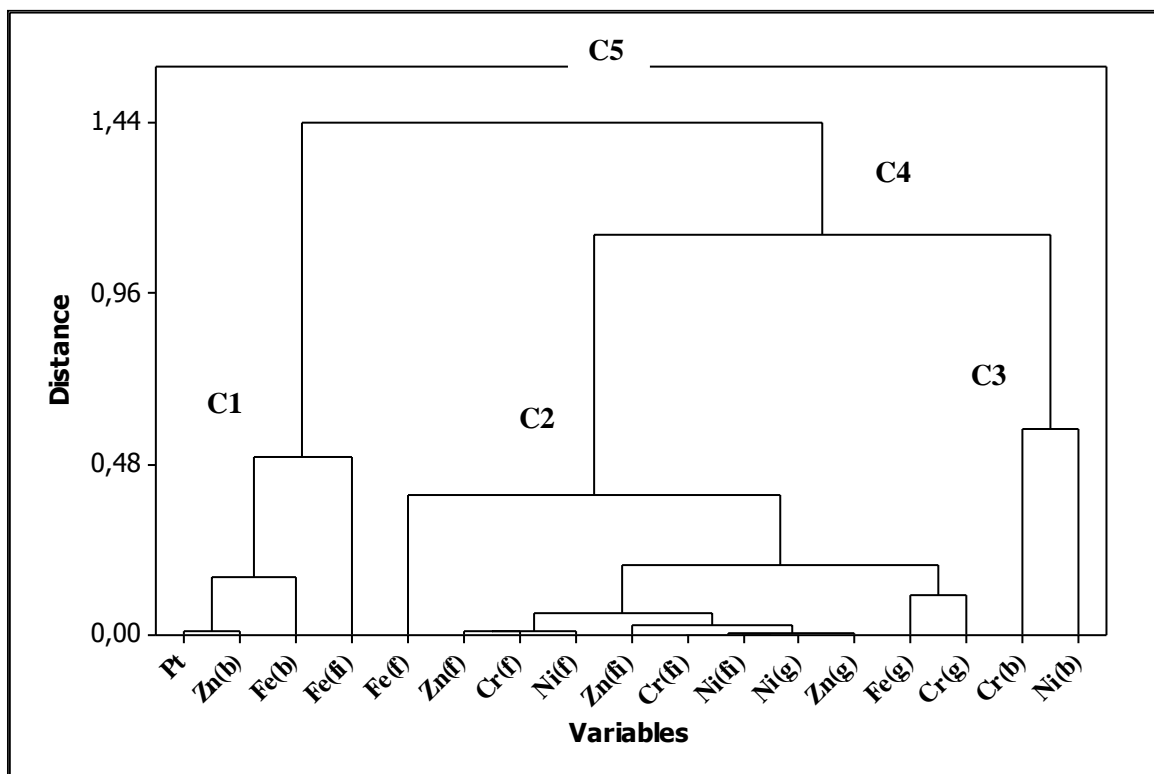
Les valeurs propres (11,03 et 3,78) ont permis de retenir deux inerties respectives 65,3 % et 22,3 %. Le plan de cette analyse totalise 87,6 % de l'information.

Les contributions relatives des points colonnes qui construisent l'axe1 sont de coordonnées positives (Ni(f), Ni(g), Ni (fi), Fe(g), Fe(f), Zn(f), Zn (fi), Zn(g), Cr(f), Cr (fi) et Cr(g). Les points lignes qui construisent cet axe sont représentés par la classe de taille] 15-15,3] de coordonnées positives alors que les classes] 15,3-16,2],] 16,2-18,8] et] 18,8-20,4] sont de coordonnées négatives. Les concentrations les plus importantes du (Ni(f), Ni(g), Ni (fi), Fe(g), Fe(f), Zn(f), Zn (fi), Zn(g), Cr(f), Cr (fi) et Cr(g) sont enregistrées dans la classe] 15-15,3]. Elles contribuent à la définition de l'axe 1 du côté positif.

Pour l'axe 2, les points colonnes de coordonnées positives sont présentés par le poids total Pt et l'accumulation de Fe(b), Fe (fi) et Zn(b) à l'opposé Cr(b) qui est de coordonnées négatives. Les points lignes qui construisent l'axe 2 sont la classe de taille] 18,8-20,4] du côté positif et] 15,3-16,2] et] 16,2-18,8] du côté négatif. Les teneurs en Cr(b) dans la classe] 18,8-20,4] sont importantes. Au fait, deux facteurs (axes), avec des charges différentes, signifient que deux contributions différentes sont impliquées dans la détermination des concentrations des éléments métalliques.

### III-4-2 Dendrogramme

Les résultats de la classification ascendante hiérarchique (CAH) sont représentés sur la figure 25. Cette classification (CAH) réalisée à partir de la matrice constituée 17 variables utilisant la mesure de distance (Pt, Fe (f), Zn (f), Cr (f), Ni (f), Fe (b), Zn (b), Cr (b), Ni (b), Fe (fi), Zn (fi), Cr (fi), Ni (fi), Fe (g), Zn (g), Cr (g), Ni (g)) réparties sur les quatre classes de taille [15-15,3],] 15,3-16,2],] 16,2-18,8] et] 18,8-20,4] des différents individus du *Mullus surmuletus* pêchés dans le port de Honaine.



**Figure 25:** Dendrogramme d'analyse par groupe hiérarchique des concentrations métalliques (Fe, Zn, Ni, Cr)

Les résultats de l'analyse sont présentés sous forme d'un dendrogramme qui montre des similarité entre les groupes : groupe (C1) (Pt, Zn(b), Fe(b) et Fe(fi) (corrélés dans l'axe 1 dans l'AFC) à des distances de liaisons inférieures, mais une plus grande similarité par rapport aux groupes (C2) (Fe(f), Fe(g), Cr(f), Cr(fi), Cr(g), Zn(f), Zn(fi), Zn(g), Ni(f), Ni(fi) et Ni(g)) (corrélés dans l'axe 2 dans l'AFC) et (C3) (Cr(b) et Ni(b)). La comparaison entre les concentrations des métaux lourds indiquent qu'ils sont regroupés à différentes distances. A une distance plus élevée les groupes (C2) et (C3) fusionnent et forment le cluster (C4) puis les deux groupes C1 et C4 fusionnent et donnent le cluster (C5).

III-4-3 Facteur de corrélation

Pour confirmer les résultats précédents nous avons utilisé les corrélations de Pearson. Les résultats sont donnés sur le tableau 5.

**Tableau 5 :** Corrélations entre le poids, la taille et les éléments métalliques dans les organes de *Mullus surmuletus*

	Pt	Fe(f)	Zn(f)	Cr(f)	Ni(f)	Fe(b)	Zn(b)	Cr(b)	Ni(b)	Fe(fi)	Zn(fi)	Cr(fi)	Ni(fi)	Fe(g)	Zn(g)	Cr(g)	Ni(g)
Pt	1																
Fe(f)	-0,9014	1															
Zn(f)	-0,6842	<b>0,8579</b>	1														
Cr(f)	-0,7351	<b>0,8546</b>	<b>0,9914</b>	1													
Ni(f)	-0,0107	0,4427	0,5629	0,4499	1												
Fe(b)	<b>0,7971</b>	-0,5562	-0,5596	-0,6625	0,3675	1											
Zn(b)	<b>0,9884</b>	-0,8609	-0,7011	-0,7650	0,0591	<b>0,8777</b>	1										
Cr(b)	0,0662	-0,4911	-0,5750	-0,4632	-0,9972	-0,3459	-0,0108	1									
Ni(b)	-0,8535	0,5571	0,2275	0,3191	-0,4803	-0,7799	-0,8537	0,4222	1								
Fe(fi)	<b>0,7346</b>	-0,3817	-0,0465	-0,1489	<b>0,6391</b>	<b>0,7323</b>	<b>0,7437</b>	-0,5857	-0,7030	1							
Zn(fi)	-0,5967	<b>0,7095</b>	<b>0,9576</b>	<b>0,9722</b>	0,4010	-0,6573	-0,6563	-0,3973	0,2640	-0,0401	1						
Cr(fi)	-0,4221	0,5779	<b>0,9117</b>	<b>0,9143</b>	0,4586	-0,5363	-0,4911	-0,4406	-0,0023	0,1442	<b>0,9793</b>	1					
Ni(fi)	-0,4671	<b>0,6302</b>	<b>0,9373</b>	<b>0,9374</b>	0,4861	-0,5418	-0,5280	-0,4727	0,0305	0,1198	<b>0,9869</b>	<b>0,9977</b>	1				
Fe(g)	-0,0144	0,1288	<b>0,6125</b>	<b>0,6233</b>	0,2650	-0,3674	-0,1256	-0,2160	-0,2897	0,3579	<b>0,7869</b>	<b>0,8829</b>	<b>0,8495</b>	1			
Zn(g)	-0,4484	0,5758	<b>0,9048</b>	<b>0,9162</b>	0,3991	-0,5881	-0,5237	-0,3819	0,0462	0,0898	<b>0,9836</b>	<b>0,9977</b>	<b>0,9942</b>	<b>0,8844</b>	1		
Cr(g)	-0,4047	0,3476	<b>0,6850</b>	<b>0,7484</b>	-0,0378	-0,7699	-0,5259	0,0615	0,1810	-0,1377	<b>0,8632</b>	<b>0,8685</b>	<b>0,8465</b>	<b>0,8755</b>	<b>0,8976</b>	1	
Ni(g)	-0,4597	<b>0,6121</b>	<b>0,9275</b>	<b>0,9310</b>	0,4594	-0,5559	-0,5254	-0,4447	0,0334	0,1124	<b>0,9868</b>	<b>0,9991</b>	<b>0,9994</b>	<b>0,8626</b>	<b>0,9973</b>	<b>0,8638</b>	1

La matrice de corrélation calculée pour montrer d'éventuelles corrélations entre les organes de rouget barbet de roche commune du port de Honaine (Tableau 5) a montrée des corrélations fortement positives chez les éléments du cluster (C1) Pt et Zn(b) (0,9884), Pt et Fe(b) (0,7971); Pt et Fe(fi) (0,7346); Fe(b) et Zn(b) (0,8777) et les éléments du cluster (C2) Fe(f) et Zn(f) (0,8579); Fe(f) et Cr(f) (0,8546); Fe(f) et Zn(fi) (0,7095) ;(Fe(f) et Ni(fi) (0,6302); Fe(f) et Ni(g) ( 0,6121); Zn(f) et (Cr(f) (0,9914); Zn(f) et Zn(fi) (0,9576); Zn(f) et Ni(f) (0,5629); Zn(f) et Fe(g) (0,6125); Zn(f) et Zn(g) (0,9048); Zn(f) et Cr(g) (0,6850); Zn(f) et (Ni(g)) (0,9275); Cr(f) et Zn(fi) (0,9722); Cr(f) et Cr(fi) (0,9143); Cr(f) et Ni (f) (0,4499); Cr(f) et Fe(g) (0,6233); Cr(f) et Zn(g) (0,9162); Cr(f) et Cr(g) (0,7484); Cr(f) et Ni(g) (0,9310); Fe(b)et Zn(b) (0,8777); Fe(b)et Fe(fi) (0,7323); Zn(fi) et Cr(fi) (0,9793); Zn(fi) et Ni(fi) (0,9869); Zn(fi) et Cr(g) (0,8632); Zn(fi) et Fe(g) (0,7869); Zn(fi) et Ni(g) (0,9868); Cr(fi) et Ni(fi) (0,9977); Cr(fi) et (Fe(g) (0,8829); Cr(fi) et (Zn(g) (0,9977); Cr(fi) et Cr(g) (0,8685); Cr(fi) et (Ni(g) (0,9991); Ni(fi) et Fe(g) (0,8495); Ni(fi) et Zn(g) (0,9942); Ni(fi) et Cr(g) (0,8465); Ni(fi) et Ni(g)( 0,9994); Fe(g) et Zn (g) (0,8844); Fe(g) et Cr(g) (8755); Fe(g) et Ni(g) 0,8626); Zn(g) et Cr(g) ( 0,8976); Zn(g) et Ni(g) (0,9973 ); Cr(g) et Ni(g) (0,8638). En outre on remarque des corrélations faiblement positives entre les éléments du cluster C1.

### III-5 Discussion

Dans l'environnement marin, les éléments traces peuvent s'accumuler dans les organismes à des concentrations supérieures à celles présentes dans l'eau causant une détérioration générale de ces écosystèmes, phénomène qui a été identifié dans les dernières décennies (**Boutiba et al., 2003; Tahiri, 2005; Dehn et al., 2006; Sivaperumal et al., 2007**).

A l'issue des résultats, la bioaccumulation des teneurs métalliques chez le rouget barbet de roche dépend des habitudes alimentaires (**Tekin-Özan et Kir, 2007; Amundsen et al., 1997; Watanabe et al., 2003**), des besoins écologiques, du métabolisme (**Canli et Furness, 1993; Yilmaz, 2006**) de l'âge, du poids et de la longueur du poisson (**Linde et al., 1998; Al-Yousuf et al., 2000**) et de leurs habitats (**Canli et Atli, 2003**). Chez les poissons, les effets toxiques des métaux lourds peuvent influencer sur les fonctions physiologiques, le taux de croissance individuel, la reproduction et la mortalité (**Mance, 1987; Sorensen, 1991; Woodward et al., 1994**).

Les données montrent que les concentrations des métaux dans le foie et les branchies étaient généralement plus élevées que dans les muscles et les gonades. L'étude réalisée a montré que les métaux lourds s'accumulent principalement dans les organes métaboliques tels que le foie (**Carpene et Vasak, 1989; Hogstrand et Haux, 1991**). Les concentrations métalliques dans les branchies reflètent les concentrations des métaux dans les eaux où les espèces de poissons vivent (**Heath, 1987**).

- Le fer ne présente pas de toxicité directe pour les êtres vivants (**Gaujous, 1995**).

Il joue un rôle important dans les processus d'oxydoréduction cellulaire, comme constituant de systèmes électro actifs dans les pigments respiratoires des vertébrés (**Nizamov, 1976**).

Le rôle principal du zinc est comme un cofacteur dans de nombreux systèmes enzymatiques impliqués dans l'utilisation de presque tous les nutriments (**Guillaume et al., 2001**). En outre, plusieurs auteurs ont signalé que les effets toxiques de zinc varient en fonction de l'espèce et l'âge du poisson, la température de l'eau, le pH, la matière organique importante dans l'eau et la salinité (**Waiwood et Beamish, 1978 ; Gordon et al., 1974 ; Hansen et al., 2002**).

- le nickel est un élément naturel dans l'eau (**Snodgrass, 1980**). Il est soluble à pH inférieur à 6,5 et forme un hydroxyde de Ni insoluble à pH supérieur à 6,7 (**Dallas et Day, 1993**). La toxicité pour la vie aquatique est généralement faible et varie de manière significative avec les espèces, le pH et la dureté de l'eau (**Birge et Black, 1980**). Les concentrations accrues de Ni peuvent provoquer des effets sublétaux (**Khangarot et Ray, 1990**).



Nos résultats indiquent que les concentrations des métaux les plus élevées sont généralement trouvées au niveau du foie, donc ces derniers nous renseignent sur la qualité du milieu ambiant. Il a été démontré que le foie est très actif dans le stockage des métaux ainsi que dans la désintoxication des métaux car, en réponse à l'exposition aux métaux, l'induction de la métallothionéine se produit principalement dans le foie du poisson (**Roesijadi et Robinson, 1994; Tepe et al., 2008**), ce qui explique les concentrations élevées de Fe, Cr et Ni qui ont été retrouvées dans ce tissu.

Dans tous les cas les données confirment que le filet n'est pas un tissu actif dans l'accumulation de métal (**Kargin et Erdem 1991; Erdogrul et Erbilir, 2007**). C'est la partie consommée, nous pouvons dire que notre poisson ne présente aucun risque sur la santé humaine, mais les teneurs moyennes en Ni dépassent un peu la valeur de référence FAO/WHO (1989).

Des concentrations plus élevées présentes chez les jeunes espèces reflètent généralement du temps court de l'accumulation de ces métaux dans les poissons, combiné avec le taux plus élevé de métabolisme par rapport aux organismes adultes (**Cossa et al., 1992; EL Morhit et al., 2013**).

Toutefois, la taille et l'âge des poissons pourraient avoir une influence sur les concentrations des contaminants dans les différents tissus de poissons indépendamment exposés aux polluants (**EL Morhit et al., 2013**).

En effet les organismes marins n'accumulent pas les contaminants de la même façon au long de leur vie. Le métabolisme élevé des jeunes individus peut accélérer l'assimilation des contaminants et la dilution due au grossissement de l'animal tend à diminuer leurs concentrations (**Claisse et al., 1992**).

*CONCLUSION*  
*GENERALE*

Dans ce travail nous nous sommes intéressées à l'évaluation de la bioaccumulation métallique dans le port de Honaine par les métaux lourds (Zn, Fe, Cr et Ni). Le choix de l'espèce s'est porté sur le rouget barbet de roche à cause de sa disponibilité, sa large consommation par la population de la région et de son coût économique.

Les résultats apportés dans la présente étude ont montré que chaque organe étudié chez le rouget barbet de roche (branchies, filet, foie, gonade) accumule les éléments métalliques à un gradient différent. Les concentrations des métaux étudiés sont influencées par le taux de présence de chacun des éléments dans le milieu environnant, le mode de pénétration des éléments métalliques ainsi que le pouvoir bioaccumulateur et bioconcentrateur de chaque organe.

- Nous notons également une bioaccumulation importante du nickel par rapport aux autres métaux étudiés quel que soit l'organe considéré et dépasse la valeur recommandée selon (FAO/WHO, 1989) pour le nickel (10 mg/kg).

Nous retrouvons les gradients suivants :

Foie : Ni > Fe > Cr > Zn.

Branchies, filet et Gonades : Ni > Fe > Zn > Cr

D'après les teneurs métalliques moyennes enregistrées dans le filet, le foie, les branchies et les gonades nous pouvons dire que :

- Une forte accumulation des teneurs métalliques en nickel présente dans le foie et les branchies et pour le Zn les teneurs élevées sont observées dans les gonades.

- Parmi les métaux dominants le fer et le nickel avec des teneurs très importantes par rapport aux autres métaux étudiés quel que soit l'organe.

- Nous constatons que les teneurs métalliques moyennes étudiés sont élevées dans les petites classes de taille

- La comparaison des teneurs métalliques moyennes entre les organes montre que la consommation du filet ne représente pas un risque pour la santé.

- L'analyse de la variance à un facteur ANOVA1 (longueur) montre qu'il y a une différence très significative inter-longueurs pour le fer dans le foie et les gonades, le zinc dans les gonades et le nickel dans les branchies.

- L'analyse de la variance à deux facteurs ANOVA2 (classes, organes), montre qu'il y a une différence significative pour le nickel et le fer (inter-organes).

- La comparaison des résultats obtenus dans cette étude avec des travaux antérieurs montre que nos résultats sont faibles par rapport à la littérature.

Enfin, nous souhaitons avoir apporté des éléments nouveaux permettant une continuité dans ce domaine.

En perspective, nous souhaitons aussi élargir cette étude pour d'autres espèces, d'autres zones d'étude et d'autres contaminants. Il faut prévenir les problèmes de pollution que peut subir l'écosystème marin et proposer des solutions adéquates pour limiter l'impact de cette pollution dont les conséquences seront catastrophiques sur l'environnement, sur la santé publique et pour l'économie de pays.

# Références bibliographiques

## -A-

- AEE, 1999. Le milieu marin et littoral Méditerranéen état et pression et la pathonassion et g p Gabrieli dés sous la direction agence européenne pour l'environnement, Environnementale assessment. 137p.
- AEE, 2002. Europe biodiversité – Biogeographical régions et seas (la biodiversité en Europe régions et mers biogéographiques, rapport sur des problèmes environnementaux publié par l'AEE (agence européenne pour l'environnement).
- Aguirre, H., 2000.Aspectos biológicos y ecológicos del salmonete de fango *Mullus barbatus* L, 1758 y el salmonete de roca *Mullus surmuletus* L, 1758 en el Mediterraneo Nor occidental. Tesis de Doctorado. CSIC.Ciencias del Mar: Universidad Politecnica de Cataluña. 213p.
- Al-yousuf, M.H., El-shahawi, M.S et Al-ghais, S.M., 2000. Trace metals in liver, skin and muscle of *Lethrinus lentjan* fish species in relation to body length and sex, Science total environment. 87-94p.
- Amiard-Triquet, C., Berthet, B et Martoja, R., 1991. Influence of salinity on trace metal (Cu, Zn, Ag) accumulation at the molecular, cellular and organism level in the oyster *crassostera gigas thumberg*.biol.metals 144-150p.
- Amer.D, Boucherguine. B., 2017. Mémoire de Master: Etude physico-chimique de l'adsorption du chrome hexavalent sur la bentonite activée: Université Bejaia.
- Arculeo, M., Pipitone, C. et Sparla, M.P. 1989. Aspetti del regime alimentare di *Mullus surmulletus* L. (Pisces, Mullidae) nel Golfo di Palermo. Oebalia. 67-77p.
- Aschieri, A., 1999. La France toxique. Santé – environnement, les risques cachés.
- Atgin, R.S., El-Agha, O., Zararsiz, A., Kocatas, A., Parlak, H., and Tuncel, G., 2000. « Investigation of the sediment pollution in Izmir Bay: trace elements », Spectrochimica 1151-1164p.

## -B-

- Balls, P.W., Hull, S., Miller, B. S., Pirie, J. M and Proctor, W., 1997. « Trace Metal in Scottish Estuarine and coastal sediments », Marine Pollution Bulletin, 34, 42, 50p.
- Berraho, A., 2006. Ressources halieutique et potentialités aquacoles au Maroc- Edi. Okad.82p.
- Bendada, K., 2011. Optimisation des conditions de dosage par spectroscopie d'absorption atomique (SAAF et SAAET): Application à la détermination de la pollution et de la bioaccumulation des métaux lourds, Mémoire de master: université des sciences et de la technologie Houari Boumediene (U.S.T.H.B).
- Birge,W.J., et Black, J.A., 1980. Aquatic toxicology of nickel. In Nickel in the Environment, Nriagu, J.O., Ed. Wiley & Sons: New York, 349–366p.
- Boisclair, D., 1988. Among population variability in fish growth rates: the influence of food consumption, prey type, and fish community-Ph.D. thesis, Mc Gill university, Montréal, Québec.
- Bodin, N., 2005. Contamination des crustacés décapodes par les composés organohalogénés: Etude détaillée de la bioaccumulation des PCB chez l'araignée de mer *Maja Brachudactyla*. Thèse de doctorat: Océanologie Biologique, 309p.
- Bougis, P., 1952. Recherches biométriques sur les rougets (*Mullus barbatus* L. et *Mullus surmuletus* L.). Archives de zoologie expérimentale et générale, 57-174p.

- Bousquet, J.C, 2003. Avis du conseil économique et social régional sur " les risques de pollution par hydrocarbure en méditerranée" séance plénière du 1 er décembre 2003.
- Boutiba, Z., Taleb Z., Abi-Ayad, S.M.E.A., 2003. Etat de la pollution marine de la côte oranaise. Edit: Dar El Gharb. 69 p.

## -C-

- Calapaj, R., Ciraolo, L., Magazzu, G., Bedrar, A., 1978. le contenu en Hg, Pb, Cd, Cu, Fe, Zn de certains poissons bathyphiles et d'un crustacé du détroit de messive. Rev.int.océanogr.med. p127-137.
- Canli, M et Furness, R.W., 1993. Toxicity of heavy metals dissolved in sea water and influence of sex and size on metal accumulation and tissue distribution in the noraway lobster *nephrops norvegicus*. Marine environment toxicology, chemistry. 819-828p.
- Canli M et Atli G., 2003. The relationship between heavy metal (Cd, Cr, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six mediterranean fish species. Environment pollution, 129-136p.
- C.N.R.S., 2005. (Centre nationale de la recherche scientifique) « Principaux rejets industriels»
- Carpene, E et Vasak M., 1989. Hepatic metallothionein from goldfish (*carassius auratus*). Comp biochemistry physiology. 463-468p.
- Casas, S., 2005. Modélisations de la bioaccumulation de métaux traces (hg, cd, pb, cu, et zn) chez la moule, *mytilus galloprovincialis*, en milieu méditerranée. thèse de doctorat: océanologie biologique, environnement marin.314, 12, 35p.
- Chalon, C., Leroy, D., Thome, J-P., Goffarta., Bastin, B., et Brahy,V., 2006. les micropolluants dans l'eau.
- Chen, C.Y., Stemberger, R.S., Klaueb., Blum, J. D., Pichardt, C., Folt, C.L.,2000. Accumulation of heavy metals in food web components across a gradient of lakes.limnol oceanorg, 1525-1536p.
- Chiffolleau, J.F., Claisse, D., Cossa, D., Ficht, A., Ganzalez, J.L., Guyot, T., Michel, P., Miramand, P., Oger, C., Pett, F., 2001. La contamination métallique, edt ifremer. 39p.
- Claisse, D., Joanny, M., Quintin, J.Y., 1992. pollutions marines. Analusus magazine. 19-22p.
- Coss, D., Auge, D., Averty, B., Lucon M., Masselin, M., Noel, J. 1992. Flounder (*plattichthys flesus*) muscle as an indicator of metal and organochlorine contamination of french atlantic coastal waters, ambio.176–82p.

## -D-

- Dallas, J. A et Day, J.A., 1993. The effect of water quality variables on riverine ecosystems: A review. Water Research Commission Report, 351, 240p.
- Dehn L.A., Follmann E.H., Thomas D.L., Sheffield G.G., Rosa C., Duffy L.K., O'hara T.M., 2006. Trophic relationships in an Arctic food web and implications for trace metal transfer. Science of the Total Environment, 103–123p.
- Désbrosses, P., 1935. Contribution à la biologie du rouget- barbet en Atlantique Nord. Rev.Trav. Off. Pêches marit. 249 – 270p.
- Deniel, C., 1991– Biologie et élevage du rouget barbet *Mullus surmuletus* en Bretagne, 38p.
- Derrag, Z., 2010. Recherche de quelques métaux lourds chez la carpe commune (*cyprinus carpio*, 1758) du barrage Elizdihar de Sidi abdelli. Thèse de magister, Université Tlemcen.
- Djeffal. L., 2008. Elimination par adsorption sur argile locale des ions métalliques contenus dans les eaux de rejet industriel de la région d'Annaba. Mémoire de magister Université d'Annaba.
- Dieuzeide, R., Novella, M. et Roland, J., 1955. Catalogue des poissons des côtes algériennes. III. Osteopterygiens (suite et fin).Bull. stat. Aquic. Pêche Castiglione: 384p

- Donniers, 2007. « Pollution chimique en Méditerranée » CERBOM. (INSERM). Nice.
- Dusquene S., 1992. Bioaccumulation métallique et métallothioneines chez trois espèces de poissons du littoral Nord-Pas De Calais. Thèse de Doctorat en Biologie et Santé. Université des Sciences et Techniques de Lille. France : 264p.
- Duquesne, S., 1994. Bioaccumulation métallique et biomarqueurs: Les métaux lothioneines. Analisis Magazine. France : 20-23p.

## -E-

- El Morhit, M., Belghity, D., El Morhit, A., 2013. Contamination métallique de *pagellus acarne*, *sardina pilchardus* et *diplodus vulgaris* de la côte atlantique sud (Maroc), Larhyss Journal. 131-148p.
- Erdogrul, Ö., et Erbilir, F., 2007. Heavy metal and trace elements in various fish samples from Sir dam lake, Kahramanmaras, Turkey. Environmental Monitoring and Assessment, 373–379p.

## -F-

- FAO/WHO, 1989. Evaluation of certain food additives and the contaminants mercury, lead and cadmium, Technical Report. 505p.
- Fisher, W., Bauchot, M.L. et Schneider, M., 1987. Méditerranée et mer noire. Vertébrés. in Fishes. FAO d'identification des Espèces pour les Besoins de la Pêche. Rome. 761-1530p.
- Frontier, S et Pichot-Viale, D, Écosystèmes : structure, fonctionnement, évolution, Collection d'Écologie, 21. Masson. Paris. 1991p.
- Fukue, M., Nakamura, T., Kato Y., and Yamasaki, S., 1999, « Degree of pollution for marine sediments », Engineering Geology. 131-137p.

## -G -

- Gaujous D., 1995. La pollution des milieux aquatiques. Aide-mémoire-Ed. Lavoisier. Paris. 220p.
- Galaf et Ghannam, 2003. «Contribution à l'élaboration d'un manuel et d'un site web sur la pollution du milieu», Mémoire de troisième cycle présenté pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en agronomie-Institut agronomique vétérinaire Hassan II. Rabat. 2p.
- Gesamp (United nation group of expert on the scientific aspects of marine pollution), Article premier, 1982, 1983p.
- Gharbi H., et Ketari M.H., 1981. Biologie de *Mullus barbatus* (L., 1758) et *Mullus surmuletus* (L., 1758) (poissons téléostéens, mullidés) des côtes tunisiennes. Taille et âge de première maturité sexuelle, cycle sexuel et coefficient de condition, Bull. Inst. Océanogr. Pêche Salammobô 41-51p.
- Gibson, R.N et Robb, L., 1997. Occurrence of juvenile of red mullet (*Mullus surmuletus*) on the west coast of Scotland, J. Mar. Biol. 77,911-912p.
- Gordon K.P, Rosemarie C.R., Et Robert V.T., 1974. Effect of Complication on Toxicity Of copper to fishes. Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 462-465p.
- Guillaume, J, Kaushik, S, Bergot, P et Metailler, R., 2001. Nutrition and Feeding Of Fish and Crustaceans, Springer, Praxis Publishing, United Kingdom.

## **-H-**

- Hansen. J.A, Welsh. P.G, Lipton J, Cacela. D et Dailey A.D., 2002.** Relative Sensitivity of Bull trout (*Salvelinus confluentis*) and Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) to acute exposures of cadmium and zinc. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 67– 75p.
- Hemida, F., 1987.** Contribution à l'étude de l'anchois *Engraulis encrasicolus* (Linné, 1758) dans la région Algéroise, biologie et exploitation. Thèse de Magistère en halieutique U.S.T.H.B Alger. 138p.
- Heath, A.G., 1987.** Water pollution and fish physiology, CRC press, Inc. Boca Rotan, Florida, 245p.
- Hogstrand, C., Et Haux, C., 1991.** Binding and detoxification of heavy metals in lower vertebrates with reference to metallothionein. *Comp Biochemistry Physiology*. 137-141p.
- Hureau J.C., 1986.** Mullidae in whitehead, fishes of the North-eastern Atlantic and the mediterranean. *Les proses de l'Unesco*. 877-882p.

## **-I-**

- Ifremer, E., 2001.** Evaluation de la qualité des eaux basée sur l'utilisation de stations artificielles de moules en méditerranée : résultats de la campagne 2000- Réseau Intégrateurs Biologiques. 93p.
- Ineris., 2004.** Analyse critique des méthodologies pour la détermination et l'application de normes de qualité environnementale pour les métaux-Rapport de synthèse 27p.

## **-J-**

- Jean N. J., Guyleral 2001.** Collection biologie. Microbiologie. Technique. Centre régional de documentation pédagogique d'aquitaine.
- Jones, A., 1972.** Marine fish farming. An examination of the factors to be considered in the choice of species, Lab. Leaflet. 24-16p.

## **-K-**

- Kargin, F., et Erdem, C., 1991.** Accumulation of copper in liver, spleen, stomach, intestine, gill and muscle of *Cyprinus carpio*,doga. *Turkey Journal of Zoology*, 306–314p.
- Khangarot, B.S., Ray, P.K. 1990.** Correlation between heavy metal acute toxicity values in *Daphnia magna* and fish. *B. Environ. Contam.Toxi*. 722–726p.
- Kimbrough, D.E., Cohen.Y., Winer. A. M., L.Creelman, Mabuni. C., 1999.** A Critical Assessment of Chromium in the Environment, *Critical reviews in environmental science and technology*. 1-46p.

## **-L-**

- Labropoulou, M et Eleftheriou, A., 1997.** The foraging ecology of two pairs of congeneric demersal fish species: importance of morphological characteristics in prey selection. *J. Fish Biol*. 324-340p.
- Linnaeus, C., 1758.** *Systema Naturae per Regna Tria Naturae secundum Classes, Ordinus,*



Linde A.R, Sanches-Galan S, Izquierdo J.I, Arribas P, Maranon E And Garcya-Vazquez E., 1998. Brown trout as biomonitor of heavy metal pollution: Effect of age on the reliability of the assessment, *Exotoxicol Environment*. 120- 125p.

Lo Bianco., 1909. Sviluppo Larvale, metamorfosi biologica della triglia di fango (*Mullus barbatus Lin.*). *Mitt. Zool. Stn. Neapel*. 19-18p.

Louisy, P., 2002. Guide d'identification des poissons marins – Europe et méditerranée. Ed. lowestoft. 323p.

## -M-

Mance, G., 1987. Pollution threat of heavy metals in aquatic environment, Elsevier, London.

Mckenzie, A. B., 1997. Isotope evidence of the relative retention and mobility of lead and radiocesium in swtish ombrophic peats, *Science total environ*. 115-127p.

Meek, S.E., 1916. The migration of fish. Edward Arnold et Co., Ed, London, 427p.

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. 360p.

## -N-

N'DA, K., 1992. régime alimentaire du rouget roche *Mullus surmuletus* (Mullidae) dans le Nord du golfe de Gascogne, *Cybiu*. 159-167p.

N'da., 1992. Biologie du rouget de roche *Mullus Sumuletus* (poisson Mullidae), Dans le nord du golfe de Gascogne: reproducteurs, larves et juvéniles. Thèse de 3<sup>ème</sup> cycle. Brest, université de Bretagne Occidentale. 177p.

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

Ngah, W.S.W., Hanafia, M.A.K.M., 2008. Removal of heavy metal ions from wastewater by chemically modified plant wastes as adsorbents. A review. *Bioresource technology*. 3935-3948p.

Nizamov, M., 1976. Hygienic evaluation of work conditions at the iron of round stone preparation plants.

## -P-

Pauly. D., 1983. Some simple methods for the assessment of tropical fish stock, *FAO Fish. Tech. Pap*. 52p.

P.D.A.U, 2010. Plan directeur d'aménagement et d'urbanisme de la commune de Honaine.

P.N.U.E, 1995. (Programme des nations unies pour l'environnement). «Programme d'action mondiale pour la protection du milieu marin contre la pollution due aux activités terrestres ».

P.N.U.E, 2004. Programme des nations unies pour l'environnement). « Mers et océans morts ou vivants ? La mer méditerranée ». Publié par PNUE. Bruxelles. Edit. Spéciale. 16p.

## -Q-

- Quero, J. C et Vayne, J.J, 1997. Les poissons de mer des pêches, 304p.
- Quéro, J. C., 1998. Les poissons de mer des pêches françaises. IFREMER, Ed. Delachaux et Nestlé 304p.
- Quéro, J.C et Vayne.J.J, 2005. Les poissons de mer des pêches françaises, Ed. Delachaux et Nestlé. 206, 207p.

## -R-

- Ramade F., 1992. Précis d'écotoxicologie, Ed. Masson. Paris. 300p.
- Ramade. F, 1998. Dictionnaire encyclopédique des sciences de l'eau, Ed. Science Paris.785p.
- Ramade, J.F., 2000. Dictionnaire Encyclopédique des polluants - Les polluants de l'environnement a l'homme, Ed International ; Paris. 690p.
- Ramade. F., 2005.Eléments d'écologie, écologie appliquée, 6ème Edt. Dunod. Paris.67, 192p.
- Ramousse, R., Le Berre, M., Le Guelte, L., 1996. Introduction Aux Statistiques.
- Renones O., Massuti, E., Morales-Nin B., 1995. Life history of the red Mullet *Mullus surmuletus* from the Bottom-Trawl fishery off the Island of Majorca (North–West Mediterranean). Marine biology. 411-419p.
- Roesijadi, G. et Robinson, W. E. 1994. Metal regulation in aquatic animals, Mechanisms of uptake, accumulation, and release. In D. C. Malins, et G. K. Ostrander (Eds.), Aquatic toxicology. Boca Raton. Lewis. 385–420p.
- Rodier, J., 1996. L'analyse de l'eau. Eaux naturelles - Eaux résiduaires – Eaux de mer, 8ème Edt. Dunod. 1383p.
- Romano, E., Asili, A., Zharova, N., Magno M.C., Pavoni B., and Gabellini M, 2004. "Marine sediment contamination of an industrial site at Port of Bagnoli, Gulf of Naples, Southern Italy", Marine Pollution Bulletin, 487-495p.

## -S-

- Sivaperumal, P., Sankar T.V., Viswanathan P.G., 2007. Heavy metal concentrations in fish, shellfish and fish products from internal markets of India vis-a-vis international standards, Food Chemistry. 612–620p.
- Snodgrass, W.F. 1980. Distribution and behaviour of Nickel in aquatic environment. In Nickel in the Environment, Nriagu, J.O., Ed. Wiley and Sons. New York. 203– 274p.
- Sorensen, E.M., 1991. Metal poisoning in fish. Crc Press, Boca Raton.

## -T-

- Tahiri L., 2005. Contamination métallique de *Mytilus galloprovincialis* et des sédiments au niveau de l'estuaire de Bouregreg, (Maroc). 111–119p.
- Tekin-Özan, S., et Kir I., 2007. Seasonal variations of some heavy metals in pikeperch (*Sander Lucioperca* L., 1758) and crucian Carp (*Carassius Carassius* L., 1758) from Kovada lake, Turkey. Fresenius. Environmental. Bulletin 904-909p.
- Tepe, Y., Türkmen, M., and Türkmen, A., 2008. Assessment of heavy metals in two commercial fish species of four Turkish seas. Environmental Monitoring and Assessment, 277–284.

## **-U-**

UNEP, 2001. Programme des nations unies pour l'environnement

## **-V-**

Valery. E. F et Thomas. L. F., 1997. Ecotoxicologie théorie et applications. 27p.

Vila, A., 1998. «Elément de toxicologie technique et documentation». Lavoisier. Paris. 117-319 p.

Viala, A., et Botta A., 2005. Toxicologie, 2ème Edition, Edition Lavoisier Tec and Doc, 1122p.

## **-W-**

Watanabe, K.H., Desimone F.W., Thiyagarajah, A., Hartley, W.R et Hindrichs, A.E., 2003. Fish tissue quality in the lower Mississippi river and health risks from fish consumption. Science total environment, 109-126p.

Waiwood. K.G et Beamish. F.W.H., 1978. The Effect of Copper and pH On The Growth Of Rainbow Trout, *Salmo Gairdneri*. Journal of Fish Biology. 591-598p.

Weatherley, A. H et Gill H.S.,1987. The biology of fish growth- Academic press, London. Toronto. 443p.

Wirsubski, A.,1953. On the biology and biotope of the red Mullet. Bull. Sea. Fish. 32p.

Woodward, D.F., Brumbaugh W.G., Delonay A.J et Smith C., 1994. Effects on rainbow trout of a metals-contaminated dief of benthic invertebrates from the clark fork river, Montana. Trans Am Fish Soc. 51-62p.

## **-Y-**

Yilmaz, F., 2006. Bioaccumulation of heavy metals in water, sediment, aquatic plants and tissues of from kızılırmak, Turkey. Fresenius Environmental Bulletin. 360-369p.

## **-Z-**

Zidane, S., 2006. Influence des additifs organiques sur la qualité du dépôt lors du nickelage électrolytique. Mémoire de Magister. Université 8 Mai 1945Guelma.

<http://souslesmers.free.fr/f.php?e=2>

## ملخص

ركزت دراستنا الحالية على تحليل التلوث المعدني (الحديد، الزنك، الكروم، النيكل) في سمك البوري الأحمر الذي تم اصطياده في ميناء هنين، و تعكس هذه السمكة القاعية بشكل جيد للغاية جودة بيئتها الحيوية ووجدت إنها من الأنواع الوفيرة جدا في المياه الساحلية. يحظى بتقدير المستهلك الجزائري. قد تم اختيار العينات خلال شهر ابريل 2021، و تم أخذ أربعة أعضاء في الاعتبار: الكبد و هو عضو إزالة السموم، الخياشيم التي تعتبر الأولى التي تلامس البيئة البحرية، العضلة التي تمثل الجزء الذي يستهلكه الإنسان و الغدد التناسلية. تم تحديد تركيز المعادن الثقيلة بواسطة مقياس الضوء كدالة للمعلومات (الأعضاء و الحجم) يكون التراكم المعدني بواسطة الخياشيم الأعلى بكثير بالنسبة للحديد و الكروم، أما فيما يخص النيكل، فله نسبة عالية و فيما يتعلق بالزنك، فله تركيز عالي يظهر في الغدد التناسلية. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها إحصائيا وجود فرق معنوي بين محتويات المعادن الثقيلة على مستوى الأعضاء المستهدفة. لقد اظهروا أن البوري الصخري يحتوي على المعادن الأربعة المطلوبة بمعدلات منخفضة إلى حد ما، و أعلى القيم هي تلك الخاصة بالنيكل يليها الحديد الزنك و الكروم.

**كلمات مفتاحية:** البوري المعادن الثقيلة، التلوث، ميناء هنين

## Résumé

Notre présente étude a portée sur l'analyse de la pollution métallique (Fe, Zn, Cr, Ni) chez le rouget barbet de roche (*Mullus surmuletus* L.1758) pêché dans le port de Honaine (W. de Tlemcen), ce poisson benthique, reflète très bien la qualité de son biotope. Il se trouve être une espèce très abondante dans les eaux côtières algérienne et fortement très apprécié par le consommateur algérien.

Une période d'échantillonnage a été effectuée pendant le mois d'Avril 2021, quatre organes ont été prélevés : le foie, organe de détoxification, les branchies premières organes de contact avec le milieu marin, le muscle représentant la partie consommée par l'homme et les gonades.

Les concentrations en métaux lourds ont été déterminées par le photomètre en fonction de paramètres (organes, taille).

L'accumulation métallique par les branchies est largement supérieure pour le fer et le chrome et pour le nickel, le foie possède les taux les plus élevés et concernant le zinc une concentration élevée présente dans les gonades.

Les résultats obtenus traités statistiquement révélés une différence significative entre les teneurs en métaux lourds au niveau des organes ciblés.

Ils montrent que le rouget barbet de roche renferme les quatre métaux recherchés à des taux assez faibles, les plus fortes valeurs sont celles du nickel suivi par le fer, zinc et le chrome.

**Mots clés:** Rouget barbet de roche, métaux lourds, pollution, port de Honaine.

## Abstract

Our present study concerned the analyse of the metallic pollution (Fe, Zn, Cr, Ni) to the Red mullet (*Mullus surmuletus* L.1758) sinned in the port of Honaine W. of Tlemcen), this fish benthique, reflect, please, the quality of its biotope, and is to be a very plentiful sort (species) in coastal waters Algerian and strongly very appreciated by the Algerian consumer.

A sampling period was carried out during the month of April 2021, four organs were considered: the liver, the organ of detoxification, first gills organs of contact with the marine environment, the muscle representing the part consumed by the man and the gonads.

The concentrations in heavy metals were determined by the Multiparameter photometer according to parameters (organs, size).

The metallic accumulation by gills is much higher for iron and chromium and for nickel; the liver has the highest levels and concerning zinc a high concentration present in the gonads.

The results obtained statistically treated revealed a significant difference between the heavy metal contents at the level of the targeted organs.

The show that the red mullet closes the four metals sought at fairly low rates; the highest values are those of nickel followed by iron, zinc and chromium.

**Keywords:** Red mullet, heavy metals, pollution, port (bearing) of Honai