

République Algérienne Démocratique Et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
UNIVERSITE de TLEMCCEN  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers

**Département** 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 par

**LAFENDI Manel**

En vue de l'obtention du

**Diplôme de MASTER**

En Pathologies des Ecosystèmes

**Thème**

**Recherche de quelques métaux lourds chez la crevette et le calamar  
importés et commercialisés à Tlemcen : étude comparative**

Soutenu en Juin 2017, devant le jury composé de :

<b>Président :</b> Mr.HASSANI Faïçal	M.C.A	Université de Tlemcen
<b>Encadreur :</b> Mme.BENGUEDDA Wacila	M.C.A	Université de Tlemcen
<b>E xamineur :</b> Mr.NEHAR Benameur	M.C.B	Université de Tlemcen

# Remerciements

---

*Je remercie DIEU de m'avoir donné le courage, la volonté et la patience de mener à terme ce présent travail.*

*Je tiens tout d'abord à remercier vivement Mme **BENGUEDDA Wacila** M.C.A de m'avoir accueilli, encadré, suivi, et dirigé ce travail.*

*Un grand merci à Mr **BETTIOUI Réda** maître Assistant « A » à la faculté des sciences de la nature et de la vie et des Sciences de la Terre et l'univers, Université de Tlemcen pour son suivie dans la partie statistique*

*J'exprime toute ma gratitude a Mr. **HASSANI Faycel** M.C.A, d'avoir accepté d'assurer la présidence du jury de mon mémoire de Master.*

*Je tiens à remercier sincèrement Mr. **NEHAR Benameur** M.C.B de m'avoir fait l'honneur d'examiner ce travail.*

*J'adresse mes remerciements aussi à tous les techniciens du laboratoire N°10 « Valorisation des Actions de l'Homme pour la Protection de l'Environnement et Application en Santé Publique ».*

*Aussi mes remerciements à toute l'équipe du service du laboratoire d'usine d'Alzinc pour m'avoir bien accueilli et permis d'effectuer les analyses des métaux lourds au sein d'Alzinc - Ghazaouet*

# *Dédicaces*

---

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Toute ma famille*

*Mon encadreur*

*Tous mes collègues et amis*

*Tous mes professeurs qui m'ont encadré tout au long de mon cursus  
universitaire*

*Merci*

## Liste des Figures

---

<b>Figure 1</b> : Sources et cheminements de la pollution (Baghdadi, 2012) .....	2
<b>Figure 2</b> : Facteur de bioconcentration dans la chaine alimentaire (Baghdadi, 2012) .....	4
<b>Figure 3</b> : La chaine trophique contaminée par les métaux lourds. (Baghdadi, 2012) .....	5
<b>Figure 4</b> : Productions halieutiques et aquacole mondiales. (FAO 2016) .....	7
<b>Figure 5</b> : Four à moufle.....	17
<b>Figure 6</b> : Etuve.....	17
<b>Figure 7</b> : le filtrat.....	18
<b>Figure 8</b> : Concentration du plomb chez la crevette et le calamar de Chine et d'Inde .....	20
<b>Figure 9</b> : Concentration du Zinc chez la crevette et le calamar de Chine et d'Inde .....	20
<b>Figure 10</b> : Concentration du cadmium chez la crevette et le calamar de Chine et d'Inde .....	21
<b>Figure 11</b> : Concentration du cuivre chez la crevette et le calamar de Chine et d'Inde.....	21
<b>Figure 12</b> : comparaison entre les concentrations moyennes des différents métaux chez les deux types de crevettes (exprimées en mg/kg de Ps) .....	22
<b>Figure 13</b> : Teneurs moyennes des concentrations en ETM chez les crevettes Inde/Chine .....	23
<b>Figure 14</b> : comparaison entre les concentrations moyennes des différents métaux chez les deux types de calamars (exprimées en mg/kg de Ps) .....	24
<b>Figure 15</b> : Teneurs moyennes des concentrations en ETM chez les calamars Inde/Chine.....	25
<b>Figure 16</b> : représentation graphique en boite à moustache de test de l'ANOVA appliqué aux crevettes et calamars des deux provenances pour le Zinc. ....	26
<b>Figure 17</b> : Comparaison des teneurs métalliques du Zinc en mg/kg entre la crevette Inde et la crevette Chine.....	27
<b>Figure 18</b> : Comparaison des teneurs métalliques du Cuivre en mg/kg entre la crevette Inde et la crevette Chine .....	27
<b>Figure 19</b> : Comparaison des teneurs métalliques du Zinc en mg/kg entre le calamar Inde et calamar Chine.....	28
<b>Figure 20</b> : Comparaison des teneurs métalliques du Cadmium en mg/kg entre le calamar Inde et le calamar Chine.....	28

## Liste des tableaux

---

<b>Tableau 1</b> : les additifs utilisés dans le traitement des crevettes surgelés.....	11
<b>Tableau 2</b> : Teneurs globales des métaux lourds retrouvés après analyse des échantillons par spectrophotométrie d'absorption atomique .....	19
<b>Tableau 3</b> : Comparaison des résultats avec des données bibliographiques.....	30

## Liste des abréviations

---

A.I.E.A : Agence Internationale de l'Énergie Atomique.

A.N.O.V. A : Analyse de la variance.

ETM : Eléments traces métalliques.

FAO: Food and Agriculture Organisation.

HNO<sub>3</sub> : Acide nitrique

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

O.M.S : Organisation Mondiale de la Santé

P : Probabilité de rejet de Ho

P.s : Poids sec

SAA: Spectrométrie d'Absorption Atomique.

Zn : Zinc

Cd : Cadmium

Cu : Cuivre

Pb : Plomb

# Sommaire

<b>INTRODUCTION GENERALE .....</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre I ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE</b>	
I- Les métaux lourds : de grands toxiques .....	2
I-1 Généralités.....	2
I-2 Contamination des écosystèmes aquatiques par les métaux lourds .....	3
I-3 Contamination des organismes aquatiques par les métaux lourds .....	3
I-4 Phénomène de la bioaccumulation.....	3
a. L'assimilation.....	3
b. La bioaccumulation par l'individu .....	3
c. La bioaccumulation entre individus .....	3
I-5 Toxicité et persistance.....	4
I-6 La toxicité due aux métaux lourds chez l'homme .....	5
II- Les produits de la mer et l'alimentation humaine .....	5
II-1 Généralités.....	5
III- Produits de la pêche et de l'aquaculture .....	6
III-1 Situation mondiale de la pêche .....	6
III-2 Situation mondiale de l'aquaculture .....	6
IV- L'aquaculture .....	8
IV-1 Crustacés (crevettes).....	8
IV-2 Céphalopodes (calamars).....	8
IV-3 Les techniques d'élevage en aquaculture .....	8
V- Les produits de la mer surgelés .....	9
V-1 Généralités.....	9
V-2 Les produits surgelés étudiés .....	9

V-3 Les normes et procédures à respecter pendant le traitement des produits surgelés .....	10
V-3.1 Les crevettes .....	10
V-3.1.1 La transformation.....	10
V-3.1.2 Le Givrage.....	10
V-3.1.3 Additifs Alimentaires .....	11
V-3.1.4 Hygiène et Manutention.....	11
V-3.1.5 Étiquetage.....	12
V-3.1.6 Au niveau du conditionnement et de l’emballage .....	12
V-3.2 Les calamars crus surgelés .....	13
V-3.2.1 La transformation.....	13
V-3.2.2 Le Givrage.....	13
V-3.2.3 Additifs Alimentaires .....	13
V-3.2.4 Hygiène et Manutention.....	13
V-3.2.5 Étiquetage.....	14
V-3.2.6 Au niveau du conditionnement et de l’emballage .....	14
V-3.3 Au niveau de la qualité pour les crevettes et calamars .....	15

## **Chapitre II MATERIEL ET METHODES**

I-1 Echantillonnage .....	16
II.2 Travail au laboratoire .....	16
II.2.1 Matériel utilisé.....	16
II.2.2 Protocole expérimental.....	17
II.2.2.1 Minéralisation des échantillons.....	17
II.2.2.2 Filtration et mises en solution .....	17
II.2.2.3 Dosage des métaux.....	18
II.2.2.3 Traitement statistique.....	18
• Analyse de la variance « ANOVA1 » .....	18
• Test de student .....	18

## **Chapitre III RESULTATS ET INTERPRETATIONS**

I- Résultats et Interprétation .....	19
I-1 Comparaison des teneurs en métaux lourds trouvées avec les normes AIEA .....	19
I-2 Comparaison des concentrations en ETM entre crevettes Inde et crevettes Chine .....	22
I-3 Comparaison des concentrations en ETM entre calamar Inde et calamar Chine .....	24
II- Etude statistique.....	25
II-1 Comparaisons des teneurs métalliques entre les deux provenances pour la crevette .....	26
II-2 Comparaisons des teneurs métalliques entre les deux provenances pour le calamar .....	28
III- Discussion .....	29
<b>Conclusion générale .....</b>	<b>31</b>
<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>32</b>

La pollution de l'environnement se définit comme une introduction dans les milieux naturels de trop grandes quantités de polluants physiques, chimiques ou biologiques, entraînant une altération de l'environnement, de nature à mettre en danger la santé humaine, à endommager les ressources alimentaires, biologiques et les écosystèmes.

Parmi ces polluants se trouvent les éléments métalliques qui entrent généralement dans l'environnement aquatique à travers les dépôts atmosphériques, l'érosion de la matrice géologique ou en raison des activités anthropogéniques notamment le rejet des effluents industriels, des eaux usées domestiques et des déchets miniers, l'utilisation des pesticides et des fertilisants inorganiques. **(Reddy et al., 2007).**

La contamination du milieu marin, particulièrement le poisson, par les métaux lourds est considérée comme un problème sérieux en raison de leur toxicité et leur accumulation dans la chaîne trophique, provoquant ainsi des effets indésirables sur la santé humaine en particulier suite à la consommation de produits halieutiques contaminés.

Les poissons sont largement utilisés comme espèces sentinelles de la contamination dans le milieu aquatique, et constituent une partie importante de l'alimentation humaine. Il n'est donc pas surprenant que de nombreuses études soient menées sur la pollution par les métaux chez différentes espèces de poissons comestibles. **(Kucuksezgin et al. 2001; Lewis et al, 2002 cités dans KAMARUZZAMAN et al, 2010).**

Nos aliments proviennent de notre environnement immédiat, mais aussi de plus en plus, de pays divers. Cependant il arrive que ces aliments soient contaminés en cours de production, de transformation, de transport et de manipulation par des substances potentiellement dangereuses pour la santé.

L'objectif de cette étude est de déterminer les niveaux de contamination par les métaux lourds (Cd, Pb, Cu et Zn) de la crevette et du calamar importés et commercialisés à Tlemcen afin d'évaluer la qualité du produit et les risques sanitaires liés à leur consommation.

La démarche adoptée dans ce travail se résume en quatre points essentiels :

Le premier chapitre est consacré à une recherche bibliographique

Le deuxième chapitre comporte le matériel et les méthodes utilisés.

Dans le troisième chapitre nous présentons les résultats et la discussion.

Nous terminerons par une conclusion.

## I-1 Les métaux lourds : de grands toxiques

### I-1.1 Généralités

Les métaux occupent une place prépondérante dans l'activité économique mondiale. De part leurs propriétés, les métaux lourds entrent dans la composition d'une grande variété de produits nécessaires à la vie et se retrouvent donc utilisés à différents niveaux : métallurgie, chimie, pharmacie énergie... Ils jouent un rôle stratégique dans certaines applications et aux processus biologiques. Il faut préciser qu'il existe 2 catégories de métaux : ceux qui sont indispensables à la vie, comme le cuivre dont la carence, aussi bien que l'excès, peut provoquer des maladies, et ceux qui sont même préjudiciables comme le cadmium ou le plomb.

À la différence des autres contaminants, les métaux lourds sont des composés inorganiques, ce sont des minéraux, très toxiques, même à de faibles concentrations (**Bourrinet et al, 2008**). La plupart de ces contaminants sont en effet caractérisés non seulement par une forte écotoxicité, mais également par une capacité de bioaccumulation dans les tissus des organismes, de biomagnification tout au long de la chaîne alimentaire et une persistance à long terme dans l'environnement ce qui signifie qu'ils ne se dégraderont jamais, ni dans l'environnement, ni lors de la transformation de produits alimentaires, ni dans le corps. La particularité de la pollution par les métaux lourds est son irréversibilité.

Les métaux traces sont présents dans tous les compartiments de l'environnement, à la fois parce qu'ils sont naturellement présents (sources naturelles) ou parce que certaines activités de l'homme favorisent leur dispersion (source anthropique).

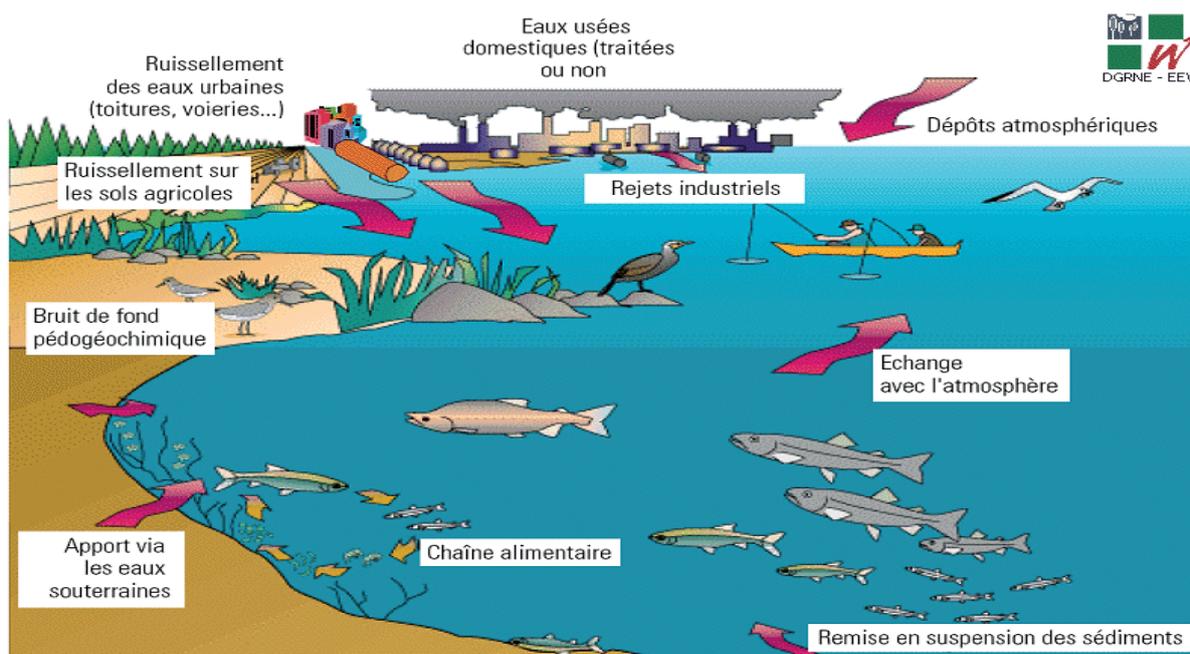


Figure 1 : Sources et cheminement de la pollution (Baghdadi, 2012)

### I-1.2 Contamination des écosystèmes aquatiques par les métaux lourds

En réalité la contamination de l'écosystème aquatique ne se limite pas à la zone située à proximité de la source polluante mais touche également par le biais des échanges inter compartimentaux (eau, sédiment, faune et flore). Cette pollution sournoise est souvent difficile à prévoir, car dans l'environnement, les métaux subissent un grand nombre de transformations : oxydation, réduction, complexation en fonction de la composition du milieu (acidité, alcalinité, oxygénation, température). **(Bouziani, 2010).**

### I-1.3 Contamination des organismes aquatiques par les métaux lourds

Les métaux lourds présents dans l'eau sont absorbés par du phytoplancton et les algues (absorption passive), puis par les animaux marins. Selon les espèces et les métaux, il existe d'importantes différences. En effet, il semblerait que les mollusques et crustacés, et dans une moindre mesure, certains poissons sont d'excellents capteurs de polluants. **(Jica, Matet, Onned 2008).**

### I-1.4 Phénomène de la bioaccumulation

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

- a. **L'assimilation** : Il existe deux voies principales d'exposition aux polluants : la voie externe, par contact (par l'air ou l'eau...) qui provoque un phénomène d'adsorption (la substance toxique reste à la surface), et la voie interne par assimilation ou absorption. L'assimilation diffère selon les métaux, le cadmium se concentre presque exclusivement dans le tube digestif, le foie et les reins. Le plomb se diffuse dans la peau, les muscles, la colonne vertébrale.
- b. **La bioaccumulation par l'individu** : La bioconcentration concerne tous les métaux lourds, mais plus particulièrement le mercure. Ce processus s'exprime par un ratio entre la concentration du composé étudié dans le milieu et la concentration dans l'organisme. Ce ratio porte le nom de facteur de bioconcentration (BCF). Les organismes vivants concentrent beaucoup plus les métaux que l'eau et l'air. Le BCF dans les poissons est de plusieurs milliers, voir de plusieurs dizaines de milliers que celui des mollusques et les invertébrés.
- c. **La bioaccumulation entre individus** (la bioamplification) : Les transferts de métaux entre individus suivent un processus classique, dit « transfert trophique ». Le polluant, présent dans les algues et les microorganismes est ingéré par un herbivore, lui-même proie pour un carnivore, lui-même proie d'un super carnivore, animal ou homme. **(Bourrinet et al, 2008).**

En bout de chaîne, on se trouve donc avec un consommateur final ayant bioaccumulé les formes solubles des métaux. Les concentrations augmentent au fur et à mesure que l'on progresse dans la chaîne trophique. C'est le cas du plomb et surtout du mercure sous la forme méthylée. Le mercure s'accumule à chaque étape et se retrouve concentré au bout de la chaîne alimentaire, notamment dans les gros poissons piscivores. On appelle ce phénomène la « bioamplification » ou la « biomagnification ».

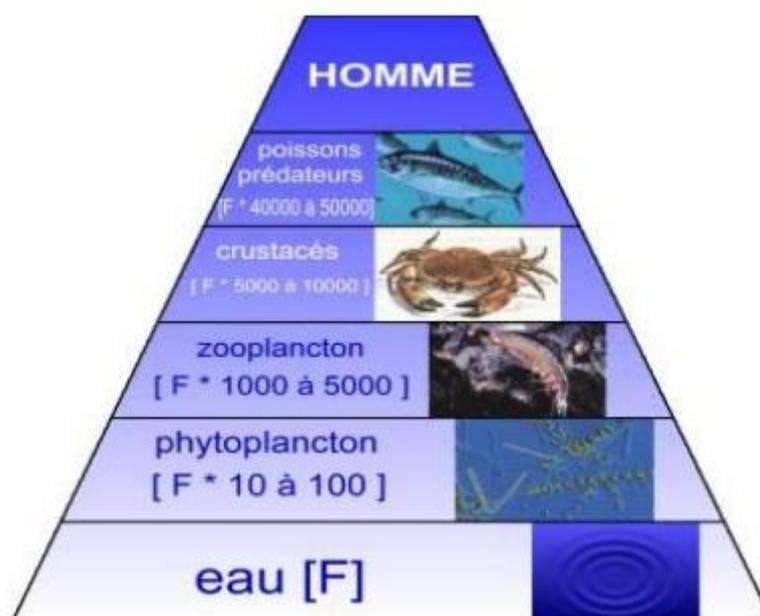


Figure 2 : Facteur de bioconcentration dans la chaîne alimentaire (Baghdadi, 2012)

### I-1.5 Toxicité et Persistance

Les Plomb et le Cadmium ont la propriété de transport et changent de forme chimique, ils ont une conductivité électrique élevée qui expliquent leur utilisation dans de nombreuses industries. Enfin, ils présentent une certaine toxicité pour l'homme. Le Cu et Zn, contrairement aux deux précédents sont considérés comme oligo-éléments et sont indispensables au déroulement des processus biologiques dans le métabolisme et ne deviennent toxiques qu'au-delà d'un certain seuil.

Comparés aux polluants organiques, les métaux lourds ont l'inconvénient majeur de ne pas être biodégradables par des processus chimiques ou biologiques : on parle de persistance des métaux.

Quel que soit le mode de contamination, les métaux lourds s'accumulent dans l'organisme : sang, foie, cerveau, reins...et ne sont éliminés que très lentement. (Baghdadi, 2012)

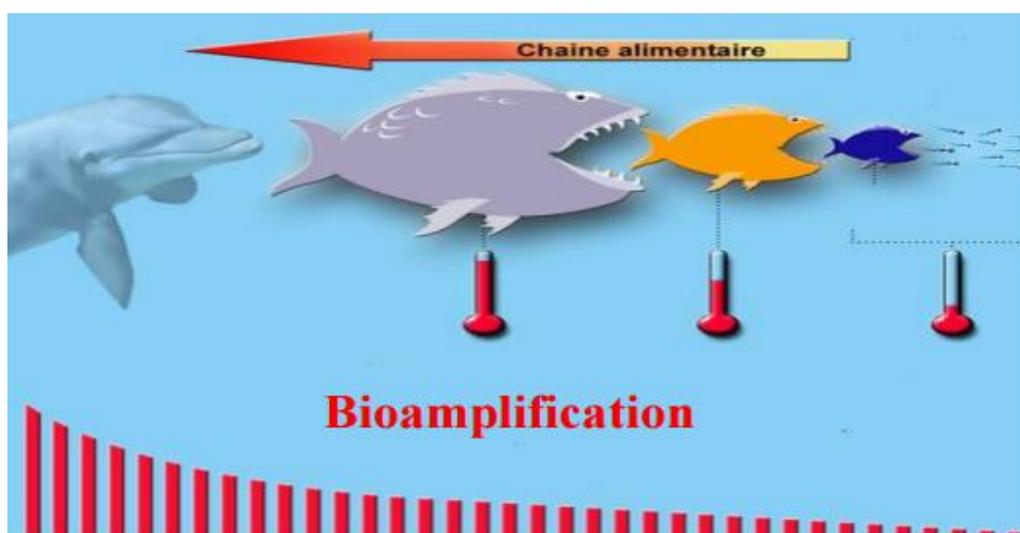


Figure 3 : La chaine trophique contaminée par les métaux lourds. (Baghdadi, 2012)

### I-1.6 La toxicité due aux métaux lourds chez l'homme

Pour l'homme, la problématique des métaux lourds est majeure car elle affecte toutes les caractéristiques de la vie. En effet, la cellule est l'unité biologique fondamentale la plus petite or les métaux lourds peuvent entraîner sa dégénérescence. Certains d'entre eux sont cancérogènes, il peut donc y avoir atteinte de l'entité élémentaire de la vie [Ghali, 2008].

Plus précisément, La plupart des métaux lourds, suite à une absorption importante, provoquent des troubles respiratoires et digestifs (diarrhées, vomissements, douleurs abdominales) pouvant être extrêmement graves, jusqu'à entraîner la mort. Les dysfonctionnements rénaux sont également fréquents. En cas d'intoxication chronique, le plomb et le mercure se distinguent par le fait que le système nerveux central est leur cible privilégiée, entraînant des troubles moteurs (coordination des mouvements, tremblements), du comportement, de la mémoire et une altération des capacités intellectuelles. Le plomb perturbe également la synthèse de l'hémoglobine, ce qui provoque l'anémie (défaut de globules rouges). Enfin, certains métaux sont toxiques pour la reproduction, soit parce qu'ils engendrent des malformations ou des troubles chez les enfants, soit parce qu'ils sont responsables d'une diminution de la fertilité. (Baghdadi, 2012).

## II-2 Les produits de la mer et l'alimentation humaine

### II-2.1 Généralités

En effets, le poisson frais est un aliment qui constitue une source importante de protéines (15 à 25 %), de composés minéraux précieux tels que l'iode ou le sélénium et de vitamines A, D et E.

En outre, c'est un vecteur majoritaire d'acides gras polyinsaturés (AGPI) essentiels de la famille des omégas 3. Ces acides gras possèdent des propriétés nutritionnelles recherchées et impliquées dans la prévention des maladies cardiovasculaires, cancéreuse et inflammatoires (**kamal-Eldin et Yanishlieva, 2002**)

Néanmoins, le poisson est également un contributeur parfois majoritaire de l'exposition à certains contaminants de l'environnement, il a la faculté d'accumuler les contaminants présents dans l'eau et les concentrer jusqu'à atteindre un seuil supérieure à celle de son milieu environnant. Ils accumulent surtout le cadmium et dans une moindre mesure le plomb, mais peu le mercure. Ces êtres vivants sont souvent utilisés et qualifiés comme de bioindicateurs pour le milieu marin. (**Sirot V, 2010**).

### III-3 Produits de la pêche et de l'aquaculture

#### III-3.1 Situation mondiale de la pêche

Occupant une place privilégiée dans l'univers, le profil de la demande des produits de pêche est toujours en accentuation, quelque soit les modes de présentation (frais, congelé, conserves...). Toutes les couches de population consomment ces produits, et cela en raison de leur valeur nutritive et leur grande variabilité en espèces qu'en prix.

La pêche maritime est caractérisée par une surexploitation des ressources halieutiques disponibles à l'échelle mondiale, ayant des impacts très importants sur l'écosystème marin et côtier. En raison de l'expansion démographique et de l'évolution des habitudes alimentaires la pêche seule ne pourra satisfaire les besoins en produit de la mer.

Pour répondre à ces besoins, l'aquaculture est une solution. Aujourd'hui, près de la moitié des poissons consommés dans le monde proviennent de l'aquaculture, c'est à l'aquaculture que l'on doit la croissance impressionnante de l'offre de poisson destiné à la consommation humaine. (**FAO 2016**).

#### III-3.2 Situation mondiale de l'aquaculture

En 2014, la production d'animaux aquatiques issus de l'aquaculture s'est établie à 73,8 millions de tonnes. Ce total comprenait 49,8 millions de tonnes de poisson, 16,1 millions de tonnes de mollusques, 6,9 millions de tonnes de crustacés et 7,3 millions de tonnes d'autres animaux aquatiques dont les amphibiens. La Chine a produit 45,5 millions de tonnes d'animaux aquatiques d'élevage en 2014, soit plus de 60 pour cent de la production aquacole mondiale. (**FAO 2016**).

La Chine est le principal producteur de poisson et le premier exportateur de poisson et de produits de la pêche. C'est aussi un importateur majeur en raison de l'externalisation de la transformation par certains pays et de la croissance de la demande intérieure d'espèces non produites localement. En 2015, toutefois, après des années de forte progression, le commerce chinois des produits de la pêche a enregistré un ralentissement, dû à une réduction des activités du secteur de la transformation. La Norvège, deuxième exportateur mondial, a vu ses exportations atteindre une valeur record en 2015. En 2014, le Viet Nam est devenu le troisième exportateur mondial, devançant la Thaïlande, qui a enregistré un net recul de ses exportations depuis 2013, lié principalement à la baisse de la production de crevettes en raison de maladies. En 2014 et 2015, l'Union européenne (Organisation Membre) (UE) était de loin le plus grand marché d'importation de poisson devant les États-Unis d'Amérique et le Japon. **(FAO 2016)**

En 2014, 46 pour cent (67 millions de tonnes) du poisson destiné à la consommation humaine directe a été commercialisé vivant, frais ou réfrigéré, soit les formes les plus prisées et les plus chères sur certains marchés. Le reste de la production alimentaire se présentait sous différentes formes transformées: poisson séché, salé, fumé ou traité d'autre façon pour 12 pour cent (17 millions de tonnes), préparé et mis en conserve pour 13 pour cent (19 millions de tonnes) et congelé pour 30 pour cent (44 millions de tonnes environ). La congélation est la principale méthode de transformation du poisson destiné à la consommation humaine; en 2014, elle représentait 55 pour cent du volume total du poisson transformé destiné à la consommation humaine et 26 pour cent de la production totale de poisson. **(FAO 2016).**

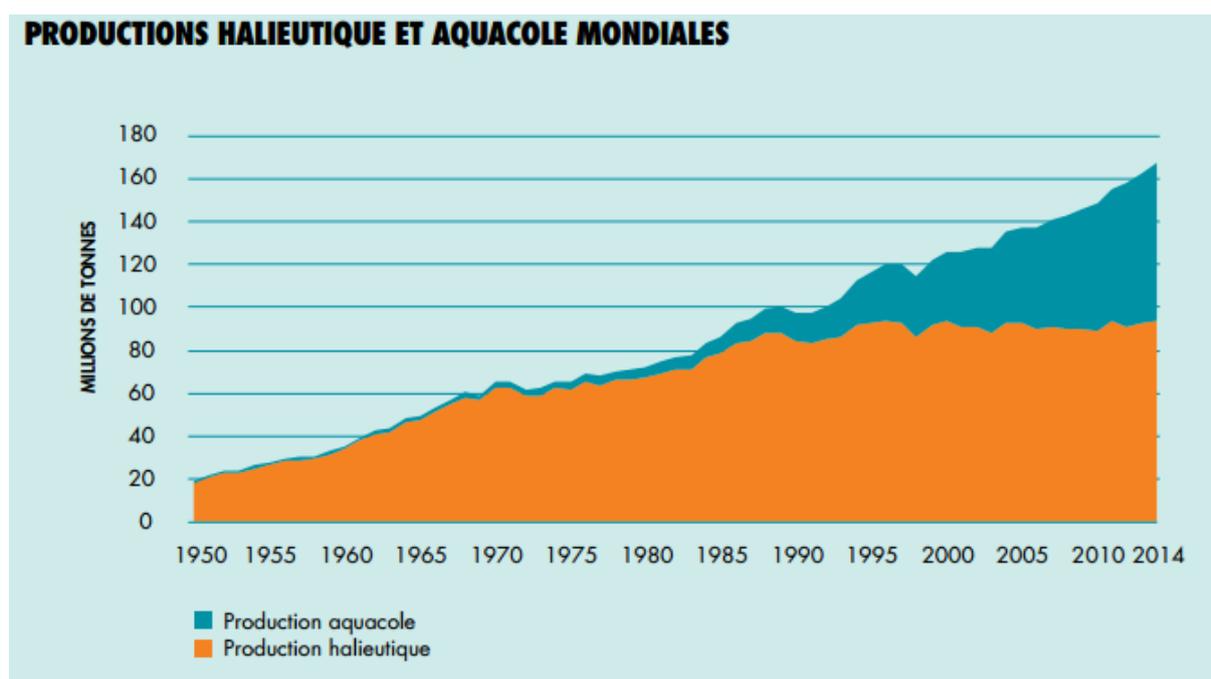


Figure 4 :Productions halieutiques et aquacole mondiales. (FAO 2016)

### IV- L'aquaculture :

#### IV-1- Crustacés (crevettes)

Après avoir été pendant des décennies le produit halieutique le plus commercialisé, la crevette occupe maintenant le deuxième rang, en valeur. Ces dernières années, la production mondiale de crevettes d'élevage a augmenté, mais la production a diminué dans les principaux pays producteurs, particulièrement en Asie, en raison de maladies. **(FAO.2016)**.

Il existe près de 2500 espèces de crevettes dans le Monde, cependant seules 12 d'entre elles font l'objet d'élevage. Ces dernières appartiennent toutes à la famille des Penaeidae, et parmi elles, deux espèces représentent 90 à 95 % de la production crevetticole mondiale: *Litopenaeus vannamei* et *Penaeus monodon*. Cela s'explique par le fait que ces deux espèces, dont la reproduction est bien maîtrisée, présentent un potentiel de croissance élevé et tolèrent bien des conditions d'élevage intensifiées. **(Jory et Cabrera, 2003)**.

Ces dernières années, la production de *L. vannameia* fortement augmenté, représentant près de 70 % de la production mondiale, et a dépassé celle de *P. monodon*, restée très longtemps l'espèce la plus importante. **(Ifremer, 2009)**

#### IV-2- Céphalopodes (calamars)

La demande et la consommation de céphalopodes (seiches, encornets et poulpes) ont légèrement augmenté ces dernières années. Le Viet Nam développe ses marchés pour les céphalopodes, notamment l'encornet, vendu sous forme de rondelles en Asie du Sud-Est. D'autres pays Asiatiques, tels que l'Inde et l'Indonésie, sont aussi des fournisseurs importants. En 2014-2015, ce sont les marchés du poulpe, et non ceux de l'encornet et de la seiche, qui ont progressé le plus. Ayant fonctionné au ralenti pendant quelque temps, le marché de la seiche a montré des signes de reprise fin 2015, notamment du fait de la diminution des disponibilités d'encornet. Les cours du poulpe ont baissé en 2015 lorsque la situation de l'offre s'est améliorée tandis que les prix de l'encornet sont tombés eux aussi, mais principalement à cause d'une demande faible. **(FAO.2016)**.

#### IV-3- Les techniques d'élevage en aquaculture

Avant tout, le choix du site d'élevage est primordial pour la réussite d'un projet d'élevage :

- Les caractéristiques du site vont déterminer les performances de production et faciliter la gestion de la ferme (qualité du sol, de l'eau pompée, disposition des bassins, de la station de pompage).

- L'alimentation des poissons et crustacés d'aquaculture doit prendre en compte les besoins propres à chaque espèce pour obtenir un produit d'élevage sain. Les farines et les huiles de poissons sont une source de protéines et de lipides ou des équivalents végétaux.
- L'aération et l'oxygénation peuvent s'avérer être utiles pour assurer une croissance optimale.
- L'épuration et la stérilisation d'eau sont deux facteurs à contrôler.
- La désinfection des étangs et renouvellement d'eau. **(Ifremer, 2010).**

### **V Les produits de la mer surgelés**

#### **V-1 Généralités**

Les produits surgelés sont obtenus par abaissement rapide de la température à cœur du produit (-40 °C durant quelques heures) de façon à stopper toute activité biologique et microbienne. Ils sont ensuite conservés dans des chambres froides négatives (- 18°C / à -20 °C) pour une longue durée de 6 à 12 mois et parfois plus. Avant leur conditionnement et surgélation, les produits surgelés subissent des traitements spécifiques (lavage, triage, écosage, découpage, blanchiment à la vapeur, pré cuisson etc..).

Les produits surgelés, doivent obligatoirement suivre un acheminement à travers la chaîne de froid, au cours de leur préparation, conservation, stockage, transport et exposition à la vente. C'est pour cela qu'il est indispensable de respecter les températures et les délais de conservation au cours du circuit de distribution et dans les points de vente.

La chaîne du froid désigne la succession des étapes ou « maillons » parcourus par les produits surgelés depuis leur surgélation jusqu'à l'utilisation par le consommateur. C'est le respect absolu de cette chaîne du froid qui garantit la qualité des produits surgelés. Si la réglementation a prévu des conditions strictes de maintien du froid lors de la fabrication, du transport, du stockage et de la distribution, il est tout aussi indispensable que cette chaîne du froid soit respectée par l'utilisateur final, dans son propre intérêt. **(Anonyme, 2017)**

#### **V-2 Les produits surgelés étudiés**

Un produit congelé est tout produit provenant de la pêche en mer ou en eau douce ou de l'aquaculture marine ou terrestre ayant subi une congélation permettant d'obtenir à cœur, une température inférieure ou au plus égale à - 18°C, après stabilisation thermique.

### V-3 Les normes et procédures à respecter lors du traitement des produits surgelés :

#### V-3.1 Les crevettes :

Les crevettes surgelées doivent être préparées à partir de crevettes saines d'une qualité qui leur permette d'être vendues à l'état frais pour la consommation humaine. Elles sont présentées crues, partiellement cuites ou entièrement cuites, décortiquées ou non.

Les crevettes surgelées sont préparées à partir d'espèces appartenant aux familles suivantes:

- Penaeidae
- Pandalidae
- Crangonidae
- Palaemonidae

L'emballage ne doit contenir qu'un seul genre de crevettes mais peut contenir un mélange d'espèces du même genre ayant des caractéristiques organoleptiques similaires. **(Codex Alimentarius, 2001).**

##### V-3.1.1 La transformation

L'eau utilisée pour la cuisson et le refroidissement doit être de l'eau potable ou de l'eau de mer propre.

Après avoir subi une préparation appropriée, le produit doit être soumis à un traitement de congélation et être conforme aux dispositions énoncées ci-après. Le traitement de congélation doit être effectué à l'aide d'un équipement approprié de façon que l'intervalle des températures de cristallisation maximale soit franchi rapidement. La surgélation n'est jugée achevée que lorsque la température du produit est égale ou inférieure à -18°C au centre thermique après stabilisation thermique. Le produit doit être conservé à l'état surgelé de manière à en maintenir la qualité pendant les opérations de transport, d'entreposage et de distribution.

Les crevettes surgelées doivent être traitées et conditionnées de manière à réduire au minimum la déshydratation et l'oxydation. **(Codex Alimentarius, 2001).**

##### V-3.1.2 Le Givrage

Si les produits sont givrés, l'eau utilisée pour le givrage ou pour la préparation de solutions de givrage doit être potable ou être de l'eau de mer propre. L'eau potable est de l'eau douce qui convient à la consommation humaine. Les normes de potabilité ne doivent pas être inférieures à celles de la dernière édition des "Directives internationales pour la qualité de l'eau de boisson" de l'OMS. (Organisation Mondiale de la Santé).

L'eau de mer propre est de l'eau de mer qui satisfait aux mêmes normes microbiologiques que l'eau potable et doit être exempt de substances indésirables. **(Codex Alimentarius, 2001).**

### V-3.1.3 Additifs Alimentaires

Seuls les additifs mentionnés ci-après peuvent être utilisés.

**Tableau 1** : les additifs utilisés dans le traitement des crevettes surgelés **(Codex Alimentarius, 2001).**

<b>Additifs</b>		<b>Concentration maximale dans le produit fini</b>
<b><u>Régulateur de l'acidité</u></b>		
330	Acide citrique	BPF
450(iii)	Diphosphatetétrasodique	10 g/kg, seuls ou en combinaison (y compris les phosphates naturels) exprimés en P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ,
450(v)	Diphosphatetétrapotassique	
451(i)	Triphosphate pentasodique	
451(ii)	Triphosphate pentapotassique	
<b><u>Antioxygène</u></b>		
300	Acide ascorbique (L-)	BPF
<b><u>Colorants</u></b>		
124	Ponceau 4R	30 mg/kg, uniquement dans les produits traités à la chaleur
<b><u>Agent de conservation</u></b>		
221	Sulfite de sodium	100 mg/kg de produit cru comestible; ou 30 mg/kg de produit cuit comestible; exprimés en SO <sub>2</sub> , seuls ou en combinaison
223	Metabisulfite de sodium	
224	Metabisulfite de potassium	
225	Sulfite de potassium	

### V-3.1.4 Hygiène et Manutention

Le produit fini doit être exempt de toute matière étrangère qui présente un danger pour la santé humaine.

Quand il est analysé selon les méthodes d'échantillonnage et d'examen appropriées prescrites par la Commission du Codex Alimentarius, le produit:

- Doit être exempt de micro-organismes ou de substances produites par des micro-organismes en quantités pouvant présenter des risques pour la santé, conformément aux normes établies par la Commission du Codex Alimentarius;
- Doit être exempt de toutes autres substances en quantités pouvant présenter des risques pour la santé, conformément aux normes établies par la Commission du Codex Alimentarius. (**Codex Alimentarius, 2001**).

### V-3.1.5 Étiquetage

Outre la Norme générale Codex pour l'étiquetage des denrées alimentaires préemballées, les dispositions spécifiques ci-après sont applicables. (**Codex Alimentarius, 2001**).

La dénomination de vente avec la mention « surgelé »,

- La liste des ingrédients,
- La quantité nette,
- La date jusqu'à laquelle la denrée conserve ses propriétés spécifiques ainsi que l'indication des conditions particulières de conservation (date limite de l'utilisation optimale désignée D.L. U O..)
- Une indication permettant d'identifier le lot de fabrication,
- Le nom ou la raison sociale et l'adresse du fabricant ou du conditionneur,
- Le lieu d'origine,
- Le mode d'emploi,
- La mention « ne jamais recongeler un produit préalablement décongelé »

### V-3.1.6 Au niveau du conditionnement et de l'emballage :

Les produits surgelés sont obligatoirement préemballés afin de préserver tout au long de la chaîne du froid, c'est-à-dire depuis la fabrication jusqu'au moment de l'utilisation, leur qualité et leur salubrité. Le conditionnement assure tout d'abord la protection contre chocs, poussières, lumières ; il permet également de renseigner l'utilisateur par un étiquetage détaillé ; il procure aussi d'autres avantages en s'adaptant aux besoins du consommateur :

- Paquets (contenant blocs ou portions individuelles),
- Barquettes et moules en aluminium ou en plastique permettant la cuisson directe.
- Sacs plastiques, sachets en plastique.
- Pots individuels, sachets, bacs plastiques ou emballages isolants. (**Codex Alimentarius, 2001**).

### V-3.2 Les calamars crus surgelés

Les calamars surgelés doivent être préparés à partir de calamars sains d'une qualité qui leur permette d'être vendus à l'état frais pour la consommation humaine. Présentés crus et en morceaux de calamars crus surgelés. Ces derniers proviennent d'espèces appartenant aux familles suivantes: **(Codex Alimentarius, 2001)**.

- Loliiginidae
- Ommastrephidae

#### V-3.2.1 La transformation

L'eau utilisée pour la cuisson et le refroidissement doit être de l'eau potable ou de l'eau de mer propre.

Après avoir subi une préparation appropriée, le produit doit être soumis à un traitement de congélation et être conforme aux dispositions énoncées ci-après. Le traitement de congélation doit être effectué à l'aide d'un équipement approprié de façon que l'intervalle des températures de cristallisation maximale soit franchi rapidement. La surgélation n'est jugée achevée que lorsque la température du produit est égale ou inférieure à  $-18^{\circ}\text{C}$  au centre thermique après stabilisation thermique. Le produit doit être conservé à l'état surgelé de manière à en maintenir la qualité pendant les opérations de transport, d'entreposage et de distribution. **(Codex Alimentarius, 2001)**.

#### V-3.2.2 Le Givrage

Si les produits sont givrés, l'eau utilisée pour le givrage ou pour la préparation de solutions de givrage doit être potable ou être de l'eau de mer propre. L'eau potable est de l'eau douce qui convient à la consommation humaine. Les normes de potabilité ne doivent pas être inférieures à celles de la dernière édition des "Directives internationales pour la qualité de l'eau de boisson" de l'OMS. L'eau de mer propre est de l'eau de mer qui satisfait aux mêmes normes microbiologiques que l'eau potable et doit être exempte de substances indésirables. **(Codex Alimentarius, 2001)**.

#### V-3.2.3 Additifs Alimentaires

Aucun additif alimentaire n'est autorisé dans ces produits. **(Codex Alimentarius, 2001)**.

#### V-3.2.4 Hygiène et Manutention

Le produit fini doit être exempt de toute matière étrangère qui présente un danger pour la santé humaine.

Quand il est analysé selon les méthodes d'échantillonnage et d'examen appropriées prescrites par la Commission du **Codex Alimentarius**, le produit:

- Doit être exempt de micro-organismes ou de substances produites par des micro-organismes en quantités pouvant présenter des risques pour la santé, conformément aux normes établies par la Commission du Codex Alimentarius;
- Doit être exempt de toutes autres substances en quantités pouvant présenter des risques pour la santé, conformément aux normes établies par la Commission du Codex Alimentarius.

### V-3.2.5 Étiquetage

Outre la Norme générale Codex pour l'étiquetage des denrées alimentaires préemballées, les dispositions spécifiques ci-après sont applicables:

La dénomination de vente avec la mention « surgelé »,

- La liste des ingrédients,
- La quantité nette,
- La date jusqu'à laquelle la denrée conserve ses propriétés spécifiques ainsi que l'indication des conditions particulières de conservation (date limite de l'utilisation optimale désignée D.L. U O.)
- Une indication permettant d'identifier le lot de fabrication.
- Le nom ou la raison sociale et l'adresse du fabricant ou du conditionneur.
- Le lieu d'origine.
- Le mode d'emploi.
- La mention « ne jamais recongeler un produit préalablement décongelé ». (**Codex Alimentarius, 2001**).

### V-3.2.6 Au niveau du conditionnement et de l'emballage :

Les produits surgelés sont obligatoirement préemballés afin de préserver tout au long de la chaîne du froid, c'est-à-dire depuis la fabrication jusqu'au moment de l'utilisation, leur qualité et leur salubrité. Le conditionnement assure tout d'abord la protection contre chocs, poussières, lumières ; il permet également de renseigner l'utilisateur par un étiquetage détaillé ; il procure aussi d'autres avantages en s'adaptant aux besoins du consommateur :

- Paquets (contenant blocs ou portions individuelles),

- Barquettes et moules en aluminium ou en plastique permettant la cuisson directe.
- Sacs plastiques, sachets en plastique.
- Pots individuels, sachets, bacs plastiques ou emballages isolants. **(Codex Alimentarius, 2001)**.

### V-3.3 Au niveau de la qualité pour les crevettes et calamars :

Le fabricant est amené à sélectionner strictement les denrées qu'il utilise. Cette sélection commence par le choix des espèces et des variétés les mieux adaptées à la surgélation. Puis le traitement intervient très rapidement après la récolte, la pêche, l'abattage ou la confection des produits élaborés. C'est la condition essentielle de la fraîcheur.

Enfin, des contrôles très stricts sont effectués à tous les stades de la fabrication : denrées, installations et équipements, manipulations, températures. La qualité optimale ainsi recherchée tout au long de la phase de préparation devra être préservé par un froid continu – sans interruption et sans variation – depuis la congélation jusqu'à la consommation, c'est la chaîne du froid. **(Codex Alimentarius, 2001)**.

Dans le cadre d'une mission de surveillance de la qualité des produits de la mer surgelés et commercialisés à Tlemcen, un suivi sur les polluants chimiques (métaux lourds) a été réalisé sur les crustacés (crevettes), et les céphalopodes (calamars).

### **I- Échantillonnage :**

La distinction entre les produits de l'aquaculture et de la pêche n'a pas pu être établie pour les produits d'importation.

12 échantillons ont été procurés au niveau de différents points de vente de la wilaya de Tlemcen destinés aux consommateurs.

Trois échantillons de crevettes rouges décortiquées de Chine

Trois échantillons de crevettes rouges décortiquées d'Inde

Trois échantillons rondelles de calamars de Chine

Trois échantillons rondelles de calamars d'Inde

Ces échantillons portent différents numéro de lots. Ils ont été conservés au congélateur jusqu'à la minéralisation dans des tubes stériles indemnes de métaux

### **II- Travail au laboratoire**

#### **II- 1 Matériel utilisé :**

Une étuve

Un four à moufle

Une balance de précision

Des piluliers

Des coupelles en porcelaine (nacelles à incinération)

Une fiole jaugée

Une éprouvette

L'acide nitrique (HNO<sub>3</sub>)

Spectrophotomètre d'absorption atomique

Des précautions indispensables sont à prendre : Les pots de prélèvements, flacons de conservation des extraits destinés à l'analyse des ETM sont traité au préalable à l'acide nitrique pendant 24h puis rincés à l'eau distillée.

### II-2 Protocole expérimental :

#### II-2.1 Minéralisation des échantillons

Les échantillons sont pesés 3 à 4 g du poids et mis dans un creuset qu'on place dans l'étuve à une température de 110°C pendant 03 heures. Ils sont ensuite placés dans un four à moufle pendant 15min à 450°C puis ils sont humectés avec de l'acide nitrique ( $\text{HNO}_3$ ) et replacés dans le four à 350°C pendant 1h30min.



Figure 5 : four à moufle



Figure 6: étuve

#### II-2.2 Filtration et mises en solution:

Les solutions obtenues des différentes minéralisations ont été filtrées. Elles ont été ajustées à 25ml puis elles ont été mises dans des godets et conservées au frais jusqu'à analyse par spectrophotométrie d'absorption atomique.



Figure 7 :le filtrat

### II-2.3 Dosage des métaux :

Le dosage des échantillons à été effectué au laboratoire de catalyse à l'usine ALZINC de Ghazaouat. Les éléments absorbent les radiations dont la longueur d'onde correspond à celles émises lors du retour à l'état fondamental de l'atome. Le spectre d'émission produit par la source lumineuse est absorbé par l'élément lorsqu'il est présent (Janin et Schnitzer, 1996).

### II-2.4 Traitement statistique :

Le traitement statistique de l'ensemble des données est réalisé à l'aide du test ANOVA et le test de Student en utilisant le logiciel MINITAB version 16.

- Analyse de la variance « ANOVA1 »

La variabilité des teneurs métalliques est étudiée par une analyse de variance (test ANOVA1)

Cette analyse consiste à tester l'hypothèse nulle  $H_0$ . Cela se fait par le calcul de  $p$  (Probabilité de rejet de  $H_0$ )

Si  $p < 0.05$ , les moyennes sont statistiquement distinctes; donc la différence entre les moyennes est significative.

Si  $p > 0.05$  on accepte  $H_0$ , donc il n'y a pas de différences significatives entre les moyennes.

- Teste de Student

Le test de Student est un test paramétrique réalisé pour comparer les teneurs métalliques chez la même espèce mais de provenance différente.

Pour tous les tests, un seuil de significativité de  $p = 0,05$  a été appliqué.

Si  $p > 0.05$  il n'existe pas de différences significatives

Si  $p < 0.05$  il existe une différence significative.

Le tableau 2 indique les teneurs en Cd, Cu, Pb et Zn retrouvées chez les crevettes et calamars.

**Tableau 2:** Teneurs globales des métaux lourds exprimées en mg/kg de poids sec chez les crevettes et les calamars.

ELEMENT	Cd (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)
Crevette Inde		0.011	0.045	0.29
Crevette Inde	0.013	0.013	--	0.45
Crevette Inde	--	0.011	--	0.38
Crevette Chine	--	0.028	--	0.58
Crevette Chine	--	0.019	--	0.46
Crevette Chine	--	0.01	--	0.37
Calamar Inde	0.020	--	--	0.46
Calamar Inde	0.004	--	--	0.35
Calamar Inde	0.013	0.001	--	0.33
Calamar Chine	0.003	--	--	0.38
Calamar Chine	0.002	0.007	--	0.36
Calamar Chine	0.004	0.002	--	0.42
Normes AIEA	0,18	3,28	0,12	67,1

Pour interpréter les différents résultats obtenus par l'analyse des 12 différents échantillons, nous avons établis des histogrammes.

### I- Résultats et Interprétation

#### I-1 Comparaison des teneurs en métaux lourds trouvées avec les normes AIEA

Les teneurs des métaux lourds présentées en mg/kg du poids sec ont été comparées aux règlements européens de l'AIEA. (Agence International de l'Energie Atomique).

#### Plomb

La Figure 8 montre que les concentrations en Pb sont à l'état de trace pour l'ensemble des échantillons sauf chez un seul individu (crevette inde) avec 0,045mg/kg mais en dessous des valeurs internationales fixées par l'AIEA.

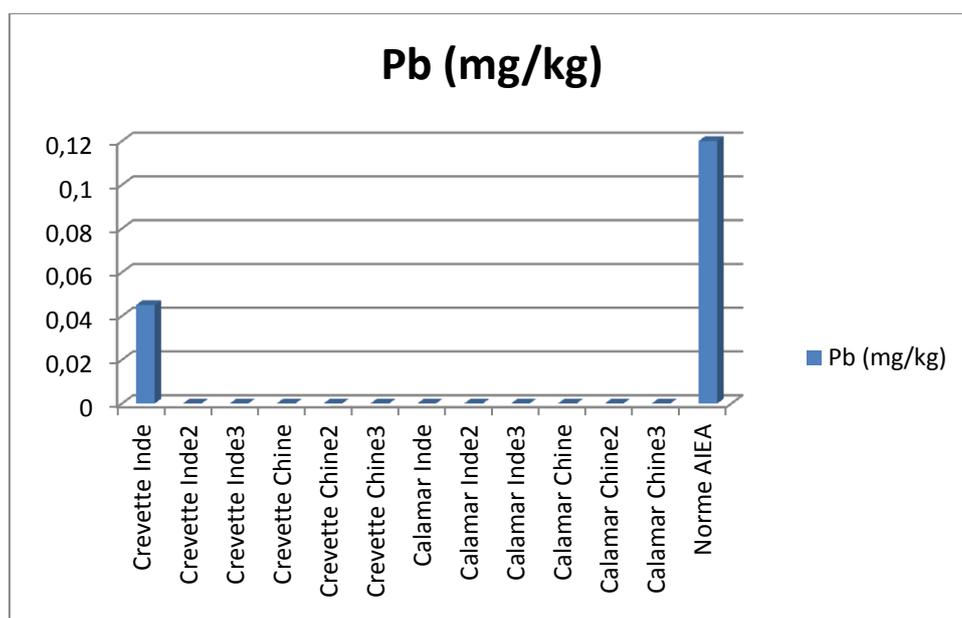


Figure 8: Concentrations du plomb chez la crevette et le calamar de Chine et d'Inde

### Zinc

Pour le Zn, on remarque une hausse des concentrations avec des fluctuations qui varient entre 0.29mg/Kg et 0.58mg/kg mais qui reste très faibles par rapport aux normes. C'est le métal le plus abondant chez tous les individus.

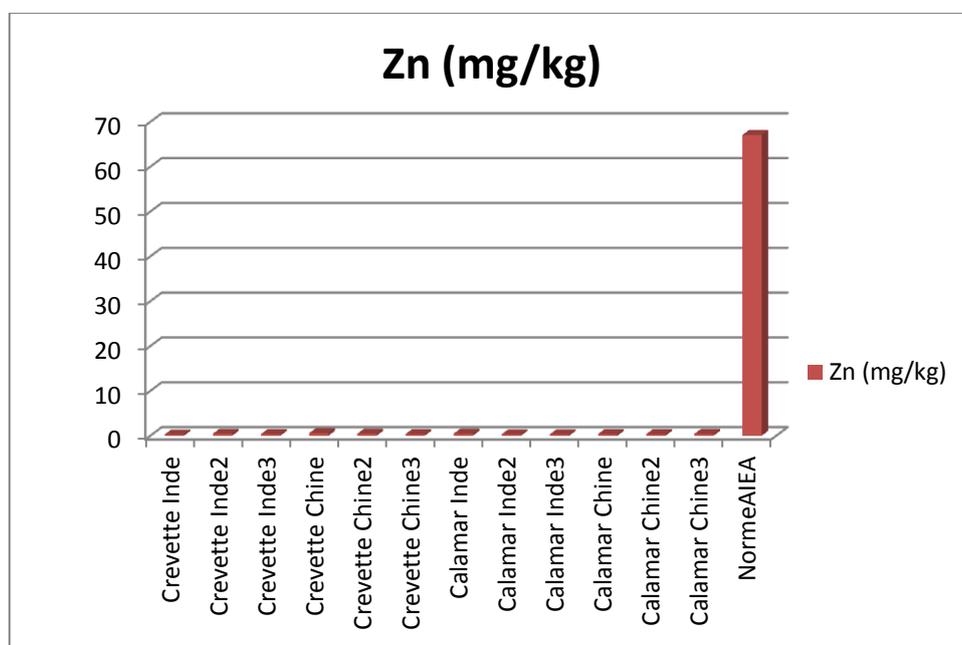
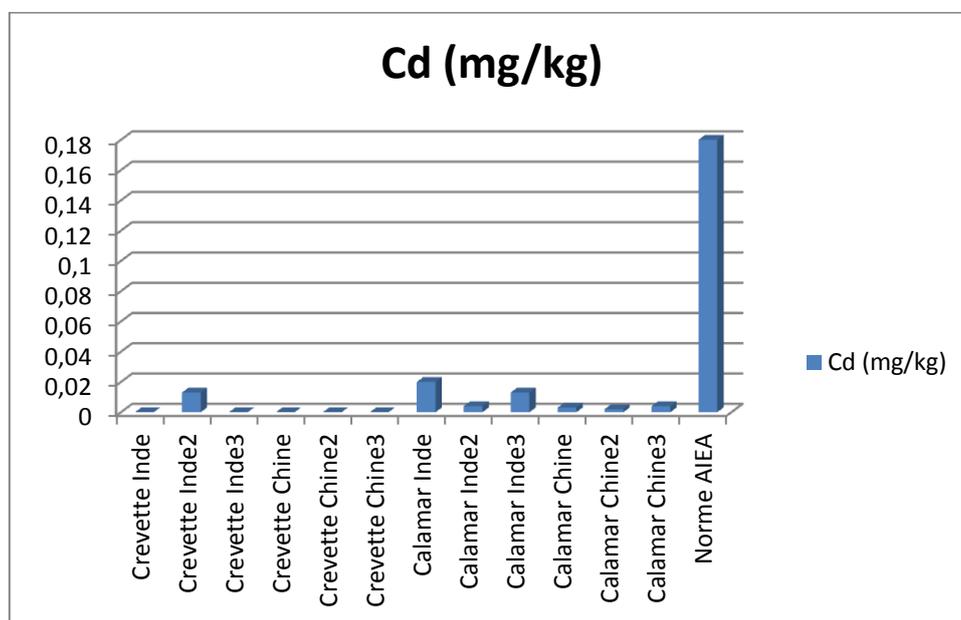


Figure 9 : Concentrations du Zinc chez la crevette et le calamar de Chine et d'Inde

### Cadmium

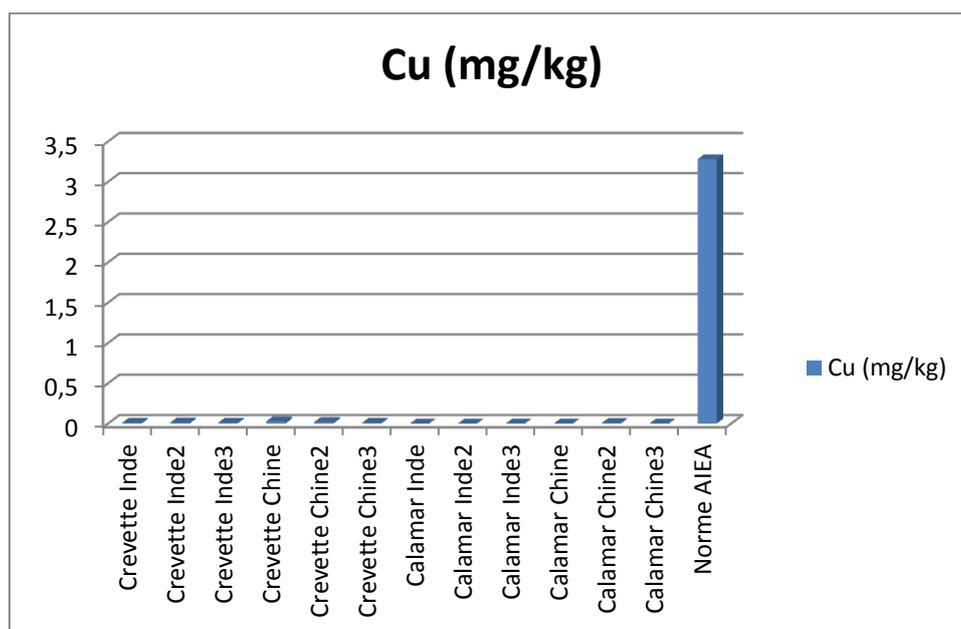
Les concentrations en Cd sont faibles pour l'ensemble des individus mais on enregistre une légère hausse chez le calamar et la crevette d'Inde.



**Figure 10 :** Concentrations du cadmium chez la crevette et le calamar de Chine et d'Inde

### Cuivre

Les concentrations en cuivre présentent des valeurs nettement inférieures à celles fixées par l'AIEA.



**Figure 11:** Concentrations du cuivre chez la crevette et le calamar de Chine et d'Inde

I-2 Comparaison des concentrations en ETM entre crevettes Inde et crevettes Chine

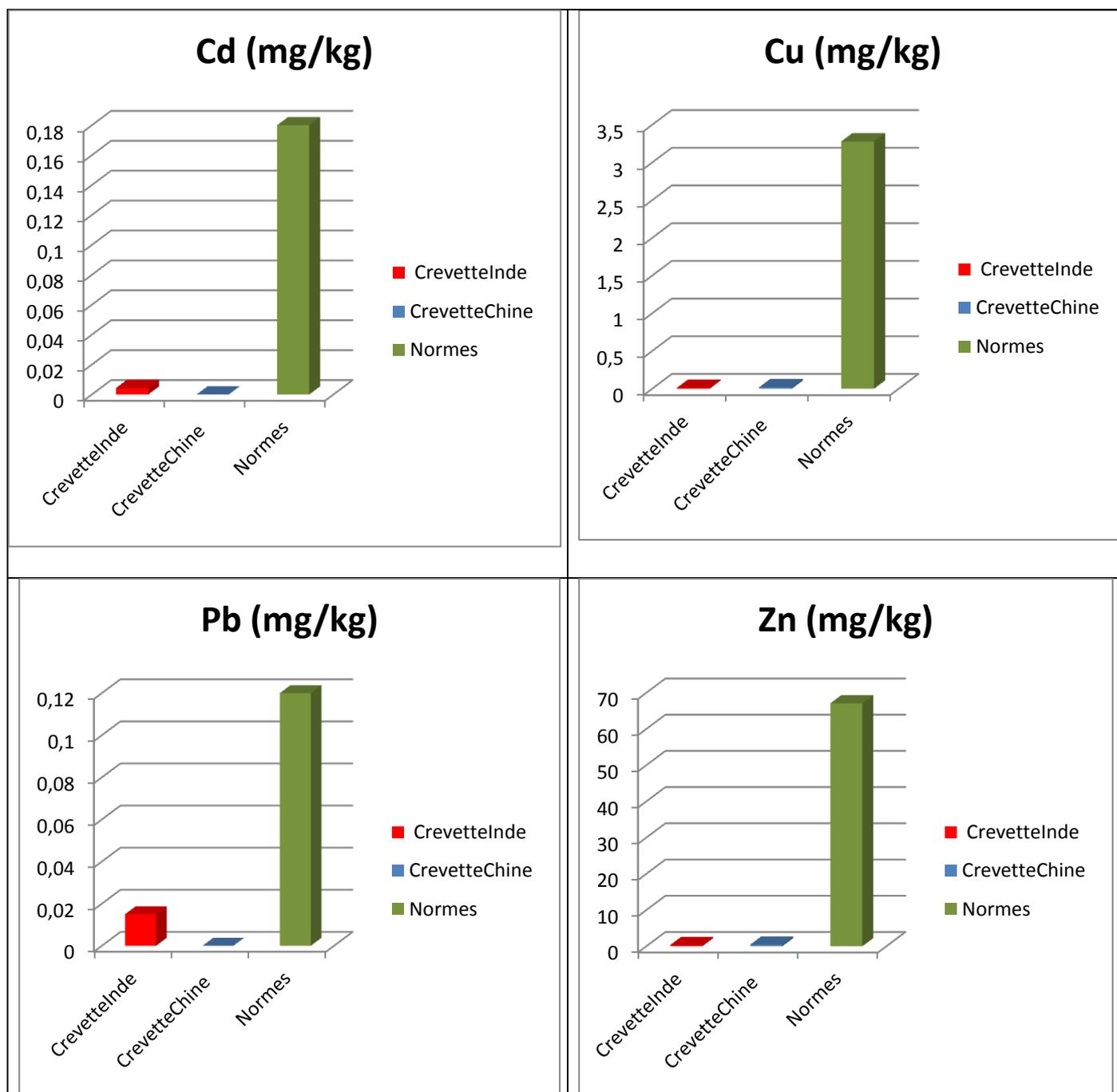
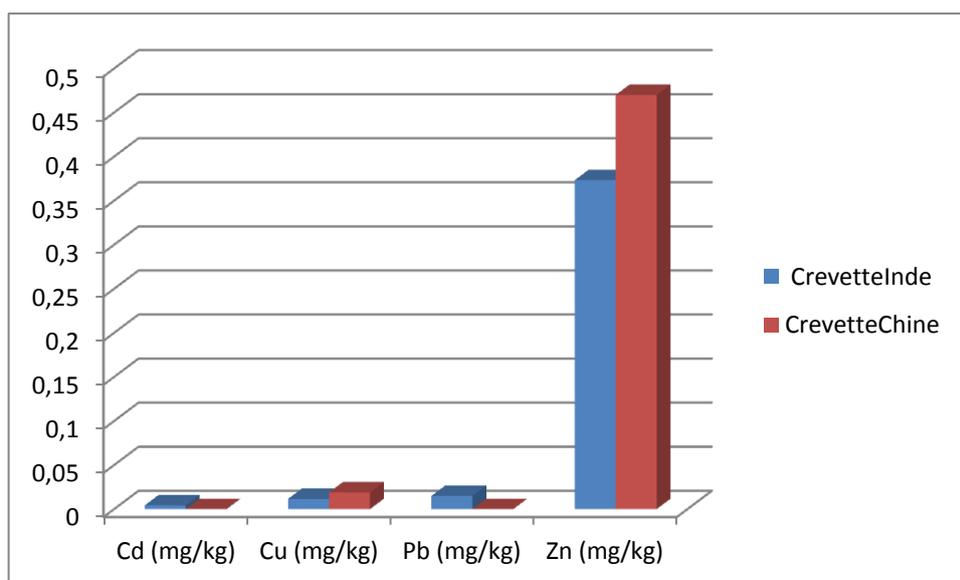


Figure 12 : comparaison entre les concentrations moyennes des différents métaux chez les deux types de crevettes (exprimées en mg/kg de Ps)

D'après les résultats de la Figure12:

- La concentration en Cd chez la crevette d'Inde (0,004mg /kg de PS) est supérieure à celle de la crevette de Chine qui est présente à l'état de trace. Les deux teneurs restent inférieures à la norme.
- Le Zn présente des variations de concentrations similaires à celles du Cu, (0,37mg/kg pour la crevette Inde) et (0,47mg/kg pour la crevette Chine). Elles sont faibles au niveau des deux provenances par rapport aux normes (67,1mg/kg).
- Les teneurs relevées en Pb chez la crevette d'Inde sont importantes (0,015mg/kg), mais ne dépassent en aucun cas le seuil fixé par l'AIEA qui est de (0.12mg/kg).

L'ordre d'accumulation des ETM chez la crevette :



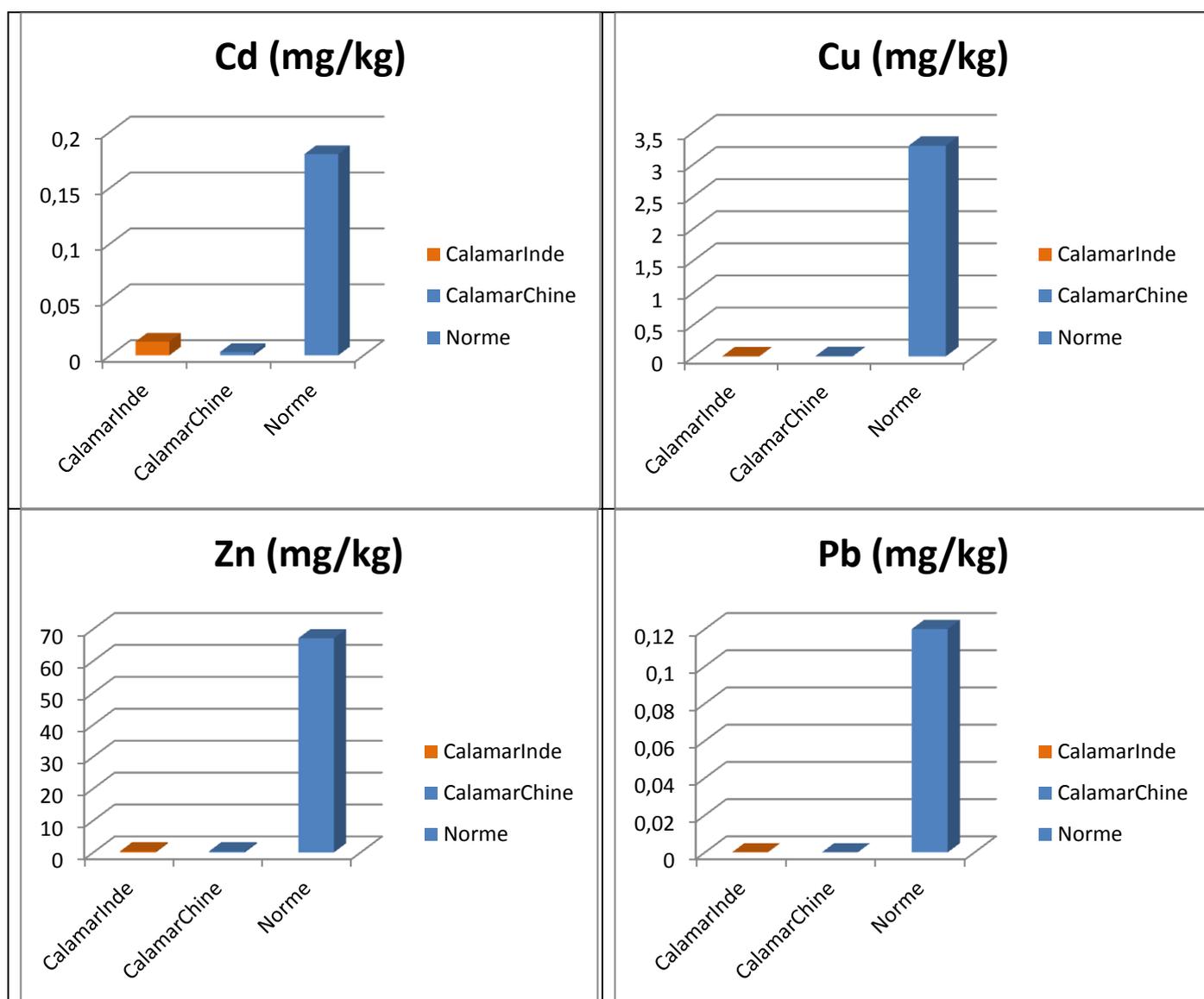
**Figure 13** : Teneurs moyennes des concentrations en ETM chez les crevettes Inde/Chine

On peut noter un certain gradient d'accumulation métallique:

Crevette Inde : Cd < Cu < Pb < Zn

Crevette Chine : Cd = Pb < Cu < Zn

I-3 Comparaison des concentrations en ETM entre calamar Inde et calamar Chine

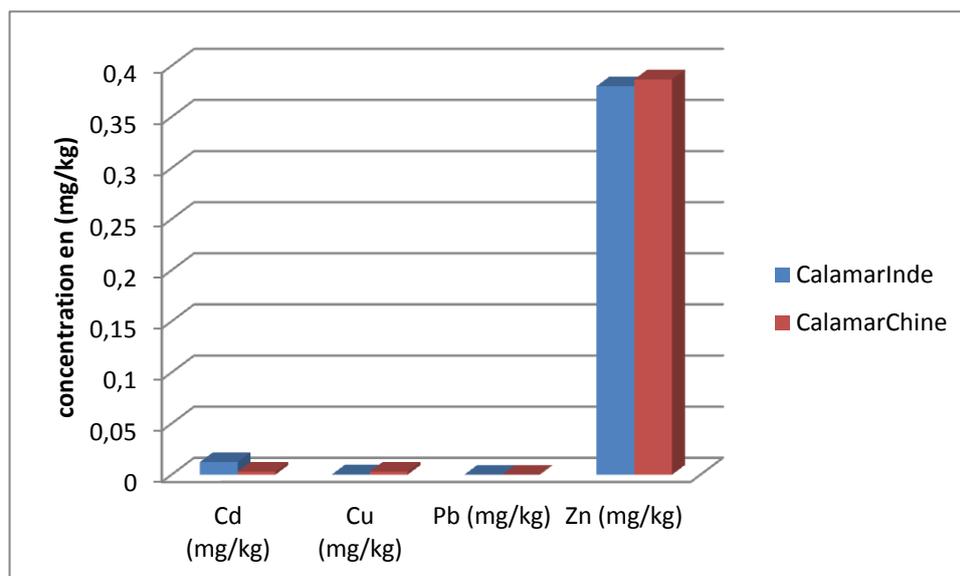


**Figure14** : comparaison entre les concentrations moyennes des différents métaux chez les deux types de calamars (exprimées en mg/kg de Ps)

Selon la Figure 14:

- Les valeurs cadmiques enregistrés chez le calamar d'Inde (0,012mg/kg) sont plus élevées que celles de Chine (0,003mg/kg), mais reste relativement inférieures aux normes de l'AIEA (0.189 mg/kg)
- Les concentrations du Cu, Zn et du Pb sont très faibles et nettement en dessous des normes.

L'ordre d'accumulation des ETM chez le calamar :



**Figure15** : Teneurs moyennes des concentrations en ETM chez les calmars Inde/Chine.

Selon la figure15, on peut noter le gradient croissant d'accumulation comme suit :

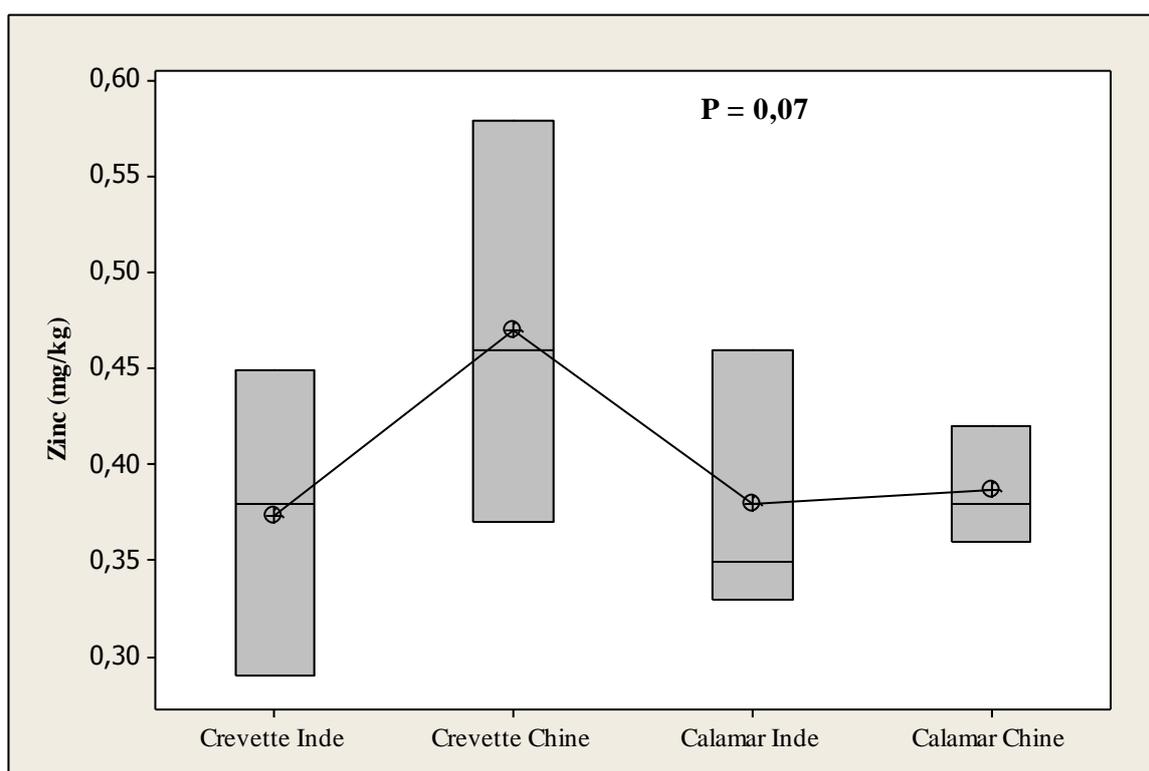
Calamar Inde :  $Pb < Cu < Cd < Zn$

Calamar Chine :  $Pb < Cd = Cu < Zn$

## II- Etude statistique

Ce traitement statistique n'a été réalisé que pour les résultats d'analyses concernant le Zinc chez la crevette et le calamar. Les valeurs du plomb, cadmium et cuivre sont à l'état de trace.

- L'analyse de variance à un facteur ANOVA 1 testée sur les concentrations du Zinc chez la crevette et le calamar des deux provenances représentés par la figure 16 a révélé des différences non significatives puisque P value = 0.07 supérieur au seuil de risque  $\alpha$  (0.05). On accepte  $H_0$ .



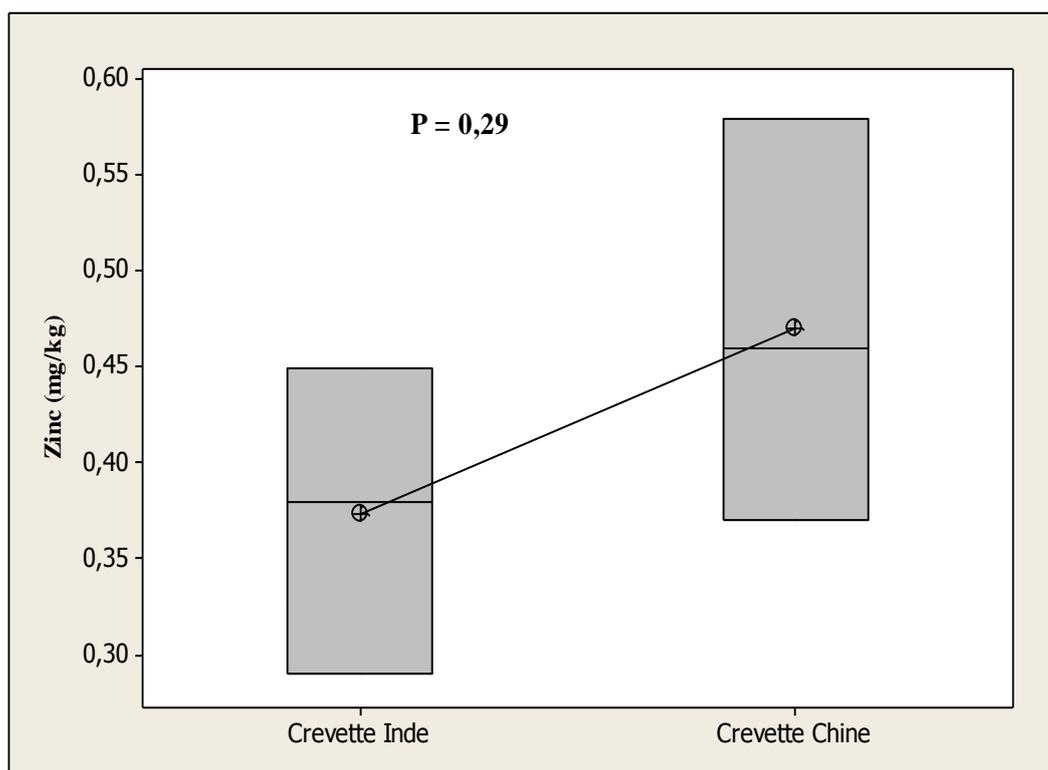
**Figure 16** : représentation graphique en boîte à moustache de test de l'ANOVA appliqué aux crevettes et calamars des deux provenances pour le Zinc.

### II-1 Comparaisons des teneurs métalliques entre les deux provenances pour la crevette

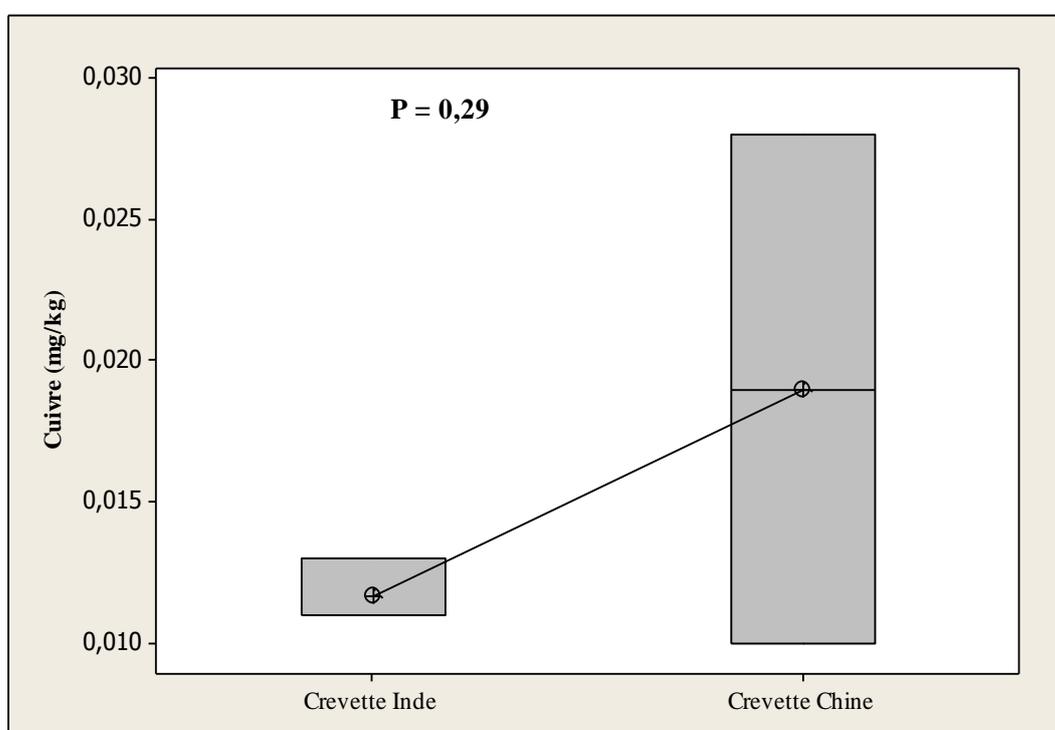
Le test de Student qui permet de faire une comparaison de données deux à deux n'a été réalisé que pour :

- Zn pour la crevette et le calamar (Inde et Chine).
- Cu que pour la crevette (Inde et Chine).
- Cd que pour le calamar (Inde et Chine).

A cause des teneurs très faibles trouvées dans les résultats.



**Figure 17:** Comparaison des teneurs métalliques de Zinc en mg/kg entre la crevette Inde et la crevette Chine



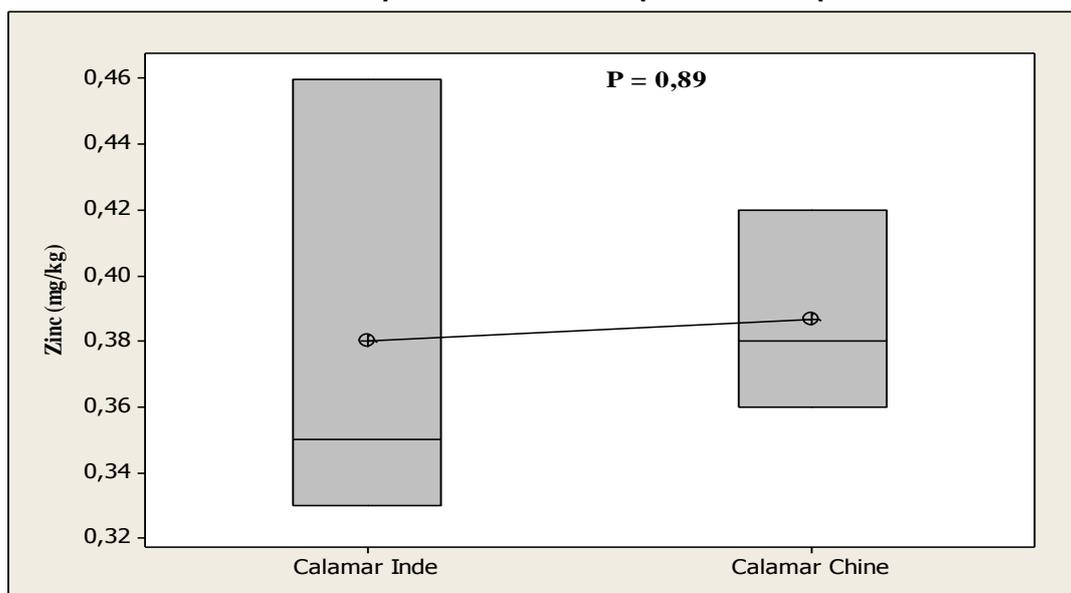
**Figure18 :** Comparaison des teneurs métalliques de Cuivre en mg/kg entre la crevette Inde et la crevette Chine

D'après les figures 17 et 18 nous notons que :

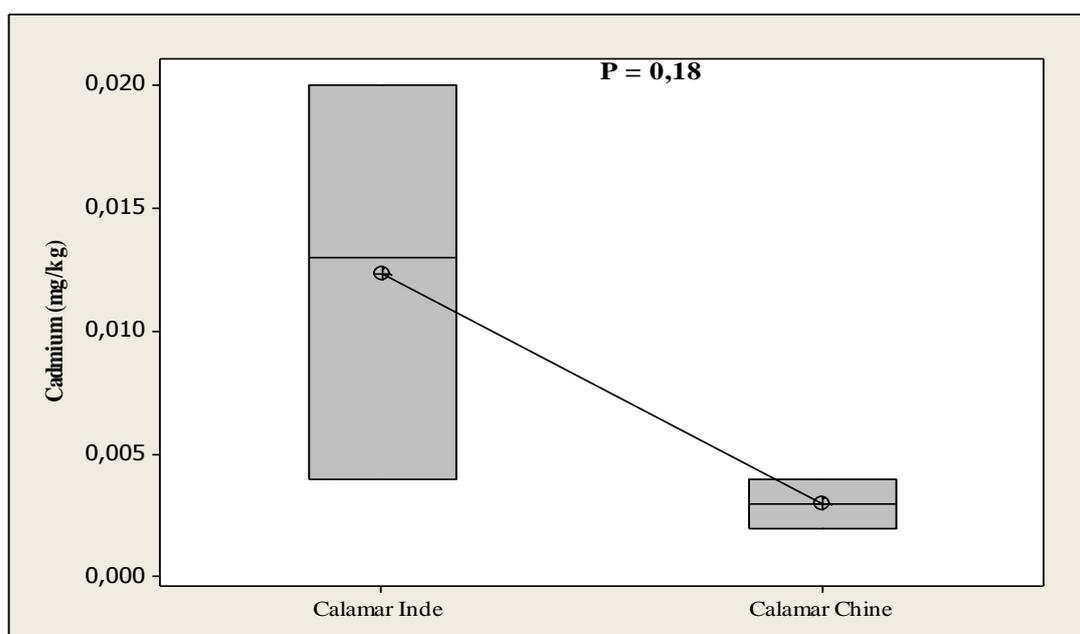
- Les concentrations en Cu et Zn chez la crevette de Chine sont élevées par rapport à celles d'Inde, avec une moyenne de 0.47mg/kg pour le Zn et 0.019 mg/kg pour le Cu.

L'étude statistique ne montre aucune différence significative.  $P > 0.05$

#### II-2 Comparaisons des teneurs métalliques entre les deux provenances pour le calamar



**Figure19 :** Comparaison des teneurs métalliques de Zinc en mg/kg entre le calamar Inde et le calamar Chine



**Figure20:** Comparaison des teneurs métalliques de Cadmium en mg/kg entre le calamar Inde et calamar Chine

D'après les figures 19 et 20 nous notons que :

- Pour le Zn, les moyennes de la concentration enregistrées chez le calamar de Chine sont similaires à celles chez le calamar d'Inde avec 0.038 mg/kg et 0.386 mg/kg.
- Concernant le Cd, une accumulation élevée est notée 0.012mg/kg chez le calamar Inde tandis qu'une moyenne de 0.003mg/kg est enregistrée chez le calamar de Chine.

Pour chaque métal traité aucune différence significative n'est présente. ( $P > 0.05$ ).

### III- Discussion

Les résultats de nos analyses ont révélés la présence de ces xénobiotiques [Zn, Cu, Pb, Cd] dans l'ensemble de nos échantillons, avec des taux assez faibles et en dessous des valeurs internationales fixés par l'AIEA. Les concentrations en métaux traces varient assez largement chez les deux espèces.

- Les teneurs en plomb sont à l'état de traces par rapport aux autres polluants, la concentration la plus élevée est notée chez la crevette d'Inde. Il ne faut pas oublier que le plomb est toxique même à faibles doses, il persiste dans l'environnement et peut être absorbé et emmagasiné dans les os et autres tissus biologiques pendant de nombreuses années.
- Le Cd manifeste des concentrations élevées chez le calamar pour les deux provenances, mais restent tout de même moins importantes par rapport aux micropolluants Zn, Cu. Le cadmium est classé par le Centre International sur la Recherche sur le Cancer (CIRC) comme une substance cancérogène possible. La relation avec le cancer de la prostate a été démontrée (**Nilson R, 1999**).
- Les concentrations du Cu se révèlent nettement inférieures à la norme. Rappelons que c'est un métal essentiel indispensable au bon fonctionnement de l'organisme.
- On constate également que le Zn est généralement l'élément le plus abondant chez les deux organismes marins. Ces résultats s'avèrent largement inférieure aux normes obtenus par l'AIEA. On peut lier sa concentration élevée par le fait qu'il soit un métal essentiel pour le métabolisme, donc il fait l'objet d'une accumulation importante
- L'ANOVA 1 testé sur les concentrations de métaux chez la crevette et le calamar de l'Inde et de Chine n'a révélé aucune différence significative.
- Nous notons une concentration en Pb et Cd plus importante chez les organismes marins provenant d'Inde que ceux provenant de Chine. Ceci peut être lié à plusieurs facteurs:

- Par migration en provenance des emballages.
  - Par la contamination des eaux par les différents rejets dans le milieu si c'est des produits de pêche.
  - Par l'alimentation destinée aux poissons et le manque de contrôle et de suivie si c'est des produits d'aquaculture.
- Alors que pour les oligoéléments comme le Cu et Zn, les concentrations sont plus élevées chez les organismes marins provenant de Chine. Ceci reflète une plus grande rigueur dans les systèmes aquacoles, les procédés de congélation, conservation et de commercialisation chinois.

Au terme de ce travail, nous avons jugé qu'il serait intéressant de procéder à une comparaison de nos résultats avec quelques données bibliographiques concernant le même type d'analyse.

**Tableau 3** : comparaison des résultats avec des données bibliographiques.

Localité	Espèce	Référence	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Cd (mg/kg)
Tlemcen Algérie	crevette Chine	Mokrani, 2014	1,893	3,731	1,126	0,4189
Tlemcen Algérie	Crevette Chine	Présente étude	0	0,47	0,019	0
		Normes AIEA	0,12	67,1	3,28	0,18

Les concentrations trouvées dans notre étude sont largement inférieures par rapport à celles obtenus par **Mokrani, 2014**.

De plus nos résultats ne dépassent pas les valeurs fixées par l'AIEA contrairement à ceux de **Mokrani, 2014**.

Le gradient d'accumulation métallique est différent du notre : Cd < Cu < Pb < Zn.

### Conclusion

Il ressort de cette étude comparative pour quatre métaux lourds chez la crevette et le calamar importés de Chine et d'Inde et commercialisés à Tlemcen la présence d'une contamination sensiblement faible dans tous les échantillons prélevés. Les éléments sont présents à des teneurs non toxiques.

Les résultats ont montrées que les teneurs moyennes les plus élevées sont celles du Zinc suivie du Cuivre. Cependant, les concentrations moyennes du Plomb et du Cadmium chez tous les organismes au niveau des deux provenances présentent des variations mais se situent en dessous des normes.

Les teneurs sont dans l'ensemble faibles pour trois métaux étudiés (Cu, Pb, Cd), tandis que le Zn se détache nettement des autres éléments à des teneurs importantes mais ne dépasse pas la valeur fixée par l'AIEA.

Après traitement statistique, on n'a enregistré une différence significative en aucun des éléments.

En raison de la pollution marine que connaissent l'Inde et la Chine, ces résultats justifient que les produits de la mer bon marché sont aujourd'hui en majorité issus d'aquaculture. Une politique rigoureuse de qualité est suivie de la sélection et préparation des matières premières à la distribution des produits surgelés afin de garantir la santé et la sécurité alimentaire du consommateur.

Cependant, si les concentrations enregistrées n'incitent pas à des inquiétudes immédiates et ne peuvent être à l'origine de toxicité aiguë, il faut souligner que le risque éco toxicologique réside dans le caractère cumulatif des métaux lourds, qui interviennent dans les phénomènes de bioaccumulation et de bioamplification. **(Boumehres, 2010 ; El Morhit, 2009).**

### Perspectives

Cette étude pourrait bien s'étendre et être complétée :

- En élargissant le réseau d'échantillonnage.
- Intégrer d'autres éléments métalliques notamment le mercure.
- Evaluer les polluants organiques tels que les hydrocarbures, les pesticides et plastique.
- Evaluer les résidus médicamenteux, exemple les antibiotiques.

### Références bibliographiques

- **Baghdadi Mazini Dina, 2012.** Pollution de l'environnement marin et santé humaine : Mesure, évaluation et Impact des contaminants chimiques et biologiques dans les produits de la pêche au niveau du littoral marocain. Thèse. Tanger. UNIVERSITE ABDELMALEK ESSAADI FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES – Tanger. P184.
- **Belabed Bourhane Eddine, 2010.** La pollution par les métaux lourds dans la région d'Annaba « Sources de contamination des écosystèmes aquatiques ». Thèse. Annaba. Université Badji Mokhtar ±Annaba Faculté des sciences Département des Sciences de la Mer Laboratoire d'Ecobiologie des Milieux Marins et Littoraux. P 199.
- **Belayachi Djihad Aziz., Belhadj Amara Karim, 2014.** Etude de l'intérêt de *Dunaliella salina* (micro-algue halophile) sur la culture de l'Artémie en Oranie. Mémoire de fin d'étude. Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen Faculté des sciences de la nature et de la vie et sciences de la terre et de l'univers département des sciences d'agronomie et des forêts. p 104.
- **Benhabib Naima, 2013** – Contribution à l'évaluation de la pollution métallique sur le littoral de Ghazouet cas de la Saurel (*Trachurus trachurus*) (Linné, 1758). -Mémoire de fin d'étude- Tlemcen- Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen Faculté des sciences de la nature et de la vie et sciences de la terre et de l'univers département de biologie, 72p.
- **Boucheseiche C., Crémille E., Pelte T., Pojer K., 2002.** Pollution toxique et écotoxicologie : Notions de base. Guide technique n°7 du SDAGE Rhône-Méditerranée-Corse, 83p.
- **Boumehres A., (2010).** Etude comparative des techniques d'extraction des éléments traces métalliques dans le foie, le rein et le lait et leur détermination par spectrométrie d'absorption atomique (flamme et four graphite). Mémoire de Magister en médecine vétérinaire.
- **Bourrinet P., Ramade F., Remond-Gouilloud M., (2008).** Pollution. [cbhg.org/wpcontent/uploads/2008/06/pollution-eu.pdf](http://cbhg.org/wpcontent/uploads/2008/06/pollution-eu.pdf).
- **Bouziyani, M. (2010)** –Introduction a la santé environnementale- Dar El Gharb, ORAN. P273-302.
- **Castex Mathieu, 2009.** Evaluation du probiotique bactérien *Pediococcus acidilactici* MA18/5M chez la crevette pénéide *Litopenaeus stylirostris* en Nouvelle-Calédonie. Thèse. Travail réalisé à l'IFREMER, Département LEAD/NC, F-98846, NOUMEA. P386.

- **El Morhit M., (2009)**, Hydrochimie, éléments traces métalliques et incidences écotoxicologiques sur les différentes composantes d'un écosystème estuarien (Bas Loukkos). Thèse Univ. Mohamed V, FS. Rabat. p 260.
- **FAO, 2016**. La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2016. -Contribuer à la sécurité alimentaire et à la nutrition de tous-. Rome. 224 pages.
- **Goual Mohammed Tarik, 2014** -Contribution au suivi de la bioaccumulation métallique dans trois tissus du sar commun sur le littoral de Ghazaouet- Mémoire de fin d'étude- Tlemcen- Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen Faculté des sciences de la nature et de la vie et sciences de la terre et de l'univers département d'écologie et environnement, 58p.
- Guide des bonnes pratiques d'hygiène et d'application des principes HACCP des poissons, mollusques et crustacés en conserves appertisées 30 mars 2011. Ouvrage édité par la DILA disponible à la commande sur <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/> Dans RECHERCHE, renseigné : 9782110772015. Direction de l'information légale et administrative Les éditions des
- **JaninF., Schnitzer G., 1996**- Plomb, Cadmium et mercure dans l'alimentation: Evolution et gestion du risque. Technique et documentation. Lavoisier. Paris : 205-2 16.
- **Jica, Matet, Onned**. Compte rendu du séminaire Conjoint Algérie Japon pour une gestion efficace de l'Environnement. Alger, du 21 au 22 avril 2008,102 p.
- **Jory, D., Carbrera, T., 2003**. Marine Shrimp, in Aquaculture: Farming Aquatic Animals and Plants, John S. Lucas (Editor), Paul C. Southgate (Editor), Wiley-Blackwell, 512 p.  
Journaux officiels tél. : 01 40 15 70 10 [www.ladocumentationfrancaise.fr](http://www.ladocumentationfrancaise.fr)
- **Kamal-Eldin A., Yanishlieve N.V., (2002)**. N-3 fatty acids for human nutrition: stability considerations. European Journal of Lipid Science and Technology 104 (12):825-836.
- **Laure GRIMA**. VERS UNE AMÉLIORATION DE L'EFFICACITÉ ALIMENTAIRE CHEZ LE POISSON. Thèse. l'Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement (Agro Paris Tech). INRA, UR 544 laboratoire de génétique des poissons, F-78350 Jouy-en-Josas Ifremer, station expérimentale d'aquaculture, F-34250 Palavas-les-flots. P 208.
- **Le Codex Alimentarius, 2001**- NORME CODEX POUR LES CALAMARS CRUS SURGELÉS (CODEX STAN 191 - 1995).

- **Le Codex Alimentarius, 2001-** NORME CODEX POUR LES CREVETTES SURGELÉES (CODEX STAN 92 - 1981, RÉV. 1 - 1995).
- **Mokrani M, 2014.** -Détermination du niveau de contamination par les métaux lourds dans les poissons d'importation. Cas de la crevette et filet de merlan- Mémoire de fin d'étude. Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen Faculté des sciences de la nature et de la vie et sciences de la terre et de l'univers département de Biologie- .45p
- **Ndome C.B., U.B. Ekaluo U.B et Asuquo F.E., 2010.** -Comparative bioaccumulation of heavy metals (Fe, Mn, Zn, Cu, Cd and Cr) by some edible aquatic molluscs from the Atlantic Coastline of South Eastern Nigeria-. Journal of Fish and Marine Sciences, Vol.2, N°4, pp. 317-321.
- **Nilson R, 1999.** -Some facts about cadmium- Ambio: 3 (56-66).
- **Reddy M.S., Mehta B., Dave S., Joshi M., Karthikyan L., Sarma V.K.S., Basha S., Ramachandraiah G. et Bhatto., 2007.** -Bioaccumulation of heavy metals in some commercial fishes and crabs of the Gulf of Cambay, India-. Current Science, Vol.92, pp.1489-1491.
- **Said M.I.M., Sabri S., Azman S. et Muda K., 2013.** -Arsenic, Cadmium and Copper in Gastropod Strombus canarium in Western Part of Johor Straits-. World Applied Sciences Journal, Vol.23, N°6, pp. 734-739.
- **International Atomic Energy Agency.** 2003- Reference sheet. Reference Material IAEA-407. Trace elements and methylmercury in fish tissue. Vienne.
- **Véronique Sirot, 2010.** Une approche d'analyse risque/bénéfice de la consommation de poissons et produits de la mer. Thèse. Paris. Instituts des sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement (AgroParisTech). P275.
- <http://www.tunisieindustrie.nat.tn/fr/download/fichesPro/IAA/06.pdf> consulté le 15/04/2017.

## المخلص

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد تركيز المعادن الثقيلة (الرصاص والزنك والنحاس والكاديوم) في الجمبري والحبار المستوردة من الصين والهند وتسويقها في تلمسان والمقارنة بين مصادر اثنين من أجل الحفاظ على صحة السكان. وكانت جميع العينات المعدنية ومن ثم تحليلها مع الامتصاص الذري (AAS) مختبر "AL الزنك" الغزوات.

أعلى تركيزات هي تلك من الزنك بمعدل (0.37 مغ / كغ في الهند والروبيان 0.47 مغ / كغ في الصين الجمبري)، (0.38 ملغ / كغ في الحبار الهند والصين). هي أكثر أو أقل أهمية، يتم تسجيل تركيزات النحاس أعلى من المتوسط في الجمبري الصيني 0.019 ملغم / كغم. تركيزات أقل هي تلك من الرصاص والكاديوم. لكن مستويات التلوث ليست مقلقة وهي دون المستوى المطلوب. وكانت النتائج معالجة إحصائية فقط كشفت عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين تركيزات المعادن الثقيلة في الكائنات البحرية من الهند والصين.

**الكلمات الرئيسية:** المعادن الثقيلة، الجمبري والحبار، مستويات التلوث، تلمسان.

## Résumé

La présente étude a pour objectif de déterminer la concentration des métaux lourds (Pb, Zn, Cu et Cd) chez la crevette et le calamar importés de Chine et d'Inde et commercialisés à Tlemcen et de comparer entre les deux provenances en vue de préserver la santé des populations. Tous les échantillons ont été minéralisés et ensuite analysés avec un spectrophotomètre d'absorption atomique (SAA) du laboratoire « d'AL ZINC » Ghazaouet.

Les teneurs les plus fortes sont celles du Zinc avec une moyenne de (0.37 mg/kg chez la crevette Inde et 0.47 mg/kg chez la crevette Chine), (0.38 mg/kg chez le calamar Inde et Chine). Le Cuivre a des concentrations plus au moins importantes, la moyenne plus élevée est enregistrée chez la crevette de Chine 0.019 mg/kg. Les plus faibles concentrations sont celles du Plomb et du Cadmium. Toutefois les niveaux de contaminations ne sont pas inquiétants et sont inférieurs aux normes. Les résultats obtenus traités statistiquement n'ont révélés aucune différence significative entre les teneurs en métaux lourds chez les organismes marins provenant d'Inde et de Chine.

**Mots clé :** métaux lourds, crevette, calamar, niveaux de contaminations, Tlemcen.

## Abstract

The objective of this study is to determine the concentration of heavy metals (Pb, Zn, Cu and Cd) in shrimp and squid imported from China and India and marketed in Tlemcen and to compare the two provenances in order to preserve The health of populations. All samples were mineralized and then analyzed with an Atomic Absorption Spectrophotometer (SAA) from the "AL ZINC" Ghazaouet Laboratory.

The highest values are Zinc with an average of (0.37 mg / kg in Indian shrimp and 0.47 mg / kg in Chinese shrimp), (0.38 mg / kg in Indian and Chinese squid). Copper has more or less significant concentrations, the highest average is in Chinese shrimp 0.019 mg / kg. The lowest concentrations are those of lead and cadmium. However, levels of contamination are not worrying and are below standards.

Results obtained statistically did not reveal any significant differences between heavy metal levels in marine organisms from India and China.

**Key words:** heavy metals, shrimp, squid, levels of contamination, Tlemcen.