

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE de TLEMCEM ABOU BEKR BELKAÏD

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA
TERRE ET DE L'UNIVERS

Département d'Ecologie et Environnement



Laboratoire Valorisation des actions de l'homme pour la protection de
l'environnement et application en santé publique



Etude comparative de la bioaccumulation de certains métaux lourds chez la Sardine *Sardina pilchardus* entre le port de Ghazaouet et celui de Béni Saf

MEMOIRE Présenté par : **DIB NEZHA**

*En vue de l'obtention du diplôme de **MASTER** en Filière*

HYDROBIOLOGIE MARINE ET CONTINENTAL

Spécialité : SCIENCES DE LA MER

Soutenu le 06 octobre 2019, devant le jury composé de :

| | | | |
|----------------|--------------------------|-------------------|-----------------------|
| Présidente : | ABDELLAOUI Karima | Grade: Professeur | Université de Tlemcen |
| Encadreur: | BENDIMERAD Med. El Amine | Grade: M.C.A | Université de Tlemcen |
| Examinatrice : | BENCHENAFI Souhila | Grade : M.C.B | Université de Tlemcen |

Année universitaire 2019/2020

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux pour la santé, la volonté, le courage et la détermination qui m'ont accompagnés tout au long de la préparation et l'élaboration de ce travail et qui m'ont permis d'achever ce modeste travail.

Je tiens tout d'abord à exprimer ma reconnaissance envers mon encadreur Dr BENDIMERAD, pour m'avoir aidé, conseillé et guidé dans mon travail.

Mes vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à ma recherche en acceptant de présider et d'examiner mon travail et de l'enrichir par leurs propositions.

Mes remerciements s'adressent aussi à tous mes enseignants du département d'Ecologie et Environnement pour la formation qu'ils m'ont apporté durant ces cinq années.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail de fin d'étude :

A mes très chers parents : je suis fier de vous, de l'éducation et les valeurs que vous m'avez apprises, je vous remercie pour tout l'amour, le soutien et l'encouragement que vous m'avez apportés durant toutes mes années d'études. Que Dieu le tout puissant vous préserve, vous accorde santé, bonheur, quiétude de l'esprit et vous protège de tout mal.

A toi mon cher mari et a mon petit ange Wassim : toi qui a donné un sens a ma vie, que dieu te bénisse et te protège je t'aime beaucoup mon fils adoré.

A mes chères sœurs : pour vos encouragements permanents, et le soutien moral, je vous souhaite tout le bonheur, la santé et la réussite.

A mes chers frères : je vous souhaite une vie pleine de bonheur et de succès et que Dieu, le tout puissant, vous protège.

A ma belle-famille : je vous remercie pour votre encouragement et votre soutien. Je vous souhaite que du bonheur.

A mon encadreur et l'ensemble des enseignants ayant contribué à ma formation durant mon cycle d'étude.

A tous ceux qui m'aiment

Liste des figures

| | |
|---|----|
| Figure 1: carte des fonds de Ghazaouet au cap des trois fourches (d'après Maurin,1960) | 14 |
| Figure 2: Photo de la sardine <i>Sardina pilchardus</i> (Walbaum, 1972)..... | 18 |
| Figure 3 : Cycle de la sardine: <i>Sardina pilchardus</i> , et influence des différents paramètres sur les étapes du cycle de la vie (Chlaida, 2009) | 21 |
| Figure 4: Carte de l'aire de répartition de la sardine européenne (Whitehead, 1985)..... | 21 |
| Figure 5: La production de la sardine dans le monde durant la période 1950-2010 (FAO, 2013)..... | 23 |
| Figure 6: Port de Béni Saf (W.Ain Témouchent) et Ghazaouet (W.Tlemcen) | 25 |
| Figure 7: Menstruations : Poids - Longueur totale - Longueur à la fourche | 28 |
| Figure 8 : Echantillons de Filets de Sardine | 29 |
| Figure 9: L'étuve (photo personnelle) | 30 |
| Figure 10: Filtration et conservation des godets (photo personnelle) | 31 |
| Figure 11: Protocole expérimentale adopté dans la minéralisation d'un échantillon par voie sèche | 32 |
| Figure 12: Evaluation des teneurs moyennes en métaux (Cd, Fe, Cu, Pb, Zn et Ni) en mg/kg chez la sardine pêchée à Béni Saf | 36 |
| Figure 13: Evaluation des teneurs moyennes en métaux (Cd, Fe, Cu, Pb, Zn et Ni) en mg/kg chez la sardine pêchée à Ghazaouet | 36 |
| Figure 14: Evaluation des teneurs moyennes en métaux (Cd, Fe, Cu, Pb, Zn et Ni) en mg/kg chez la sardine pêchée à Ghazaouet et à Béni Saf | 37 |
| Figure 15! Comparaison des teneurs métalliques moyennes de Cd en mg/kg au niveau de Béni Saf avec la DMA | 38 |
| Figure 16 : Comparaison des teneurs métalliques moyennes de Fe en mg/kg au niveau de Béni saf et Ghazaouet avec la DMA | 38 |
| Figure 17: Comparaison des teneurs métalliques moyennes de Cu en mg/kg au niveau de Béni Saf et Ghazaouet avec la DMA..... | 39 |
| Figure 18: Comparaison des teneurs métalliques moyennes de Pb en mg/kg au niveau de Béni Saf et Ghazaouet ave la DMA..... | 39 |
| Figure 19: Comparaison des teneurs métalliques moyennes de Zn en mg/kg au niveau de Béni Saf et Ghazaouet avec la DMA..... | 40 |
| Figure 20 : Comparaison des teneurs métalliques moyennes du Ni en mg/kg au niveau de Béni Saf et Ghazaouet avec la DMA..... | 40 |

Liste des tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau 1: Situation mondiale de la production de la sardine (FAO, 1987) | 22 |
| Tableau 2: Analyse des échantillons de Béni Saf du mois de Février | 34 |
| Tableau 3: Analyse des échantillons de Béni Saf du mois de Mars..... | 34 |
| Tableau 4: Analyse des échantillons de Ghazaouet du mois de Février..... | 35 |
| Tableau 5: Analyse des échantillons de Ghazaouet du mois de Mars | 35 |
| Tableau 6: Comparaison des concentrations moyennes relevées chez <i>Sardina pilchardus</i> (mg/kg) avec les données bibliographiques | 47 |

Table des matières

| | |
|--|----|
| Remerciements | 2 |
| Dédicaces | 3 |
| Liste des figures | 4 |
| Liste des tableaux | 5 |
| I. Introduction : | 1 |
| II. Chapitre I : Pollution marine en général et métallique en particulier | 3 |
| 1 Généralités sur la pollution : | 3 |
| 2 Pollution marine : | 3 |
| 3 Métaux lourds : | 3 |
| 3.1 Généralité sur les métaux lourds : | 3 |
| 3.2 Sources de métaux lourds : | 5 |
| 3.3 Bioaccumulation et bioconcentration: | 5 |
| 4 Les métaux étudiés : | 6 |
| 4.1 Le zinc (Zn) : | 6 |
| 4.2 Le cuivre (Cu) : | 7 |
| 4.3 Le Fer (Fe) : | 8 |
| 4.4 Le plomb (Pb) : | 8 |
| 4.5 Le nickel (Ni) : | 9 |
| 4.6 Le cadmium (Cd) : | 10 |
| III. Chapitre II : Zones d'étude et espèce considérée | 12 |
| 1 Zone de Ghazaouet | 12 |
| 2 Zone de Béni saf | 15 |
| 2.1 Relief et réseau hydrographique : | 15 |
| 2.2 Exposition : | 16 |
| 3 Matériel biologique : <i>Sardina pilchardus</i> (Walbaum, 1792) | 17 |
| 3.1 Position systématique : | 17 |
| 3.2 Noms vernaculaires : | 17 |
| 3.3 Description de la sardine : | 18 |
| 3.4 Différences avec les espèces les plus similaires de la région : | 19 |

| | | |
|------------|---|-----------|
| 3.5 | Biologie et habitat :..... | 19 |
| 3.6 | Répartition géographique : | 21 |
| 3.7 | Situation mondiale de la pêche de la sardine :..... | 22 |
| 3.8 | La pêche de la sardine: | 23 |
| IV. | Chapitre III : Matériel et méthodes..... | 25 |
| 1 | L'échantillonnage:..... | 25 |
| 1.1 | Choix des sites:..... | 25 |
| 1.2 | Le choix de l'espèce « Sardine »:..... | 26 |
| 1.3 | Choix des métaux à analyser : | 26 |
| 1.4 | Récolte des échantillons : | 26 |
| 1.5 | Analyses statistiques:..... | 33 |
| V. | Chapitre IV : Résultats et Discussions..... | 34 |
| 1 | Les résultats :..... | 34 |
| 1.1 | Evaluation des teneurs métalliques moyennes chez <i>Sardina pilchardus</i> au niveau des deux sites d'étude:..... | 35 |
| 1.2 | Comparaison des teneurs moyennes en métaux lourds avec les DMA : | 38 |
| 2 | Discussion : | 46 |
| VI. | Conclusion :..... | 49 |
| | REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES | 50 |
| | ANNEXE : | 53 |

Introduction

I. Introduction :

Le poisson est une richesse importante de protéines animales. 150 g de poisson peut fournir environ 60% des besoins protéiques journaliers d'un adulte. En 2010, le poisson a représenté 16.7% de l'apport en protéines animales de la population mondiale et 6.5% de toutes les protéines consommées (**FAO, 2014**).

L'espace marin constitue une immense réserve de ressources énergétiques, minérales et biologiques qui est à la base de l'alimentation de l'immense majorité de la population mondiale. Cependant, cet espace ne cesse d'être menacé par différentes sources de pollutions qui risquent de diminuer ses potentialités économiques et d'avoir des répercussions néfastes sur la santé humaine.

Le milieu marin méditerranéen est particulièrement exposé au déversement de déchets agricoles, de particules en suspension dans l'air et d'eaux de ruissèlements chargées d'agents pathogènes, de métaux lourds, de matières organiques polluantes, d'huiles et de substances radioactives (**Mersaud,2005**).

L'Algérie est un pays méditerranéen qui se développe de jour en jour économiquement et industriellement, la source d'énergie de notre pays n'est autre que le pétrole et ses dérivés, en effet, les activités pétrolières et ses produits dérivés ne sont qu'une cause parmi tant d'autres (rejets urbains, agricoles et autres rejets industriels) de la pollution du littoral algérien (**Bensahla talet,2001**).

La pollution par les métaux lourds, comme toutes les autres pollutions (pesticides, organochlorés, organophosphorés, d'hydrocarbures pétroliers, déchets nucléaires) 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**), Les métaux qui sont transférés à travers le milieu aquatique aux poissons, aux hommes et autres animaux piscivores, peuvent avoir des impacts sur l'environnement et la santé humaine.

Notre travail consiste en la recherche et la quantification de six métaux lourds (Cuivre « Cu », Cadmium « Cd », Plomb « Pb », Fer « Fe », Nickel « Ni » et Zinc « Zn ») au niveau du filet d'une espèce de poisson ; la Sardine « *Sardina pilchardus* » procurée de deux pêcheries du Nord-Ouest du littoral algérien, à savoir le port de Ghazaouet (Wilaya de Tlemcen) et le port de Béni saf (Wilaya d'Aïn Témouchent). Voir s'il y'a ou non une bioaccumulation et par la suite procéder à une comparaison entre ces deux provenances.

En ce qui concerne le matériel biologique qui a été choisi, à savoir les poissons, du moment qu'ils constituent un des maillons de la chaîne alimentaire, ils sont donc récepteurs de toutes contaminations qui seront dangereuses pour l'homme et qu'elles sont considérées comme aliment de choix pour de nombreuses populations côtières.

Les prélèvements ont été réalisés pendant les mois de Février et Mars 2018, les échantillons ont subi une minéralisation puis une analyse par spectrophotométrie d'absorption atomique avec flamme (SAAF). Tous les résultats obtenus par dosage au SAAF sont traités statistiquement par le test de Student.

Le présent manuscrit comporte quatre chapitres :

- ✚ Le premier est une synthèse bibliographique regroupant la pollution marine en général et métallique en particulier.
- ✚ Le deuxième chapitre est une présentation des zones d'étude, de leurs caractéristiques et des généralités sur l'espèce étudiée.
- ✚ Dans le troisième chapitre nous avons décrit le matériel utilisé où il a été mentionné le protocole expérimental
- ✚ Le quatrième et dernier chapitre est essentiellement réservé aux résultats obtenus et à leurs interprétations.

Enfin ce travail est achevé par une conclusion générale.

II. Chapitre I : Pollution marine en général et métallique en particulier

1 Généralités sur la pollution :

Le terme de pollution a de nombreuses acceptions et qualifie un ensemble d'actions très diverses qui, d'une façon ou d'une autre, dégradent l'environnement (**Pierre, 2000**). Selon **Ramade (1999)**, la pollution se définit comme « un changement défavorable de l'environnement dû à l'action humaine qui provoque une modification des flux de l'énergie, des niveaux de radiations, de la constitution physico-chimique ou microbiologique du milieu naturel ».

2 Pollution marine :

La pollution marine a été définie par la Commission Océanographique Internationale de l'UNESCO comme étant : « l'introduction par l'homme, directement ou indirectement, de substances ou d'énergie dans l'environnement marin pouvant entraîner des effets délétères, tels que dommages aux ressources biologiques, dangers pour la santé humaine, entraves aux activités maritimes, y compris les pêcheries, détérioration des qualités de l'eau de mer pour son utilisation et réduction des possibilités dans le domaine des loisirs ».

3 Métaux lourds :

3.1 Généralité sur les métaux lourds :

Les métaux lourds sont présents dans tous les compartiments de l'environnement, retrouvés dans l'eau sous forme dissoute, particulière ou complexée, mais en général en quantités très faibles, ils sont absorbés ou adsorbés par les sédiments ou transformés par les bactéries.

Les métaux lourds sont présents aussi dans l'environnement sous forme de traces (mercure, plomb, cadmium, cuivre, zinc, cobalt, nickel, manganèse...) (**Miquel, 2001**).

Les éléments sont dits traces lorsque leur concentration est inférieure à un pour mille dans la croûte terrestre, ou 0,1 pour mille dans les êtres vivants (<100 mg/kg matière sèche).

(**Ruhling et Stiennes, 1998**).

Les métaux lourds sont les éléments métalliques naturels dont la masse volumique dépasse 5 g/cm³. Les plus dangereux et les plus répandus sont: le mercure, le cadmium, le chrome, le plomb (**Clunle et Liendricks, 1995**).

Ces polluants sont dotés de propriétés chimiques particulières qui leur confèrent une toxicité aussi bien vis-à-vis de l'être humain qu'à l'égard des organismes vivants du règne animal et végétal (**INRA, 1995**).

Quant aux leurs rôles biologiques au niveau de l'organisme, ils peuvent être classés en 2 groupes distincts:

- ✚ les métaux essentiels ou oligo-éléments, tous les métaux qui ont une utilité dans les processus biologiques et présentent un rôle biologique dans l'organisme, certains sont même indispensables à la vie (le fer, le cuivre, le zinc, le cobalt, le nickel, vanadium, le chrome, manganèse, molybdène, sélénium et étain), ce sont des métaux à masse atomique moins élevée mais qui deviennent vite toxiques quand leurs concentrations augmentent. Selon **Regoli et al (1998)**, ces éléments rentrent dans les réactions biochimiques de la matière vivante et ont ainsi un rôle nutritionnel.

Ces éléments essentiels indispensables remplissant des fonctions vitales pour les êtres vivants du point de vue nutritif et constitutionnel de ces organismes car ils entrent dans la constitution d'enzymes.

- ✚ les métaux non-essentiels ou métaux toxiques sans intérêt biologique pour les organismes, ne rentrent pas dans les processus métaboliques, présentent une certaine toxicité pour l'homme, entraînent notamment des lésions neurologiques plus ou moins graves, ingérés à des doses infimes, ils sont toxiques tels que le plomb, mercure, cadmium, ect....

Ils provoquent une désorganisation au niveau cellulaire, car ils exercent souvent leur nocivité par l'inhibition du système enzymatique (**Viala, 1998**).

En général, pour tout type de métal soit-il, essentiel ou non essentiel, devient toxique au-delà du seuil limite spécifique à chacun d'eux (**Taguine, 1989**).

3.2 Sources de métaux lourds :

✓ Sources naturelles:

Les métaux se trouvent dans tous les écosystèmes naturels et à tous les niveaux, dans le milieu aquatique (Peau salée et l'eau douce), dans les roches et chez la communauté animale et végétale.

Parmi les importantes sources naturelles: citons les activités sismiques et volcaniques, l'érosion, les incendies de forêts, les rivières et les fleuves, le lessivage des sols côtiers et l'altération des continents.

✓ Sources anthropiques:

Il existe trois sources principales de métaux lourds:

- apports d'origine agricole (amendements organiques, engrais minéraux, pesticides),
- résidus industriels et urbains,
- retombées atmosphériques (**Duchaufour, 1997**).

Selon **Grousset et Donard (1989)**, ces métaux, se trouvant sous formes dissoutes et particulières, sont assimilés par les organismes marins. Il représente un danger plus important que les rejets d'hydrocarbures ou mêmes d'éléments radioactifs.

3.3 Bioaccumulation et bioconcentration:

Phénomène par lequel une substance, présente dans un biotope, pénètre dans un organisme, même si elle n'a aucun rôle métabolique (**Ramade, 2000**).

Certains organismes peuvent, en effet, absorber des polluants présents dans le milieu, comme les métaux lourds, et les accumuler dans certains tissus ou certains organes, à des concentrations parfois bien supérieures à celles observées dans le milieu extérieur. Les organismes ayant concentré des polluants entrent ensuite dans la chaîne trophique. Si le produit n'est pas dégradé ou éliminé, il va se concentrer de plus en plus à chaque niveau de la chaîne trophique.

La bioamplification est le phénomène par lequel une substance naturelle ou un contaminant présent dans le biotope connaît un accroissement de sa concentration au fur et à mesure qu'il circule dans les êtres vivants d'une même chaîne alimentaire. (**Ramade, 2000**).

En effet, à l'inverse des polluants organiques, les métaux lourds sont peu métabolisés. Ils peuvent donc être transférés dans le réseau trophique et accumulés dans la matière vivante. **(Duquesne, 1992)**.

4 Les métaux étudiés :

4.1 Le zinc (Zn) :

Le zinc est un élément métallique bleuâtre de symbole Zn. Il est de numéro atomique 30, insoluble dans l'alcool et les acides, il est extrêmement fragile aux températures ordinaires, mais devient malléable entre 120 et 150°C, il fond vers 420°C, à une densité de 7.14 **(Rodjier, 1996)**.

Le zinc se trouve généralement dans la nature sous forme de sulfure. Il est souvent associé avec des sulfures des métaux particulièrement le plomb, le cuivre, le cadmium et le fer.

D'après **Kemmer (1984)** et **Rodier (1996)**, ce métal est d'une solubilité très basse dans les eaux naturelles. Sa présence est plus importante dans les eaux de surface à pH faible, et lorsqu'elle est rattachée aux activités industrielles.

Le zinc est indispensable au métabolisme des êtres vivants (oligo-éléments), en particulier comme coenzyme **(Casas, 2005)**. Il assure le bon fonctionnement de plus de 200 enzymes de l'organisme.

Il intervient au niveau de la croissance, du développement osseux et cérébral, de la reproduction, du développement fœtal, du goût et de l'odorat, des fonctions immunitaires **(Nasinrc, 1989)**.

Le zinc est présent naturellement dans l'air, l'eau et le sol. Il entre naturellement dans l'atmosphère à partir du transport par le vent de particules du sol, des éruptions volcaniques, des feux de forêts et d'émission d'aérosols marins.

Les apports anthropiques de zinc résultent des sources minières industrielles (traitement de minerai, raffinage, galvanisation du fer, gouttière de toitures, piles électriques, pigments, matières plastiques, caoutchouc), des épandages agricoles (alimentation animaux, lisiers) et des activités urbaines (trafic routier, incinération, ordures) **(Casas, 2005)**.

Pour la vie aquatique, le zinc présente une toxicité aiguë sur la plupart des organismes à partir de quelque mg/l **(Gaujous, 1995)**. Il inhibe la photosynthèse des plantes vertes, du phytoplancton et des algues macrophytes, à partir d'une concentration dans l'environnement variable selon l'espèce considérée. Il ralentit la croissance des végétaux dans les sols où il se

rencontre en excès (**Ramade, 2000**). Il provoque diverses lésions tissulaires, en particulier chez les invertébrés aquatiques et chez les poissons. Il retarde également la croissance et perturbe la reproduction de ces derniers (**Ramade, 2000**).

Les besoins pour l'organisme humain sont de 15 mg/j, nécessaires à l'activité d'enzymes. L'organisme d'un homme de 70 kg contient de 2 à 3 g de zinc (**Chiffolleau, 2001**).

4.2 Le cuivre (Cu) :

Le cuivre est un métal rouge bleuâtre, ductile et malléable. Élément chimique métallique de symbole Cu, de numéro atomique 29, fond vers 1038°C et possède une densité de 8,9.

Les teneurs naturelles en cuivre dans l'eau de mer sont d'environ 50 mg/l (**Gaujous, 1995**). La valeur limite du cuivre dans l'eau de mer selon la Communauté Européenne est d'environ 1 mg/l. (Ministère fédéral allemand de la coopération économique et du développement, 1955).

Le cuivre est un élément essentiel chez l'homme et l'animal. Il est impliqué dans de nombreuses voies métaboliques, notamment pour la formation d'hémoglobine. De plus, il est un cofacteur spécifique de nombreuses enzymes et métalloprotéines de structure intervenant dans un métabolisme oxydatif, la respiration cellulaire et la pigmentation (**OMS-LPCS, 1998**). Le cuivre peut être relâché dans l'environnement par des sources naturelles qui peuvent être, le transport par le vent des poussières de sol, les éruptions volcaniques, les décompositions végétales, les feux de forêts et les aérosols marins.

Les principales sources anthropiques sont l'industrie du cuivre et des métaux en général, l'industrie du bois, l'incinération d'ordures ménagères, la combustion de charbon, d'huile et d'essence et la fabrication de fertilisants (phosphate). Le milieu environnemental le plus exposé au cuivre est le sol: 97 % du cuivre libéré dans l'environnement s'y retrouve contre seulement 3 % dans les eaux et 0,04 % dans l'air (**ATSDR, 1990**).

Selon **Gaujous (1995)**, le cuivre diminue l'activité photosynthétique (utilisé comme algicide), provoque une altération des branchies de poissons, retarde la ponte des poissons. Il provoque aussi le verdissement des huîtres.

Dans les conditions normales, le cuivre ingéré est absorbé par l'estomac. La plus grande partie sera retenue par les tissus (90%) et accessoirement par les reins, la sueur et la salive. (**Houot et Tarallo, 1991**).

Une ingestion importante de cuivre provoque une gastro-entérite, une hépatite toxique (**Baruthio, 1991**). D'autres modifications dégénératives du foie apparaissent également chez l'animal (**Lauwerys, 1982**).

4.3 Le Fer (Fe) :

Elément métallique blanc argenté de symbole Fe et de numéro atomique 26, connu depuis les temps préhistoriques. Le fer pur a une densité comprise entre 4 et 5; il est mou, malléable et ductile. Il était utilisé dans la fabrication d'objets décoratifs et d'armes en tous genres.

Le fer est parmi les éléments métalliques les plus fréquemment rencontrés dans l'eau (**Bontoux, 1993**). Il provient de la lixiviation des terrains traversés, des minéraux argileux, et exclusivement des rejets industriels. (**Rodier, 1976**).

Corps biogène dont l'isotope le plus abondant est un oligo-élément indispensable à tous les êtres vivants. Associé à un noyau tétrapyrrolique, il intervient dans la constitution des molécules d'hémoglobines ainsi que de plusieurs enzymes en particulier des cytochromes dont le rôle est essentiel tant dans la respiration que dans la photosynthèse. (**Ramade, 2000**).

Elément le plus abondant dans la croûte terrestre, 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.

Il provient essentiellement des industries métallurgiques et minières (**Gaujoux, 1995**). Le fer élément essentiel de la nutrition humaine. Les besoins journaliers sont de 1 à 2 mg (**Ramade, 2000**). 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 (**Ramade, 2000**).

En milieu alcalin, il y a formation d'hydroxyde ferrique colloïdal qui peut se fixer sur les branchies des poissons; en milieu anaérobie, le sulfure ferreux donne une couleur noire (**Gaujoux, 1995**).

Elément indispensable à la photosynthèse et la respiration, qui peut être un facteur limitant de la production, pas de toxicité directe (**Gaujoux, 1995**).

4.4 Le plomb (Pb) :

C'est un élément chimique métallique, dont le corps simple est un métal gris bleuâtre, mou et ductile. Il est un mauvais conducteur d'électricité, très dense 11,34, fond à 328°C et bout à 1740°C. Il s'agit d'un métal lourd, très toxique pour les êtres vivants en particulier pour les vertébrés homéothermes (**Ramade, 2000**).

L'usage du plomb a été interdit dans l'essence dans certains pays tout au moins, les peintures, le sertissage des boîtes de conserves alimentaires et la vaisselle (**Bouguerra, 1997**).

Il est largement répandu à la surface du globe constitue près de 0,0147 en masse de la croûte terrestre. Dans les conditions naturelles, le plomb est émis dans l'atmosphère principalement par volcanisme (16. 10 1 tonnes/an) et dans une moindre mesure par l'érosion éolienne (5. 10 tonnes/an) (**Ramade, 2000**).

Les sources essentielles de plomb sont les fumées de fonderies et d'incinérateurs les canalisations d'eau, peinture, bacs de batteries, additifs pour essence, eaux de ruissellement des voies de circulation, industries pharmaceutiques, ateliers photographiques et télévision. Le plomb sera plus toxique lorsqu'il est pris avec l'eau de boisson, ce qui explique la gravité des intoxications d'origines hydrique.

Toxicité aigüe sur les organismes à partir de 0,1mg/l. Chez l'homme, c'est un poison cumulatif responsable de saturnisme: atteinte neurologique (fatigue, irritabilité, retard intellectuel chez les enfants), troubles rénaux, cardiovasculaires (**Gaujous, 1995**).

Sur les organismes marins à doses élevées, il agit sur la croissance des organismes et il détruit les globules rouges des poissons (**Dajoz, 1996**).

Le transport du plomb se fait par le biais du sang à tous les organes. Il est accumulé dans les tissus du corps, les os, le foie et les reins (**Belhadj, 1996**).

Chez les poissons, le plomb s'accumule le plus fortement dans les os et les dents (FRANK, 1992). Il s'accumule aussi dans le foie, les reins et en dernier dans les muscles avec des concentrations inférieures à 1 µg/g (P.S). Chez l'homme, les ions Pb²⁺ entrent en compétition avec Ca²⁺ dans la formation des os et peuvent aussi bloquer plusieurs enzymes (**Chiffolleau, 2001**).

4.5 Le nickel (Ni) :

Ce métal a été découvert en 1771, il est blanc généralement jaunâtre, brillant - inoxydable, dur et ferromagnétique, sa conductivité électrique est faible (**Ramade, 2000**). Dans l'environnement, le nickel existe sous forme inorganique, c'est un métal mobile dans les eaux naturelles et soluble surtout à des valeurs de pH élevées (**Mance et Yates, 1984, USPHS, 2000**).

Le nickel est souvent associé au Fe, Cu, Cr et Co dans les minerais de zinc. Il existe des minerais sulfurés (65 % de la production) avec une teneur en nickel de 0.7 à 3 %. et des minerais oxydés (35 % de la production) contenant 1 à 3 % de nickel (**Rodier, 1996**).

Le nickel n'existe qu'en faible proportion sur l'écorce terrestre, peu toxique à l'état naturel (**Sabra, 1998**).

Il a comme origine industrielle: traitement de surface, galvanoplastie (**Gaujous, 1995**).

Le nickel entre dans de nombreux alliages en raison de ses caractéristiques de dureté et de résistance à la corrosion (**Rodier, 1996**).

La toxicité humaine résulte généralement d'une prise très élevée de nickel (**USPHS, 2000**). 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 (**Ramade, 2000**).

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 (**Chiffolleau, 2001**). Une toxicité pour des doses de 1 mg/l est enregistrée chez les algues et les poissons (**Gaujous, 1995**).

4.6 Le cadmium (Cd) :

Le cadmium est un métal de symbole Cd, blanc brillant, ductile, malléable. Il est de numéro atomique 48, de densité de 8,65 dont le point de fusion s'élève à 321 °C et le point d'ébullition à 765°C. Le cadmium est un élément assez rare dans l'environnement, il se rencontre souvent associé au zinc (**Bontoux, 1993**).

Les concentrations dans l'eau de mer sont de l'ordre du microgramme par litre, du fait du processus de sédimentation sur le fond. Il se dissout dans les acides mais pas dans les bases. Il existe sous forme dissoute (sous forme d'ions Cd 2+); colloïdale (formation de colloïdes ou complexes organiques cadmiés CdCO₃); forme particulière (se concentre dans des particules minérales tels que les argiles et les oxydes et d'autres organiques (matière humique) (**Stumm et Wollast, 1990**).

Le cadmium est un poison cumulatif très toxique. Il inhibe la respiration cellulaire et un certain nombre de mécanismes enzymatiques fondamentaux (**Cousin, 1980**).

Le cadmium est un métal dangereux pour les organismes car il a une demi-vie biologique très longue (16 à 33 ans) qui se traduit par une accumulation dans les organes (**Guthrie et Perry, 1980**).

Le cadmium naturellement provient de l'altération géologique par les agents atmosphériques, ainsi que l'érosion et le lessivage de l'écorce terrestre qui libèrent et transportent le cadmium et d'autres oligo-éléments dans le milieu marin. Il provient aussi du volcanisme qui est un facteur d'injection dans l'atmosphère. Les agents des contaminations dus aux activités

humaines sont essentiellement les mines et les raffineries, les rejets industriels et les eaux usées urbaines, les engrais phosphatés et les insecticides (**Rodier, 1996**).

III. Chapitre II : Zones d'étude et espèce considérée

La superficie maritime sous juridiction nationale algérienne offre près de 9,5 millions d'hectares pour l'exercice de la pêche. L'Algérie dispose d'un littoral d'environ 1680 Km (**Chentouf, 2011**), de la frontière algéro-marocaine à l'Ouest à la frontière algéro-tunisienne à l'Est. Ce littoral est caractérisé par un plateau continental réduit à l'exception de la région de l'extrême Ouest (Ghazaouet, Béni Saf et Bouzedjar) (Figure. 6) et la région d'El Kala (wilaya d'El Tarf) à l'extrême Est.

Le littoral sud méditerranéen est constitué de 70% de falaises abruptes entrecoupées de promontoires rocheux avec des saillies et des caps, les 30% restants sont représentées par des plages sablonneuses bordées de cordons dunaires ou cadrées par des affleurements de roches éruptives (**Boutiba, 1992**). **Leclaire (1972)** a remarqué une variabilité dans la largeur de la bordure côtière sous-marine de l'Ouest-algérien car elle est de 10 km au large de Cap-Falcon et de près de 90 km dans le golfe de Ghazaouet et que le plateau continental Ouest-algérien est considéré comme le plus étroit de la Méditerranée (largeur moyenne de 7km).

Les fonds marins de l'ouest algérien sont de caractère argilo-silicieux du CapNoé jusqu'aux îles Habibas. **Maurin (1962)** a qualifié ces formations volcaniques de « Chandeliers » vu que ces dernières sont peuplées par des touffes de coraux à *Dendrophylltum* à une profondeur de 200 à 300 m de Ghazaouet et Rachgoun. Les flux d'eaux océaniques entrant par le détroit de Gibraltar sous forme de méandres associe son effet avec d'autres phénomènes complexes pour engendrer des « Upwellings » ou remontée des eaux profondes, d'où un apport en sels minéraux et éléments nutritifs qui permet le développement de phytoplancton et zooplancton, premier maillon de la chaîne trophique marine nécessaire au maintien d'un équilibre stable de cet écosystème (**Boutiba, 1998**).

1 Zone de Ghazaouet

A l'ouest du littoral algérien. La Wilaya de Tlemcen bénéficie d'une zone de pêche limitée par la frontière Algéro-marocaine (2°12'24 W et 35° 12'24 N) à l'ouest et par marsa agla

(1°38'24 W et 35°52'4 N) à l'Est. Elle s'étend vers le Nord sur 200 milles environ. La pêche s'exerce sur un plan d'eau de 2000 Km² de surface. (Leclaire, 1972).

Le golfe de Ghazaouet présente un trait morphologique identique à celui du plateau méditerranéen du Maroc, très homogène d'aspect, avec une largeur de 15 Km en moyenne et présente trois zones différentes :

Une bordure littorale de 0 à 50m de pente plus forte que la plate-forme continentale qui lui fait suite de 50 à 150 m. Cette dernière est limitée à son tour vers le large par le rebord continental nettement dessiné qui descend au-dessous de 2000 m sur un glacis de faible déclivité formant le début de la pente continentale, l'extension de cette bordure sous-marine est très variable et peut aller jusqu'à 90 Km pour atteindre la pleine abyssale à l'isobathe 2000-2500 m (Ros Felder, 1955 in Leclaire, 1972). La bordure littorale peut être abrupte même sub-verticale, tandis que la plateforme continentale est exceptionnellement plane en pente très douce.

Une caractéristique très nette qui marque le pré continent marocain du golfe de Ghazaouet, la continuité du plateau continental et la pente, malgré la liaison continue des terres émergées des deux pays, se distingue au-delà du cap Milonia.

A l'est du golfe une zone de transition, où l'on assiste à la différenciation des unités topographiques du pré continent.

En résumé, les traits morphologiques de la méditerranée Ouest présentent des caractères en commun qui les différencient des autres pré continents méditerranéens tels, la particularité de l'importance relative du plateau et de la pente continentale, leur extension, leur pente et leur topographie qui sont variables :

- L'altitude du rebord continental qui dépasse rarement 150 m.
- La profondeur de la pleine abyssale dépassant rarement 3000 m.

✓ **Baty-sédimentologie :**

La rade de Ghazaouet, éloignée de la côte d'une distance comprise entre 25 et 35 milles est une rade à fond de bonne tenue, malgré la présence de place en place de véritables « chandeliers » volcanique recouverts à leur sommet de touffes de coraux, ils sont favorables

à la pêche et d'ailleurs intensément exploitées, ces zones rocheuses mises à part, ils sont entre 250 et 400 m recouverts de vases légèrement sableuses, au niveau de l'extrémité occidentale les bancs rocheux sont très fréquents, ce sont des formations d'origine volcaniques dont les pentes et les bords sont tapissés de madréporaires et dont le sommet généralement plat et recouvert de gravier ou sable grossier, les coraux forment autour de ces bancs de véritables barrières (fig .1). (Maurin, 1960)

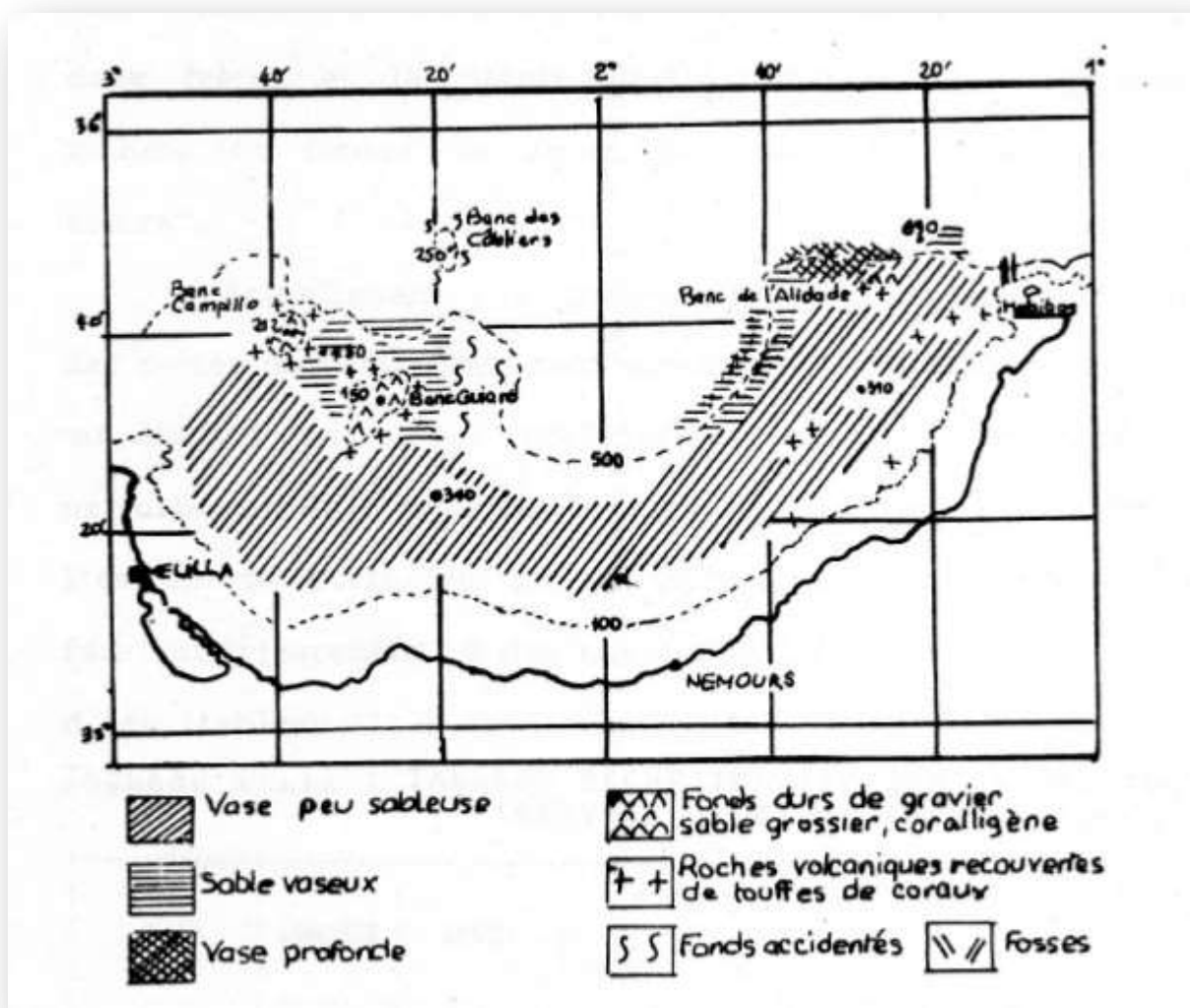


Figure 1: Carte des fonds de Ghazaouet au cap des trois fourches (d'après Maurin,1960)

Au niveau du port, un fond d'une anse sablonneuse, de 1300 m d'ouverture et 400 m de creux, au milieu de laquelle débouche un petit cours d'eau appelé oued Ghazouanah à débit très faible.

A 300 m au large de la pointe Ouest et vers le Nord se situent deux rochers très pittoresques aiguillés complètement accolés « les deux frères » s'élevant verticalement jusqu'à 24 m, entre « les deux frères » et la pointe Ouest à 100 m se trouvent deux autres rochers en formes de tables rasantes à 5 m de hauteur « les deux sœurs ».

2 Zone de Béni saf

La commune de Béni-Saf appartient au littoral Ouest de la Wilaya de Ain Témouchent, elle couvre une superficie de 61,62 Km² soit 6 162 Ha, entre les coordonnées Lambert : X1=1° 18' Ouest X2 = 1° 28' Ouest de longitude. Y1= 35° 14' Nord Y2= 35° 19' Nord de latitude.

Elle est partagée entre la frontière avec la commune de Sidi Safi à l'Est et la commune d'Emir Abdel Kader au Sud et l'Oued Tafna à l'Ouest et la mer Méditerranéenne au Nord. (**Merioua. 2014**)

2.1 Relief et réseau hydrographique :

La région de Béni-Saf est caractérisée par deux types de reliefs :

- ✓ Le massif de Béni saf qui culmine dans sa partie centrale à 409m au djebel Skhouana.
- ✓ La vallée de la Tafna, sur sa rive droite, qui s'étend sur l'extrémité occidentale la commune de Beni-saf ; avec une altitude inférieure à 30 m, sa topographie est relativement plane. Elle est constituée de sols fertiles d'apport alluvial et ne présente pas de problèmes d'érosion en dehors du sapement des berges de l'oued Tafna (**A.N.A.T, 1994**).

Dans la région de Béni-Saf nous avons deux types de réseaux hydrographiques :

- Le réseau hydrographique temporaire : ce type de réseau est dense et sec pendant l'été, son intensité augmente en fonction du temps. C'est un agent direct d'érosion.

Ce type de réseau se trouve à travers toute la région, il aboutit soit à la plage du puit (Béni saf), soit à la plage de Sidi Boucif. Les deux cours, les plus importants de ce réseau, se détachent, le premier Oued El Attech, au sud du massif, prend une direction Est-Ouest pour rejoindre la Tafna dont il est un confluent et le second Oued Chaabat Dalia, est une branche de l'Oued Sidi Djeloul, à l'Est de la commune.

La ville de Béni Saf constitue un exutoire d'un ensemble géographique à relief très accidenté où le réseau orographique est fortement densifié. Parmi ces cours d'eau on note : La confluence d'Oued Boudali et Oued Ansar drainant la partie Est vers Sidi Safi. Les Oueds de Saf Saf, Benhassini et Segla drainant la partie sud de Béni Saf. Les Oueds, Midah et Chelel drainant la partie Ouest de la ville. (A.NA.T, 1994).

- Le réseau hydrographique permanent : ce type de réseau ne s'assèche pas durant la saison estivale. Il est présenté dans la région par le seul cours d'eau important, qui prend naissance dans les monts de Tlemcen, à partir des sources d'Ain Taga et Ghar Boumaaza, leur cours d'eau parcourt 177 km et se jette à la plage de Rechgoun. La Tafna draine le ruissellement d'un bassin versant de 7165 km². Son écoulement est permanent et ne connaît pas d'étiage. Cette ressource superficielle constitue la principale source en eau potable de la ville d'Ain Temouchent et les Agglomérations avoisinantes, après traitement dans une station construite sur sa rive. Ainsi une partie de cette ressource est destinée à l'irrigation des vergers et des cultures maraîchères se trouvant dans la vallée de la Tafna (A.NA.T, 1994).

2.2 Exposition :

L'exposition joue un rôle important dans la répartition des végétaux. Les versants tournés vers le Nord (en face de la mer) sont en général plus humides et moyennement ensoleillés, tandis que les versants dirigés vers le Sud sont plus ou moins secs. (Merioua, 2014)

Le climat méditerranéen est également défini comme un climat extra-tropical à photopériodismes saisonnier et quotidien, à pluviosité concentrée durant les saisons froides, l'été, saison plus chaude, étant plus sec (EMBERGER, 1955).

Le climat de Beni-Saf est dit tempéré chaud. L'été, à Beni-Saf, les pluies sont moins importantes qu'elles ne le sont en hiver. Selon la classification de Köppen-Geiger, le climat est de type Csa (climat semi-aride). La température moyenne annuelle à Beni Saf est de 18.0 °C. Les précipitations annuelles moyennes sont de 401 mm.

3 Matériel biologique : *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792)

3.1 Position systématique :

La sardine appartient à un groupe taxonomique complexe qui regroupe les Poissons pélagiques marins ou dulçaquicoles comme les aloses, les harengs (**Lavoué et al, 2007**).

Dans le genre *Sardina*, il n'existe qu'une seule espèce, *Sardina pilchardus* (**Walbaum, 1792**), ou sardine européenne. Cette position systématique est celle adoptée par **Fischer et al, (1987)**.

Embranchement : Chordés

S/Embranchement : Vertébrés

Super -classe : Ostéichtyens (poissons osseux)

Classe : Actinoptérygiens

Super-ordre : Téléostéens

Ordre : Clupéiformes

Sous –ordre : Clupéoidés

Famille : Clupéidés

Genre : *Sardina*

Espèce : *Sardina pilchardus*. (**Walbaum, 1792**).

3.2 Noms vernaculaires :

Les noms FAO attribués à cette espèce sont : (**Davidson, 2002**)

Algérie : Sardine.

Angleterre : European pilchard ; sardine (petite), pilchard (adulte)

Espagne : *Sardina europea*

France : Sardine commune

Grèce : sardèlla

Italie : sardina

Tunisie : sardina

Turquie : sardalya

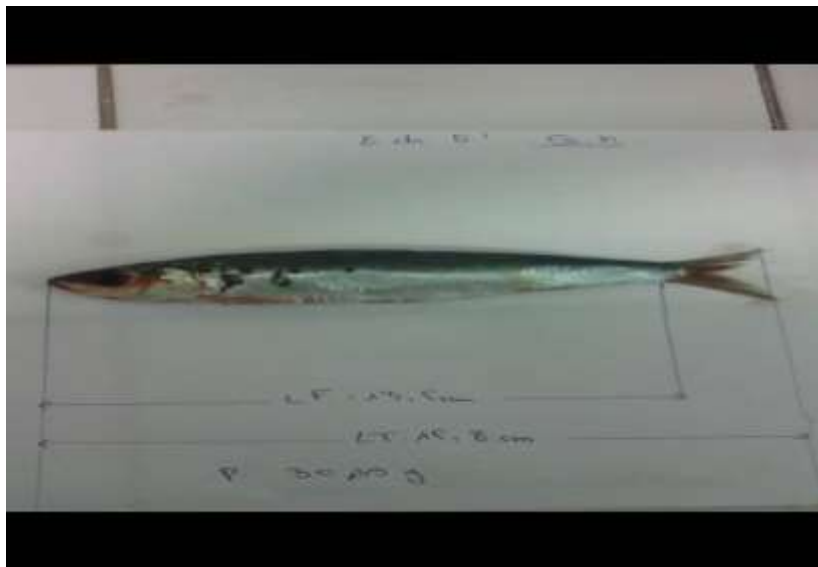


Figure 2:Photo de la sardine *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1972)

3.3 Description de la sardine :

Sardina pilchardus, se présente comme un poisson ayant un corps élancé, de section ovale, une série de scutelles sur le profil ventral, mais ne formant pas de carène très aigüe.

Mâchoires subégales ; partie inférieure de l'opercule avec 3-5 stries rayonnantes très marquées, bord postérieur de la fente operculaire sans excroissances charnues ; 44-106 (44-68 en Méditerranée) branchiospines sur la partie inférieure du premier arc branchial. Origine de la nageoire dorsale un peu en avant du milieu du corps ; anale très en arrière de la dorsale, les deux derniers rayons nettement plus longs que les autres ; pelviennes à 8 rayons, insérés sous la base de la nageoire dorsale.

La coloration : dos vert ou olive ; flancs dorés devenant blanc argenté sur le ventre ; une série de taches sombres sur le haut des flancs, avec parfois une deuxième ou même une troisième rangée au-dessous (FAO, 1987).

3.4 Différences avec les espèces les plus similaires de la région :

Tous les clupéidés dans notre région d'étude sont facilement distingués de *Sardina pilchardus* par leur corps élancé, leurs parties inférieures de l'opercule striés et par la série de taches sur le haut des flancs.

3.5 Biologie et habitat :

La sardine, *Sardina pilchardus*, est un poisson subtropical, erratique, grégaire, toujours à la recherche d'eau chaude et salée. pélagique qui vit entre la surface et le fond dans les eaux côtières jusqu'à 120 m de profondeur, elle est habituellement trouvée dans les zones aux profondeurs de 25 à 55m, ou même 100 m pendant le jour, et la hausse 10 à 35 m la nuit (Michael, 2011). La sardine vit en bancs parfois importants, près de la surface la nuit et plus en profondeur le jour, les bancs peuvent être composés d'individus d'âge et de sexes différents mais de tailles équivalentes (Cury *et al*, 2000), sa taille moyenne est de 10- 20 cm, avec une taille maximale de 25 cm à 15 ans. (FAO, 1987), Elle est moins abondante sur les côtes les plus septentrionales (Heloin, 2004), les individus les plus âgés vivent plus au large que les jeunes (Mouhoub, 1986), ils se rapprochent de la côte pour frayer, souvent associés à la *Sardinella aurita* (Dieuzeid *et al*, 1959).

Les sardines se nourrissent de zooplancton, principalement de copépodes, cladocères, larves de crustacés, *euphaucidae* (krill) et le phytoplancton. Ce dernier, représenté entre autres par des Diatomées, est surtout abondant dans les contenus stomacaux des larves et des jeunes individus (Varela *et al*, 1988 ; Garrido *et al*, 2006).

La maturité sexuelle est atteinte lorsque le poisson mesure entre 10 cm et 20 cm, en fonction du groupe concerné. La période de reproduction est très étalée dans le temps, elle atteint un

maximum au printemps, décline ensuite pour reprendre en automne et en hiver (**Monfort et Vallet, 2008**).

Les périodes de pontes varient selon la répartition géographique, elle pend de juin à août tout au sud de la mer du Nord, en avril dans la Manche, de février à avril au Portugal et de mai à septembre dans la Méditerranée (**Muus et al, 2005**). En Méditerranée, la ponte se prolonge également sur 6 mois avec un maximum en hiver (**Abad et Giraldez, 1993 ; Ganias et al. 2007**). En méditerranée, la sardine est mature à 2 ans avec une taille de 12cm et meurt jeune, dépassant rarement 5 ans avec une taille moyenne de 16 cm (**Bedairia, 2011**)

La croissance de la sardine, *Sardina pilchardus*, varie selon les groupes. La taille de la sardine peut atteindre 27 cm dont 90 % est atteinte durant la première année de son cycle.

La croissance durant les années qui suivent est beaucoup plus faible malgré une longévité, qui peut aller jusqu'à 14 ans (**Chlaida, 2009**).

La sardine présente un cycle de vie qui se caractérise essentiellement par une croissance rapide, une durée de vie courte, une taille petite, une maturation rapide associée à une grande fécondité et une mortalité élevée surtout en phase larvaire (**Rochet, 2000 ; Rose et al, 2001**).

Elle vit sur le plateau continental à une profondeur maximale de 150 m. Sa présence est souvent associée à celle de l'anchois, *Engraulis encrasicolus* (**Chlaida, 2009**).

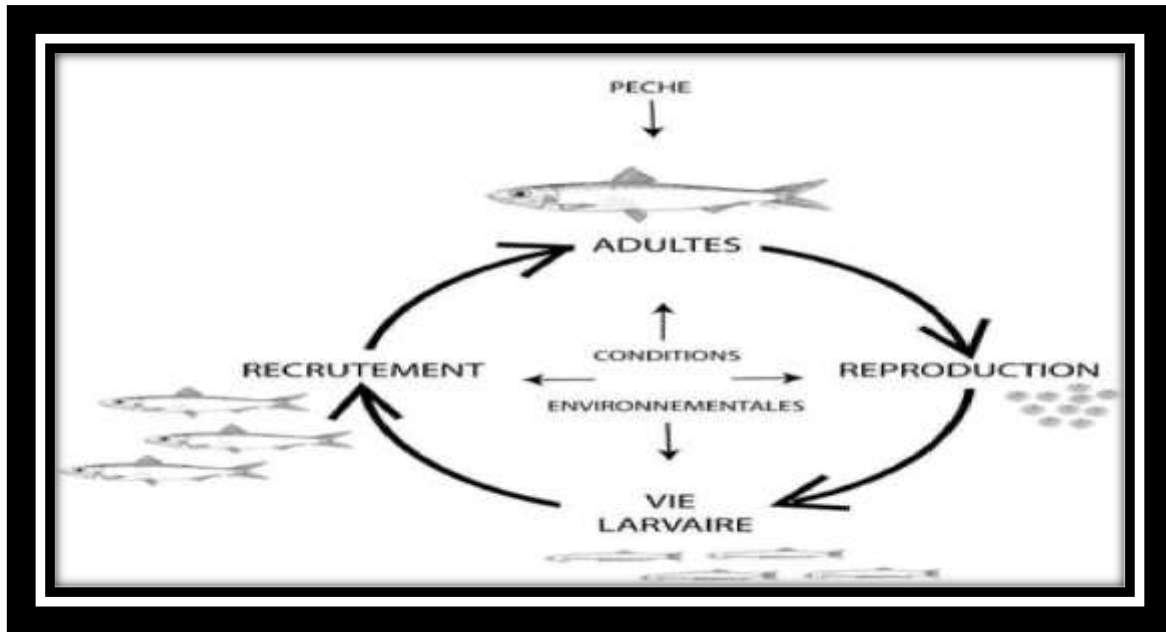


Figure 3 : Cycle de la sardine: *Sadina pilchardus*, et influence des différents paramètres sur les étapes du cycle de la vie (Chlaida, 2009)

3.6 Répartition géographique :

Cette espèce est commune dans toute la Méditerranée, la mer de Marmara, et la Mer Noire, comme elle est présente aussi dans les côtes de l'Atlantique nord oriental, d'Islande et la Mer du Nord, ainsi au sud à Bay de Gorée au Sénégal (**Michael, 2011**).

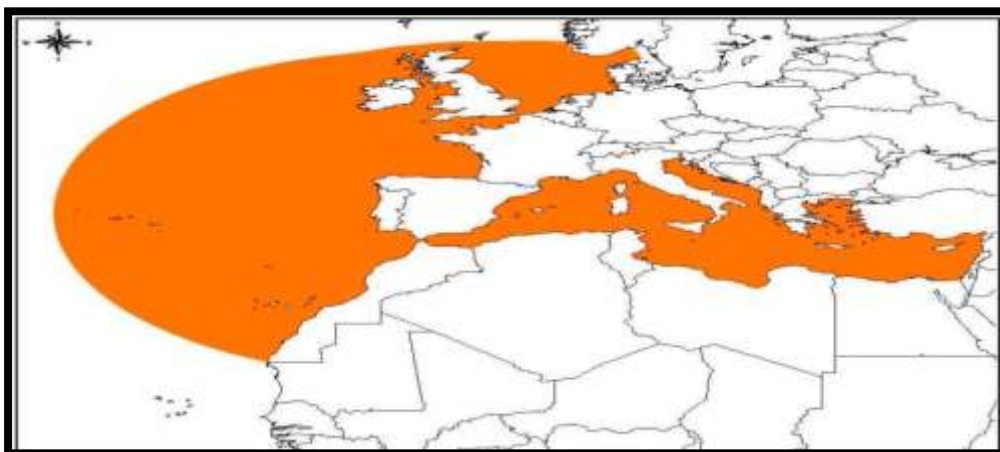


Figure 4: Carte de l'aire de répartition de la sardine européenne (Whitehead, 1985)

3.7 Situation mondiale de la pêche de la sardine :

La sardine, *Sardina pilchardus*, est concernée par la pêche semi-industrielle et artisanale. En 1983, la FAO montre qu'environ 243 650 t ont été pêchés et dont la répartition par pays se fait comme suit :

Tableau 1: Situation mondiale de la production de la sardine (FAO, 1987)

| Pays | Quantité en tonnes | % |
|--------------------|---------------------------|----------|
| France | 21000 | 15.91% |
| Algérie | 36000 | 27.27% |
| Yougoslavie | 35000 | 26.51% |
| Turquie | 14000 | 10.60% |
| Maroc | 13000 | 9.85% |
| Grèce | 13000 | 9.85% |
| Total | 132000 | 100% |

Le total des captures déclarées pour cette espèce selon la FAO (2013) durant l'année 1999 était de 901427 t. Les pays ayant les plus grosses prises sont le Maroc (429732 t) et l'Espagne (128 231 t).

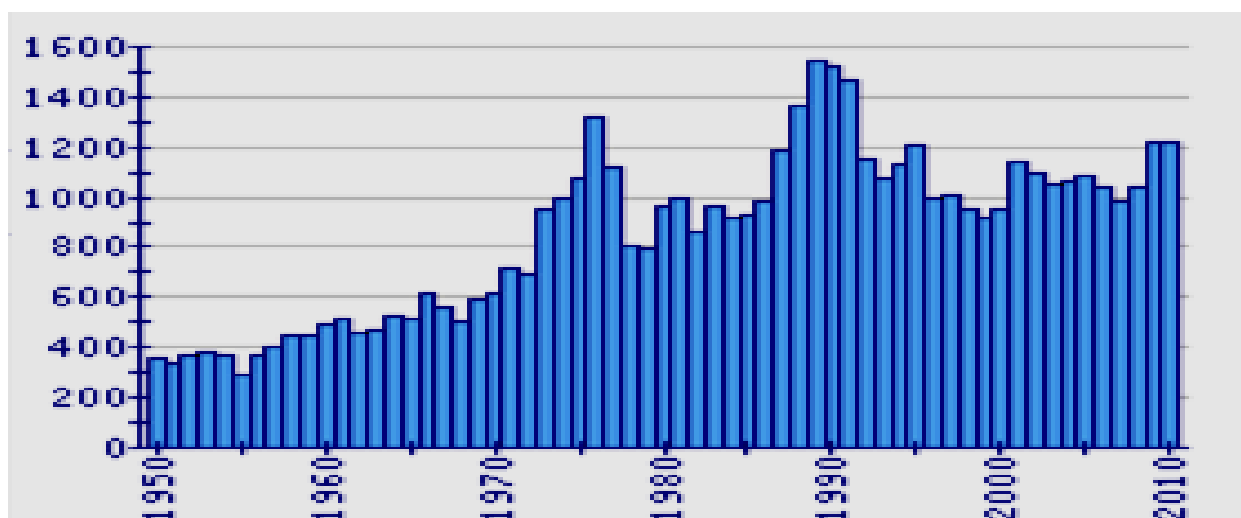


Figure 5: La production de la sardine en tonnes dans le monde durant la période 1950-2010 (FAO, 2013).

3.8 La pêche de la sardine:

Les poissons pélagiques constituent la plus grande part des captures marines mondiales, En méditerranée, les petits pélagiques (sardines, anchois, maquereaux, sparts et sardinelles) totalisent presque 50 % des débarquements totaux annuels de pêche (**Leonart et Maynou, 2003**). Parmi eux, l'anchois (*Engraulis encrasiclus*) et la sardine (*Sardina pilchardus*) sont les espèces les plus importantes en termes d'intérêt commercial et de biomasse (**Pinnegar et al. 2003;FAO, 2005**).

Les deux principaux métiers qui exploitent la sardine sont les senneurs et chaluts pélagiques. La pêche à la sardine est une activité influencée par les conditions hydrologiques et climatiques, car la température agit directement sur la localisation et la concentration des bancs de sardines et donc sur l'accessibilité aux flottilles de pêche (**Forest, 2001**).

Dans les côtes algériennes, la pêche est effectuée à environ 60 m de profondeur (**Bedairia et Djebbar, 2009**).

a- Les sennes coulissantes :

Les sennes coulissantes sont des grands filets rectangulaires que l'on suspend autour d'un banc de poissons, et dont on lie ensuite le bord inférieur, ou pied, il s'agit souvent de très grands

engins pouvant mesurer jusqu'à 500 m de longueurs et même plus, et s'étendre jusqu'à 150 m de profondeur, les sennes coulissantes sont des engins très efficaces (**Muus et al, 1998**).

b- Chaluts pélagiques :

Les chaluts permettent de pêcher en pleine mer dans les couches supérieures des eaux, ils sont habituellement constitués par quatre côtés à peu près identiques. Le filet de devant est à grandes mailles, le supérieur ne forme pas d'avancée, et sur les ailes les mailles sont souvent constituées de fils fins et plus résistants, qui répartissent les contraintes subies par le chalut dans les fils centraux, le câble supérieur est maintenu en haut des flots, et le câble inférieur n'est pourvu que d'une très légère protection (**Muus et al, 1998**).

IV. Chapitre III : Matériel et méthodes.

La présence de contaminants dans l'environnement marin pose la question de leur devenir dans les réseaux trophiques et finalement celle de l'exposition des consommateurs finaux, y compris l'homme, à telles substances potentiellement toxiques.

Lors de cette étude, on se propose d'étudier la bioaccumulation d'une famille de contaminants modèles, quelques métaux lourds chez une espèce de rang trophique élevé, la sardine (*Sardina pilchardus* ; Walbum, 1792).

1 L'échantillonnage:

1.1 Choix des sites:

Notre choix s'est porté sur les stations de Ghazaouet et de Béni saf parce qu'elles sont caractérisées par la présence d'activités industrielles ce qui a généré une augmentation considérable des rejets en mer, ce type de pollution influence la qualité des eaux marines en provoquant la dégradation des écosystèmes littoraux.



Figure 6: A gauche le port de Béni Saf (W.Ain Témouchent) et a droite celui de Ghazaouet (W.Tlemcen)

1.2 Le choix de l'espèce « Sardine »:

L'espèce de clupéidés *Sardina pilchardus* a été choisie en raison de sa valeur nutritionnelle, et de sa considération comme aliment très consommable pour de nombreuses populations. Nous nous sommes intéressés dans ce travail au filet (partie consommée par l'homme).

Ce poisson peut se retrouver dans nos assiettes car c'est un poisson très apprécié, il est donc indispensable de connaître l'état et le degré de sa contamination par les métaux lourds.

1.3 Choix des métaux à analyser :

Dans notre étude on s'intéresse à six éléments métalliques : Zinc, Cuivre, Cadmium, Plomb, Fer et Nickel. Ce choix a été motivé par la grande persistance dans l'environnement, leur faculté à s'accumuler dans les tissus adipeux des organismes vivants et se propager le long de la chaîne trophique, en plus de leur toxicité potentielle pour les écosystèmes et santé humaine, qui constitue une préoccupation mondiale (WHO, 2004;PNUE, 2005;FISC, 2006;CEE, 2011). Ainsi les contaminants ciblés dans notre travail, font l'objet d'un suivi dans plusieurs programmes de surveillance du milieu marin dont celui du MED POL (Mediterranean Action Plan / UNEP/FAO/WHO/IAEA, 1990) et du Laboratoire Eutrophisation et Bioaccumulation du Département Ecologie Côtière de la DEL (Loizeau & al. / IFREMER Brest, 2006).

1.4 Récolte des échantillons :

Notre échantillonnage pour les deux mois d'étude a été composé de dix individus de sardine *Sardina pilchardus* récupérés directement et simultanément aux ports de Ghazaouet et de Béni saf pendant les mois de Février et Mars, c'est une récolte fraîche du jour même, le matériel biologique prélevé est mis dans des sachets en plastiques et placés dans un congélateur en évitant toutes contamination métallique jusqu'à leur traitement au laboratoire.

a- Travail au laboratoire :

Le matériel utilisé dans nos expériences au laboratoire est composé de :

- Trousse de dissection
- Une balance de précision
- Une balance
- Une étuve ordinaire
- Four à moufle
- Boîtes de pétrie
- Verrerie (fioles, entonnoirs)
- Papier filtre

b- Traitement des matériaux avant usage:

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

- Avant toute manipulation du matériel biologique, tous les instruments doivent être nettoyés successivement avec des détergents, puis trempés dans l'eau acidulée (solution d'HNO₃) pendant une nuit et rincés à l'eau distillée.
- Les échantillons ont été disséqués à l'aide d'instruments inoxydables.
- La dissection était faite sur une paillasse propre, en portant des gants propres.
- Une fois chaque échantillon préparé, les instruments ont été systématiquement lavés.

c- Mensuration :

Une fois nos échantillons arrivés au laboratoire, ils vont subir d'abord, une mensuration.

Nous avons travaillé sur 10 individus. Nous avons mesuré le poids total qui correspond au poids du poisson à l'aide d'une balance, et les deux longueurs, à savoir la longueur totale (L.T.) et la longueur à la fourche (L.F.). +7

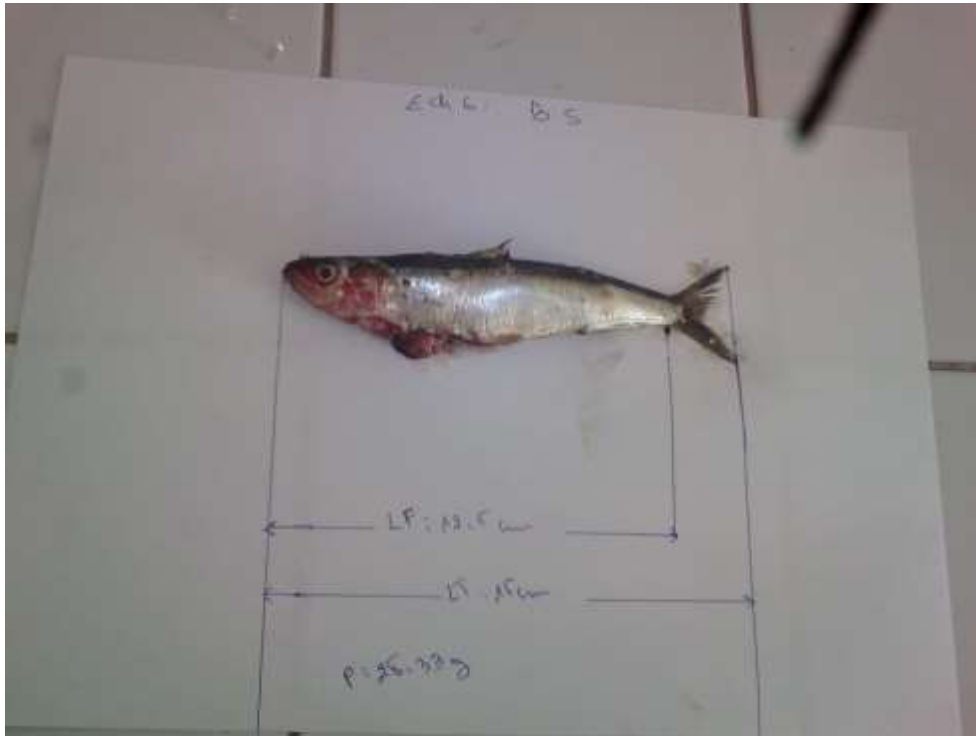


Figure 7: Menstruations : Poids - Longueur totale - Longueur à la fourche

d- Dissection :

Après avoir accompli toute les mensurations, nous avons procédé à la dissection de chaque individu, le poisson posé sur la planche de dissection et à l'aide d'une pince et des ciseaux on prélève 1g de filet. Ce dernier conservés dans les boites de pétri fermées et étiquetées (**figure 05**) à basse température jusqu'à la minéralisation.

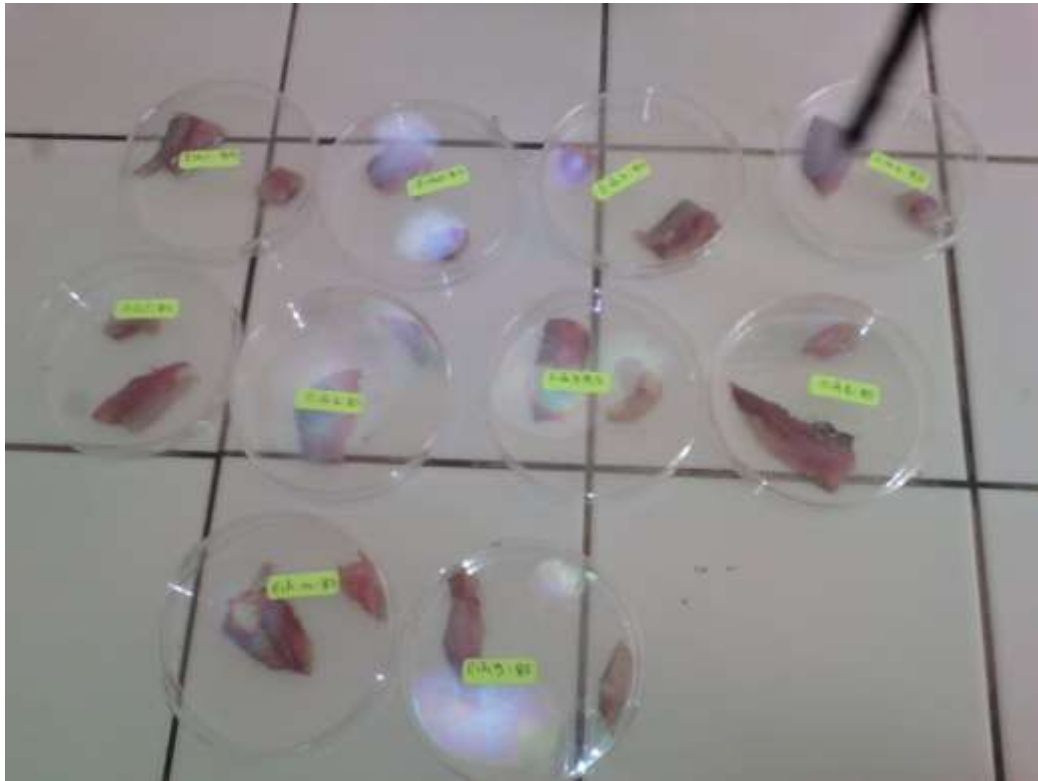


Figure 8 : Echantillons de Filets de Sardine

e- Minéralisation des échantillons :

- Principe de minéralisation :

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

- Protocole expérimental de la minéralisation des échantillons par voie sèche:

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

Le but de la minéralisation

- ✚ D'ioniser les métaux,
- ✚ D'assurer la concentration des métaux

Le protocole de minéralisation est le suivant :

- Séchage à l'étuve :

Après la décongélation des échantillons de filets ont été placés dans l'étuve à une température de 110°C pendant 3 heures.



Figure 9: L'étuve (photo personnelle)

- **Réduction en cendres:**

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

- **Filtration et mise en solution:**

Les cendres obtenues sont filtrées à l'aide d'un papier filtre .Le filtrat obtenu est ajusté à 25 ml par l'acide nitrique à 1% et conservé au frais dans des godets étiquetés (**figure 10**) jusqu'à l'analyse par la spectrophotométrie d'absorption atomique avec flamme.



Figure 10: Filtration et conservation des godets (photo personnelle)

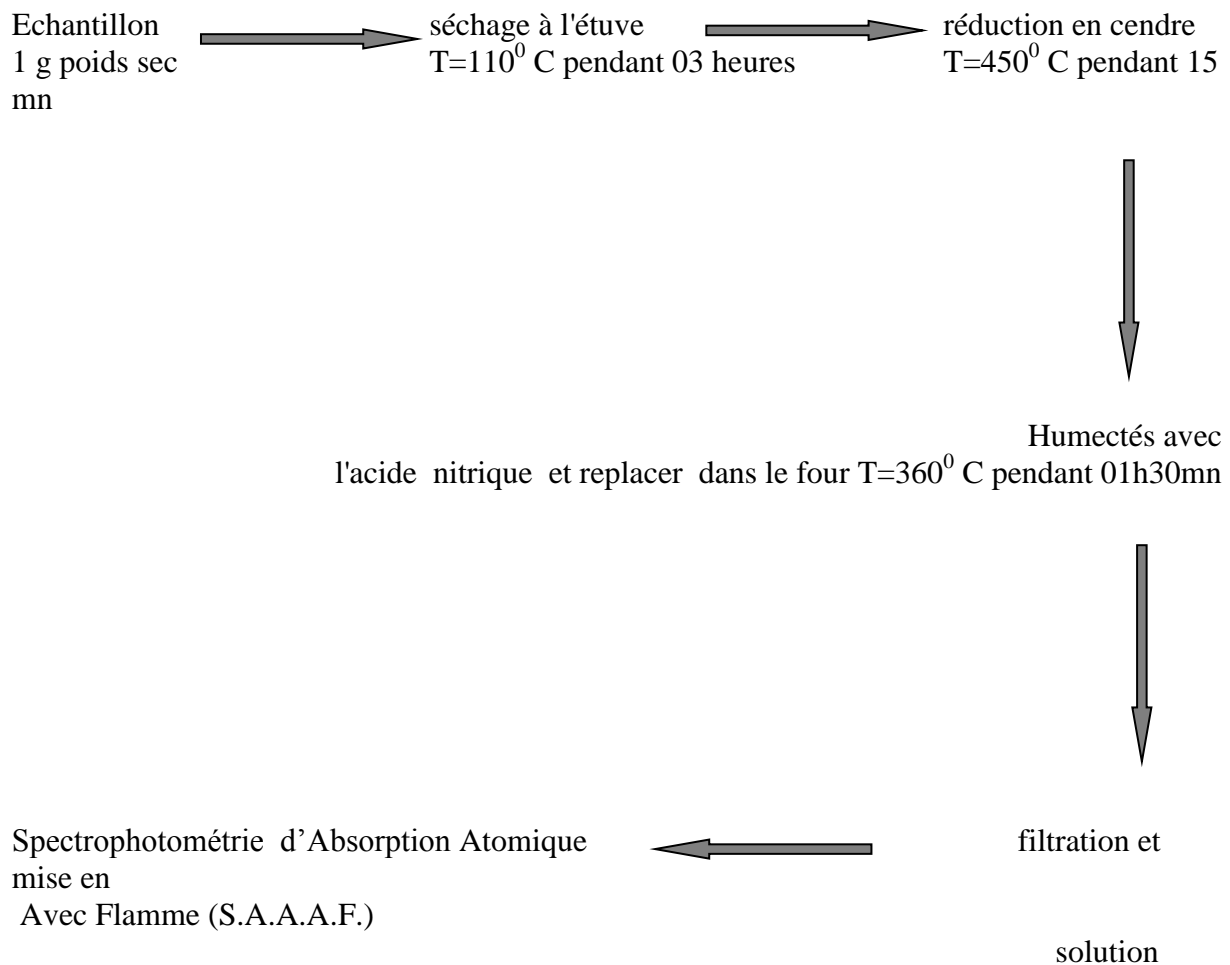


Figure 11: Protocole expérimental adopté dans la minéralisation d'un échantillon par voie sèche

f- Analyse par spectrophotométrie d'absorption atomique:

Le dosage des métaux est réalisé par la spectrophotométrie d'absorption atomique avec flamme (SAAAF). Cette méthode est appliquée pour les sédiments et pour le matériel biologique (Pinta et al, 1980).

Le dosage des métaux étudiés (Zn, Cd, Cu, Pb, Fe et Ni) a été réalisé par la spectrophotométrie d'absorption atomique à flamme (SAAAF). Cette analyse a été effectuée au niveau du laboratoire de contrôle de qualité (ALZING) de Ghazaouet.

- **Définition:**

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

- **Principe:**

Proposée par **WALSH en 1995**, la spectrophotométrie d'absorption atomique est une méthode d'analyse quantitative s'adressant essentiellement aux métaux. Elle est basée sur la propriété des atomes de l'élément qui peuvent absorber des radiations de longueur d'onde déterminée.

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

1.5 **Analyses statistiques:**

Dans ce travail nous avons utilisé pour l'analyse statistique de nos résultats le Test de Tuckey ou alors Test « T », qui est un test paramétrique qui compare la moyenne observée d'un échantillon statistique à une valeur fixée, ou encore la probabilité observée d'un caractère à une probabilité théorique.

Ce test est basé sur le calcul de la statistique μ (moyennes des échantillons). Les valeurs moyennes obtenues pour les deux sorties ont été comparées par des tests de comparaison de moyennes (test t de Tuckey).

V. Chapitre IV : Résultats et Discussions

1 Les résultats :

Les tableaux 1, 2, 3 et 4 représentent les valeurs des concentrations des métaux lourds (Zn, Cu, Pb, Cd, Fe et Ni) dans le filet de la sardine *Sardina pilchardus* pêchée au large des baies de Ghazaouet et Béni saf durant les deux mois d'étude. Toutes les analyses ont été réalisées par spectrophotométrie d'absorption atomique avec flamme (S.A.A.A.F).

Tableau 2: Analyse des échantillons de Béni Saf du mois de Février

| | Cd | Fe | Cu | Pb | Zn | Ni |
|----|--------|------|--------|-------|-------|-------|
| 1 | 0.068 | 0.57 | 0.014 | 0.004 | 0.57 | 0.028 |
| 2 | 0.012 | 0.68 | 0.018 | 0.018 | 0.004 | 0.033 |
| 3 | 0.064 | 0.37 | 0.019 | 0.008 | 0.63 | 0.025 |
| 4 | 0.033 | 0.34 | 0.013 | - | 0.47 | 0.022 |
| 5 | 0.0051 | 0.61 | 0.017 | - | 0.44 | 0.032 |
| 6 | 0.0077 | 0.47 | 0.015 | - | 0.37 | 0.031 |
| 7 | 0.04 | 0.49 | 0.025 | - | 0.63 | 0.033 |
| 8 | 0.0032 | 0.36 | 0.0073 | - | 0.37 | 0.026 |
| 9 | 0.0062 | 0.39 | 0.017 | 0.004 | 0.67 | 0.033 |
| 10 | 0.0045 | 0.48 | 0.028 | 0.004 | 0.46 | 0.036 |

Tableau 3: Analyse des échantillons de Béni Saf du mois de Mars

| | Cd | Fe | Cu | Pb | Zn | Ni |
|----|--------|-------|-------|-------|------|-------|
| 1 | 0.0016 | 0.49 | 0.015 | 0.012 | 0.59 | 0.034 |
| 2 | - | 0.4 | 0.015 | 0.012 | 0.58 | 0.025 |
| 3 | 0.0023 | 0.45 | 0.011 | 0.02 | 0.49 | 0.025 |
| 4 | 0.002 | 0.022 | 0.012 | 0.02 | 0.69 | 0.031 |
| 5 | 0.002 | 0.51 | 0.016 | 0.012 | 0.3 | 0.03 |
| 6 | 0.0024 | 0.77 | 0.019 | 0.02 | 0.43 | 0.035 |
| 7 | 0.003 | 0.32 | 0.019 | 0.34 | 0.31 | 0.03 |
| 8 | 0.0015 | 0.31 | 0.017 | 0.016 | 0.56 | 0.03 |
| 9 | 0.0024 | 0.4 | 0.018 | 0.032 | 0.57 | 0.031 |
| 10 | - | 0.29 | 0.016 | 0.012 | 0.35 | 0.025 |

Tableau 4: Analyse des échantillons de Ghazaouet du mois de Février

| | Cd | Fe | Cu | Pb | Zn | Ni |
|----|-------|------|-------|-------|------|-------|
| 1 | 0.013 | 0.69 | 0.029 | 0.056 | 0.52 | 0.026 |
| 2 | 0.012 | 0.49 | 0.021 | 0.056 | 0.31 | 0.021 |
| 3 | 0.024 | 1.00 | 0.026 | 0.048 | 0.52 | 0.032 |
| 4 | 0.032 | 0.46 | 0.02 | 0.056 | 0.56 | 0.025 |
| 5 | 0.013 | 0.75 | 0.021 | 0.052 | 0.42 | 0.031 |
| 6 | 0.014 | 0.51 | 0.025 | 0.06 | 0.5 | 0.031 |
| 7 | 0.011 | 0.97 | 0.029 | 0.068 | 0.77 | 0.03 |
| 8 | 0.01 | 0.45 | 0.026 | 0.064 | 0.24 | 0.022 |
| 9 | 0.011 | 0.68 | 0.019 | 0.052 | 0.35 | 0.028 |
| 10 | 0.015 | 0.34 | 0.031 | 0.048 | 0.3 | 0.025 |

Tableau 5: Analyse des échantillons de Ghazaouet du mois de Mars

| | Cd | Fe | Cu | Pb | Zn | Ni |
|----|--------|------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 0.0077 | 0.62 | 0.062 | 0.035 | 0.63 | 0.034 |
| 2 | 0.0051 | 0.34 | 0.03 | 0.02 | 0.27 | 0.026 |
| 3 | 0.0071 | 0.63 | 0.035 | 0.036 | 0.28 | 0.026 |
| 4 | 0.007 | 1.19 | 0.028 | 0.032 | 0.31 | 0.022 |
| 5 | 0.0067 | 0.37 | 0.027 | 0.04 | 0.32 | 0.018 |
| 6 | 0.0059 | 0.3 | 0.029 | 0.044 | 0.14 | 0.017 |
| 7 | 0.0066 | 0.24 | 0.03 | 0.032 | 0.18 | 0.019 |
| 8 | 0.0061 | 0.69 | 0.03 | - | 0.21 | 0.02 |
| 9 | 0.0063 | 0.28 | 0.029 | 0.028 | 0.2 | 0.02 |
| 10 | 0.0061 | 0.53 | 0.029 | 0.028 | 0.026 | 0.019 |

D'après les tableaux ci-dessus, on remarque une présence variable des six métaux au niveau du filet de la sardine.

Nous avons remarqué que le taux de concentration moyenne en Zinc et en Fer pendant les deux mois d'étude est supérieur aux autres métaux lourds, avec une concentration maximale atteinte 1.19mg/kg de Fer au niveau du site de Ghazaouet (mois de Mars).

1.1 Evaluation des teneurs métalliques moyennes chez *Sardina pilchardus* au niveau des deux sites d'étude:

La figure ci-dessous montre les résultats des analyses des éléments métalliques (**Cd, Fe, Cu, Pb, Zn et Ni**) obtenus à partir des échantillons analysés par spectrophotométrie d'absorption atomique avec flamme (SAAAF) au niveau du port de Béni saf.

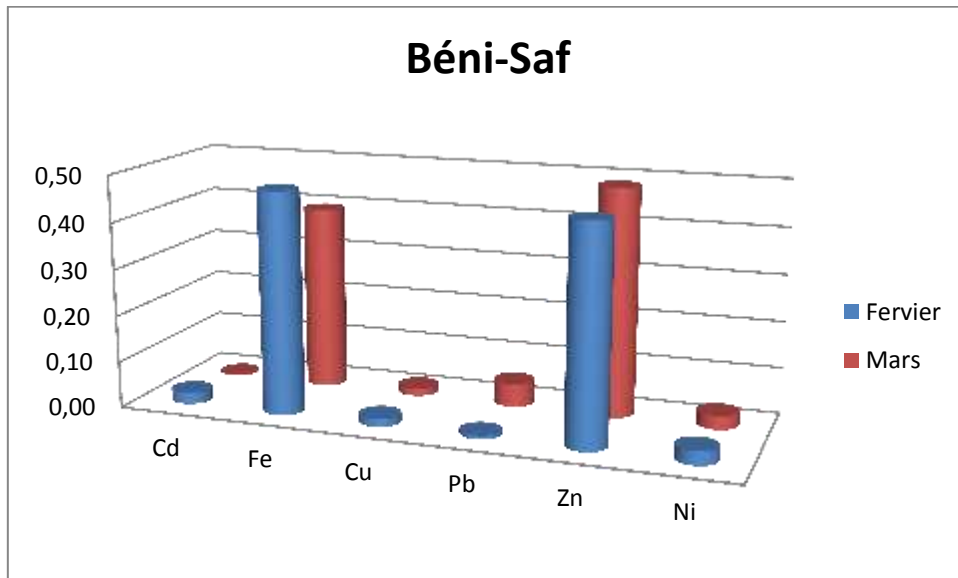


Figure 12: Evaluation des teneurs moyennes en métaux (Cd, Fe, Cu, Pb, Zn et Ni) en mg/kg chez la sardine pêchée à Béni Saf

La Figure 13 montre les résultats des analyses des éléments métalliques (Cd, Fe, Cu, Pb, Zn et Ni) obtenus à partir des échantillons analysé par spectrophotométrie d'absorption atomique avec flamme (SAAF) au niveau du port de Ghazaouet.

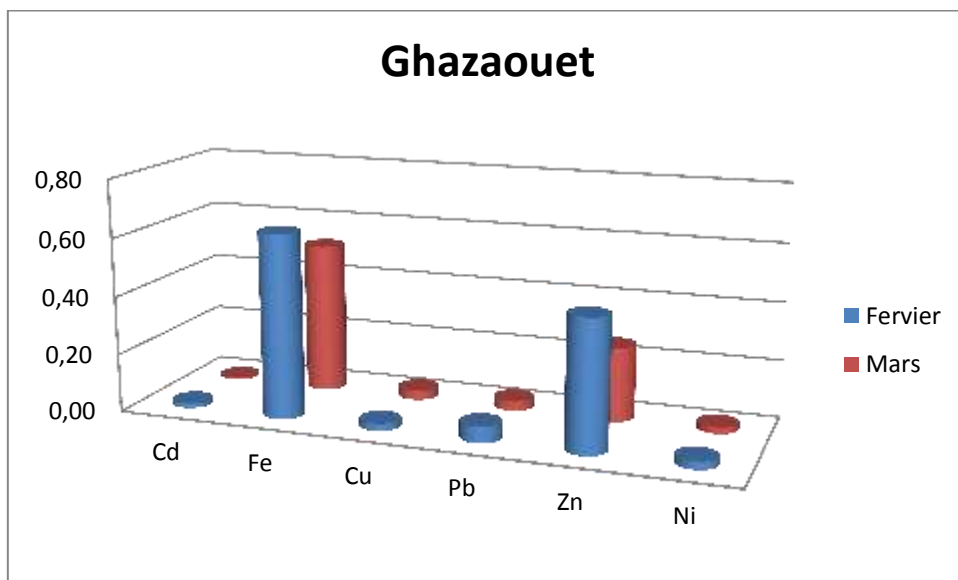


Figure 13: Evaluation des teneurs moyennes en métaux (Cd, Fe, Cu, Pb, Zn et Ni) en mg/kg chez la sardine pêchée à Ghazaouet

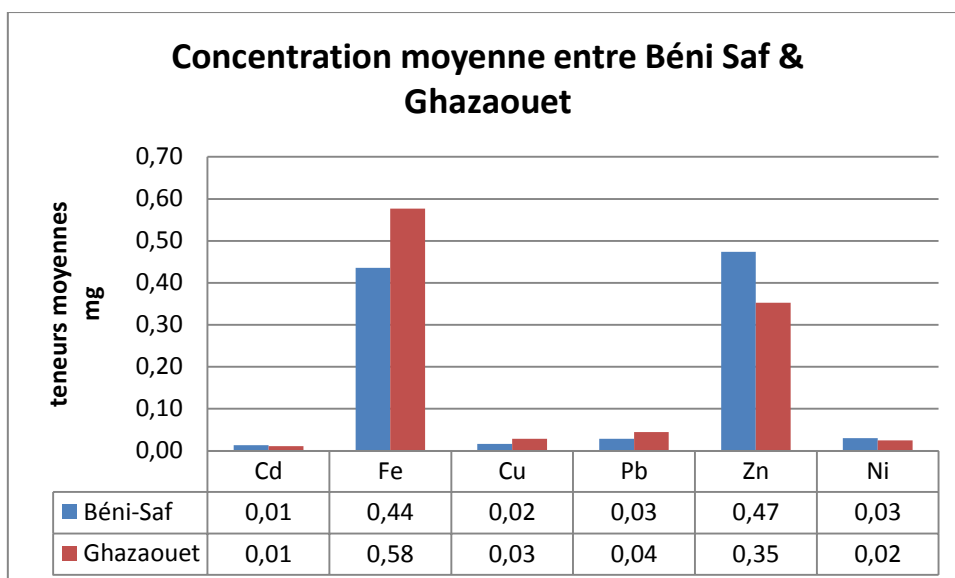


Figure 14: Evaluation des teneurs moyennes en métaux (Cd, Fe, Cu, Pb, Zn et Ni) en mg/kg chez la sardine pêchée à Ghazaouet et à Béni Saf

Les résultats représentés sur la figure affichent les concentrations moyennes des six métaux lourds recherchés chez la Sardine pêché simultanément aux baies de Ghazaouet et de Béni Saf. De ce fait les concentrations du Cadmium, du Cuivre, du Plomb et di Nickel sont moins importantes par rapport au Fer et au Zinc.

La concentration du Cadmium est très insignifiante par rapport aux autres métaux, mais les concentrations du Fer sont très élevées au niveau des deux stations d'étude avec une moyenne de 0.51 mg/kg, suivies par les concentrations du Zinc enregistrant une moyenne de 0,41 mg/kg entre les deux sites d'échantillonnage.

1.2 Comparaison des teneurs moyennes en métaux lourds avec les DMA :

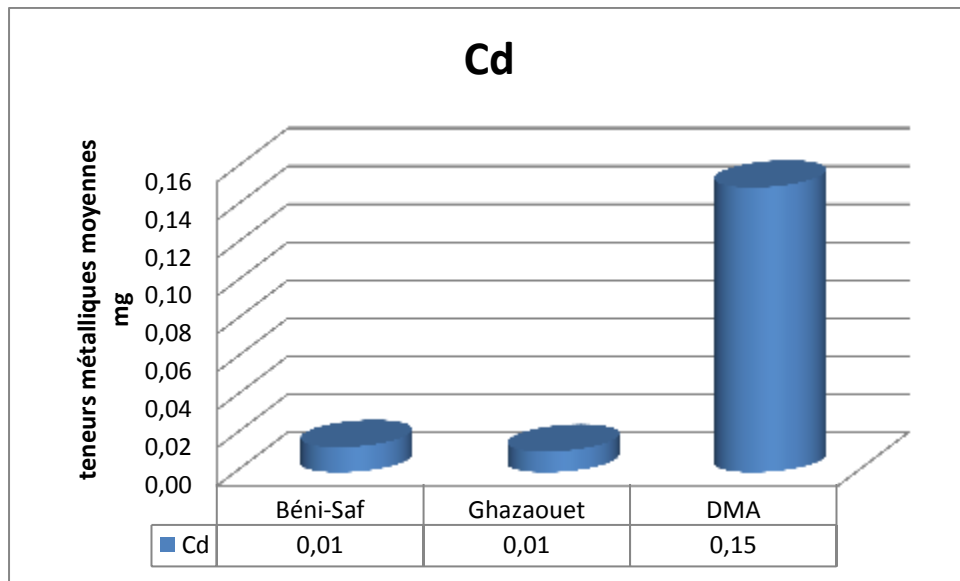


Figure 15! Comparaison des teneurs métalliques moyennes de Cd en mg/kg au niveau de Béni Saf avec la DMA

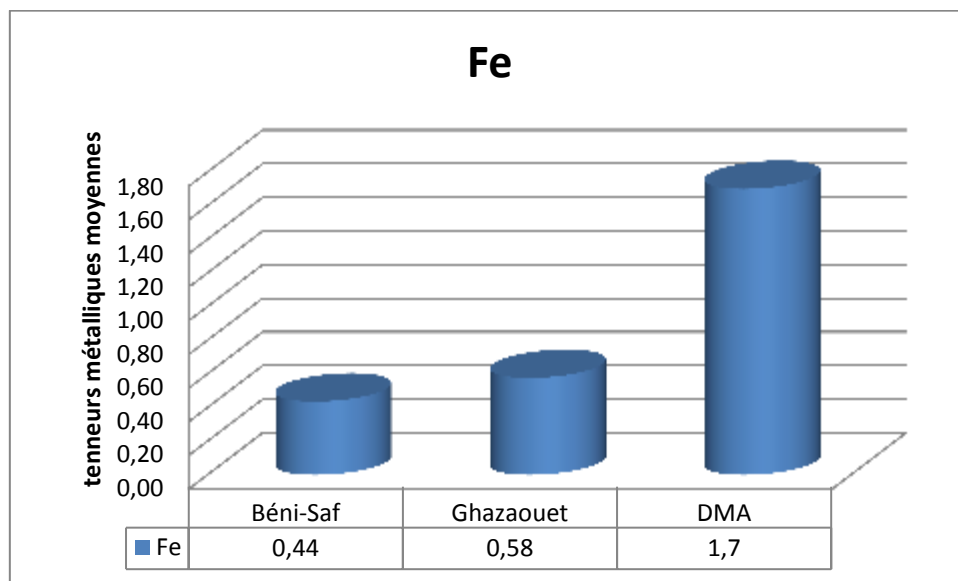


Figure 16 : Comparaison des teneurs métalliques moyennes de Fe en mg/kg au niveau de Béni saf et Ghazaouet avec la DMA

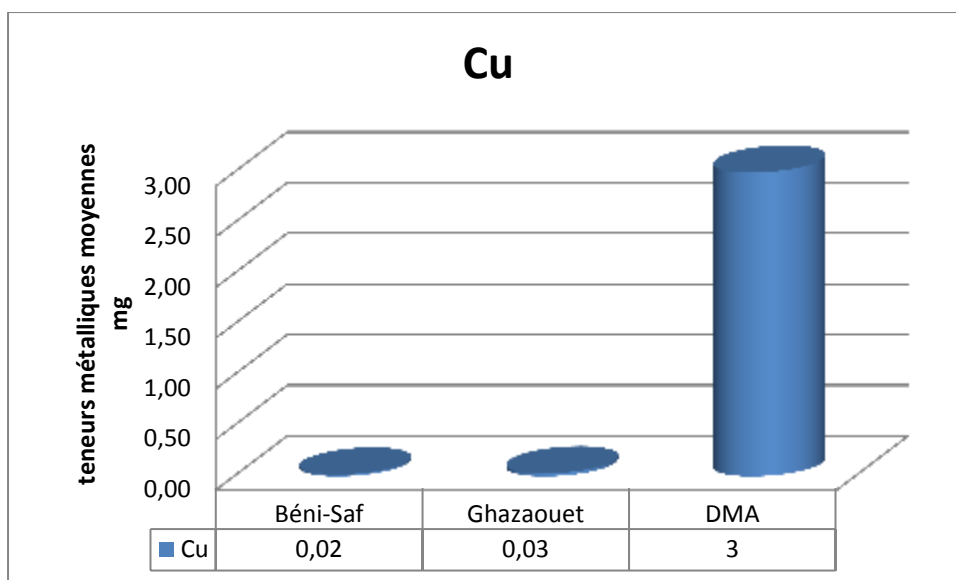


Figure 17: Comparaison des teneurs métalliques moyennes de Cu en mg/kg au niveau de Béni Saf et Ghazaouet avec la DMA

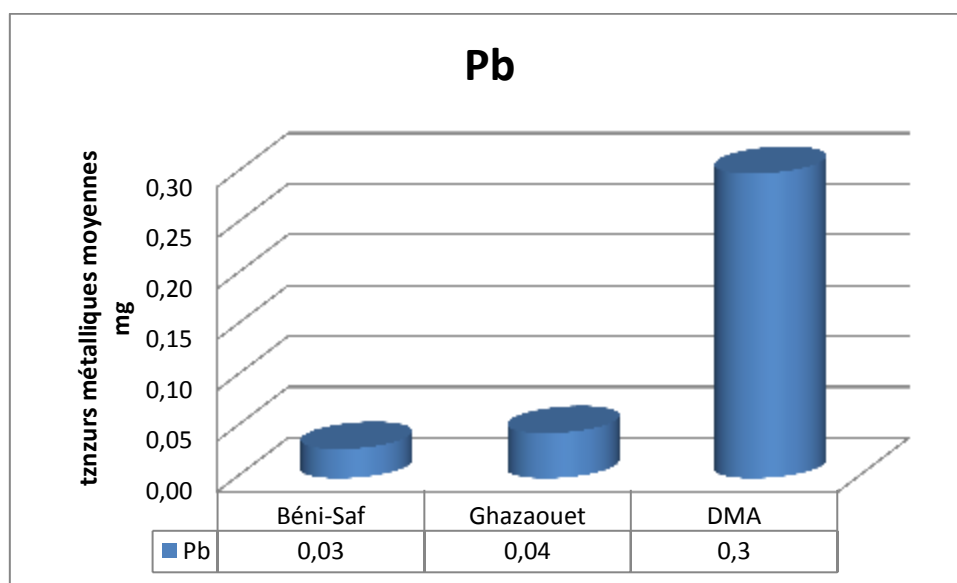


Figure 18: Comparaison des teneurs métalliques moyennes de Pb en mg/kg au niveau de Béni Saf et Ghazaouet avec la DMA

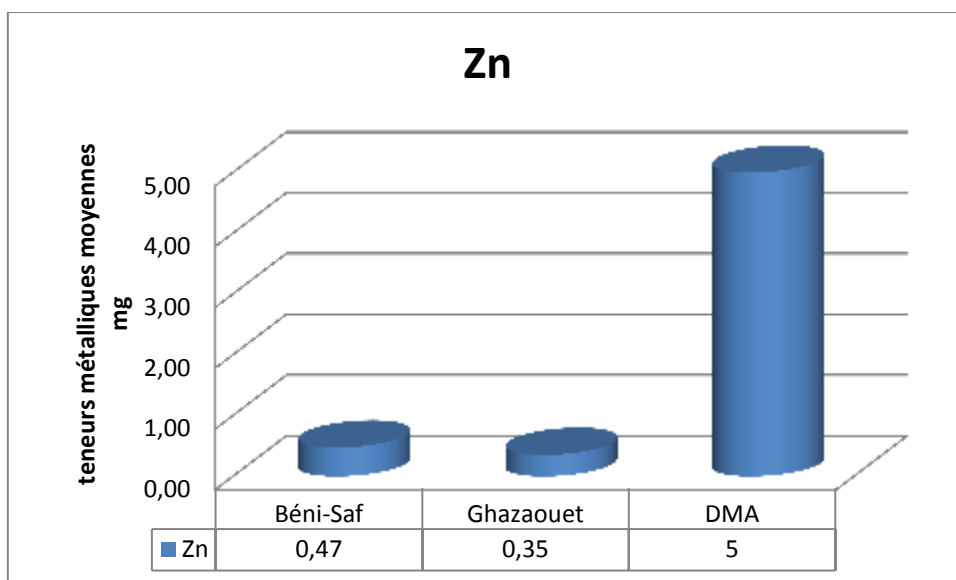


Figure 19: Comparaison des teneurs métalliques moyennes de Zn en mg/kg au niveau de Béni Saf et Ghazaouet avec la DMA

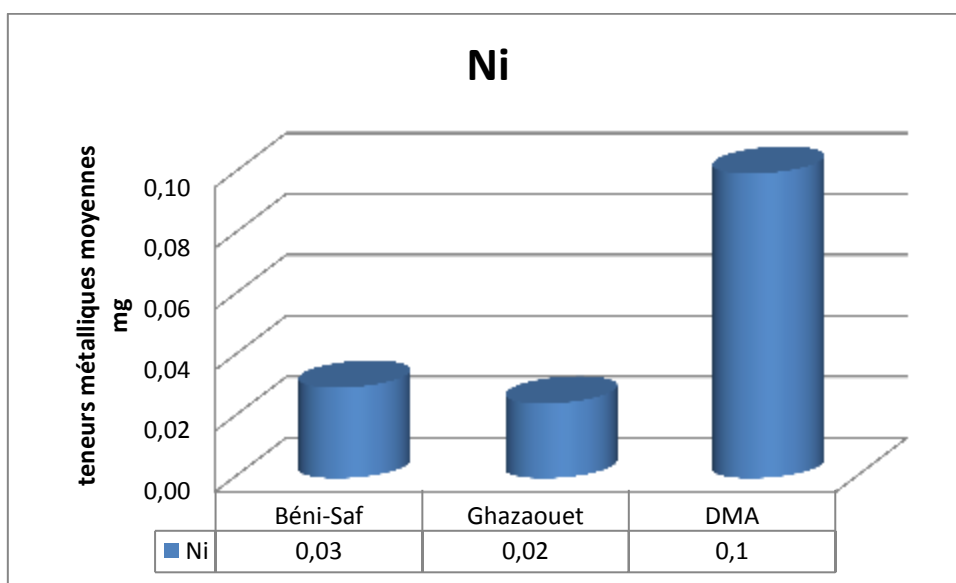


Figure 20 : Comparaison des teneurs métalliques moyennes du Ni en mg/kg au niveau de Béni Saf et Ghazaouet avec la DMA

Cadmium:

Les concentrations retrouvées dans le filet de la Sardine sont faibles pour le Cadmium, les concentrations varient de 0.02 mg/Kg à 0.01 mg/Kg pour les deux stations avec une moyenne de 0.015 mg/Kg.

Nous remarquons que les doses moyennes du Cadmium relevées chez la Sardine comparée à celles des doses maximales admissibles, ne sont pas inquiétantes.

A partir de figure n^o 11, les teneurs en Cadmium enregistrées montrent une faible accumulation.

La valeur maximale est de 0.068 mg/kg dans le filet de la Sardine, les concentrations moyennes en Cd sont inférieurs à la D.M.A (la dose maximale admissible = 0.15mg/kg).

Fer :

Les teneurs en Fer enregistrées montrent une accumulation de cet élément, la valeur moyenne maximale enregistrée est de 0,51 mg/kg. Les concentrations moyennes en Fer sont inférieures à la D.M.A. (la dose maximale admissible = 1,7mg/kg).

Cuivre:

Les teneurs en Cuivre enregistrées montrent une faible accumulation de cet élément, la valeur maximale enregistrée est de 0.062 mg/kg. Les concentrations moyennes en Cu sont inférieures à la D.M.A (la dose maximale admissible = 3 mg/kg).

Plomb :

Les concentrations retrouvées dans ce cas-là sont relativement moins importantes pour le Plomb, les concentrations varient de 0.03 mg/Kg à 0.04 mg/Kg avec une moyenne de 0.035 mg/Kg.

La valeur maximale atteinte 0.068 mg /kg mais elle est inférieur à la D.M.A (0.3mg/kg).

Zinc :

Les concentrations retrouvées pour le Zinc sont faibles, les concentrations varient de 0.47 mg/Kg à 0,35 mg/Kg avec une moyenne de 0.41 mg/kg.

On note une valeur maximale de 0,77 mg/kg mais ne dépasse pas la D.M.A (5mg/kg).

Nickel :

Enfin pour le cas du Nickel, les teneurs enregistrées sont relativement faibles pour les deux stations considérées à savoir une moyenne de 0,03 mg/kg à Béni Saf et 0,02 mg/kg à Ghazaouet, sans pour autant dépassant la D.M.A. (la dose maximale admissible qui est égale à 0,1 mg/kg).

D'après les figures ci-dessus, nous constatons que les concentrations du Cd, Fe, Cu, Pb, Zn et Ni enregistrées chez les individus de la Sardine provenant des deux sites d'échantillonnage, ne dépassent pas les doses maximales admissibles.

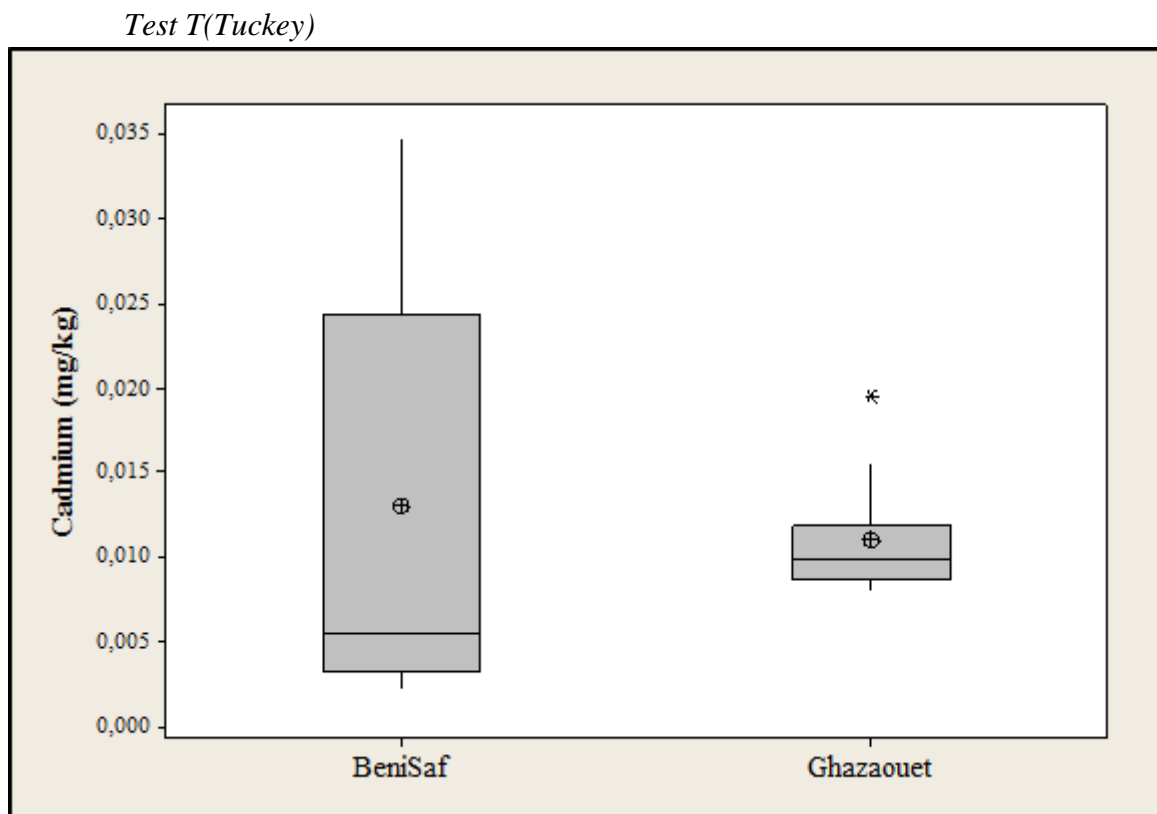


Figure : Diagramme en boîte de distribution des concentrations en Cadmium par zone

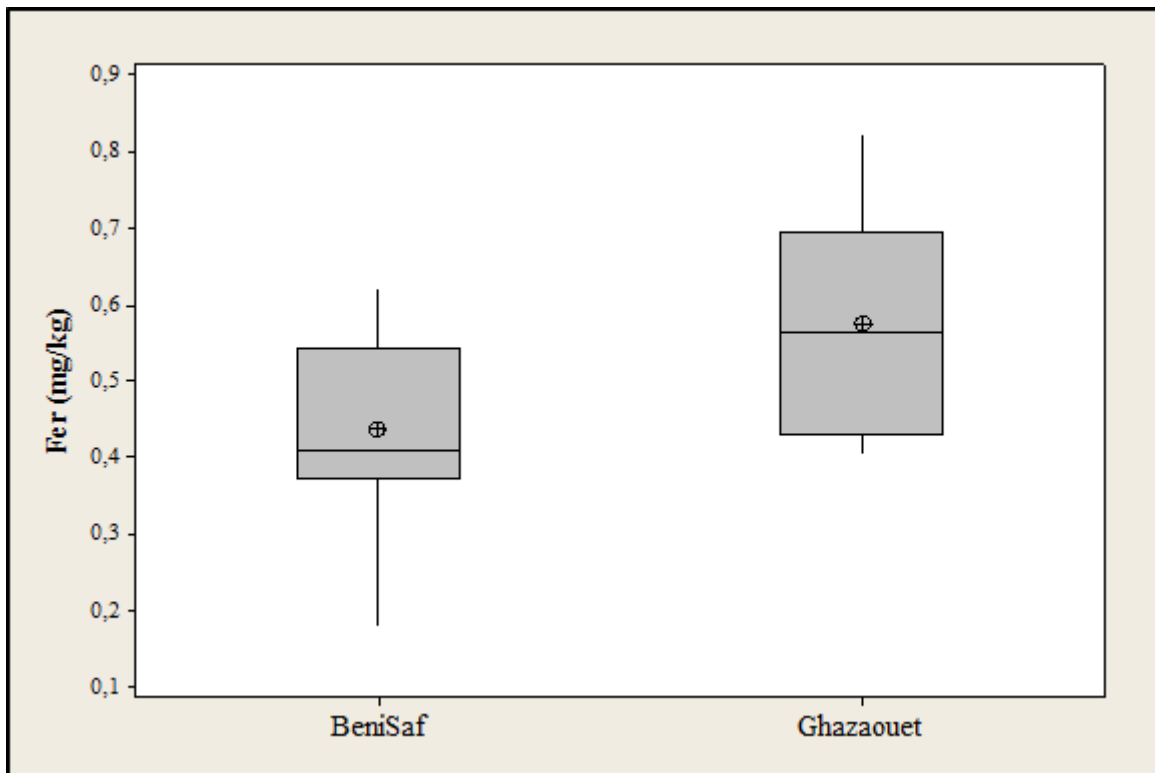


Figure : Diagramme en boîte de distribution des concentrations en Fer par zone

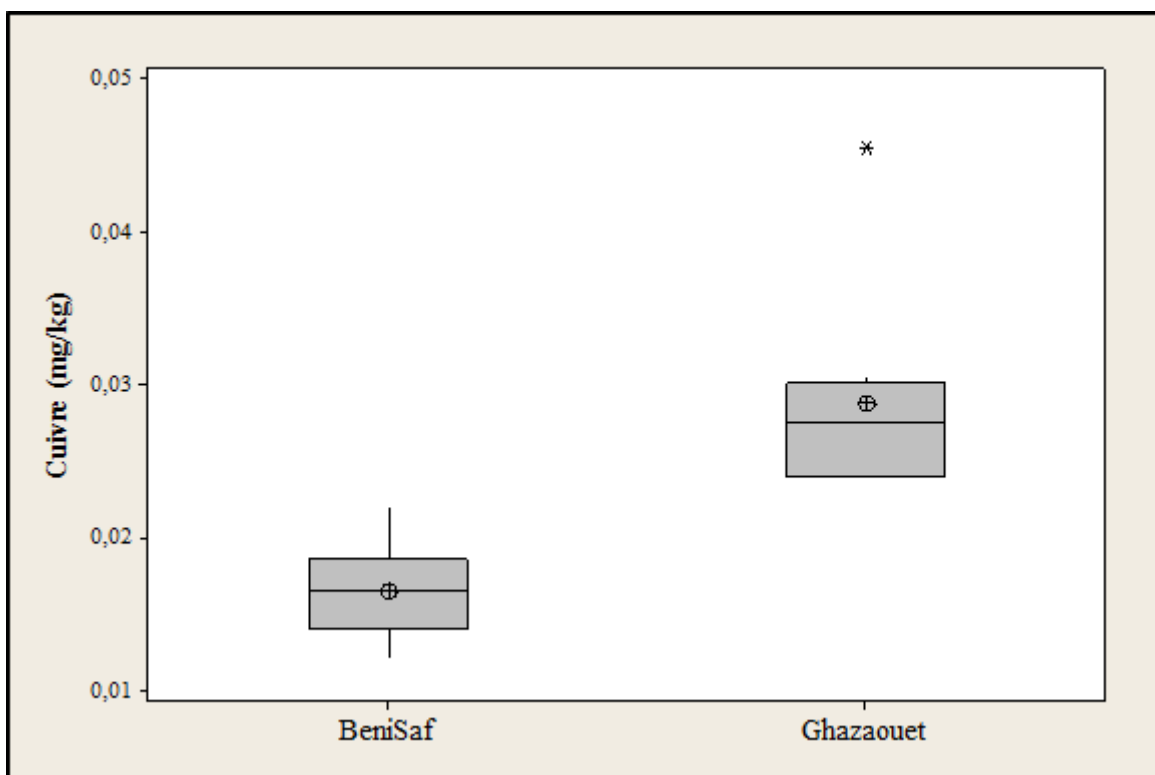


Figure : Diagramme en boîte de distribution des concentrations en Cuivre par zone

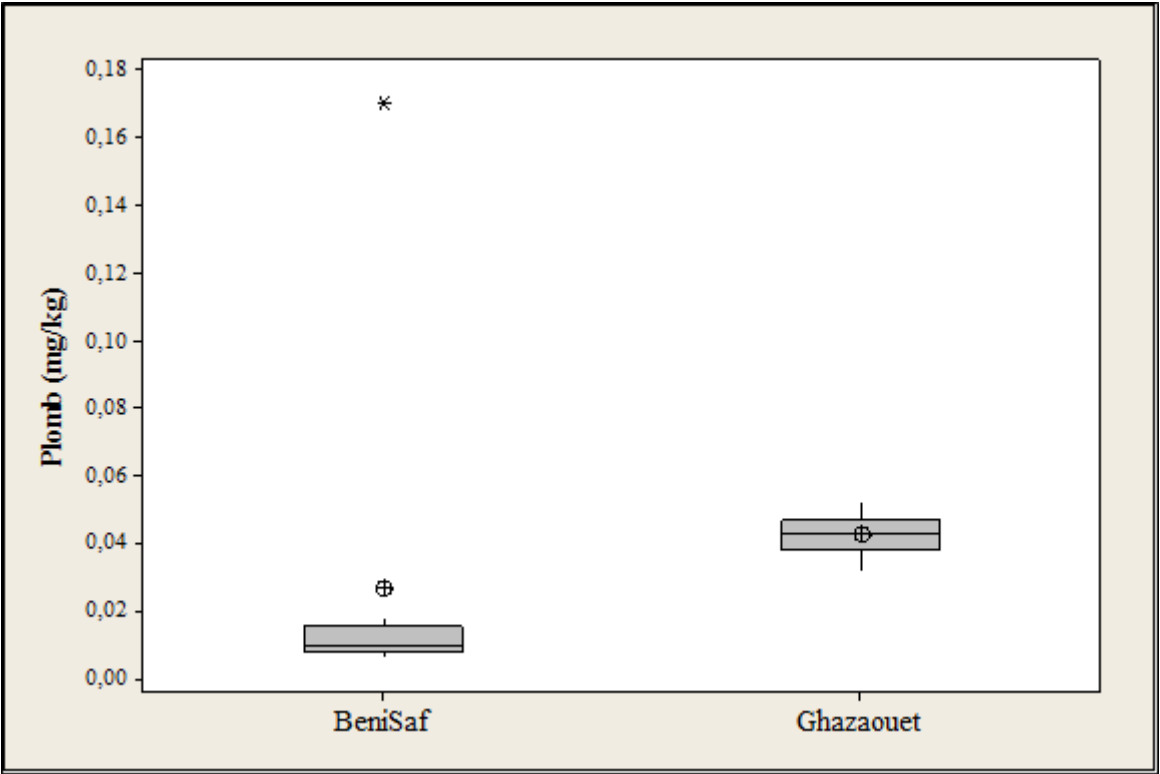


Figure : Diagramme en boîte de distribution des concentrations en Plomb par zone

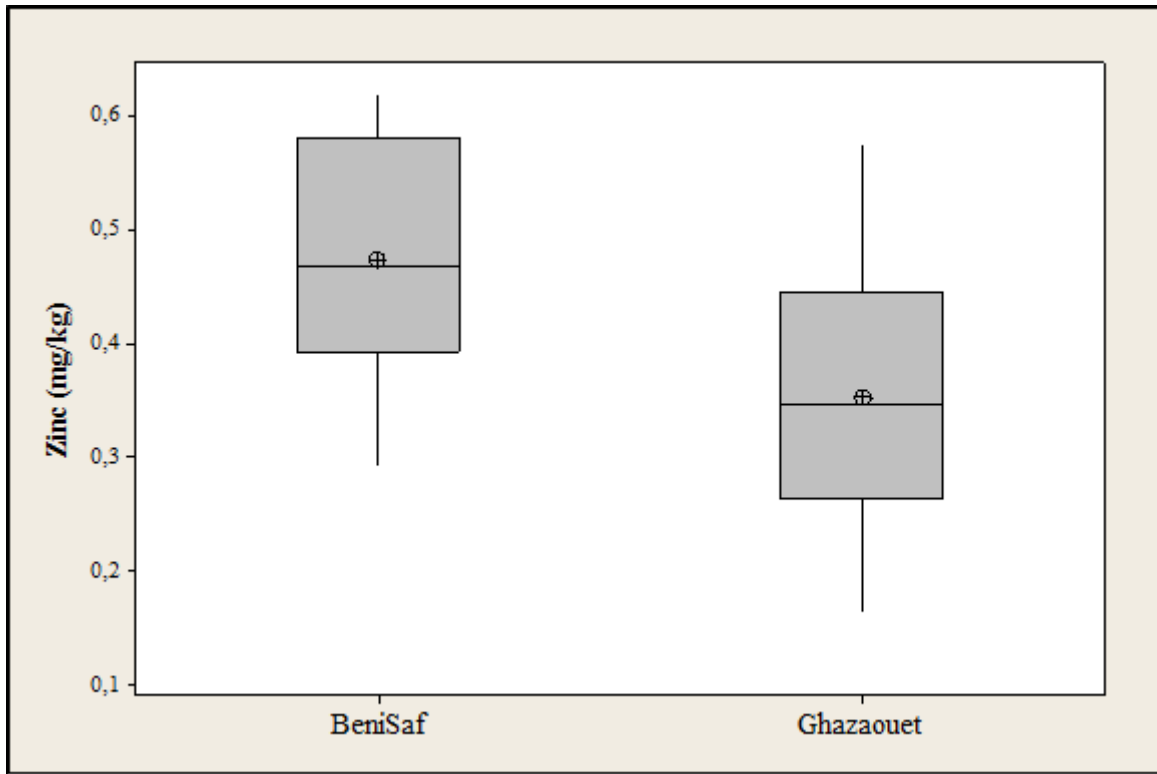


Figure : Diagramme en boîte de distribution des concentrations en Zinc par zone

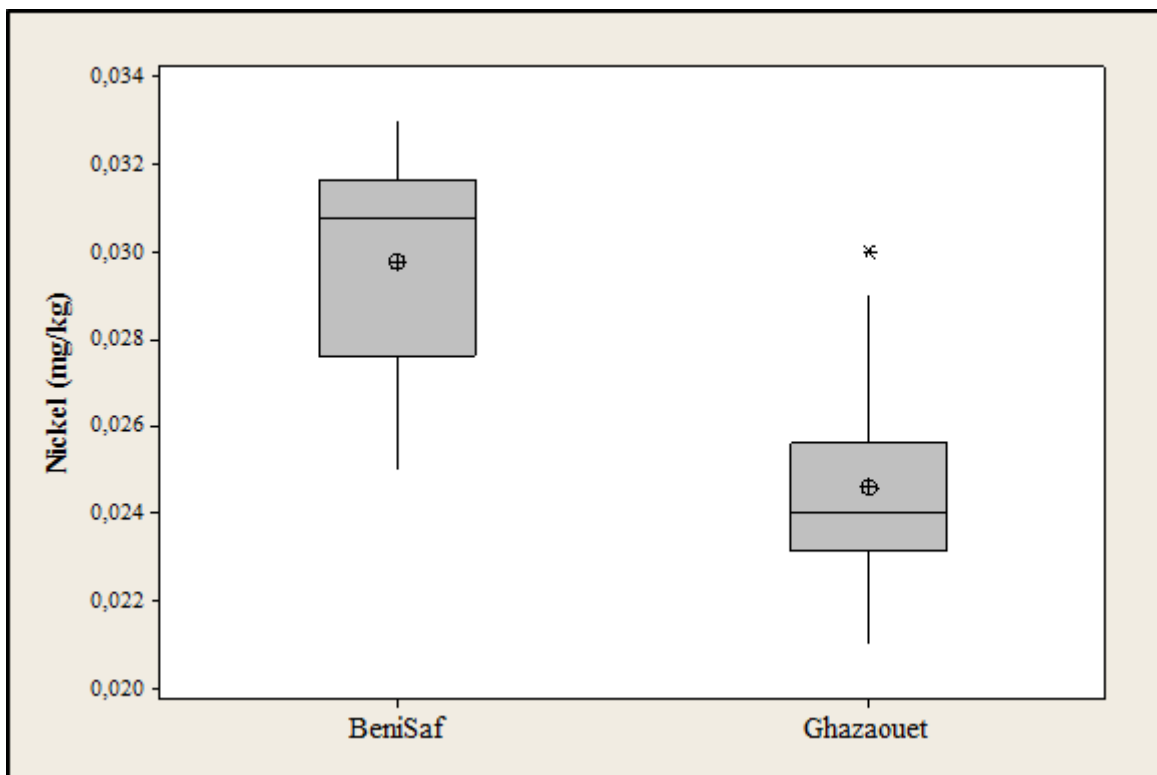


Figure : Diagramme en boîte de distribution des concentrations en Nickel par zone

La comparaison de la variation des concentrations métalliques par le test de Student entre le site de Ghazaouet et celui de Béni Saf pour les six métaux considérés montre clairement qu'il n'y a pas de différence significative entre ces deux régions avec des p-value supérieurs à 0,05.

2 Discussion :

D'une manière générale, les six métaux lourds recherchés sont omniprésents dans le filet de la sardine (*Sardina pilchardus*) et ce, au niveau des deux sites d'étude.

Les résultats apportés par cette étude ont montrés que chaque métal accumule dans le filet de la sardine à un gradient différent.

L'ordre général de la bioaccumulation des métaux analysés dans le filet et **surtout au niveau des deux sites d'échantillonnage** est comme suit:

$$\text{Fe} > \text{Zn} > \text{Pb} > \text{Cu} > \text{Ni} > \text{Cd}$$

D'après les teneurs moyennes enregistrées, nous pouvons tirer les observations suivantes :

Vue que le Fer et le Zinc qui présentent la plus forte moyenne de concentration par rapport aux autres métaux lourds, ce taux élevé peut s'expliquer par la présence de l'usine d'électrolyse de zinc de Ghazaouet; cette usine utilise de l'eau de mer pour le refroidissement des installations de fabrications de l'acide sulfurique et de certaines installations de la centrale thermique de l'usine (**Bakalem,1980**). Aussi nous supposons que les apports des eaux usées d'origine domestique en contiennent et du Fer ainsi que du Zn.

Le Fer et le Zinc sont des métaux essentiels pour le métabolisme, donc ils font objet d'une accumulation assez importante.

Les résultats obtenus sont inférieurs aux doses maximales admissibles pour la sardine (*Sardina pilchardus*).

Sur le tableau qui suit nous avons comparés nos résultats avec d'autres travaux :

Tableau 6: Comparaison des concentrations moyennes relevées chez *Sardina pilchardus* (mg/kg) avec les données bibliographiques

| Site | Espèce | Métaux lourds | | | | Références |
|-------------------------|-----------------------------------|----------------|-----------------|---------------|---------------|----------------------------------|
| | | Cd | Cu | Pb | Zn | |
| Oran | <i>S.pilchardus</i> | 0.02±0.01 | - | 2.17±0.450 | 10.99±3.93 | Merbouh, 1998 |
| Ghazouet Algérie | <i>S.pilchardus</i> | 0.38 | 4.6 | 1.14 | 7.09 | Goual ,2000 |
| Méditerranée Turquie | <i>S.pilchardus</i> | 0.55 | 4.17 | 5.57 | 34.58 | Canli et al 2002 |
| Beni-saf | <i>S. pilchardus</i> | - | 0.25 | 0.094 | 1.91 | Berrayah, 2004 |
| Beni-saf | Engraulis encrasicolus | - | 0.78 | 2.76 | 16.08 | Benmansour, 2009 |
| Ghazouet | Engraulis encrasicolus | - | 1.01 | 3.78 | 23.12 | Benmansour, 2009 |
| Ghazouet | <i>S. pilchardus</i> | 0.013 | 0.022 | 0.074 | 0.251 | Sahbaoui Fatiha, 2015 |
| Béni Saf | <i>S.pilchardus</i> | 0,01326 | 0,016565 | 0,0288 | 0,4742 | Présente étude, 2018 |
| Ghazouet | <i>S.pilchardus</i> | 0,01098 | 0,0288 | 0,04 | 0,3528 | Présente étude, 2018 |

D'après la comparaison des concentrations métalliques chez les poissons clupéiformes nous montre que :

Les concentrations des éléments métalliques évaluées par notre étude sont très faibles par rapport autres travaux.

De plus nos résultats ne dépassent pas les valeurs de référence, à l'inverse les autres travaux comme **Goual (2000)**, la même station et la même espèce ont montrés une contamination du milieu, les valeurs dépassent les doses maximales admissibles.

Les études effectuées par la littérature sur *Sardina pilchardus*, ont un gradient d'accumulation : Zn>Pb>Cu>Cd, qui est globalement le même que le nôtre Fe > Zn > Pb > Cu > Ni > Cd.

VI. Conclusion :

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

Dans ce travail nous nous sommes consacrés à évaluer le degré de contamination au large de la baie de Ghazaouet (Wilaya de Tlemcen) et celle de Béni Saf (Wilaya d'Aïn Témouchent) par les métaux lourds. L'étude s'est basée sur l'analyse et le suivi de six éléments métalliques (Cadmium, Fer, Cuivre, Plomb, Zinc et Nickel) au niveau du filet (partie consommable par l'être humain) de la sardine *Sardina pilchardus*.

Le choix de l'espèce s'est porté sur la sardine à cause de leur large consommation par l'homme, D'après **Reilly (1991)**, l'homme consommateur final des produits marins et occupant le dernier maillon de la chaîne alimentaire peut à n'importe quel moment, en être victime.

Les résultats obtenus par cette étude ont montré que *Sardina pilchardus* accumule les éléments traces de façon variable mais ne dépasse pas la dose maximale admissible (DMA).

Le gradient d'accumulation est le suivant : $Fe > Zn > Pb > Cu > Ni > Cd$ et ce, pour les deux sites d'échantillonnage.

Les concentrations moyennes des métaux ciblés au cours de notre étude semble bien inférieur aux doses maximales admissibles, par conséquent ces résultats ne sont pas très inquiétants, ne semble pas présenter un véritable danger pour le consommateur malgré que la pollution par les métaux lourds reste un des problèmes majeurs qui menace les écosystèmes marins.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABAD et GIRALDEZ, 1993**; Presence of dentition in the premaxilla of juvenile *Mullus barbatus* and *M. surmuletus* . *Journal of Fish Biology* 51:1186-1191.
- AMIARD, J.C; 1991**- Les bio marqueurs dans l'évaluation de l'état écologique des milieux aquatiques, Doc (Editions).
- BARUTHIO F.** Toxicologie des éléments traces essentiels. In Oligoéléments en médecine et en biologie. Editions médicales internationales : p 213-240.
- BEDAIRIA, A & DJEBBAR, A.B-2009** ,A preliminary analysis of the state of exploitation of the sardine, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792),in the gulf of Annaba, East Algerian. *Animal biodiversity and conservation*, 32, 2.
- BELHADJ H, 1996**, Mémoire d'ingénieur en CQA.Univ de Tlemcen, Evaluation des teneurs en métaux lourds (Pb, Hg, Cd, Cu, Cr) chez les mollusques (*Mytilus edulis*, *Patella vulgata*) et dans les sédiments de la coté atlantique marocaine. p1-24.
- BENSAHLA TALET, 2001** : Contribution à l'étude des caractères biologiques du rouget *Mullus barbatus* du golf d'Oran et sa contamination par les métaux lourds. *Thèse de Magister, Dprt de Biologie, Faculté des Sciences, Université d'Oran* : 156p.
- BONTOUX J., 1993**- Introduction à l'étude des eaux douces, eaux naturelles, eaux usées, eaux de boissons, Edt. CEBEDOC. p169
- BOUGUERRA M., 1997** – La pollution invisible. Ed. presses Universitaire de France ; Paris : 204-208 – 214p.
- BOUTIBA Z., 1992** – Les mammifères marins d'Algérie. Statut, Répartition, Biologie et Ecologie. *Thèse Doct. Etat* : 575p.
- BOUTIBA Z., 1998** – Biodiversité marine en Méditerranée du Sud-Ouest. *Numéro spécial ocean* 98, 2p.
- CANLI, M. & ATLI, G. 2002** – The relationships between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six mediterranean fish species, *Environmental pollution*, 121 : 129-136.
- CASAS, S. 2005** – Modélisation de la bioaccumulation des métaux traces (Hg, Cd, Pb, Cu et Zn) chez la moule, *Mytillus galloprovincialis*, en milieu méditerranéen. *Thèse de Doctorat Ocea. Biologique. Env. Mar. Université Sud Toulon*. 314p.

CHIFFOLEAU, 2001 – Dosage de certains métaux traces (Cd, Cu, Fe, Ni, Pb, Zn), dissous dans l'eau de mer par Absorption atomique après extraction liquide-liquide, Edition Ifremer, Brest, France, 39p.

DIEUZEID, R & NOVELA M., 1959 – Catalogue des poissons des côtes algériennes. Tome II : Ostéopterygiens (2 ème edition)

DUCHAUFOR P., 1997- Abrégé de pédologie .5ème édit. Masson.

DUQUESNES 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 technologie de Lille – France : 264p.

FAO (Food and Agriculture Organization), 1987 – Compilation of legal limits for hazardous substances in fish and fishery products, FAO Fishery Circular N° 464, 5-100p.

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

FAO, 2014 – Evaluation of certain food additives and the contaminants mercury, lead and cadmium, WHO Technical Report Series N° 505.

FOREST, A.- 2001 ; Ressources halieutiques hors quotas du Nord Est Atlantique : bilan des connaissances et analyse de scénarios d'évolution de la gestion. Ifremer Eds, tome 2 : 215 pp.

GAUJOUS D., 1995- La pollution des milieux aquatiques, Aide-mémoire. Edt. Technique et documentation-Lavoisier. Paris : p 220.

GROUSSET F et DONARD O., 1989- Des métaux lourds dans les sédiments. Le courrier du CNRS, N°12, dossiers scientifiques : p 35-36(Guthrie et Perry, 1980).

HOUOT O et TARALLO P, 1991- Le Cuivre dans les oligoéléments en médecine et en biologie. Editions médicales internationales .p 459-470.

INRA, 1995- Les micropolluants métalliques dans les boues résiduares des stations d'épuration Urbaines, Institut de la recherche Agronomique. France.

LECLAIRE, L., 1972 – La sédimentation holocène sur le versant méridional du bassin algéro-baléares. *Ed. Muséum National d'Histoire Naturelle, France, 396p.*

- MERBOUH, N., 1998** – Contribution à l'étude de la contamination par les métaux lourds (Cd, Cu, Fe, Ni, Pb et Zn) d'un poisson pélagique, la sardine *Sardina pilchardus*, pêchée dans la baie d'Oran. Thèse de Magister ; I.S.M.A.L. (Alger) : 139p.
- MERIOUA, S.M., 2014** – Thèse : Phyto-écologie et éléments de cartographie de la couverture végétale cas : littoral d'Ain Temouchent . Université de Tlemcen. 193p.
- MIQUEL, M., 2001** – Les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé. Rapport N° 261 de l'office Parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques. *Rapport Sénat, France*, 360p.
- MUUS et al, 1996** – Guide des poissons d'eau douce et pêche. Edition originale : Europas Ferksvandsfisk. 220p.
- NASINRC, 1989** – Recommended dietary allowans, National acdemy of science natural – Recherch Council, Washington.
- OMS-LPCS, 1998** - Les micropolluants dans les sédiments fluviaux - *Organisation Mondiale de la Santé*, rapports et études EURO 61, Copenhague.
- PIERRE P.G., 2000** – Zoologie Vertébrés (3^{ème} édition). 198p.
- PINNEGAR, M., BAUDIN G. 2003** – Spectrophotomètre d'absorption atomique, Document technique, Volume 1 : 36p.
- RAMADE F . 2000** . Introduction a l'écotoxicologie : fondements et applications. Ed Lavoisier .
- RAMADE F.-1999**. Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement, 2ème edition. Edition Dunod.
- SAADA, 1998** – Présentation générale du littoral et aménagement des zones de baignade. *Séminaire, Aïn Témouchent (23-25/02/1998)*.
- SAHBAOUI F., 2015** : Contribution à l'étude de la contamination par quelques métaux lourds chez le poisson *Sardina pilchardus* au niveau de la station littoral de Ghazaouet. *Mémoire de Master en Sciences la mer Département d'Ecologie et Environnement, Faculté SNV/STU– Université Abou Bekr Belkaïd – Tlemcen 51p*.
- VIALE-PICHOD., 1998** – Ecologie des cétacés en méditerranée nord-occidentale: leur place dans l'écosystème, leur réaction à la pollution marine par les métaux. Thèse de Doctorat d'Etat. Sciences naturelles, Univ. Pierre et Marie-Curie, Paris VI : 312p.

ANNEXE :

Test « T »

| | Cd | Fe | Cu | Pb | Zn | Ni |
|----|--------|-------|-------|-------|------|-------|
| 1 | 0,0016 | 0,49 | 0,015 | 0,012 | 0,59 | 0,034 |
| 2 | | 0,4 | 0,015 | 0,012 | 0,58 | 0,025 |
| 3 | 0,0023 | 0,45 | 0,011 | 0,02 | 0,49 | 0,025 |
| 4 | 0,002 | 0,022 | 0,012 | 0,02 | 0,69 | 0,031 |
| 5 | 0,002 | 0,51 | 0,016 | 0,012 | 0,3 | 0,03 |
| 6 | 0,0024 | 0,77 | 0,019 | 0,02 | 0,43 | 0,035 |
| 7 | 0,003 | 0,32 | 0,019 | 0,34 | 0,31 | 0,03 |
| 8 | 0,0015 | 0,31 | 0,017 | 0,016 | 0,56 | 0,03 |
| 9 | 0,0024 | 0,4 | 0,018 | 0,032 | 0,57 | 0,031 |
| 10 | | 0,29 | 0,016 | 0,012 | 0,35 | 0,025 |

| | | | | | | |
|--------|-------------|------------|------------|------------|-----------|------------|
| Test T | 1,09115E-10 | 0,27662142 | 0,00049526 | 0,61616129 | 0,0025416 | 0,00173188 |
|--------|-------------|------------|------------|------------|-----------|------------|

| | Cd | Fe | Cu | Pb | Zn | Ni |
|----|--------|------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 0,0077 | 0,62 | 0,062 | 0,035 | 0,63 | 0,034 |
| 2 | 0,0051 | 0,34 | 0,03 | 0,02 | 0,27 | 0,026 |
| 3 | 0,0071 | 0,63 | 0,035 | 0,036 | 0,28 | 0,026 |
| 4 | 0,007 | 1,19 | 0,028 | 0,032 | 0,31 | 0,022 |
| 5 | 0,0067 | 0,37 | 0,027 | 0,04 | 0,32 | 0,018 |
| 6 | 0,0059 | 0,3 | 0,029 | 0,044 | 0,14 | 0,017 |
| 7 | 0,0066 | 0,24 | 0,03 | 0,032 | 0,18 | 0,019 |
| 8 | 0,0061 | 0,69 | 0,03 | | 0,21 | 0,02 |
| 9 | 0,0063 | 0,28 | 0,029 | 0,028 | 0,2 | 0,02 |
| 10 | 0,0061 | 0,53 | 0,029 | 0,028 | 0,026 | 0,019 |

| | Cd | Fe | Cu | Pb | Zn | Ni |
|----|--------|------|--------|-------|-------|-------|
| 1 | 0,068 | 0,57 | 0,014 | 0,004 | 0,57 | 0,028 |
| 2 | 0,012 | 0,68 | 0,018 | 0,018 | 0,004 | 0,033 |
| 3 | 0,064 | 0,37 | 0,019 | 0,008 | 0,63 | 0,025 |
| 4 | 0,033 | 0,34 | 0,013 | | 0,47 | 0,022 |
| 5 | 0,0051 | 0,61 | 0,017 | | 0,44 | 0,032 |
| 6 | 0,0077 | 0,47 | 0,015 | | 0,37 | 0,031 |
| 7 | 0,04 | 0,49 | 0,025 | | 0,63 | 0,033 |
| 8 | 0,0032 | 0,36 | 0,0073 | | 0,37 | 0,026 |
| 9 | 0,0062 | 0,39 | 0,017 | 0,004 | 0,67 | 0,033 |
| 10 | 0,0045 | 0,48 | 0,028 | 0,004 | 0,46 | 0,036 |

0,3098501 0,06821593 0,00532488 2,6212E-07 0,87718249 0,15135155

| | Cd | Fe | Cu | Pb | Zn | Ni |
|----|-------|------|-------|-------|------|-------|
| 1 | 0,013 | 0,69 | 0,029 | 0,056 | 0,52 | 0,026 |
| 2 | 0,012 | 0,49 | 0,021 | 0,056 | 0,31 | 0,021 |
| 3 | 0,024 | 1 | 0,026 | 0,048 | 0,52 | 0,032 |
| 4 | 0,032 | 0,46 | 0,02 | 0,056 | 0,56 | 0,025 |
| 5 | 0,013 | 0,75 | 0,021 | 0,052 | 0,42 | 0,031 |
| 6 | 0,014 | 0,51 | 0,025 | 0,06 | 0,5 | 0,031 |
| 7 | 0,011 | 0,97 | 0,029 | 0,068 | 0,77 | 0,03 |
| 8 | 0,01 | 0,45 | 0,026 | 0,064 | 0,24 | 0,022 |
| 9 | 0,011 | 0,68 | 0,019 | 0,052 | 0,35 | 0,028 |
| 10 | 0,015 | 0,34 | 0,031 | 0,048 | 0,3 | 0,025 |

| Cd | Fe | Cu | Pb | Zn | Ni |
|-----------|------------|------------|-----------|------------|------------|
| 0,0348 | 0,53 | 0,0145 | 0,008 | 0,58 | 0,031 |
| 0,006 | 0,54 | 0,0165 | 0,015 | 0,292 | 0,029 |
| 0,03315 | 0,41 | 0,015 | 0,014 | 0,56 | 0,025 |
| 0,0175 | 0,181 | 0,0125 | 0,01 | 0,58 | 0,0265 |
| 0,00355 | 0,56 | 0,0165 | 0,006 | 0,37 | 0,031 |
| 0,00505 | 0,62 | 0,017 | 0,01 | 0,4 | 0,033 |
| 0,0215 | 0,405 | 0,022 | 0,17 | 0,47 | 0,0315 |
| 0,00235 | 0,335 | 0,01215 | 0,008 | 0,465 | 0,028 |
| 0,0043 | 0,395 | 0,0175 | 0,018 | 0,62 | 0,032 |
| 0,00225 | 0,385 | 0,022 | 0,008 | 0,405 | 0,0305 |
| | | | | | |
| 0,6345153 | 0,04008455 | 0,00011086 | 0,3435886 | 0,03128793 | 0,00046237 |
| | | | | | |
| * | Fe | Cu | Pb | Zn | Ni |
| 0,01035 | 0,655 | 0,0455 | 0,0455 | 0,575 | 0,03 |
| 0,00855 | 0,415 | 0,0255 | 0,038 | 0,29 | 0,0235 |
| 0,01555 | 0,815 | 0,0305 | 0,042 | 0,4 | 0,029 |
| 0,0195 | 0,825 | 0,024 | 0,044 | 0,435 | 0,0235 |
| 0,00985 | 0,56 | 0,024 | 0,046 | 0,37 | 0,0245 |
| 0,00995 | 0,405 | 0,027 | 0,052 | 0,32 | 0,024 |
| 0,0088 | 0,605 | 0,0295 | 0,05 | 0,475 | 0,0245 |
| 0,00805 | 0,57 | 0,028 | 0,032 | 0,225 | 0,021 |
| 0,00865 | 0,48 | 0,024 | 0,04 | 0,275 | 0,024 |
| 0,01055 | 0,435 | 0,03 | 0,038 | 0,163 | 0,022 |

Resumé

Afin de diversifier notre alimentation, les populations sont amenées à consommer davantage les produits de mer. Ils représentent de bonnes sources de protéines et des minéraux bénéfiques pour la santé. Pourtant, ces produits contiennent à la fois des éléments essentiels et toxiques sur une large gamme de concentration.

La contamination de la Sardine *Sardina pilchardus* au niveau du littoral de Beni- Saf et celui de Ghazaouet nécessite la surveillance et l'analyse des éléments toxiques pouvant présenter un danger potentiel. Au cours des dernières années, de nombreuses études ont été réalisées dans ce domaine. Notre travail s'intéresse principalement à l'évaluation de certains métaux lourds, à savoir, le Fer, le Plomb, le Cuivre, le Zinc, le Cadmium et le Nickel qui peuvent s'accumuler dans les produits de la pêche et affecter leur salubrité.

Les teneurs moyennes des différents métaux lourds étudiées, ainsi que le niveau de contamination reste inférieur aux niveaux recommandés par la réglementation, et ce au niveau des deux sites de'étude. Par conséquent toutes les espèces de produits de mer collectées peuvent être consommées sans grand risque sur la santé publique.

Mots clés : Pollution marine- Sardine- *Sardina pilchardus*- Béni Saf- Ghazaouet – Métaux lourds.

Summary

To diversify our diet, people are consuming more seafood. They are good sources of protein and minerals that are beneficial to health. Yet these products contain both essential and toxic elements over a wide range of concentration.

Contamination of Sardine *Sardina pilchardus* at the Beni-Saf and Ghazaouet shorelines requires the monitoring and analysis of toxic elements that may present a potential hazard. In recent years, many studies have been conducted in this area. Our work focuses on the evaluation of certain heavy metals, namely Iron, Lead, Copper, Zinc, Cadmium and Nickel, which can accumulate in fish products and affect their safety. .

The average levels of the various heavy metals studied, as well as the level of contamination, remain below the levels recommended by the regulations, at the two study sites. As a result, all seafood species collected can be consumed without significant risk to public health.

Key words: Marine Pollution- Sardine- *Sardina pilchardus*- Beni Saf- Ghazaouet - Heavy Metals.

ملخص

لتنوع نظامنا الغذائي ، يستهلك الناس المزيد من المأكولات البحرية ، فهي مصادر جيدة للبروتين والمعادن المفيدة للصحة. ومع ذلك ، تحتوي هذه المنتجات على عناصر أساسية وسامة على نطاق واسع من التركيز.

في سواحل بني صاف وغزوات مراقبة وتحليل العناصر السامة التي قد تشكل خطراً *Sardina pilchardus* يتطلب تلوث سردين محتملاً. في السنوات الأخيرة ، أجريت العديد من الدراسات في هذا المجال. يركز عملنا على تقييم بعض المعادن الثقيلة ، وهي الحديد والرصاص والنحاس والزنك والكاديوم والنيكل ، والتي يمكن أن تتراكم في المنتجات السمكية وتؤثر على سلامتها .

لا يزال متوسط مستويات مختلف المعادن الثقيلة التي تمت دراستها ، وكذلك مستوى التلوث ، أدنى من المستويات الموصى بها من قبل اللوائح ، في موقعي الدراسة. نتيجة لذلك ، يمكن استهلاك جميع أنواع المأكولات البحرية التي تم جمعها دون مخاطر كبيرة على الصحة العامة.

الكلمات المفتاحية: التلوث البحري - السردين - *Sardina pilchardus* - بني صاف - الغزوات - المعادن الثقيلة.