

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد الصديق بن يحيى جيجل

Faculté des Sciences de la Nature et de la
Vie
Département des sciences de
l'environnement et des sciences
agronomiques



كلية علوم الطبيعة والحياة
قسم علوم المحيط والعلوم الفلاحية

Mémoire de Master
Filière : Hydrobiologie marine et continentale

Option : Ecosystèmes Aquatiques

Thème

**Evaluation du risque sanitaire lié à la consommation des
moules contaminées par les métaux lourds**

Membres de Jury

Président : BOUDJELAL F.
Examineur : Dr GHORAB I.
Encadreur : Dr HABILA S.

Présenté par :

BOUZERAA Samah
BOUZELIFA Nassira

Année Universitaire 2020-2021

Numéro d'ordre (bibliothèque) :

Remerciements

Avant tout, nous remercions le bon Dieu tout puissant qui nous a donné la force et la foi et de nous avoir permis d'arriver à ce stade-là. Comme nous adressons nos remerciements à toute personne ayant participé à l'élaboration de ce présent Mémoire.

Notre première pensée va tout naturellement à notre encadreur DR Habila Safia qui suit fidèlement notre travail.

Nous tenons à la remercier pour son encadrement et son soutien.

Nous adressons également nos sincères remerciements aux membres de jury qui ont accepté d'évaluer ce modeste travail à savoir, DR. Boudjelale F et DR. Ghorab L et tous les enseignants du département de

L'écologie. Nous remercions également toute l'équipe du laboratoire pour leur aide.

Nos plus chaleureux remerciements à nos amis

Enfin, nos remerciements à tous ceux qui ont participé de près et de loin à la réalisation de cet humble mémoire de fin d'études.

Dédicace

A mes parents en témoignage de ma reconnaissance pour leur patience,

Leurs sacrifices et leur soutien

A mes frères et mes sœurs en leur souhaitant bonheur et succès dans leur vie,

A mon mari

A ma famille et la famille de mon mari

A tous mes ami(e)s et collègues

A tous ceux qui m'ont aidé et soutenu

Sommaire

REMERCIEMENT	i
LISTE DES ABREVIATIONS	vi
LISTE DES FIGURES	vii
LISTE DES TABLEAUX	viii
INTRODUCTION	1
PARTIE I : synthèse bibliographique	
CHAPITRE I : Les métaux lourds.	
I- Métaux lourds.	3
I -1- Classification des métaux lourds.	4
I -2- Origines des métaux lourds dans l'environnement aquatique.	4
I -3-Le Comportement et les Processus d'arrivée des élément trace métallique dans le milieu aquatique.	4
I -4-Toxicité des métaux lourds.	5
I-5-Les métaux étudiés.	6
I-5-1 - Le cadmium.	6
I-5 -2-Définition.	6
I -5-3-L'origine et utilisation du cadmium.	6
I -5-4-Toxicité du cadmium.	7
I -6-Le plomb.	7
I-6-1-Définition.	7
I -6-2-Les sources et l'utilisation de plomb.	8

I-6-3-La toxicité du plomb.	8
CHAPITRE II : les moules.	
II-Caractéristiques générales des moules de la méditerranée.	9
II -1 -Classification phylogénétique.	9
II -2-Répartition des moules dans le monde.	10
II -3-Anatomie.	11
II -4-Habita et le Régime alimentaire.	12
II -5-La reproduction et le cycle biologique.	12
II -6-L'exploitation et la consommation.	14
II -7-Comportements des métaux lourds dans les moules.	15
II – 8-La Moule étudiés.	17
II-8-1-La Moule <i>Mytilus galloprovincialis</i> .	17
PARTIE II : partie pratique.	
CHPITRE I : Matériel et méthodes.	
I -Situation et présentation de la région de Jijel.	17
I -1- Situation géographique.	18
I -2- Stations de prélèvements.	19
I -3- Zone de sidi Abdelaziz.	19
I -3-1- Les sources de la pollution.	20
I -4-Zone de Ziama Mansouriah.	20
I -4-1- Les sources de la pollution.	20
I -5- Zone de Bousmail.	21
I -5-1-Les sources de pollution.	21

I -6 -Analyse des moules.	21
I -7-Prélèvement des moules (<i>Mytilus. Galloprovincialis</i>) et la conservation.	22
I -8-Mesure des paramètres biométriques et dissection.	22
I -9-Minéralisation des échantillons.	23
I -10- Détermination de la teneur en eau dans la partie moule des moules <i>Mytilus galloprovincialis</i> .	24
I -11 -Evaluation du risque sur la santé humaine.	24
I -12- La dose d'exposition journalière Estimée.	23
I -13- L'équation cible de risque (Target hasard quotient THQ) (Diop et al., 2017).	24
I -14-le risque du cancer (CR).	24
I -15-Analyse statistique.	24
CHAPITRE II : résultats et discussion.	
II-1 - Résultats.	26
II -1-1-Les concentrations des cadmiums et des plombs dans les moules des trois stations.	26
II -1-1-1-La concentration de cadmium dans les moules.	26
II -1-1-2-La concentration de plomb dans les moules des trois stations.	27
II -1-2- La dose d'exposition journalière de cadmium et de plomb par les moules.	27
II -1-3- L'équation cible de risque (TQH).	29
II -1-4-Le risque du cancer de cadmium et plomb dans les moules.	30
II -2-DISCUSSION.	31
Conclusion.	37
Références bibliographiques.	38
Annexes.	i - x

La Liste des abréviations

% : Pourcentage

BOUS : Bousmail

Cd : cadmium

EDI : La dose d'exposition journalière Estimée

Et : éléments traces.

ETMs : éléments traces métalliques

Kg : kilogramme

ml : millilitre

Pb : plomb

RC : Le risque du cancer (CR).

SAA : Spectrophotométrie d'Absorption Atomique.

THQ : L'équation cible de risque

µg : microgramme

ZAS : Sidi Abdelaziz

ZIAM : Ziama Mansouriah

La Liste des figures

Figure	Titre	Page
Figure 01	Les comportements des métaux lourds dans le milieu marin.	5
Figure 02	(A) <i>Mytilus Edulis</i> , (B) <i>Mytilus Galloprovincialis</i> , (C) <i>Mytilus perna perna</i> .	10
Figure 03	L'aire de répartition de <i>Mytilus galloprovincialis</i> .	10
Figure 04	Anatomie des moules.	11
Figure 05	(A) Habita des moules, (B) Le mode d'alimentaire des moules.	12
Figure 06	(A) Cycle biologique des moules, (B) Moules male (m) et femelle.	13
Figure 07	La Moule <i>Mytilus galloprovincialis</i> .	17
Figure 08	Situation géographique de la région d'étude.	18
Figure 09	La situation géographique de la wilaya de Tipaza.	19
Figure 10	(A) mesure la longueur, (B) mesure le poids, (C) divisé en 6 groupes, (D) dissection des moules	22
Figure 11	Variation spatiale de la concentration du cd.	26
Figure 12	Variation spatiale de la concentration du Pb.	27
Figure 13	Variation spatiale de la concentration du EDI cd et EDIpb. Dans les trois stations.	28
Figure 14	Les variations des THQcd et THQpb dans les trois stations.	29
Figure 15	Les variations des CRpb et CRcd dans les trois stations.	30

La Liste des tableaux

Tableau	Titer	Page
Tableau 01	Synthèse de certaines propriétés des métaux de base.	3
Tableau 02	Teneurs maximales autorisées dans les denrées alimentaires.	15
Tableau 03	Facteurs contrôlant le taux d'accumulation de métaux lourds dans les moules.	15
Tableau 04	Comparaison des concentrations des métaux lourds dans les moules obtenues dans cette étude avec les autres études. Les concentrations des métaux dans les moules sont exprimées en ($\mu\text{g/g}$ poids frais).	31
Tableau 05	La comparaison de La dose d'exposition journalière avec un travaux effectués sur un espèces des moules capturées dans un écosystème aquatiques du Monde.	34
Tableau 06	avec gonades (g) mâtures.de l'équation cible des risques avec un travaux effectués sur un espèces des moules capturées dans un écosystème aquatiques du Monde.	34
Tableau 07	Comparaison Le risque des cancer (CR) avec des travaux effectués sur les espèces des moules capturées dans les écosystèmes aquatiques du Monde.	35



INTRODUCTION GENERALE

Introduction Générale

Depuis l'Antiquité, le littoral en Algérie a été particulièrement convoité. L'ouverture sur la Méditerranée est un lieu d'échanges commerciaux et culturels, son climat et sa position géographique ont favorisé l'implantation des établissements humains et des activités. Cette pratique s'est perpétuée à travers d'importants investissements industriels, rendant cette partie du territoire encore plus attractive. Cependant, si les zones côtières concentrent de nombreuses ressources et opportunités, elles sont aussi exposées aux pollutions, nuisances et autres dégradations de l'environnement, résultant du développement des activités économiques (**Mezedjri,2008**). La pression démographique qui augmente d'une année à l'autre s'accompagne inévitablement de répercussions sur l'environnement en général et sur le milieu marin en particulier, Les fruits de mer sont une source essentielle de protéines, d'acides gras essentiels, de vitamines et de minéraux. Malgré les nombreux effets bénéfiques sur la santé humaine de sa consommation régulière, divers autres contaminants pourraient présenter un risque pour les consommateurs (**Jović et Stanković, 2014**).

Les métaux lourds sont les principaux contaminants du milieu marin qui sont facilement assimilables et bioaccumulés dans les tissus hydrobiontes (**Jitar et al., 2015**), en raison de leur capacité à se lier aux courtes chaînes carbonées (**Spada et al., 2013**). Tous les métaux lourds peuvent intoxiquer les humains à certaines concentrations, mais le plomb et le cadmium sont très toxiques même à faibles doses (**Jović et Stanković, 2014**). Le plomb peut causer de l'inappétence, des maux de tête, de l'hypertension, des douleurs abdominales, un dysfonctionnement rénal, de la fatigue, de l'insomnie, de l'arthrite, des hallucinations et des vertiges. Le cadmium pourrait induire des lésions rénales, des néoplasmes testiculaires, un dysfonctionnement rénal, de l'hypertension, de l'athérosclérose, un retard de croissance ou un néoplasie (**Yabanli et Alparslan, 2015**).

La moule est largement utilisée pour la biosurveillance des métaux lourds car elle est capable de filtrer de grandes quantités d'eau, est immobile et facilement adaptée aux variations de température et de salinité de l'eau (**Belivermiş et al., 2016**). Chez les moules, les métaux lourds sont absorbés par l'eau et le phytoplancton ingéré (**Spada et al., 2013**). Dans cette optique, nous avons choisi *Mytilus galloprovincialis*, une espèce de moule récoltée dans deux zones de la wilaya de Jijel, la plage de Sidi Abdel Aziz et la plage de Ziama Mansouriah et le port de Bousmail dans

wilaya de Tipasa, Les métaux recherchés sont : Cd, Pb, en raison de leur taux de toxicité et de leur effet sur l'environnement ainsi que sur la santé humaine (**Laglaoui et al., 2007**), Pour évaluer Le risque des métaux sur la santé humaine nous avons calculé les paramètres suivants. La dose d'exposition journalière estimée (EDI), les quotients de risque cible (THQ) et le risque cancérigène (CR) (**Bogdanović et al., 2014 ; Yabanli et Alparslan, 2015 ; Belivermiş et al., 2016**).

Notre travail est structuré de la manière suivante :

- Une première partie consacrée à une synthèse bibliographique, constituée de deux chapitres. Le premier chapitre abordera des généralités sur les métaux lourds, et le deuxième sur les moules de mer
- Une seconde partie qui est la partie pratique, constituée de deux chapitres, le premier

Le matériel et les méthodes utilisées et le deuxième est consacré aux résultats et discussion.

Le travail sera clôturé par une conclusion générale.



PARTIE I : Synthèse bibliographique

A decorative rectangular frame with a gold, textured appearance. The frame features intricate, swirling patterns along its edges, resembling stylized leaves or scrolls. The center of the frame is a plain white rectangle containing the chapter title.

CHAPITRE I :
Les métaux lourds

I- Définition et propriétés physico-chimiques des métaux lourds

On appelle métaux lourds les éléments métalliques naturels, métaux où dans certains cas metalloïdes (environ 65 éléments), caractérisés par une forte masse volumique qui est supérieure à 5g par cm³ (Miquel, 2001), Les propriétés physicochimiques comprennent une bonne conductivité thermique et électrique, une dureté de précision et une malléabilité (tableau 1). (Crine, 1993), Ils sont hautement électropositifs et sont formés par la perte d'électrons de cations métalliques de diverses charges. Ces cations métalliques, qui présentent à la fois des densités de charges élevées et un caractère électrophile, peuvent se former avec des ligands de liaisons ioniques (Diard,1996) Parmi les éléments les plus importants qui sont classés comme métaux lourds : le vanadium, le chrome, le cobalt, le nickel, le cuivre, le zinc, l'arsenic, le sélénium, le plomb, le cadmium et le mercure. (Deschamps et al., 2006).

Tableau 1 : Synthèse de certaines propriétés des métaux de base. (Galvez-Cloutier, 2005).

Élément	Masse atomique (g/mol)	Densité	Rayon atomique (Å)	Espèces ioniques	Coefficient de distribution (Kd) (ml/g)
CADMIUM	112 ,41	8,65	0,97	2+	1,3 à 27 [1,9±0,9]
CHROME	51 ,99	7 ,14	0 ,63	6+	1,2 à 1 800 [3,6±2,2]
			0 ,52	3+	470 à 150 000 [7,7±1,2]
CUIVRE	65 ,55	8,92	0,96 / 0,72	2+ / 1+	1,4 à 333 [3,1±1,1]
NICKEL	58,69	8,91	0,69	2+	N/D
PLOMB	20,72	11,34	1,20	2+	4,5 à 7 640 [4,6±1,7]
ZINC	65,41	7,14	0,74	2+	0,1 à 8 000 [2,8±1,9]

I -1- Classification des métaux lourds

Les métaux lourds sont classés en métaux non essentiels ou métaux toxiques, métaux essentiels ou oligo-éléments. Les métaux non essentiels n'ont aucune signification biologique pour les organismes vivants. Ils sont dangereux à n'importe quelle dose ingérée, même à de très faibles doses (plomb, mercure, cadmium, etc.) (**Roche et al., 2002**), Pendant que Les métaux essentiels ou oligoéléments tels que le cuivre, le fer, le manganèse et le sélénium sont tous des éléments impliqués dans les processus biologiques (**Li et al.,2005**). Ces éléments participent aux activités métaboliques des êtres vivants et assurent ainsi une fonction nutritionnelle (**Sukiasyan et Kirakosyan, 2020**)

I -2- Origines des métaux lourds dans l'environnement aquatique

Bien que la présence des métaux lourds dans les milieux aquatiques puisse être d'origine naturelle, l'activité anthropique reste la principale source de ces derniers (**Lü et al., 2018**). Les plus importantes sources naturelles des métaux lourds sont, l'altération des minéraux, l'érosion et l'activité volcanique (**Kim et al., 2021**). Tandis que les sources anthropiques dépendent des activités humaines telles que les activités industrielles (centrales électriques, combustion du charbon, industrie métallurgique, ateliers de réparation des automobiles, usines chimiques, batteries, industries pharmaceutiques et galvanoplastie etc.), le trafic routier (particules d'échappement des véhicules, particules d'usure des pneus, particules de surface de la chaussée endommagée et particules d'usure des garnitures des freins), l'émission domestique et l'activité agricole(utilisation des pesticides, des fertilisants et des bio solides (ex. les boues d'épuration municipales) (**Wang et al., 2018**)

I -3-Le Comportement et les Processus d'arrivée des élément trace métallique dans le milieu aquatique

Avant d'atteindre la mer, les métaux lourds peuvent être véhiculés par de nombreux systèmes (égouts, stations d'épuration, rivières, etc.) (**Ghali, 2008**), il existe quatre voies principales de transfert de métaux lourds vers la mer : Les rejets directs, Le ruissellement, Les retombés atmosphériques et Les rejets par les émissaires (**Maanan, 2004**). Une fois dans la mer, les métaux lourds peuvent être incorporés dans les sédiments, l'eau, les matières en suspension et

les organismes marins. Ils peuvent s'accumuler dans leur corps, directement ou indirectement, en se déplaçant dans la chaîne alimentaire (**Figure 1**) (Francois et al.,2020).

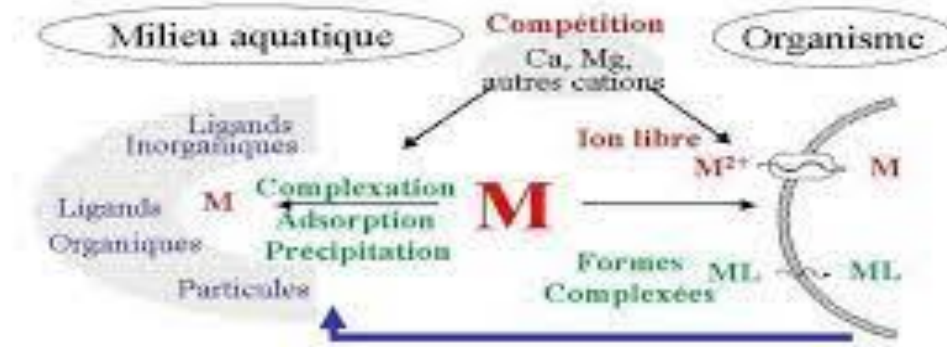


Figure 1 : les comportements des métaux lourds dans le milieu marin (Dehbi,2021).

I -4-Toxicité des métaux lourds

Les métaux lourds perturbent les fonctions métaboliques selon deux manières Ils s'accumulent et perturbent ainsi la fonction des organes et les glandes vitales

Comme le cœur, le cerveau, les reins, les os, le foie, etc.

Ils déplacent les minéraux nutritionnels vitaux de leur lieu d'origine, empêchant ainsi leur fonction biologique (**Singh, 2007**). Les As, Cu, Pb, Hg et Cd considérés parmi les métaux lourds les plus toxiques. Ces derniers exercent leurs effets négatifs sur les systèmes enzymatiques des animaux. Beaucoup D'entre eux se lient à des enzymes spécifiques et des protéines nécessaires pour la fonction cellulaire et donc rivaliser avec d'autres substances essentielles pour la maintenance et le Fonctionnement continu des cellules (**Li et al.,2005**).

I-5- Les métaux étudiés

I -5-1 - Le cadmium

I-5-2-Définition : Le cadmium est un métal lourd qui est un polluant majeur des écosystèmes terrestres ainsi que des organismes marins. Le cadmium est un sous-produit du processus d'extraction du zinc. Il est classé comme un métal lourd en raison de sa forte masse atomique. Il est principalement utilisé dans la production d'alliages, de composants électroniques, de pigments et de chargeurs de batteries électriques (**Cttepa, 2011**).

I -5-3-L'origine et utilisation du cadmium

Le cadmium est rejeté dans l'environnement par des processus naturelles telles que les volcans ou par la dissolution de sels dans les rivières (**Verge et Pett, 2009**) il peut également provenir des rejets industriels. En effet, le Cd est employé dans divers secteurs, notamment les pigments, les accumulateurs (piles), la protection des métaux et la galvanoplastie, ainsi que le traitement des minerais de zinc et de plomb, les ordures ménagères représentent une source non négligeable de la pollution par les métaux lourds notamment, combustion d'ordures ménagères, de fer et d'acier et de métaux non ferreux (en particulier la production de zinc). La combustion résulte des combustibles minéraux solides et du fioul lourd qui transportent les eaux de surface et les sols de cadmium lessivés (**Olsson et al., 2001**).

I-5-4-Toxicité du cadmium

Le cadmium, après le mercure, est le métal lourd le plus dangereux pour les êtres vivants (**Keck et Vernus, 2000**). Le Cd provoque des nausées et des douleurs abdominales. L'inhalation de fumées d'équipement contenant du Cd peut provoquer un œdème pulmonaire (**Klassen et Watkins, 2003**). L'exposition chronique à de faibles doses de cadmium se manifeste par des douleurs dans le dos et les articulations, ainsi que des dommages au sang, aux reins et au squelette. L'anémie et la coloration jaunâtre des dents sont quelques-uns des autres effets secondaires de l'exposition au cadmium (**Waalkes, 2000**). Le cadmium peut également interagir avec de nombreuses connexions biologiques. Il déforme également la structure de l'ADN. Ces effets moléculaires entraînent une modification de l'expression des gènes et des perturbations de la spermatogenèse, suivis d'un effet mutagène direct (**Verge et Pett, 2009**).

I- 6-Le plomb

I-6-1-Définition

Le plomb est un élément chimique de la famille des cristallogènes, de symbole Pb et de numéro atomique 82. Le plomb est un produit naturel de la désintégration de l'uranium (**Mahan, 1987**). Le Pb natif est rare, et dû à son caractère halophiles il est associé au gisement de sulfures ; on l'extrait de sa source minérale principale, la galène (PbS) qui en contient 86.6% en poids, mais aussi des minerais associés aux Zn (la sphalérite), à l'argent et le plus abondamment au cuivre (figure 3) (**Hurlbut. Et Klein, 1982**).

I -6-2-Les sources et l'utilisation de plomb

Le plomb est présent en petites quantités dans la croûte terrestre avec une concentration moyenne d'environ 3mg/kg. Sa présence dans l'environnement peut être d'origine naturelle ou anthropique (**Romaissa, 2020**). En effet, le Plomb peut être utilisé dans l'industrie métallurgique (**Bloch et al.,2020**). Et galvanoplastie, de la fabrication des batteries, des industries des pigments et des colorants, de l'emploi du plomb tétra méthyle dans les carburants et de l'utilisation des Combustibles fossiles (**Lelièvre et al., 2021**).

I -6-3-La toxicité du plomb

L'étude de la toxicité du plomb a attiré l'attention de nombreux chercheurs au cours des 50 dernières années, et il a été noté qu'avec le temps, cette substance a des effets néfastes sur la santé humaine. L'exposition à des fortes concentrations du plomb peut entraîner des troubles neurologiques tels que l'irritabilité, les troubles du sommeil, l'anxiété, la confusion, la sensation de fatigue, les troubles de la mémoire, la surdité et la réaction ainsi que les compétences manuelles. (**Keck et Vernus, 2000**). Le plomb provoque également une anémie en réduisant la durée de vie des globules rouges. D'autre part, les faibles concentrations de plomb dans le sang, peuvent avoir un effet néfaste sur la fonction rénale et donc en altérant la fonction bronchique ou la fonction tubulaire rénale (**Fergusson, 1990**). L'exposition chronique au plomb chez la femme enceinte avait des conséquences sur le développement neurocomportemental des enfants pendant leur enfance (**Bernard et al., 2021**). Les dérivés du plomb peuvent être cancérigènes (cancer du poumon ou du rein chez l'homme). Une exposition à long terme de 6 à 10 ans peut entraîner une

altération de la fertilité en diminuant la production de spermatozoïdes. De plus, le plomb perturbe la sécrétion des hormones sexuelles, de sorte que la concentration de testostérone chez l'homme chute à un certain niveau de plomb dans le sang ($> 600 \text{ mc g/l}$) (**Goyer et Clarkson, 2001**).

An ornate, rectangular gold frame with intricate scrollwork and leaf-like patterns surrounding the text.

CHAPITRE II
Les Moules

I -Caractéristiques générales des moules de la méditerranée

La moule de la méditerranée est un mollusque lamellibranche à corps mou non segmenté, (à branchies lamelleuse), ou Pélécy-podes (pied en forme de hache, permet le déplacement et l'enfouissement de l'animal dans le sable, il peut se replier sous l'action de deux muscles rétracteurs), à masse viscérale aplatie transversalement (**Farcy, 2006**), enveloppé par le manteau formés de deux grands lobes qui entoure le corps, le manteau permet aussi de fabriquer la coquille, calcaire bivalve. Ce dernier est sensible au milieu extérieur et insère les branchies dans une cavité où circule l'eau (**Boué et Chanton, 1962**).

I-1-Classification phylogénétique

Selon (**Jurd, 2000**) :

Le genre *Mytilus* comprend sept espèces : *Mytilus edulis* (**figure2**), *Mytilus galloprovincialis* *Mytilus perna perna* *Mytilus trossulus*, *Mytilus californianus*, *Mytilus coruscus*, *Mytilus platensis* et *Mytilus chilensis*.

REGNE : Animalia

SOUS-REGNE : Eumetazoa

CLADE : Bilateria

INFRA-REGNE : Protostomia

CLADE : Lophotrochozoa

PHYLUM : Mollusca

CLASSE : Bivalvia

SOUS-CLASSE : Pteriomorphia

ORDRE : Mytilida

SUPER-FAMILLE : Mytiloidea

FAMILLE : Mytilidae

GENRE : *Mytilus*

ESPECE : *Mytilus spp.*

**A : *Mytilus edulis*****B : *Mytilus galloprovincialis*****C : *Mytilus perna perna*****Figure 2 : Quelques espèces de moules**

II -2-Répartition de la moule dans le monde

Les espèces du genre *Mytilus* sont largement répandues dans le monde entier et présentent une distribution « amphi tropicale », c'est-à-dire que leurs distributions sont disjointes de chaque côté des tropiques. Parmi les cinq espèces présentes dans l'hémisphère nord, trois sont retrouvées en Europe et sont étroitement liées : la moule commune, *M. edulis*, la moule méditerranéenne, *M. galloprovincialis* et *M. trossulus*. Ces espèces sont en effet capables de s'hybrider partout où leurs aires de répartition se chevauchent (Gosling, 1992) et où une espèce non-native a été introduite *via* le trafic maritime ou l'aquaculture.

L'aire de répartition de *Mytilus galloprovincialis* s'étend sur la côte atlantique depuis la baie d'Agadir (Maroc) jusqu'aux îles britanniques et englobe, aussi, l'ensemble du bassin méditerranéen, l'Afrique du Sud, la Nouvelle-Zélande et la Californie (Xdilmi, Lellouche, Meciad, 2018).



Figure 3 : L'aire de répartition de *Mytilus galloprovincialis* (Cahen, 2006).

II -3-Anatomie

La moule adulte est formée de deux valves lisses, identiques et oblongues, L'ouverture et la fermeture de ces valves sont contrôlées par les muscles adducteurs antérieur et postérieur, qui nécessitent tous deux d'être sectionnés afin d'observer les tissus de l'animal (**Boué et Chanton, 1962**). Ces deux lobes attachés à la masse viscérale et représentée par une cavité entourée par une couche de tissu (**Ruppert et al.,2004**). Le manteau délimite une cavité palléale limitant la boutonnière (servant d'orifice de Sortie et entrée d'eau dans la cavité palléale). Dans cette région, sortent les filaments des byssus et le pied peut faire saillie à l'extérieur. (**Pagliassotti, et al.,1994**)

- Un système nerveux élémentaire comprend trois paires de ganglions :

- Une paire de ganglions cérébroïdes
- Un connectif cérébro-pédieux
- Un connectif cérébro-viscéral.

- Un système circulatoire constitué à partir des lacunes blastocoeliennes tapissées par

Un endothélium très mince et coeur dorsal et postérieur (**figure4**)

- Des organe reproducteurs et excréteurs (**Boue et Chanton, 1978**)

La chair de la moule est le plus souvent de la couleur rose ou orangée (femelle) ou blanchâtre (male).

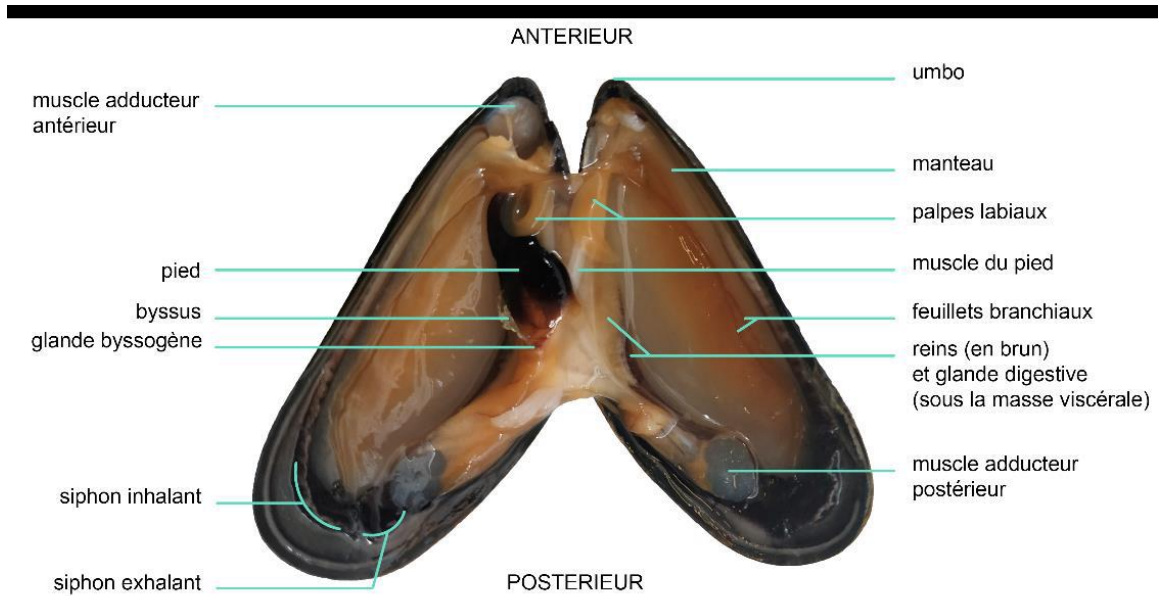
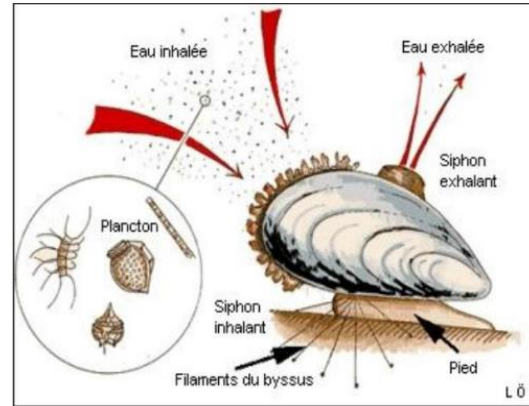


Figure 4 : anatomie de la moule (Gerard, 2002).

II -4-Habita et le Régime alimentaire

Les moules sont des espèces sessiles qui vivent fixées sur substrats durs dans la zone médiolittorale (zone intertidale), elles vivent fixées sur les rochers (**figure5**), les parties immergées des bouées, les cordons des bateaux, pilotis et mouillage ainsi que les coques des bateaux, à l'aide de filaments très solides qui forment le byssus, elles résistent aux courants, aux chocs des vagues (**Preheim et al., 2011**). Essentiellement les Bivalves sont des microphages, se nourrissant des microorganismes (phytoplancton) et des particules organiques tenue en suspension dans l'eau ambiante, ils pompent l'eau en déterminant un courant inhalant par le battement des cils branchiaux (**Pierre et al.,1970**). La nutrition est un paramètre important dans la répartition des moules qui prolifèrent généralement dans les zones riches en phytoplancton, en matières organiques dissoutes ou en suspension et en bactéries (**Lubet, 1973**).



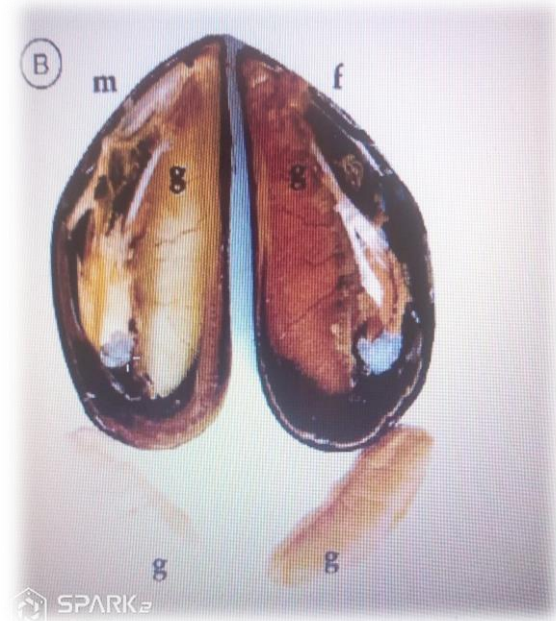
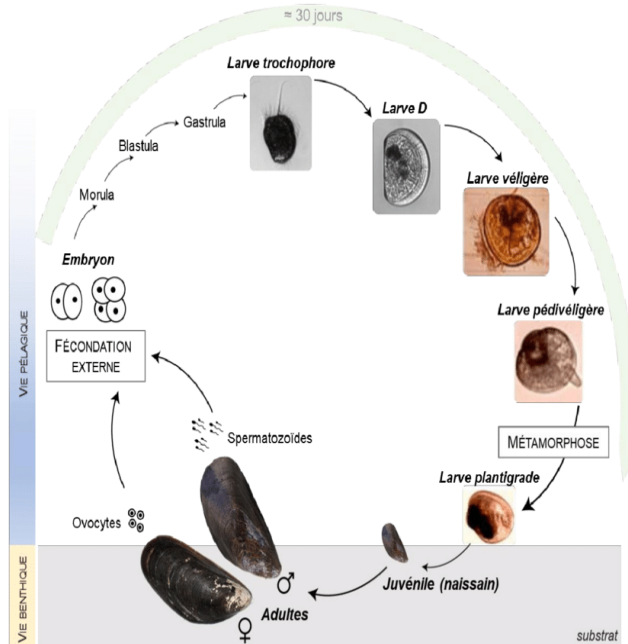
A : Habita des moules

B : Le mode alimentaire de la moule

Figure5 : Habita et Le mode alimentaire des moules (MPO, 2003)

II -5-La reproduction et Le cycle biologique

Les moules ne sont pas hermaphrodites : il existe des individus mâles et des individus femelles. Les moules atteignent généralement la maturité sexuelle à la fin du printemps ou au début de l'été, la formation de sperme ou d'œufs (gamétogenèse) se produisant dans de nombreux conduits situés principalement dans les lobes du manteau (**Hecquet,2006**). L'œuf développe dans l'eau. Il deviendra une larve capable de nager grâce à une couronne de cils appelée le velum. Cet organe lui sert également à se nourrir de bactéries, d'algues et d'animaux microscopiques. Après environ un mois de vie planctonique, le jeune bivalves s'installe au fond à proximité des adultes (**Duchemin, 2007**). Il faut dire que le cycle de vie des moules est assez complexe. Il comporte quatre stades de développement (Les glonchidies, Parasitaires, Juvénile, Adulte.) (**Jahangard et al. 2010**), Le cycle biologique des moules est annuel est dépend des conditions environnementales température et nourriture (**Gosling, 2003 ; Saraiva et al., 2012**). Il Comprend plusieurs étapes : croissance, gamétogénèse/maturation des gamètes, ponte, repos sexuel/restauration des réserves, rétablissement des gonades. Les moules sont capables de se reproduire dès leur première année de vie et en l'absence de tout élément perturbateur (prédation, conditions climatiques défavorables, ou déséquilibre trophique, parasites, maladies, etc.) une moule peut vivre entre 15 et 20 ans (**Theisen, 1973 ; Seed, 1976**). Le manteau des animaux se colore progressivement au cours de la gamétogénèse et en fin de maturité, Un manteau rouge-orangé indique une femelle tandis qu'un manteau blanc, ou jaune pâle, indique un mâle (**figure6**).



A : Cycle biologique des moules

B : Moules male (m) et femelle(f)

(Ventura *et al.*, 2016).(Mikhailovet *al.*,1995)

Figure 6 : Cycle biologique des moules, et la Moules male (m) et femelle (f).

II -6-L'exploitation et la consommation

Les moules marines sont une source de fruits de mer très importante dans le. Source de protéines pour la consommation humaine (Culha *et al.*, 2008 ; Sahin *et al.*, 2011). En 2017 la production mondiale de moules atteint d'environ 51670 tonne et environ 95 % d'entre elles provenaient de l'aquaculture (Sahin *et al.*, 2011). Les exigences de qualité des mollusques bivalves dépendent principalement de la qualité du milieu aquatique, assurant un produit sain et une consommation sûre (Karakoltsidis *et al.*, 1995 ; Orban *et al.*, 2002). Aussi les moules sont exploitée pour leur intérêt commercial important dans plusieurs pays. Ils sont utilisés pour la production de perles, comme source de calcium en aliment pour animaux, Enfin les mollusques bivalves jouent un rôle écologique important dans l'écosystème en stabilisant les fonds marins et en augmentant la biodiversité benthique. Le succès des pays développés en aquaculture des bivalves est consécutif aux travaux de recherches sur la maîtrise de leur bio-écologie, notamment les études de la distribution spatiale, de la biologie et de leur écologie (Fulgence *et al.*, 2015)

II -7-Comportements des métaux lourdes dans les moules

Les organismes marins les plus importants qui ont la capacité d'accumuler des polluants sont Les moules, en particulier les *Mytilus* bivalves marins (Casas et Bacherb, 2006), sont des filtreurs largement utilisés comme biointégrateurs spatiaux et temporels de la pollution marine, pour leur capacité à accumuler et concentrer les métaux lourds dans leurs tissus mous à des niveaux supérieurs à ceux trouvés dans l'eau ambiante, car ils filtrent des volumes importants d'eau pour leur alimentation. Ils accumulent et concentrent ainsi les microorganismes, phytoplanctons et substances chimiques présentes dans l'environnement marin. Les métaux lourds se déplacent au cours de la chaîne trophique par bioamplification leur concentration augmente au fil de la chaîne trophique, potentialisant l'exposition de l'homme par ces métaux lourds (Tableaux 2). (Lupo, 2020). -Plusieurs études ont montré que la variation des réponses biologiques de ces organismes à un large éventail des métaux lourds peut être causée en partie par des modèles saisonniers et spatiaux. De plus, la bioaccumulation des métaux peut être influencée par les interactions entre les facteurs physiologiques (croissance, perte de poids, absorption et accumulation), chimiques (concentration en métaux, spéciation et biodisponibilité) et environnementaux (température et concentration alimentaire) (Tableaux 3) (Fernández et al., 2010).

Tableaux 2 : Teneurs maximales autorisées dans les denrées alimentaires : (Grégoire et al., 2008).

Métaux (mg /Kg poids sec)	Mollusques
Plomb	5
Cadmium	5
Mercure	2,5
Dioxines (pg /g poids humides)	4

Tableaux 3 : Facteurs contrôlant le taux d'accumulation de métaux lourdes dans les moules :(Tahiri et al., 2005).

Factures biologiques	Factures environnementaux
Le métabolisme	La température.
Le développement et l'âge.	La salinité.
Le phénomène est maximal avant la reproduction et minimal après la ponte lorsque les réserves ont été épuisées au cours de la gamétogenèse.	Les éléments nutritifs.
La croissance et le développement des bivalves dépendent de l'intensité du stockage des matières de réserves qui fluctue saisonnièrement pour des raisons principalement physiologiques.	La période hivernale est souvent accompagnée d'un apport en éléments nutritifs qui pourraient conduire à une richesse en phytoplancton éventuellement contaminé par les métaux relargués par les sédiments et ceux issus des rejets industriels. Cette matière disponible pendant la période de stockage pourrait être à l'origine de l'augmentation des teneurs en hiver chez la moule.

II – 8-La Moule étudiée

II -8-1-La Moule *M. galloprovincialis*

La moule de Méditerranée, *Mytilus galloprovincialis*, est l'espèce biologique utilisée, en raison des facilités d'approvisionnement, de sa robustesse et de la bonne connaissance de cette espèce, La moule, *M. galloprovincialis*, est endémique de la Méditerranée, la mer Adriatique et l'océan Atlantique de l'Irlande au Maroc (Gosling 1992). En partie à cause de sa capacité à tolérer des conditions d'eau chaude, La moule méditerranéenne est une espèce envahissante des eaux chaudes. *Mytilus galloprovincialis* présente une coquille allongée très variable, de contour

grossièrement triangulaire à quadrangulaire. Extrémité antérieure de la coquille renflée et pointue, bord ventral comprimé et arrondi. Crochets terminaux assez aigus et incurvés (Petite taille du muscle adducteur antérieur) La zone postéro dorsale tend à former une expansion aplatie qui rend le bord ligamentaire assez saillant. Le bord antérieur est très réduit, à aspect de lunule. La sculpture externe est formée de marques d'accroissement. Le périostracum est lisse et très adhérent. La bande calcifiée infra ligamentaire est ponctuée et la charnière avec quelques dentelons sous le crochet (**Lubet, 1973**)



Figure7 : photo représentant l'espèce *Mytilus galloprovincialis* (Paiva, 2014).



PARTIE II:
Partie pratique



CHAPITRE I:
Matériel et méthodes

I -Situation et présentation de la région de Jijel :

La wilaya de Jijel est située au Nord - Est de l'Algérie (figure ; 14), elle est limitée au Nord par la mer Méditerranée, au Sud par la wilaya de Mila, au Sud - Ouest par la wilaya de Sétif. La wilaya de Skikda délimite la partie Est, tandis que celle de Bejaia borde la partie Ouest. Les bassins versants de la région font partie du grand bassin versant de l'Algérie N° 03 (côtiers Constantinois), La wilaya de Jijel s'étend sur une superficie de 2.398,69 Km² avec 11 Daïras et 28 Communes (**Bousahla et Hamiroune 2006**).



Figure 8 : Situation géographique de la région d'étude (Bousahla et Hamiroune 2006).

I-1- Situation géographique

La wilaya de Tipaza se situe au Nord du Tel central. Elle est limitée Géographiquement par :

- la mer Méditerranée au Nord,
- la wilaya d'Alger à l'Est,
- la wilaya de Blida au Sud –Est,
- la wilaya de Ain-Defla au Sud-Ouest,
- la wilaya de Chelif à l'Ouest. (**Ismail et Chaimaa 2019**).



Figure9 : la situation géographique de la wilaya de Tipaza (Google Earth 2019)

I-2 - Stations de prélèvements

Cette étude de pollution environnementale a été réalisée dans deux stations côtières à Jijel Sidi Sidi Abdelaziz $36^{\circ}51'57,32''N+6^{\circ}3'58,33''$ est Ziana Mansouriah $36^{\circ}40'57,55''N+5^{\circ}28'43,73''$ E) et une station dans la province de Tipasa $2^{\circ}54'E$ et $2^{\circ}24'E$ latitude $36^{\circ}48'N$ et $36^{\circ}38'N$, qui ont été sélectionnées, d'une part, pour leur facilité d'accès et l'abondance des espèces. Selon les sources potentielles de pollution et l'accessibilité

I-3- Zone de Sidi Abdelaziz

Le territoire de la commune de Sidi Abdelaziz se situe au nord-est de la wilaya de Jijel, à environ 25 km à l'est de Jijel, à 100 km au nord-ouest de Constantine et à proximité de L'embouchure de l'oued-el-kebir, La station à prélèvement est un rocher aux moules se situant environ de $155,38\text{ m}$ au large de la plage de Sidi Abdel Aziz

I-3-1- Les sources de la pollution

L'une des sources de pollution les plus importantes dans la région de Sidi Abdel Aziz sont les eaux usées domestiques qui proviennent des habitations et sont déversées dans les vallées ou se déversent directement dans la mer, en plus des activités économiques représenté par, l'agriculture, le tourisme. Où Le tourisme considéré comme une source majeure de pollution, notamment en été (Apc saa, 2017).

Les activités agricoles avec superficie agricole totale 1197Ha (SASA, 2017) représentent une source importante de pollution de la mer. Selon les services agricoles de la commune de Sidi Abdel Aziz, le système de production se caractérise par deux types d'agriculture, Une agriculture de montagne représentée par les légumes secs, les cultures maraichères, l'arboriculture, l'oléiculture et l'agriculture de plaine représentée par les cultures maraichères, les cultures fourragères, Le système de culture le plus dominant est le maraichage et la plasticulture. Les engrais les plus utilisés sont, Agriful, Nutrisol, Jospa Bomo, Humicos.

I-4-Zone de Ziama Mansouriah

Située à 40 km à l'Ouest du chef-lieu de la Wilaya de Jijel, elle occupe la position géographique : Latitude Nord, 36°40,40, longitude Est : 5°28,59.

I -4-1- Les sources de pollution

L'activité touristique intense notamment pendant l'été est responsable de la pollution par les déchets solides notamment en provenance des forêts et des plages comme la Plage Rouge. Les rejets ont été constatés à l'entrée de cette plage et la présence de grandes quantités. Les eaux usées domestiques déversées directement dans les Oued Ziama et celles provenant des habitations avoisinantes des plages de Boulabetene et le scieur représente une source non négligeable la pollution de l'eau de mer par les métaux.

Les métaux lourds peuvent également provenir de la décharge publique du Ziama qui reçoit une quantité importante des déchets.

I-5 - Zone de Bousmail

La baie de Bousmail est située à l'ouest d'Alger du Ras Acras jusqu'au Cap Mont Chenoua entre longitude 2°54'E et 2° 24'E latitude 36°48'N et 36°38'N, d'une superficie de 350 Km², est délimitée à l'Ouest par le massif du Chenoua et à l'Est par le massif de Boulera. L'ouverture de la baie s'oriente selon un axe nord-ouest d'environ 40 Km.

I -5-1-Les sources de pollution

La baie de Bousmail est caractérisée par une agriculture bien développée et des terres fertiles utilisant des pesticides qui peuvent être responsables de la pollution la nappe phréatique

par infiltration au niveau de la vallée d'oued Damous, Messelmoun, et oued Bellah. Cette baie reçoit des rejets domestiques et les rejets des complexes touristiques et de rejets des nombreuses unités industrielles qui sont évacués directement dans le milieu marin sans aucun traitement préalable.

I-6 -Analyse des moules

I-7-Prélèvement des moules (*Mytilus. Galloprovincialis*) et la conservation

132 spécimens de l'espèce *Mytilus. Galloprovincialis* de tailles de 4 à 7 cm ont été récoltées, à marée basse entre avril et mai, par chalutage par des plongeur pour les échantillons de Jijel (Sidi Abdelaziz et Ziama Mansouriah). Et par des pêcheurs pour les échantillons de Tipaza (La baie de Bousmail.)

Les échantillons récoltés sont lavés à l'eau de mer et débarrassées des byssus présents sur leurs coquilles, et transportés dans une glacière jusqu'au laboratoire de recherche de phytochimie et de pharmacologie, Université Jijel et stockés dans un congélateur à -20°C

I-8 -2-Mesure des paramètres biométriques et dissection

Les échantillons de chaque station ont été divisé en 6 groupes à raison de 10 spécimens par groupe pour les échantillons de Jijel et 5 spécimens par groupe pour les échantillons provenant de Tipaza. Après avoir mesuré la longueur (longueur et poids) de chaque spécimen, les échantillons ont été ensuite disséqués et leur partie mole a été prise et mise dans des sacs de congélation et stockée dans un congélateur à -20°C (**Figures10**).



A : mesure la longueur



B : mesure le poids



C : divisé en 6 groupes

D : dissection des moules

Figure10 : mesure des paramètres biométriques et la dissection des moules

I -9-Minéralisation des échantillons

Les échantillons ont été minéralisé selon la méthode de (Yap et al.,2016) Ainsi 2g de la partie mole fraiche de chaque groupe ont été minéralisés en utilisant un mélange de $\text{NHO}_3/\text{H}_2\text{O}_2(6\text{V}/2\text{V})$; le mélange a été ensuite chauffé à 95°C pendant 1 heure dans une plaque chauffante. Après refroidissement le contenu a été filtré par papier filtre et dilué a 20ml par l'eau distillée et conservé dans un réfrigérateur à 4°C jusqu'au dosage par SAA.

I-10- Détermination de la teneur en eau dans la partie moule des moules *Mytilus galloprovincialis*

Pour déterminer la teneur en eau dans la partie mole dès l'espèce, un poids de 5g de chaque groupe a été séché dans une étuve à 120°c pendant 4heurs. Après séchage les échantillons ont été pesés et la teneur en eau a été ensuite calculeé selon la formule suivante

$$\text{Teneur en eau \%} = (P1_P2/P1) \times 100$$

P1 : le poids initial

P2 : le poids après séchage

I-11 -Evaluation du risque sur la santé humaine

Le risque des métaux sur la santé humaine a été évalué en calculant les paramètres suivants : la dose journalière estimée (EDI), **Le quotient cible de risque (THQ)** et **le risque cancérigène (CR)**

I -12- La dose d'exposition journalière estimée (The estimated daily intake EDI)

La dose d'exposition journalière dépend de la concentration du métal et le taux de consommation journalière des moules. (**Yabanli et Alparslan 2015, Yabanli et al. 2016**)

EDI a été calculé en utilisant la formule suivante

$$EDI = MC \times IRD / BW$$

MC : concentration du métal dans la partie mole

IRD : le taux moyen d'ingestion quotidienne des produits de Mer estimé par 16g/jour pour les Algériens salon le ministere de la pêche.

BW : le poids moyen des Algériens estimé par 70 kg

Le EDI est estimé par $\mu\text{g}/\text{kg}$ de poids corporel / jour

I-13- Le quotient cible de risque (Target hazard quotient THQ) (Diop *et al.*, 2017)

Les risques non cancérigènes associés à la consommation des espèces des moules par les métaux lourds ont été évalués en fonction du quotient cible de risque (THQ), qui est le rapport entre la dose estimée d'un contaminant et la dose de référence (RfD) (**Walpole et al. 2012**). La méthode d'estimation d'utilisation du THQ a été développée par l'USEPA (2011) en appliquant la formule suivante (**Kljakovic-Gaspic et al 2007**)

$$THQ = [(EF * ED * ER * MC) / (RFD * BW * AT)] * 10^{-3}$$

Dont

THQ : le quotient cible de risque

EF : la fréquence d'exposition 365 jours /ans

IR : le taux d'ingestion des moules 16 g/ jour

MC : la concentration du mental dans la partie moule

RFD : la dose de référence orale ($\mu\text{g}/\text{kg}/\text{jour}$)

BW : le poids corporel environ 70 kg

AT : $365 * 70$

I -14-le risque du cancer (CR)

Le risque de cancer (CR) représente l'estimation de la probabilité qu'un individu développe un cancer au cours de sa vie suite à l'exposition spécifique à un composé **cancérigène** (**US EPA (United States Environmental Protection Agency, 2004, Storelli et al., 2020)**), Le CR a été calculé en utilisant l'équation suivante :

$$CR = EDI \times CSF \dots$$

EDI représente la dose journalière estimée

CSF représente le risque cancérigène pour le métal en $\text{mg}/\text{kg}\cdot\text{jour}^{-1}$ (Pb=0.0085, Cd=15)

I-15 -Analyse statistique

Les résultats sont présentés sous forme de Moyenne \pm SEM. L'analyse statistique des données a été réalisée avec le test ANOVA (Analyse de variance) à un seul facteur (**Duncan 1955**), dans cette étude nous avons utilisé les logiciels Graph Pad Prisme et sigma plot Le niveau de signification a été Fixé à $p < 0,05$.



CHAPITRE II
Résultats et Discussion

II -1- Résultats

II-1-1-Les concentrations des cadmiums et des plomb dans les moules des trois stations

Les résultats obtenus sont représentés dans les figures 20 et 21

II -1-1-1-Les concentrations du cadmium dans l'espèce *Mytilus. Galloprovincialis*

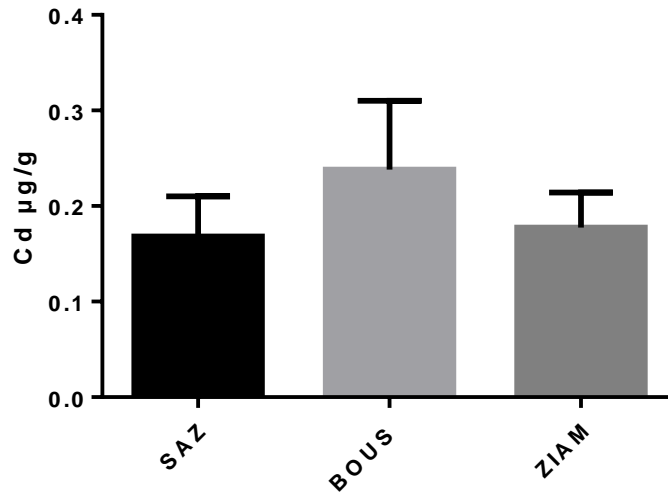


Figure11 : Variation spatiale des concentrations du cadmium dans l'espèce *Mytilus. Galloprovincialis* capturé dans la wilaya de Jijel :Sidi Abdelaziz (SAZ), et Ziama (ZIAM) et Tipaza :la baie de Bousmail (BOUS)

Les résultats obtenus sont exprimés en moyennes et barres d'erreurs ($M \pm SEM$). Le nombre des moules (*Mytilus galloprovincialis*) pour chaque site de prélèvements=60

Les concentrations du Cd observées présentent un gradient $ZAS < BOUS > ZIAM$. Les valeurs sont $0.168 \pm 0.017 \mu\text{g/g}$ (obtenue dans la station ZAS), $0.238 \pm 0.029 \mu\text{g/g}$ (observées dans la station BOUS) et de $0.177 \pm 0.014 \mu\text{g/g}$ (signalée dans la station ZIAM).

L'analyse statistique n'a pas montré une variation spatiale statistiquement significative entre trois stations (BOUS, SAZ, ZIAM), cependant la station de **Bousmail** présente des valeurs de Cd plus élevées par rapport aux stations de **ziama** et **Sidi Abdelaziz**

II -1-1-2-Les concentrations du plomb dans l'espèce *Mytilus Galloprovincialis*

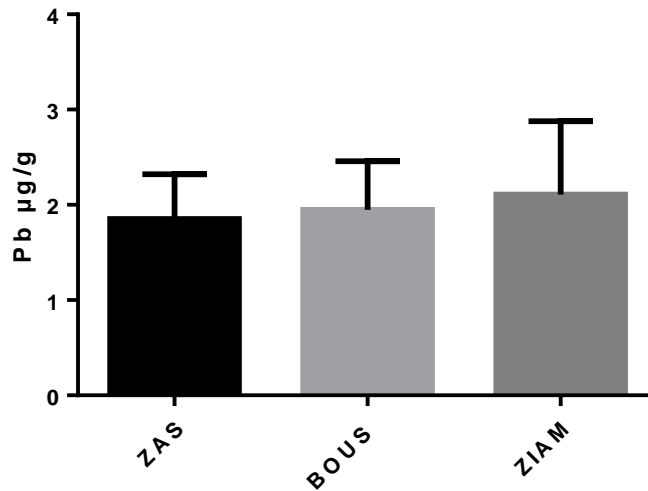


Figure 12 : Variation spatiale des concentrations du Plomb dans l'espèce *Mytilus Galloprovincialis* capturée dans la wilaya de Jijel : Sidi Abdelaziz (SAZ), et Ziama (ZIAM) et Tipaza :la baie de Bousmail (BOUS)

Les résultats obtenus sont exprimés en moyennes et barres d'erreurs ($M \pm SEM$). Le nombre des moules *Mytilus galloprovincialis* pour chaque site de prélèvements est de 60.

Les concentrations du Pb observées dans cette étude présentent un gradient $ZAS < BOUS < ZIAM$. Les valeurs sont $1.852 \pm 0.470 \mu\text{g/g}$ (obtenue dans la station ZAS), $1.948 \pm 0.510 \mu\text{g/g}$ (observées dans la station BOUS) et de $2.108 \pm 0.769 \mu\text{g/g}$ (signalée dans la station ZIAM). L'analyse statistique n'a pas montré une variation spatiale statistiquement significative ($P=0.588$).

II -1-2- La dose d'exposition journalière estimée (EDI) de cadmium et de plomb suite à la consommation des moules de l'espèce *Mytilus Galloprovincialis*

Les résultats des valeurs de EDI du Plomb et du cadmium suite à la consommation de l'espèce *Mytilus galloprovincialis* sont représentés dans la (figure 22)

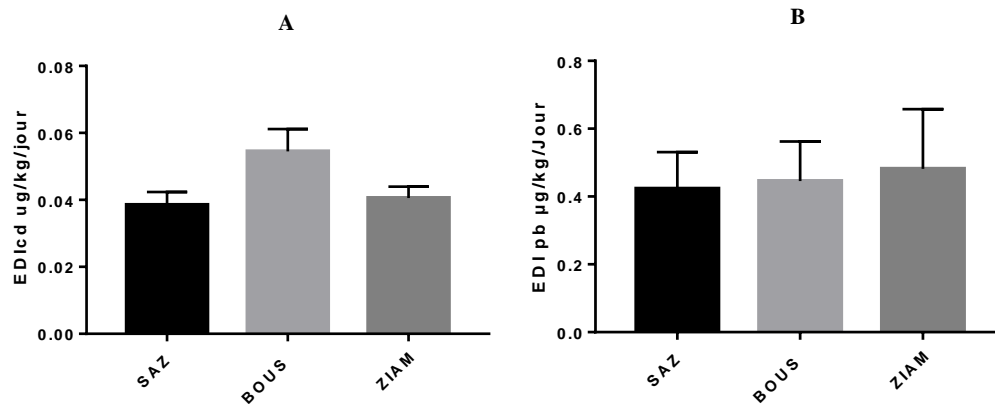


Figure13 : Variation spatiale des valeurs des doses journalières estimées (EDIs) du Plomb et du cadmium suite à la consommation de l'espèce *Mytilus. Galloprovincialis* capturé dans la wilaya de Jijel:Sidi Abdelaziz (SAZ), et Ziama (ZIAM) et Tipaza :la baie de Bousmail (BOUS)

Les résultats obtenus sont exprimés en moyennes et barres d'erreurs ($M \pm \text{SEM}$). A : représente les doses journalières estimées du Cd. B : représente les doses journalières estimées du Pb).

Pour le Cd, les valeurs de EDI cd sont comprises entre ($3.848 \times 10^{-5} \pm 0.003$ et $5.448 \times 10^{-5} \pm 0.006$). La station de **Bousmail** présente des valeurs de EDI Cd plus élevées ($5.448 \times 10^{-5} \pm 0.006$) par rapport aux deux autres stations, la station de **Ziama** présente la valeur ($4.053 \times 10^{-5} \pm 0.003$) et la station de **Sidi Abdelaziz** présente la valeur, ($3.848 \times 10^{-5} \pm 0.003$) (**figure A**).

L'analyse statistiques n'a pas montré une différence significative entre les différentes stations.

Les EDI Pb varient d'une station à l'autre mais d'une manière non significative ($p=0.95$) > 0.05.

Ziama enregistre les valeurs les plus élevées avec ($4.819 \times 10^{-4} \pm 0.175$) suivi par la station de **Bousmail** avec des valeurs moyennes de ($4.453 \times 10^{-4} \pm 0.116$) la station de **Sidi Abdelaziz** représente les plus petites valeurs moyenne de EDI ($4.232 \times 10^{-4} \pm 0.107$), (**figure B**)

II -1-3- Le quotient cible de risque (TQH)

Les résultats des valeurs de TQH du Plomb et du cadmium suite à la consommation de l'espèce *Mytilus galloprovincialis* sont représentés dans la (figure 23)

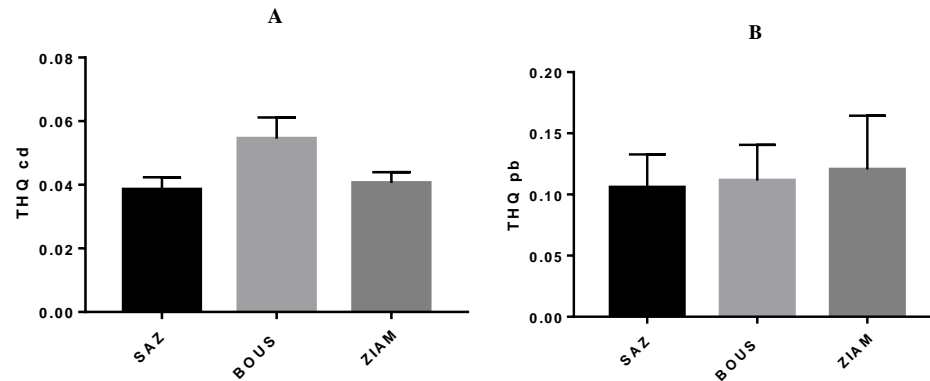


Figure14 : les variations des THQ du Plomb et du cadmium suite à la consommation de l'espèce *Mytilus. Galloprovincialis* capturé dans la wilaya de Jijel :Sidi Abdelaziz (SAZ), et Ziama (ZIAM) et Tipaza :la baie de Bousmail (BOUS)

Les résultats obtenus sont exprimés en moyennes et barres d'erreurs ($M \pm SEM$). A : représente Le quotient cible de risque du Cd. B :représente-les Le quotient cible de risque du pb

L'évaluation des risques sanitaires liés à la consommation des moules contaminées par les métaux lourdes est effectuée grâce à l'indices THQ :

Une valeur de $THQ < 1$ indique un effet négligeable sur la santé humaine

Une valeur de $THQ > 1$ indique un effet néfaste sur la santé humaine (Diop *et al.*, 2017)

Le THQ Cd est estimé par $(5.448 \cdot 10^{-5} \pm 0.006)$ dans la station de **Bousmail**. Elle est de l'ordre de $(4.053 \cdot 10^{-5} \pm 0.003)$ dans la station de **Ziama** et $(3.848 \cdot 10^{-5} \pm 0.003)$ dans la station de **Sidi Abdelaziz (figure A)**. L'analyse statistique n'a pas montré un effet station significative ($p=0.071$) > 0.05 , cependant la station de Bousmail présente des valeurs de THQ plus élevées par rapport aux autres stations.

La station de **Ziama** enregistre la valeur de THQPb la plus élevée $(1.205 \cdot 10^{-4} \pm 0.043)$ suivi par la station de **Bousmail** avec une valeur $(1.113 \cdot 10^{-4} \pm 0.029)$, la valeur la plus faible

($1.058 \cdot 10^{-4} \pm 0.026$) est celle observée dans la station de **sidi Abdelaziz (figure B)**. L'analyse statistique n'a pas montré une différence significative entre les trois stations ($P=0,954$).

II-1-4-Le risque cancérigène de cadmium et plomb suite à la consommation des moules de l'espèce *Mytilus. Galloprovincialis*

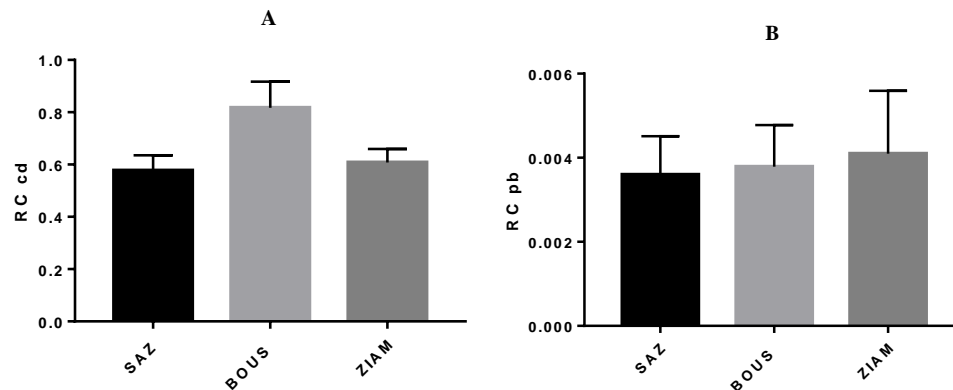


Figure15 : les variations des CR du Plomb et du cadmium suite à la consommation de l'espèce *Mytilus. Galloprovincialis* capturé dans la wilaya de Jijel : Sidi Abdelaziz (SAZ), et Ziama (ZIAM) et Tipaza :la baie de Bousmail (BOUS)

Les résultats obtenus sont exprimés en moyennes et barres d'erreurs ($M \pm SEM$). A : représente le Le risque cancérigène du Cd. B ; représente Le risque cancérigène du pb

Selon l'USEPA (United States Environmental Protection Agency 2001). Le risque cancérigène est acceptable ou minimal pour les valeurs comprises entre 1×10^{-6} et 1×10^{-4} . Les valeurs de CR Cd obtenues dans cette étude sont plus élevées par rapport à la valeur limite indiquant donc un risque cancérigène potentiel du cadmium pour la population consommatrice des moules les valeurs sont comprises entre ($5.771 \cdot 10^{-4} \pm 0.058$ et $8.171 \cdot 10^{-4} \pm 0.100$)

La station de **Bousmail** présente des valeurs CR Cd plus élevées par rapport aux stations de **Ziama** et **Sidi Abdelaziz**. Les valeurs sont respectivement ($5.771 \cdot 10^{-4} \pm 0.058$, $6.08 \cdot 10^{-4}$ et 8.

$1 * 10^{-4} \pm 0.100$) (**figure A**) L'analyse statistique n'a pas montré une différence significative entre les stations ($p=0.07$)

Les valeurs du CR Pb obtenues durant notre étude sont comprises entre ($3.598 * 10^{-6} \pm 0.0009137$) et ($4.096 * 10^{-6} \pm 0.001$). Ces valeurs sont inférieures aux valeurs limites ce qui indique qu'il n'y a pas un risque cancérigène du plomb suite à la consommation des moules. La station de **Ziama** présente des valeurs de CR Pb plus élevées ($4.096 * 10^{-6} \pm 0.001495$) par rapport aux stations de **Bousmail** et **Sidi Abdelaziz** les valeurs sont respectivement ($3.785 * 10^{-6} \pm 0.0009927$) et ($3.598 * 10^{-6} \pm 0.0009137$) (**figure B**)

II -2-DISCUSSION

- La comparaison des résultats de cette étude avec des travaux effectués sur Les différentes espèces des moules capturées dans les différents écosystèmes aquatiques du monde, et pour évaluer le risque de ces métaux sur la santé humaine nous avons comparé les résultats avec les valeurs limites internationales des métaux lourds dans les moules (**Tableau 4**).

Tableaux 4 : Comparaison des concentrations des métaux lourds dans les moules, obtenues dans cette étude avec les autres études et avec les valeurs limites internationales. Les concentrations des métaux dans les moules sont exprimées en ($\mu\text{g/g}$ poids frais).

<i>Site</i>	<i>Espèce des Moules</i>	<i>Cd</i>	<i>Pb</i>
<i>Littorale Sidi Abdelaziz (cette étude)</i>	<i>Mytilus galoprovincialis</i>	<i>0,13- 0.22</i>	<i>0.4-3.76</i>
<i>Littorale de Ziama (cette étude)</i>	<i>Mytilus galoprovincialis</i>	<i>0.10-0.2</i>	<i>0.6-4.77</i>
<i>Bai de Bousmail (cette étude)</i>	<i>Mytilus galoprovincialis</i>	<i>0.15-0.31</i>	<i>0.27-3.95</i>
<i>Baie d'Alger (Algerie) (Asso 1984)</i>	<i>Mytilus Perna perna</i>	<i>1.26</i>	<i>6.31</i>
<i>Baie de Varna dans la mer Noire (Zhelyazkov et al.,2018).</i>	<i>Mytilus galoprovincialis</i>	<i>0.280</i>	<i>0.251</i>

Bouregreg (Maroc) (Tahiri et al., 2005)	<i>Mytilus galoprovincialis</i>	0.48	4.08
Mer Baltique (Pempkowiak et al. 1999)	<i>Mytilus edulis</i>	---	5.22
Port d'Oran (Taleb et Boutiba 2007).	<i>Mytilus galoprovincialis</i>	0,12	1,48
La mer Adriatique (Italie) (Tavoloni et al., 2021)	<i>Mytilus galoprovincialis</i>	0.849	0.616
La côte de la Malaisie péninsulaire (Yap et al., 2016)	<i>Mytilus Perna Perna</i>	3.15	6.1
Valeurs limites FAO 1983(FAO, 1983)		0.5	0.5
FAO/WHO 1989		0.5	0.5
EC2008, 2014		0.05	0.2
Chine (China National Standards Management Department (2001).		0 ,1	0.5
Angleterre (MAFF, 2000)		0.2	2

Toutes les moules étudiées sont contaminées par le Pb, le Cd à des concentrations variées avec une prédominance du Pb. Les changements des concentrations des métaux lourds dans les moules sont généralement influencés par les facteurs du milieu, Facteurs biologiques (La croissance et le développement des moules, le métabolisme), et les Facteurs environnementaux (la température, la salinité, les éléments nutritifs.) (Tahiri et al., 2005). Dans cette étude, La valeur du cadmium la plus élevée est observée au niveau de la station de **Bousmail**, et Les plus faibles valeurs en cadmium sont observées dans la station de **Ziama**

Pour le plomb, la teneur la plus élevée est observée au niveau de la station de **Ziama**, suivie par la station de **Bousmail**, et la station de **Sidi Abdelaziz** respectivement.

La comparaison des résultats de cette étude avec des travaux effectués sur Les différentes espèces des moules capturées dans les différents écosystèmes aquatiques du Monde (**Tableau 4**).

à montré que les teneurs en cadmium enregistrées dans cette étude (**Ziama, Sidi abdalaizize, Bousmaile**) sont comparables avec celles obtenues respectivement par (**Taleb et Boutiba 2007**), et par (**Zhelyazkov et al., 2018**) chez la moule *Mytilus galoprovincialis* capturée au niveau de Port d'Oran (Algérie) et au niveau de la Baie de Varna dans la mer Noire. Elles sont inférieures à celles observées respectivement par (**Tahiri et al., 2005**). Et (**Tavoloni et al., 2021**) chez la moule (*Mytilus galoprovincialis*) capturée au niveau de Bouregreg (Maroc) et la mer Adriatique (Italie) et celles obtenues chez l'espèce *Mytilus Perna Perna* par (**Yap et al., 2016**) (**Asso 1984**), capturée au niveau de La côte de la Malaisie péninsulaire et la Baie d'Alger (Algerie), nos valeurs sont supérieures à celles observées par (**Pempkowiak et al. 1999**) Chez l'espèce *Mytilus edulis* capturée au niveau Mer Baltique.

Les concentrations du Plomb enregistrées dans notre étude (**Ziama, Sidi abdalaizize, Bousmaile**) sont comparables avec celles obtenues respectivement par (**Tavoloni et al., 2021**) et (**Taleb et Boutiba 2007**) et (**Tahiri et al., 2005**). chez la moule (*Mytilus galoprovincialis*) capturée au niveau la mer Adriatique (Italie) et au Port d'Oran et Bouregreg (Maroc).

Elles sont inférieures à celles observées respectivement par (**Yap et al., 2016**) et (**Asso 1984**) chez l'espèce *Mytilus Perna Perna* capturée au niveau de la côte de la Malaisie péninsulaire et dans la Baie d'Alger (Algerie), et celles observées chez l'espèce *Mytilus edulis* capturée au niveau Mer Baltique, (**Pempkowiak et al. 1999**). Nos résultats sont supérieurs à ceux observés par (**Zhelyazkov et al., 2018**). chez l'espèce capturée au niveau de Baie de Varna dans la mer noire.

Pour évaluer le risque de ces métaux sur la santé humaine nous avons comparé les résultats avec les valeurs limites internationales des métaux lourds dans les produits de mer.

D'une manière générale, les valeurs du cadmium obtenues dans notre étude (**Sidi Abdelaziz, Ziama Bousmail**) dépassent les valeurs limites Européennes (EC, 2008, 2014), anglaises (MAFF, 2000) et chinoises (China National Standards Management Department, 2001), et Anglaises (MAFF, 2000). et ne dépassent pas les valeurs limites fixées par (FAO, 1983), et par (FAO/WHO 1989).

Les valeurs du Plomb obtenues dans la présente étude (**Ziama, Sidi Abdelaziz, Bousmail**) dépassent largement toutes les valeurs limites internationales (**Tableau 4**).

- La comparaison de La dose d'exposition journalière de cadmium et de plomb enregistrées dans les trois station études (Ziama, Sidi abdalaizize, Bousmaile) avec

un travail effectué sur la moule *Mitylus galloprovincialis* au niveau de Baie de Varna dans la mer noire (**tableau 5**).

Tableaux 5 : La comparaison des doses d'exposition journalière estimées avec les travaux effectués sur les moules capturées dans des écosystèmes aquatiques du Monde

Site	La moules	EDIcd	EDIPb
Sidi Abdelaziz (Cette étude)	<i>Mitylus galloprovincialis</i>	0,029 - 0,050	0,091 - 0,859
Ziama (Cette étude)		0,023 - 0,045	0,070 - 1,090
Bousmail (Cette étude)		0,034 - 0,070	0,061 - 0,902
Baie de Varna dans la mer Noire (Zhelyazkov et al.,2018).		0.0032	0.0028

Notre étude a montré que les valeurs EDI Cd et EDI Pb enregistrées dans cette étude (**Ziama, Sidi Abdelaziz, Bousmaile**) sont supérieurs à celles observées par (**Zhelyazkov et al.,2018**). chez la moule *Mitylus galloprovincialis* au niveau de Baie de Varna dans la mer noire.

- La comparaison de l'équation cible de risque de cadmium et de plomb enregistrées dans les trois station études (Ziama,Sidi abdalaizize, Bousmaile) avec un travaux effectués sur Les différentes espèces des moules capturées dans les différents écosystèmes aquatiques du monde (**tableau 6**) .

Tableaux 6 : comparaison du Quotient cible de risque (TQH) avec les travaux effectués sur les moules capturées dans un écosystèmes aquatiques du Monde

Site	La Moules	TQH Cd	TQH Pb
Sidi Abdelaziz (Cette étude)	<i>Mitylus galloprovincialis</i>	0,029-0,050	0,022 - 0,214
Ziama (Cette étude)		0,023-0,045	0,017 - 0,272
Bousmaile (Cette étude)		0,034 - 0,070	0,015 - 0,225
Littorale de Malaysia (Yap et al.,2016)	<i>Mitylus perna perna</i>	0.02	0.18

La présente étude montre que les valeurs TQH Cd enregistrées dans notre étude (**Ziama, Sidi Abdelaziz, Bousmaile**) sont supérieures à celles observées par (**Yap et al.,2016**), chez la moule *Mitylus perna perna* capturée au niveau de Littorale de Malaysia. Les valeurs TQH Pb enregistrées dans les trois stations (**Ziama, Sidiabdalaizize, Bousmaile**) sont comparables avec celles obtenues par (**Yap et al.,2016**), chez la moule *Mitylus perna perna*, au niveau de Littorale de Malaysia.

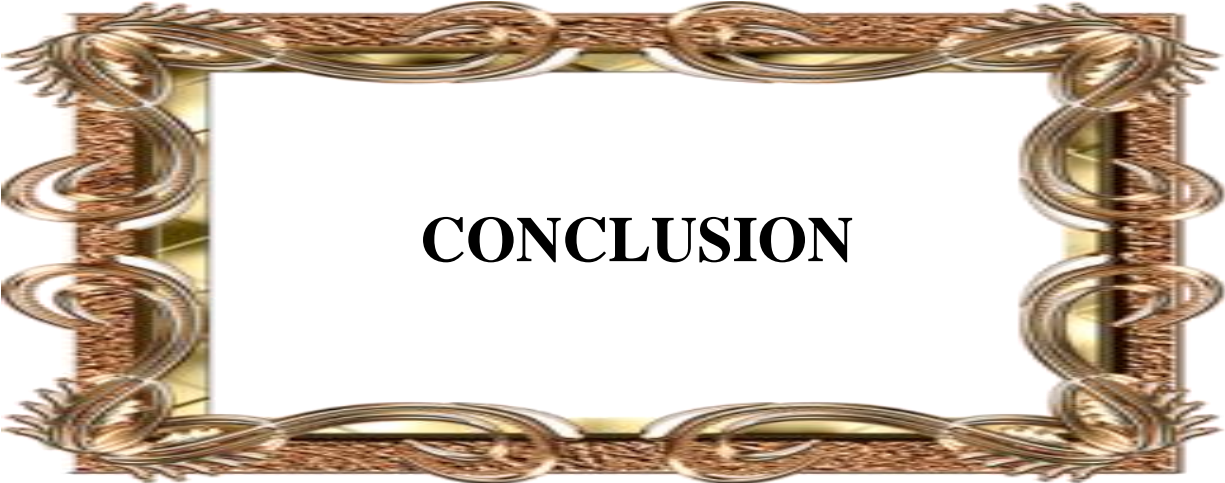
- Comparaison du risque cancérigène (CR) enregistrées dans les trois stations étudiées (Ziama, Sidi abdalaizize, Bousmaile) avec un travail effectué sur les différentes espèces des moules capturées dans les différents écosystèmes aquatiques du Monde (**tableau 7**).

Tableau 7 : comparaison du risque cancérigène (CR) avec des travaux effectués sur les espèces des moules capturées dans les écosystèmes aquatiques du Monde

Site	La moule	CRCd	CRPb
Sidi Abdelaziz (cette étude)	<i>Mitylus galloprovincialis</i>	0,445 - 0,754	0,0007 - 0,0073
Ziama (cette étude)		0,356 - 0,685	0,0006 - 0,0092
Bousmaile (cette étude)		0,514 - 1,062	0,0005 - 0,007
La mer Adriatique (Italie) (stankovic et al.,2012)		0.41	0.77
Le mer méditerrané (Kumar et al.,2015)		3.45	2.22
Atlantic océane (Tavoloni et al., 2021)		1.11	0.67

Notre étude montre que les valeurs CRCd enregistrées dans les trois stations (**Ziama, Sidi Abdelaziz, Bousmaile**) sont comparables à celles observées par (stankovic et al.,2012) chez la moule *Mitylus galloprovincialis*, capturée au niveau de La mer Adriatique (Italie), elles sont inférieures à celles observées respectivement par (Kumar et al.,2015) et (Tavoloni et al., 2021) chez la moule *Mitylus galloprovincialis* capturé au niveau de la mer méditerranée et Atlantic océane.

Les valeurs du CRPb enregistrées dans les trois stations de la présente étude (**Ziama, Sidi Abdelaziz, Bousmaile**) sont inférieures à celles observées par (stankovic et al.,2012) et (Kumar et al.,2015) et (Tavoloni et al., 2021) chez la moule *Mitylus galloprovincialis* capturée au niveau de la mer Adriatique et de La mer méditerrané et de l'océan Atlantique.



CONCLUSION

L'objectif de ce travail était d'évaluer le risque sanitaire lié à la consommation des moules du littoral de Jijel (Sidi Abdelaziz et Ziama) et de Tipaza (la baie de Bousmail). Contaminés par les métaux lourds (plomb, cadmium). Pour répondre à cet objectif, nous avons opté pour l'utilisation de la moule *Mitylus galloprovincialis*. Les résultats de la présente étude suggèrent que tous les moules étudiés sont contaminés par le Pb, le Cd à des concentrations variées avec une prédominance du Pb.

Les valeurs du plomb les plus élevées sont observées chez les moules capturées dans le littoral Jijélien (Sidi Abdelaziz et Ziama) tandis que les valeurs du Cd les plus fortes sont observées chez les moules provenant du littoral de Tipaza (la Baie de Bousmail).

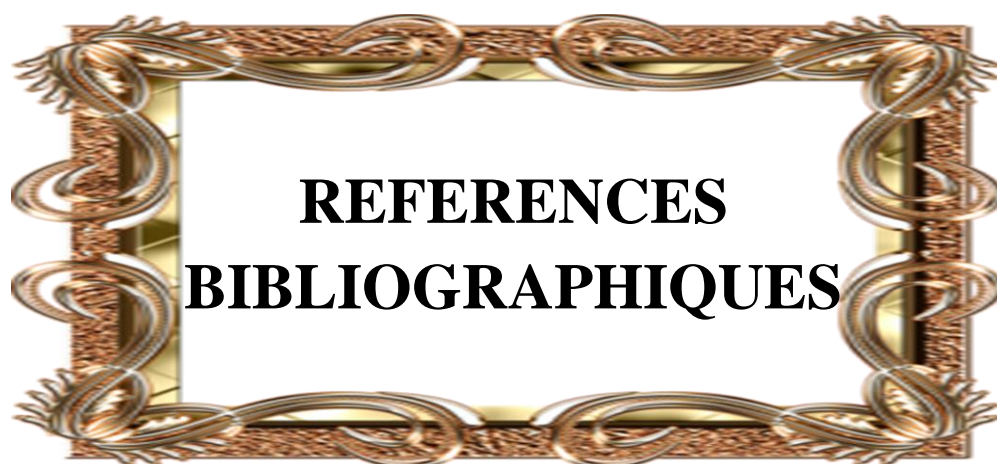
Les valeurs du plomb dépassent largement toutes les valeurs limites internationales (Normes FAO, OMS, Normes européennes, Anglaise et Chinoise). Tandis que les valeurs du cadmium ne dépassent que les normes (européennes, Anglaise et chinoises).

Les résultats de l'évaluation du risque ont montré que les valeurs de EDIPb et EDI Cd varient d'une station à l'autre mais d'une manière non significative.

Pour le quotient de risque (THQ) les valeurs du THQcd et THQpb sont inférieures à 1, ce qui indique un effet négligeable sur la santé humaine. En ce qui concerne le risque cancérigène, nos résultats ont montré des valeurs de CR Cd plus élevées par rapport à la valeur limite indiquant donc un risque cancérigène potentiel pour la population consommatrice des moules.

Les valeurs du CR Pb sont inférieures aux valeurs limites ce qui indique qu'il n'y a pas un risque cancérigène du plomb.

Cette contamination des moules constitue un facteur de risque non seulement pour la vie de ces espèces aquatiques, mais aussi pour l'homme qui est le prédateur supérieur au bout de la chaîne alimentaire, la surveillance de notre littoral est recommandée à une échelle spatiotemporelle afin d'assurer la viabilité de l'écosystème marin et côtier à long terme et maintenir sa diversité.



**REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES**

Références bibliographiques:

- **Apc saa** : Assemblée populaire Communale de Sidi Abdelaziz, Jijel., 2017.aryapproach ,seventhedition. 26-963p.
- **Belivermiş, M., Kılıç, Ö., Çotuk, Y., 2016.** Assessment of metal concentrations in indigenous and caged mussels (*Mytilus galloprovincialis*) on entire Turkish coastline. *Chemosphere* 144, 1980–1987.
- **Bernard, V., Paradis, C., Braganca, C., & Labadie, M. (2021).** Intoxication au plomb par polycrissage de particules de plomb: étude de cas. *Toxicologie Analytique et Clinique*, 33(1), 32-33. bivalves mollusques (*Donax trunculus* et *Mytilus galloprovincialis*) du golfe d'Annaba. Mémoire
- **Bloch, J., Laborde-Castérot, H., Nathalie, P., & Puskarczyk, E. (2020).** Intoxication par le plomb dans les stands de tir: un risque connu mais qui persiste. *Vigil'Anses*, (12), 6-9.
- **Bogdanović, T., Ujević, I., Sedak, M., Listeš, E., Šimat, V., Petričević, S., Poljak, V., 2014.** As, cd, hg and Pb in four edible shellfish species from breeding and harvesting areas along the eastern Adriatic coast, Croatia. *Food Chem.* 146, 197–203.
- **Boué, H., & Chanton, R. (1962).** Biologie Animale. Zoologie I.
- **Boué.H. et Chanton.R., 1978-Zoologie I Invertébrée ., Paris(VI) ., Paris . pp.30-39.**
- **Bousahla, M. D., & Hamiroune, M. (2006).** Situation de la fasciolose dans la wilaya de Jijel et Ghardaia (Doctoral dissertation, École Nationale Supérieure Vétérinaire).
- **Cahen, D, 2006.** Moules natures, Muséum des Sciences naturelles. *Revue Vautier* 29 –
- **Casas, S., Bacherb, C., 2006.** Modelling trace metal (Hg and Pb) bioaccumulation in the Mediterranean mussel, *Mytilus galloprovincialis*, applied to environmental monitoring. *J. Sea Res.* 56 (2), 168—181.
- **Crine. M. (1993).** Le traitement des eaux industrielles chargées en métaux lourds *Tribune de l'eau*, 561: 3-19p.
- **Ctpepa 2011.** Emissions atmosphériques en France - France Métropolitaine – Substances relatives à la contamination par les métaux lourds. CITEPA / CORALIE

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- SECTEN format. Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique, Paris, France. pp. 28
- **Culha, S.T., M.Y. Celik, M. Culha, I. Karayucel and A. Gundogdu, 2008.** The trace elements in the raft cultivated mussels (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819) From Sinop Peninsula, In The Southern Black Sea. *J. Anim. Vet. Adv.*, 7(12): 1618-1623
 - **Dehbi, M. (2021).** *Contamination en éléments traces métalliques (ETM) des eaux de surface et des sédiments estuariens du bassin versant de la Soummam* (Doctoral dissertation).
 - **Deschamps, T., Benzaazoua, M., Bussière, B., Belem, T., & Mbonimpa, M. (2006).** Mécanismes de rétention des métaux lourds en phase solide: cas de la stabilisation des sols contaminés et des déchets industriels. *Vertigo-la revue électronique en sciences de l'environnement*, 7(2).
 - **Diard P, (1996).** Etude de la biosorption du plomb et du cuivre par des boues de stations
 - **Diop, M., Net, S., Howsman, M., Lencel, P., Watier, D., Grard, T., Duflos, G., Amara, R. (2017).** Concentration and potential human health risks for regulated metals (Cd, Pb, Hg) and organic pollutants (PAHs, PCBs) in fish and sea food from the Senegalese coast. *International Journal of Environment*, Vol. 11, n°3 :11-27.
 - **Duchemin, M, 2007.** Validations des outils immunotoxicologiques pour l'étude des effets biologiques des contaminants du milieu marin. [en ligne] Thèse de doctorat en océanologie biologique. Université de Bretagne occidentale-Brest, 293p. Format PDF. Disponible sur : <<https://tel.archives.ouvertes.fr/tel-00256657>> (consulté le 2/04/2020)
 - **Farcy, E. (2006).** Study of the impact of radio nuclides discharges from nuclear industry in the northern Cotentin area on the oyster *Crassostrea gigas*: expression of cellular stress molecular markers; Etude de l'impact des radionucléides rejetés par les installations nucléaires du Nord Cotentin sur l'huître creuse *Crassostrea gigas*: analyse de l'expression de marqueurs moléculaires de stress.
 - **Fergusson, J.E., 1990.** The heavy elements: chemistry, environmental impact and health effects, 1. Pergamon Press, Oxford, 614 pp.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Fernández B, Campillo JA, Martínez-Gómez C, Benedicto J (2010).** Antioxidant responses in gills of mussel (*Mytilus galloprovincialis*) as biomarkers of environmental stress along the Spanish Mediterranean coast. *Aquat Toxicol* 99(2):186–197. doi: 10.1016/j.aquatox.2010.04.013 ,
- **Fischer, W., Bauchot, M.L., Schneider, M., 1987.** Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Méditerranée et Mer noire (Zone de pêche 37): Volume II. FAO. 765p.
- **Francois, G., Stéphane, B., Guillaume, D., Pascale, F., Emmanuelle, C., Jeff, G., ... & Alexandra, H. (2020).** Pollution des océans par les plastiques et les microplastiques Pollution of oceans by plastics and microplastics. *Techniques de l'Ingenieur*.
- **Fulgence, K., Mamadou, K., Siaka, O., & Atcho O, 2015.** Contribution à la Connaissance de la Faune Malacologique des Bivalves Marins de la Zone Économique Exclusive de Côte D'ivoire.
- **Galvez-Cloutier, R., & Lefrançois, P. J. (2005).** Les sols contaminés par des métaux lourds: Distribution géochimique et techniques de restauration (Première partie). *Vecteur environnement*, 38(3), 30-38.
- **Gerard, D. (2002).** Estimation du stock de moules sur bouchots en baie du Mont Saint-Michel.
- **Ghali S., (2008).** Étude de la carbonisation d'un précurseur végétal, les noyaux d'olives. Utilisations dans le traitement des eaux. Mémoire de Magister. République Algérienne démocratique et populaire Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique. Université de 20 août 55-SKIKDA.
- **Gosling E., 1992.** The mussel *Mytilus*: ecology, physiology, genetics and culture. Elsevier Science. E. Gosling, Amsterdam, 589 p. (Coll. Developments in aquaculture and fisheries science)
- **Gosling E., 1992.** The mussel *Mytilus*: ecology, physiology, genetics and culture. Elsevier Science. E. Gosling, Amsterdam, 589 p. (Coll. Developments in aquaculture and fisheries science)
- **Gosling E., 2003.** Bivalve Molluscs: Biology, Ecology and Culture. Fishing News Books. E. Gosling, Oxford, 443 p.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Goyer, R.A. et Clarkson, T.W., 2001.** Toxic effects of metals. In: D.C. Klassen (Ed.), Casarett and Doull's Toxicology: the Basic Science of Poisons. McGraw-Hill, New York, pp. 811–868.
- **Grégoire, P., Abriak, N. E., & Zri, A. (2008).** Bioaccumulation dans les tissus des espèces marines fréquentant les sites d'immersion. Déchets sciences & techniques, (51), 11-17.
- **Hecquet, C. (2006).** Génotypage moléculaire pour le développement de la carte génétique de la moule bleue: *Mytilus edulis*.
- **Hurlbut Jr., C.S. et Klein, C., 1982.** Manual de Mineralogía de Dana. Editorial Reverté, Barcelona, 564 pp.
- **Ismail, A., & Chaimaa, B. (2019).** Contribution à l'étude de l'aptitude physico-chimique des eaux du barrage de boukourdane à Tipaza l'irrigation dans la wilaya. Cf. fiches « Besoins et ressources » et « Crues et inondations » <http://www.eaurmc.fr/pedageau/le-cycle-de-leau/le-cycle-naturel-de-leau.html>. consulté le 11/05/2019 13:39.
- **Jahangard S., Williams M., Mercer J., Ab Rahim E., Ingram B., 2010.** A technical report on hatchery production of blue mussel *Mytilus galloprovincialis* at the Victoria Shellfish Hatchery (VSH), Queenscliff - 2008. Department of primary industries
- **Jitar, O., Teodosiu, C., Oros, A., Plavan, G., Nicoara, M., 2015.** Bioaccumulation of heavy metals in marine organisms from the Romanian sector of the Black Sea. New Biotechnol. 32, 369–378
- **Jović, M., Stanković, S., 2014.** Human exposure to trace metals and possible public health risks via consumption of mussels *Mytilus galloprovincialis* from the Adriatic coastal area. Food Chem. Toxicol. 70, 241–251
- **Jurd RD. 2000.** Instant notes in animal biology. Scientific publisher.
- **Jurd rd. 2000.** Instant notes in animal biology. Scientific publisher.
- **Karakoltsidis, P. A., A. Zotos and S.M. Constantinides, 1995.** Composition of the commercially important Mediterranean finfish, crustaceans and molluscs. Journal of Food Composition and Analysis, 8 (3): 258-273.
- **Keck, G., & Vernus, E. (2000).** Déchets et risques pour la santé. Techniques de l'Ingénieur, traité Environnement G, 2450, 17

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Keck, G., & Vernus, E. (2000).** Déchets et risques pour la santé. Techniques de l'Ingénieur, traité Environnement G, 2450, 17
- **Kim, I. G., Kim, Y. B., Kim, R. H., & Hyon, T. S. (2021).** Spatial distribution, origin and contamination assessment of heavy metals in surface sediments from Jangsong tidal flat, Kangryong river estuary, DPR Korea. *Marine Pollution Bulletin*, 168, 112414.
- **Klassen, C.D., Watkins, J.B. 2003.** Essentials of toxicology Casarett and Doull's. USA : The McGraw-Hill Companies.
- **Kljakovic-Gaspic Z, Ujevic I, Zvonaric T, Baric A (2007)** Biomonitoring of trace metals (Cu, Cd, Cr, Hg, Pb, Zn) in Mali Ston Bay (eastern Adriatic) using the Mediterranean blue mussel (1998–2005). *Acta Adriatica* 48(1) :73–88, ISSN : 00015113
- **Kuma, V., Sinha, A. K., Rodrigues, P. P., Mubiana, V. K., Blust, R., & De Boeck, G. (2015).** Linking environmental heavy metal concentrations and salinity gradients with metal accumulation and their effects: a case study in 3 mussel species of Vitória estuary and Espírito Santo bay, Southeast Brazil. *Science of the Total Environment*, 523, 1-15.
- **Laglaoui, A., Arakrak, A., Benakam, R., & El Hamri, H. (2007).** Contamination des moules du littoral Méditerranéen Marocain par les métaux lourds.
- **Lelièvre, B., Bruneau, C., Parisot, J., Drevin, G., Legeay, M., Deguigne, M., ... & Cloquet, C. (2021).** Identification d'une source de contamination par l'utilisation des ratios isotopiques du plomb et de ratios élémentaires par ICP-MS dans un cas de saturnisme infantile. *Toxicologie Analytique et Clinique*, 33(1), 38-39.
- **Li, Y., Mccrory, D.F., Powel, J. M. Saam, H, and Jackson Smith, D. 2005.** A survey of selected heavy metal concentrations in Wisconsin Dairy Feeds. *Journal Dairy Science*, 88: 2911-2922
- **Lü, J., Jiao, W. B., Qiu, H. Y., Chen, B., Huang, X. X., & Kang, B. (2018).** Origin and spatial distribution of heavy metals and carcinogenic risk assessment in mining areas at You'xi County southeast China. *Geoderma*, 310, 99-106.
- **Lubet, P. (1973).** Exposé synoptique des données biologiques sur la moule *Mytilus galloprovincialis* (Lmk., 1819)., Synop.F.A.O. Pêche 88
- **Lubet, P. (1973).** Exposé synoptique des données biologiques sur la moule *Mytilus galloprovincialis* (Lmk., 1819)., Synop.F.A.O. Pêche 88

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Lupo, C., & Angot, J. L.** (2020). Problèmes de santé publique liés à la consommation de fruits de mer. *Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine*.
- **Maanan M., Zourarah B., Carruesco C., Aajjane A., Naud, J., (2004).** The distribution of heavy metals in the Sidi Moussa lagoon sediments (Atlantic Moroccan Coast). *Journal of African Earth Sciences* 39. 473–483.
- **Mahan, B.H., 1987.** Química. Curso Universitario. Fondo Educativo Interamericano S. A.
- **Mezedjrimp ;, L. (2008).** Modélisation de l'impact de la pollution industrielle hydrique dans le golfe de skikda (littoral est algérien) (Doctoral dissertation, Université de Annaba-Badji Mokhtar).
- **Mikhailov A.T., Torrado M., Mendez J., 1995.** Sexual differentiation of reproductive tissue in bivalve molluscs: identification of male associated polypeptide in the mantle of *Mytilus galloprovincialis* k. *Int. J. Dev. Biol.*, 39 (0): 545-548
- **Miquel M., 2001.** Les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé. Rapport Office Parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques. Rapport Sénat: 261. PP : 94-96-98.
- **Mpo, 2003.** Profil de la moule bleue (*Mytilus edulis*). Région du Golfe. Moncton, Nouveau-Brunswick, Canada, 59p
- **Niencheski L.F, Baumgarten, M.G.Z, (2000).** Distribution of particulate trace metal in the southern part of the Patos lagoon estuary. *Aquatic Ecosystem Health and Management*, vol 3, issue 4, pp 515-520.
- **Olsson, I.M., Jonsson, S., Oskarsson, A. 2001.** Cadmium and zinc in kidney, liver, muscle and mammary tissue from dairy cows in conventional and organic farming. *The Royal Society of Chemistry, J. Environ. Monit*, 3: 531–538
- **Orban, E., G. Di Lena, T. Nevigato, I. Casini, A. Marzetti and R. Caproni, 2002.** Seasonal changes in meat content, condition index and chemical composition of mussels (*Mytilus galloprovincialis*) cultured in two different Italian sites. *Food Chemistry*, 77: 57-65.
- **Pagliassotti, M.J. ; Davis, S.N. et Cherrington, A.D. (1994).** The role of the liver in maintaining glucose homeostasis. Austin R. G. Landes Company.
- **Paiva, F. (2014).** Ship transport of marine invasive species and its stress resistance [en ligne].
- **Pierre P.G., Raymond A.P. et Odette T., 1970-Zoologie Invertébré.** pp : 420-421

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

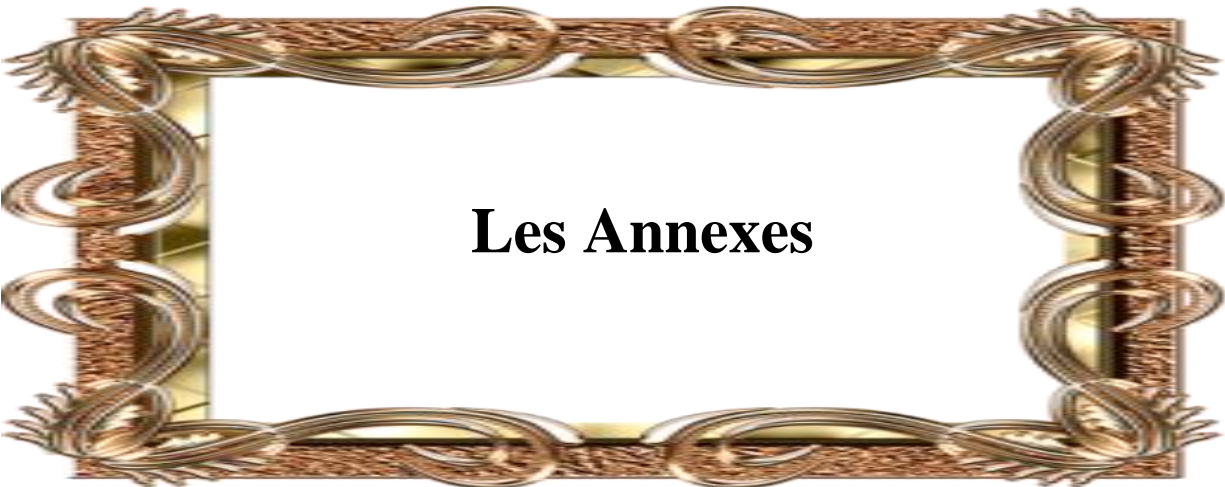
- **Preheim S.P., Timberlake S., Polz M.F.**, 2011. Merging Taxonomy with Ecological Population Prediction in a Case Study of Vibrionaceae. *Appl. Environ. Microbiol.*, **77** (20): 7195-7206, doi: 10.1128/AEM.00665-11 1000. Bruxelles, 31p
- **Roche, H., Buet, A., & Ramade, F. (2002)**. Accumulation of lipophilic microcontaminants and biochemical responses in eels from the camargue biosphere reserve. *Ecotoxicology*, *11*(3), 155-164.
- **Romaissa, H. (2020)**. Etude de l'effet de l'étain sur la qualité du plomb pour les batteries de démarrage (Doctoral dissertation, Faculté des Sciences et Technologies).
- **Ruppert E.E., Barnes R.D. & Fox R.S. (2004)** Invertebrate zoology: à functional evolution
- **Sahin, S.A., A. Sahin and I. Okumus, 2011**. Spat Settlement and Growth of Mediterranean Mussel (*Mytilus galloprovincialis*) in Fish Cage Farms in Southeastern Black Sea Coast. *J. Anim. Vet. Adv.*, *10*: 2357-2362.
- **Saraiva S., van der Meer J., Kooijman S.A.L.M., Witbaard R., Philippart C.J.M., Hippler D., Parker R., 2012**. Validation of a Dynamic Energy Budget (DEB) model for the blue mussel *Mytilus edulis*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 463141-158, doi: 10.3354/meps09801
- **Sasaa** : Subdivision agricole de Sidi Abdelaziz Jijel, 2017. APC SAA : Assemblée populaire Communale de Sidi Abdelaziz, Jijel., 2017.
- **Seed R., 1976**. Ecology. In: *Marine Mussels: Their Ecology and Physiology*. Cambridge, 13-65
- **Singh, M.R. 2007**. Impurities-heavy metals: IR perspective.. Disponible sur: <http://www.usp.org/pdf/EN/meetings/asMeetingIndia/2008Session4track1.pdf>
- **Spada, L., Annicchiarico, C., Cardellicchio, N., Giandomenico, S., Di Leo, A., 2013**. Heavy metals monitoring in mussels *Mytilus galloprovincialis* from the Apulian coasts (Southern Italy). *Medit. Mar. Sci.* *14*, 99–108 Jan, A.T., Azam, M., Siddiqui, K., Ali, A., Choi, I., Haq, Q.M.R., 2015. Heavy metals and human health: mechanistic insight into toxicity and counter defense system of antioxidants. *Int. J. Mol. Sci.* *16*, 29592–29630
- **Sukiasyan, A., & Kirakosyan, A. (2020)**. Ecological evaluation of heavy metal pollution of different soil-climatic regions of Armenia by biogeochemical coefficients. *DRC Sustainable Future*, *1*(2), 94-102.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Tahiri, L., Bennasser, L., Idrissi, L., Fekhaoui, M., Abidi, A. E., & Mouradi, A. (2005).** Contamination métallique de *Mytilus galloprovincialis* et des sédiments au niveau de l'estuaire de Bouregreg (Maroc). *Water Quality Research Journal*, 40(1), 111-119.
- **Taleb, M. Z., & Boutiba, Z. (2007).** La moule *Mytilus galloprovincialis*: bioindicateur de pollution marine - Cas du port d'Oran. *Sciences & Technologie. C, Biotechnologies*, 59-64.
- **Tavoloni, T., Miniero, R., Bacchiocchi, S., Brambilla, G., Ciriaci, M., Griffoni, F., ... & Piersanti, A. (2021).** Heavy metal spatial and temporal trends (2008–2018) in clams and mussel from Adriatic Sea (Italy): Possible definition of forecasting models. *Marine Pollution Bulletin*, 163, 111865.
- **Theisen B.F., 1973.** The growth of *Mytilus edulis* L. (Bivalvia) from Disko and Thule district, Greenland. *Ophelia*, 12 (1-2): 59-77, doi: 10.1080/00785326.1973.10430120 URL : <http://www.ineris.fr/hml>, consulté le 10/04/2012. Thèse de doctorat de l'INSA Lyon, France, (1996).
- **Ventura A., Schulz S., Dupont S., 2016.** Maintained larval growth in mussel larvae exposed to acidified under-saturated seawater. *Sci. Rep.*, 6 (1): 1-8, doi: 10.1038/srep23728
- **Verge, G., & Petit, C. (2009).** Contamination des organismes marins du littoral français par le Cadmium: évaluation et gestion du risque. *Revue Méd. Vét.*, 160(10), 484-490.
- **Waalkes, M. P. (2000).** Cadmium carcinogenesis in review. *Journal of inorganic biochemistry*, 79(1-4), 241-244
- **Walpole SC, Prieto-Merino D, Edwards P et al. 2012.** The weight of nations: an estimation of adult human biomass. *BMC Public Health* 12:439. Available at <http://www.biomedcentral.com/1471-2458/12/439>
- **Wang, Z., Hong, C., Xing, Y., Wang, K., Li, Y., Feng, L., & Ma, S. (2018).** Spatial distribution and sources of heavy metals in natural pastures oil around copper-molybdenum mine in Northeast China. *Ecotoxicology and environmental safety*, 154, 329-336.
- **Xdilmi, L. Lellouche, B. Meciad, S, 2018.** L'étude de deux biomarqueurs chez les

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Yabanli, M., Alparslan, Y., 2015.** Potential health hazard assessment in terms of some heavy metals determined in demersal fishes caught in eastern Aegean Sea. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 95, 494–498.
- **Yap, C. K., Cheng, W. H., Karami, A., & Ismail, A. (2016).** Health risk assessments of heavy metal exposure via consumption of marine mussels collected from anthropogenic sites. *Science of the total environment*, 553, 285-296
- **Zhelyazkov, G., Yankovska-Stefanova, T., Mineva, E., Stratev, D., Vashin, I., Dospatliev, L., ... & Popova, T. (2018).** Risk assessment of some heavy metals in mussels (*Mytilus galloprovincialis*) and veined rapawhelks (*Rapanavenosa*) for human health. *Marine pollution bulletin*, 128, 197-201.



Les Annexes

1- Les paramètres biométriques des trois stations :

Station 1: Sidi Abdelaziz

Les Moules	Poids	Louangeur
M1	11 ,41g	6cm
M2	6,04g	4,90cm
M3	15 ,74g	7cm
M4	15,43g	7,5cm
M5	11 ,13g	5,90cm
M6	18g	7,40cm
M7	19,60g	7,90cm
M8	17g	7,10cm
M9	6,5g	4,70cm
M10	18,15g	7,20cm
M12	10,50g	6cm
M13	7,72g	5,5cm
M14	16, 33g	7,40cm
M15	11,80g	5,90cm
M16	18,67g	7cm
M17	23,30g	6cm
M18	24,19g	5,5cm
M19	18,62g	7,40cm
M20	14,62g	7cm
M21	22,01g	6cm
M22	15,77g	5cm
M23	11,74g	5cm
M24	6,04g	6cm
M25	11,74g	6cm
M26	10,89g	4,50cm
M27	17,80g	7cm

M28	13,70g	5cm
M29	12,44g	5,70cm
M30	9,21g	4,30cm
M31	20,9g	6cm
M32	9,99g	5cm
M33	11,81g	5,5cmcm
M34	9,09g	4,05cm
M35	14,07g	6cm
M36	10,37g	5cm
M37	16,24g	6,70cm
M38	13,24g	6cm
M39	12,09g	5cm
40M	13,67g	6cm
M41	18 ,36g	7cm
M42	6,32g	4cm
M43	12,60g	5cm
M44	14,80g	6cm
M45	17,84g	6cm
M46	10,93g	5,23cm
M47	8,68g	5cm
M48	10,86g	5cm
M49	14 g	6cm
M50	11,34g	5,70cm
M51	16,85g	6,45cm
M52	7,85g	4,35cm
M53	21,10g	5,50cm
M54	11,45g	5,67cm
M55	10,41g	4,13cm
M56	7 ,85g	4cm
M57	22 ,38g_	7cm

M58	8,84g	4,57cm
M59	9,76g	5,29cm
M60	8,23g	4cm

Tableau : le poids et longueur des moules de Sidi Abdleaziz

Station 2 : Bousmaile

Les moules	Poids	Longueur
M1	28,11g	7cm
M2	26,35g	6cm
M3	10,24g	4cm
M4	9,76g	6cm
M5	15,10g	5,5cm
M6	6,24g	4cm
M7	13,12g	5,5cm
M8	9,55g	5cm
M9	19,29g	6cm
M10	25,65g	6cm
M11	24,28g	6cm
M12	22,56g	7cm
M13	18,02g	5,5cm
M14	15,40g	6,5cm
M15	9,54g	5,5cm
M16	12,67g	6,5cm
M17	10,23g	5,5cm
M18	6,31g	4,5cm
M19	22,01g	5,5cm
M20	24,45g	7cm
M21	10,93g	5cm
M22	15,07g	6cm

M23	8,23g	5cm
M24	8,63g	5cm
M25	16,50g	6cm
M26	8,11g	4,5cm
M27	4,73g	6cm
M28	10,10g	3cm
M29	7,76g	4,5cm
M30	13,05g	5,5cm

Tableau : le poids et longueur des moules de Bousmail

Station 3 : Ziama

Les moules	Poids	Loungure
M1	12,17g	5,4cm
M2	22,27g	7cm
M3	7,75g	4cm
M4	20,24g	7,23cm
M5	18,80g	7cm
M6	24,60g	6cm
M7	7g	4,5cm
M8	10,96g	5,5cm
M910	12,22g	5,40cm
M11	15,59g	6cm
M12	14,09g	4cm
M13	15,93g	5cm
M14	14,26g	6cm
M15	13,39g	5,5cm
M16	11,27g	5,75cmcm
M17	17,24g	5cm
M18	17,48g	5,5cm

M19	14,85g	5cm
M20	12,20g	5cm
M21	16,52g	5,5cm
M22	10,39g	5cmcm
M23	17,83g	4,5cm
M24	15,97g	5,5cm
M25	15,32g	4,5cm
M26	13,02g	5cm
M27	9,20g	4cm
M28	13,20g	5,5cm
M29	14,72g	5,60cm
M30	20,32g	5,5cm
M31	17,48g	5cm
M32	15,84g	4,7cm
M33	13,33g	5cm
M34	13,15g	4cm
M35	18,17g	5cm
M36	19,68g	6cm
M37	15,04g	5cm
M38	16,14g	5cm
M39	19,63g	5cm
M40	14,46g	5cm
M41	9,89g	4cm
M42	13,91g	6cm

Tableau : le poids et longueur des moules de Ziama**2- Les poids secs :**

Le poids humide : 5g

Le poids sec = le poids après le séchage - le poids de la potes vide

Station 1 : Sidi Abdelaziz

Groupe	Le poids de la poits vide	Le poids après le séchage	Le poids sec
G₁	33,48g	34,43g	$34,43 - 33,48 = 0,95g$
G₂	40,60g	41,60g	$41,60 - 40,60 = 1g$
G₃	52,40g	53,44g	$53,44 - 52,40 = 1,04g$
G₄	51,12g	52,12g	$52,12 - 51,12 = 1g$
G₅	52,48g	53,78g	$53,78 - 52,48 = 1,3g$
G₆	31,13g	32,18g	$32,18 - 31,13 = 1,5g$

Tableau : le poids sec des moules de Sidi Abdelaziz**Station 2 : Bousmail**

Groupe	Le poids de poits vide	Le poids après le séchage	Le poids sec
G₁	53,78g	54,56g	$54,56 - 53,78 = 0,78g$
G₂	48,30g	48,88g	$48,88 - 48,30 = 0,58g$
G₃	52,02g	52,86g	$52,86 - 52,02 = 0,84g$
G₄	34,92g	35,77g	$35,77 - 34,92 = 0,85g$
G₅	49,75g	50,53g	$50,53 - 49,75 = 0,78g$
G₆	38,96g	39,67g	$39,67 - 38,96 = 0,71g$

Tableau : le poids sec des moules de Bousmail**Stations 3 : ziama**

Groupe	Le poids de la poits vide	Le poids après le séchage	Le poids sec
G ₁	43,35g	44,05g	44,05 – 43,35 = 0,7g
G ₂	53,09g	53,82g	53,82 – 53,09 = 0,73g
G ₃	37,87g	38,63g	38,63 – 37,87 = 0,76g
G ₄	36,37g	37,18g	37,18 – 36,37 = 0,81g
G ₅	42,72g	43,47g	43,47 – 42,72 = 0,75g
G ₆	39,42g	40,61g	40,61 – 39,42 = 1,19g

Tableau : le poids sec des moules de ziama**3- Evaluation du risque sur la santé humaine**

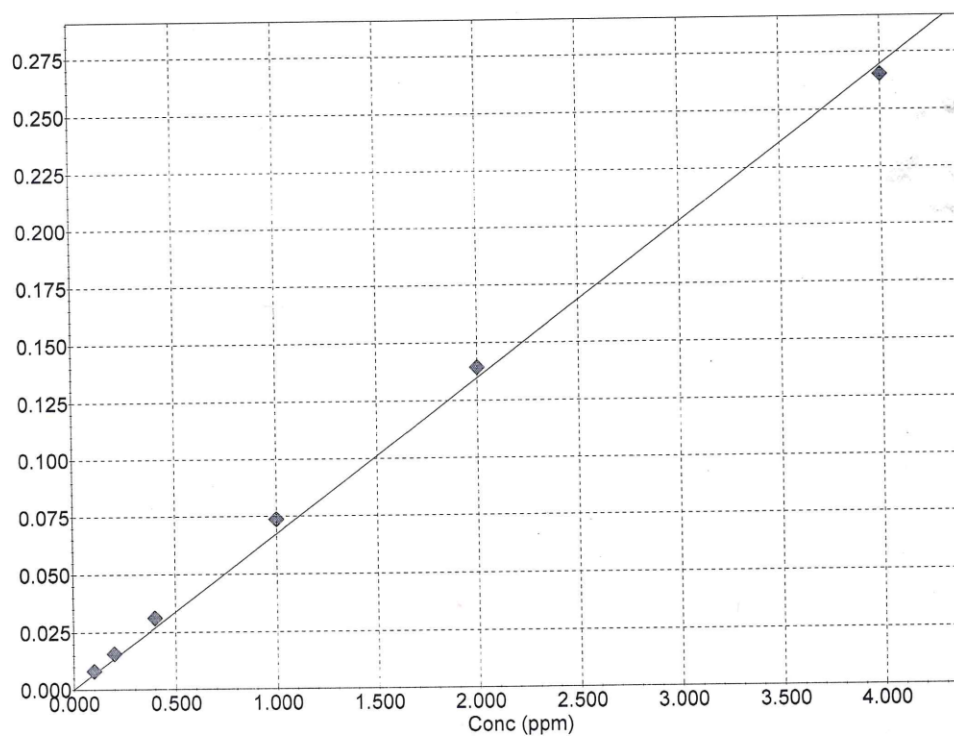
	Cd	Pb	EDIcd	EDIPb	TQH Cd	TQH Pb	CRCd	CRPb
SAZ	0,22	1,77	0,05028571	0,40457143	0,05028571	0,10114286	0,75428571	0,00343886
SAZ	0,16	0,4	0,03657143	0,09142857	0,03657143	0,02285714	0,54857143	0,00077714
SAZ	0,15	1,71	0,03428571	0,39085714	0,03428571	0,09771429	0,51428571	0,00332229
SAZ	0,13	3,76	0,02971429	0,85942857	0,02971429	0,21485714	0,44571429	0,00730514
SAZ	0,22	2,38	0,05028571	0,544	0,05028571	0,136	0,75428571	0,004624
SAZ	0,13	1,09	0,02971429	0,24914286	0,02971429	0,06228571	0,44571429	0,00211771
BOUS	0,25	1,63	0,05714286	0,37257143	0,05714286	0,09314286	0,85714286	0,00316686
BOUS	0,27	0,27	0,06171429	0,06171429	0,06171429	0,01542857	0,92571429	0,00052457
BOUS	0,15	1,49	0,03428571	0,34057143	0,03428571	0,08514286	0,51428571	0,00289486
BOUS	0,3	3,95	0,06857143	0,90285714	0,06857143	0,22571429	1,02857143	0,00767429

BOUS	0,31	2,72	0,07085714	0,62171429	0,07085714	0,15542857	1,06285714	0,00528457
BOUS	0,15	1,63	0,03428571	0,37257143	0,03428571	0,09314286	0,51428571	0,00316686
ZIAM	0,19	0,31	0,04342857	0,07085714	0,04342857	0,01771429	0,65142857	0,00060229
ZIAM	0,18	4,08	0,04114286	0,93257143	0,04114286	0,23314286	0,61714286	0,00792686
ZIAM	0,19	4,77	0,04342857	1,09028571	0,04342857	0,27257143	0,65142857	0,00926743
ZIAM	0,2	0,99	0,04571429	0,22628571	0,04571429	0,05657143	0,68571429	0,00192343
ZIAM	0,104	1,9	0,02377143	0,43428571	0,02377143	0,10857143	0,35657143	0,00369143
ZIAM	0,2	0,6	0,04571429	0,13714286	0,04571429	0,03428571	0,68571429	0,00116571

Tableau : Evaluation du risque sur la santé humaine dans les trois stations

4 – les courbe d'étalonnages :

Calibration Curve(Element:Cd:Flame C#:01)

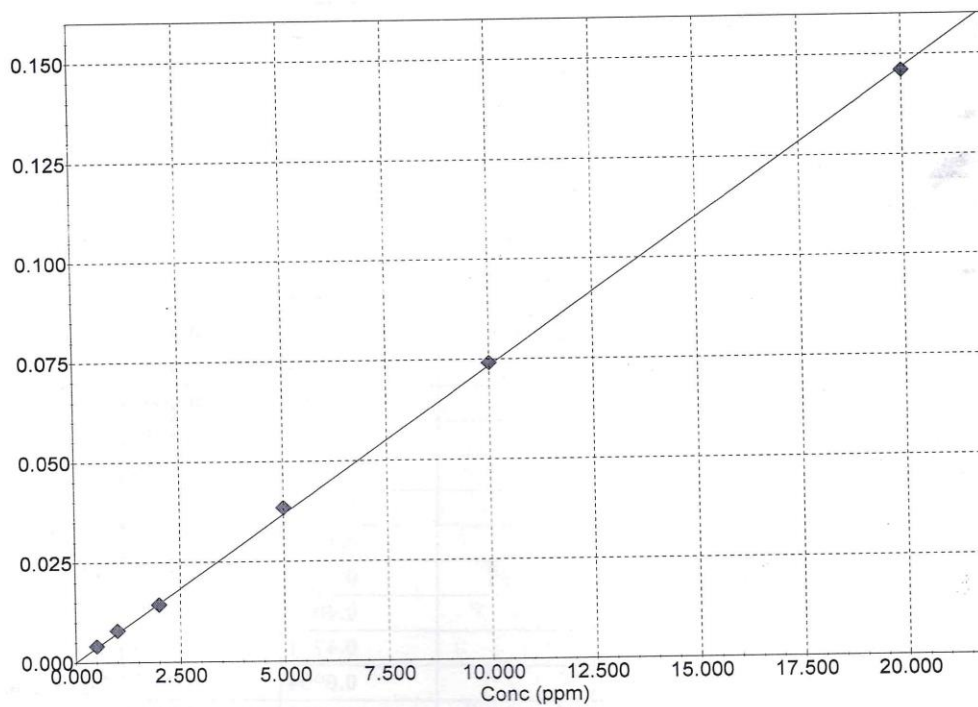


$$\text{Abs} = 0.0673857 \text{Conc} + 0 \quad r = 0.9996$$

<u>CONC</u>	<u>ABS</u>
0.1000	0.0079
0.2000	0.0156
0.4000	0.0311
1.0000	0.0737
2.0000	0.1392
4.0000	0.2652

Figure : Courbe d'étalonnage de cadmium dans les moules des trois stations

Calibration Curve(Element:Pb:Flame C#:01)



CONC	ABS
0.5000	0.0040
1.0000	0.0079
2.0000	0.0144
5.0000	0.0383
10.0000	0.0740
20.0000	0.1460

Figure : Courbe d'étalonnage de plomb dans les moules des trois stations

Résumé

Le présent travail consiste à évaluer le risque sanitaire lié à la consommation des moules du littoral Jijel (ziama, sidi Abdelaziz) et littorale de Tipaza (La baie de bousmail) par les métaux lourds. Cette évaluation est basée sur l'utilisation la moule méditerranéenne *{Mytilus Galloprovincialis}*. Les résultats obtenus montrent une contamination par le Pb, le Cd à des Concentrations qui dépassent largement les normes. Le littoral Jijel (Sidi Abdelaziz et Ziama) enregistre les concentrations du plomb les plus élevées tandis que littorale de Tipaza (la baie de Bousmail) enregistre les plus fortes concentrations du cadmium. Les valeurs du plomb dépassent toutes les valeurs limites internationales fixées par (L.OMS. FAO, l'union Européenne, l'Angleterre et la Chine) tandis que les concentrations du cadmium ne dépassent que les normes (européennes, chinoises et anglaises). L'évaluation du risque pour la santé humaine basée sur le calcul de la dose journalière estimée (EDI) et le quotient de risque nob cancérigène n'a pas montré un risque pour la population consommatrice des moules étudiées. L'évaluation du risque cancérigène basé e sur le calcul CR a montré des valeurs par rapport à la valeur limite pour le Cadmium indiquant donc un risque cancérigène potentiel du cadmium chez la population consommatrice des moules étudiées.

ملخص:

يتمثل العمل الحالي في تقييم درجة تلوث ساحل جيجل (زيامة، سيدي عبد العزيز) وساحل تيبازة (خليج بوسماعيل) بالمعادن الثقيلة. يعتمد هذا التقييم على استخدام بلح البحر المتوسط *{Mytilus Galloprovincialis}* كمؤشرات بيولوجية للتلوث البحري. دراسة مكانية لمحتوى الرصاص والكاديوم. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها وجود تلوث بالرصاص والكاديوم بتركيزات مختلفة مع غلبة الرصاص في ساحل جيجل (سيدي عبد العزيز والزيامة)، وغلبة الكاديوم في ساحل تيبازة (خليج بوسماعيل)، فيما يخص خطر الإصابة بسرطان (CRpb) و (CRcd)، فإن قيم CR Cd التي تم الحصول عليها في هذه الدراسات أعلى مقارنة بالقيمة الحدية، وبالتالي تشير إلى احتمال الإصابة بالسرطان من الكاديوم، حيث يسجل ساحل تيبازة قيم CR أعلى مقارنة بسواحل جيجل، أما قيم CRpb أقل من القيم الحدية مما يشير إلى عدم وجود خطر من مادة مسرطنة للرصاص. لذلك يجب الحفاظ على خطنا الساحلي لضمان بقاء النظام البيئي البحري والساحلي على المدى الطويل والحفاظ على تنوعه من بيولوجيات بشرية المنشأ.

Abstract:

This work consists in evaluating the health risk linked to the consumption of mussels from the Jijel coast (ziama, sidi Abdelaziz) and Tipaza coast (The bay of bousmail) by heavy metals. This evaluation is based on the use of the Mediterranean mussel (*Mytilus Galloprovincialis*). The results obtained show contamination by Pb and Cd at concentrations which greatly exceed the standards. The Jijel coast (Sidi Abdelaziz and Ziama) records the highest lead concentrations while the Tipaza coast (Bousmail bay) records the highest concentrations of cadmium. The lead values exceed all the international limit values set by (L. WHO. FAO, the European Union, England and China) while the evaluation that the cadmium concentrations only exceed the standards (European, Chinese and English). The risk assessment for human health based on the calculation of the estimated daily intake (EDI) and the carcinogenic nob risk quotient did not show a risk for the population consuming the mussels studied. The evaluation of the carcinogenic risk based on the CR calculation showed values in relation to the limit value for cadmium therefore indicating a potential carcinogenic risk of cadmium in the population consuming the mussels studied.