

**UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID TLEMCEN**

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

**Département d'Ecologie et Environnement**

**Laboratoire N°10 :**

**« Valorisation des actions de l'homme pour la protection de L'environnement et  
application en santé publique »**

**Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de**

**MASTER**

**Filière : Sciences biologiques**

**Spécialité : PATHOLOGIES DES ECOSYSTEMES**

**Thème:**

**Recherche de métaux lourds sur le littoral de  
Marsa Ben M'hidi. Cas d'une algue verte.**

**Par**

**ABBAS Abdesselam**

**Devant le jury :**

**soutenu le 16/06/2016**

<b>Mr MESLI Lotfi</b>	<b>Professeur</b>	<b>Président</b>	<b>université de Tlemcen</b>
<b>Mme BENGUEDDA Wacila</b>	<b>M.C.A</b>	<b>Encadreur</b>	<b>université de Tlemcen</b>
<b>Mr BENDIMERAD M. Amine</b>	<b>M.C.A</b>	<b>Examineur</b>	<b>université de Tlemcen</b>

**Année universitaire : 2015-2016**

# *Remerciement*

*Avant tout, nous remercions Allah le tout puissant pour nous avoir aidé à réaliser ce travail.*

*Mes vifs remerciements s'adressent à mon encadreur Mme BENGUEDDA Wacila, maitre de conférence «A» à la faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'univers, université de Tlemcen pour son aide fructueuse, de m'avoir orienté, encouragé, conseillé et soutenu pendant toute la durée de ce travail.*

*Je tiens à remercier Mr MESLI Lotfi Professeur à la faculté des sciences de la nature et de la vie et des Sciences de la Terre et l'univers, Université de Tlemcen et d'avoir accepté d'assurer la présidence du jury de mon mémoire de Master, qu'il trouve ici l'expression de mon profond respect.*

*Un très grand merci à Mr BENDIMERAD Mohammed El Amine maitre de conférences «A» à la faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'univers, université de Tlemcen, d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Je remercie aussi: Mr. BETTIOUI Réda pour son aide considérable dans la réalisation de l'étude statistique.*

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

*Un grand MERCI.*

## *Dédicace*

*Je dédie ce travail à mes parents, qu'ils trouvent ici  
Toute ma gratitude pour leur soutien tout au long de  
Mes études.*

*A ma très chère tante Fatima*

*A mes chers frères Ilyes, Mohamed El Mahdi, Youssef  
A mon très chère grand frère Mohamed et sa femme Khadija et  
leur adorable deux fils Farouk et Setti Fatima Sohra*

*A toute la famille paternelle et maternelle*

*A ma meilleure amie Imane qui m'a beaucoup aidé dans mon chemin  
d'étude et qui a été tous le temps à mes coté.*

*A tous mes chers amis :*

*Sanae, Sihem, Insaf, Abir, Amine, kheiro, Mohamed, Sofiane,  
Radwane, Afaf, Mariem, Taha.*

*A ceux qui ont attribué de près ou de loin à l'élaboration de ce  
modeste travail.*

*A toute la promotion 2015 de master en Pathologie des Ecosystèmes*

***Abdesselam***

## LISTE DES ABREVIATIONS

**µm** : micromètre.

**A.E.E**: Agence Européenne pour l'Environnement.

**ANAT** : Agence Nationale d'Aménagement du Territoire.

**ANOVA**: Analyse of variance.

**C.N.R.S**: Centre National de la recherche scientifique.

**Cd**: cadmium.

**Cu**: cuivre.

**Cr**: chrome.

**DMA**: dose maximale admissible.

**F.A.O** : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.

**G.E.S.A.M.P**: United Nations Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection.

**Kg**: kilogramme .

**Mg**: milligramme.

**MeHSIP**: Elaboration of a Mediterranean Hot Spot Investment Programme.

**P.N.U.E**: Programme des nations unies pour l'environnement.

**PDAU**: plan Directeur d'aménagement et d'urbanisme n Directeur d'aménagement et d'urbanisme.

**SAAF** : spectrophotométrie d'absorption atomique à flamme.

**Zn** : Zinc.

## LISTE DES TABLEAUX

**Tableau 01** : comparaison des concentrations moyennes chez les algues de notre étude avec celles de la littérature.....**33p**

## LISTE DES FIGURES

**Figure n°1.** Aspect général de l'algue *Ulva Lactuca* dans l'eau de mer.....**P8**

**Figure n°2.** *Enteromorpha linza* dans l'eau de mer (photo originale .décembre, 2015).....**P11**

**Figure n°3** : carte de situation géographique de la zone d'étude, encadrée en rouge.....**P14**

**Figure n°4** : carte schématique de positionnement des stations d'échantillonnage A et B.....**P17**

**Figure n°5** : Thermo réacteur (photo originale).....**P19**

**Figure n°6** : les Teneurs métalliques moyennes du Cd exprimées en mg / kg de poids sec chez l'Entéromorphe et l'Ulve.....**P21**

**Figure n°7** : la teneur métallique moyenne du Cu exprimé en mg /kg de poids sec chez l'Entéromorphe et l'Ulve.....**P22**

**Figure n°8** : la teneur métallique moyenne du Zn exprimé en mg /kg de poids sec chez l'Entéromorphe et l'Ulve.....**P23**

**Figure n°9** : la teneur métallique moyenne du Cr exprimé en mg /kg de poids sec chez l'Entéromorphe et l'Ulve.....**P24**

**Figure n°10** : les teneurs métalliques moyennes des quatre métaux (Cd, Cu, Zn, Cr) exprimées en mg /kg de poids sec chez l'Entéromorphe et l'Ulve.....**P25**

**Figure n°11** : teneurs métalliques moyennes annuelles en Zn chez l'Entéromorphe et L'Ulve Entre les années (2000-2016), les stations (A et B pour Ghazaouet et Beni Saf et C pour Honaine) et les régions (Ghazaouet, Beni Saf,Honaine et Marsa Ben M'hidi).....**P26**

**Figure n°12** : teneurs métalliques moyennes annuelles en Cd chez l'Entéromorphe et L'Ulve Entre les années (2000-2016), les stations (A et B pour Ghazaouet et Beni Saf et C pour Honaine) et les régions (Ghazaouet, Beni Saf,Honaine et Marsa Ben M'hidi).....**P27**

**Figure n° 13 :** teneurs métalliques moyennes annuelles en Cu chez l'Entéromorphe et L'Ulve Entre les années (2000-2016), les stations (A et B pour Ghazaouet et Beni Saf et C pour Honaine) et les régions (Ghazaouet, Beni Saf, Honaine et Marsa Ben M'hidi).....**P28**

**Figure n°14 :** teneurs métalliques moyenne annuelle en Cu chez l'Entéromorphe et L'Ulve Entre la station A et B dans la région de Marsa Ben M'hidi.....**P29**

.

## Sommaire

<b>Introduction</b> .....	1
<b>Chapitre I: synthèse bibliographique</b> .....	3
I La pollution marine : .....	3
I-1 La pollution marine en méditerranée :.....	3
I-2 la pollution marine en Algérie: .....	4
I-3 Pollution de la zone côtière dans extrême ouest Algérie (Marsa ben m'hidi)	4
I-4 Pollution de Marsa ben m'hidi : .....	5
II Pollution métallique .....	5
II-1 Métaux lourds : .....	5
II-2 La toxicité des métaux lourds.....	5
II-3 Présentation des métaux lourds (ML) étudiés : cadmium, cuivre, zinc et chrome.....	6
II-3-1 Le cadmium :.....	6
II-3-2 Le cuivre :.....	6
II-3-3 Le Zinc : .....	7
II-3-4 Le Chrome :.....	7
III PRESENTATION DE MATERIEL BIOLOGIQUE :.....	8
III-1 Aperçu sur l'Ulve << <i>Ulva lactuca</i> >> : .....	8
III-1-1 Description :.....	8
III-1-2 Biologie : .....	8
III-1-3 Répartition géographique : .....	8
III-1-4 Taxonomie : .....	9
III-1-5 Structure : .....	9
III-1-6 Croissance : .....	9
III-1-7 Cytologie : .....	9
III-1-8 Reproduction : .....	10
III-1-9 Habitat et écologie :.....	10

III-1-10 Récolte et utilisation : .....	10
III-2 Aperçu sur l'Enteromorphe. << <i>Enteromorpha linza</i> >> :.....	11
III-2-1 Description :.....	11
III-2-2 Répartition géographique des enteromorphes « <i>Enteromorpha linza</i> »: .	11
III-2-3 Taxonomie: .....	12
III-2-4 Cytologie :.....	12
III-2-5 Croissance :.....	12
III-2-6 Reproduction: .....	12
III-2-7 Habitat et écologie :.....	12
III-2-8 Récolte et utilisation: .....	13
<b>Chapitre II :Présentation de la zone d'étude</b> .....	14
I-1 Situation géographique .....	14
I-2 Morphologie de Milieu physique : .....	15
I-3 Hydrographie : .....	15
I-4 Climat : De type Méditerranéen.....	15
<b>Chapitre III :Matériel et méthodes</b> .....	16
III-PRELEVEMENT ET MINERALISATION DES ECHANTILLONS : .....	16
I-1 L'ECHANTILLONNAGE :.....	16
I-1-2 Choix des stations de prélèvement : .....	16
I-1-3 Situation des stations :.....	16
I-1-4 Choix des échantillons :.....	16
I-1-5 Choix des contaminants :.....	16
II Méthode de prélèvement : .....	17
II-1 Prélèvement :.....	17
II-2 Préparation des échantillons a l'analyse :.....	18
II-2-1 La minéralisation :.....	18
II-2-2 Préparation des algues.....	18
II-2-2-1 Protocole expérimentale d' <i>Ulva lactuca</i> : .....	18

II-2-2-2 Protocole expérimentale de <i>l'Enteromorpha linza</i> : .....	19
II-3 Dosage des métaux par spectrophotométrie : .....	19
II-4 Analyse statistique : .....	20
II-4-1 Comparaison de moyenne ; ANOVA1 et test de Tukey :.....	20
II-4-1-1 Analyse de la variance : (ANOVA1) :.....	20
II-4-1-2 Test de Tukey :.....	20
II-4-1-3 Boite à moustache : .....	20
<b>Chapitre IV : Résultats et discussion</b> .....	20
I - Teneurs moyennes du Cd, du Cr, du Zn et du Cu chez <i>l'Entéromorphe</i> et <i>l'Ulve</i> de Marsa Ben M'hidi. ....	21
1. Cas du cadmium : .....	21
2. Cas du cuivre : .....	22
3. Cas du Zinc : .....	23
4. Cas de chrome : .....	24
II- Evaluation des teneurs moyennes métalliques dans les quatre métaux (Cd, Zn, Cr, Cu) chez <i>Enteromorpha linza</i> et <i>Ulva lactuca</i> . ....	25
III- Comparaison des teneurs métalliques moyennes annuelles chez <i>l'Enteromorphe</i> et <i>l'Ulve</i> entre les années et les stations et les régions (Marsa Ben M'hidi, Beni Saf, Honaine, Ghazouet). ....	25
1. Cas du Zinc : .....	26
2. Cas de cadmium : .....	27
3. Cas de Cuivre :.....	28
4. Cas de chrome : .....	29
IV- DISCUSSION : .....	31
IV- 1 Comparaison avec la littérature : .....	33
<b>Conclusion et perspectives</b> .....	34
<b>Références bibliographiques</b> .....	36

Au cours des dernières décennies les zones côtières ont été le théâtre d'un développement accéléré s'accompagnant inévitablement de répercussions sur l'environnement en général et sur le milieu marin en particulier. En effet, qu'il s'agisse de développement urbain, industriel, agricole ou touristique, l'activité humaine exerce une pression de plus en plus grande sur les milieux marins (**Daby, 2006 ; Huang et al., 2007 ; Rao et al., 2007**).

La pollution marine est également devenue un problème majeur. En effet, une partie importante des polluants est introduite dans la colonne d'eau des fleuves, des océans et des mers (par le biais des aérosols, des rejets urbains et industriels et surtout les déchets organiques et toxiques en conséquence de l'activité humaine...).

Les éléments métalliques utilisés dans la plupart des procédés industriels, puis rejetés via les effluents dans le milieu récepteur souvent sans traitement préalable, sont présents dans tous les compartiments de l'écosystème aquatique (eau, sédiment, faune et flore). Par leur résistance à la biodégradation, leur rémanence et leur toxicité, ces éléments peuvent se concentrer dans les tissus des organismes vivants (**Förstner U., Wittmann, 1981; Boucheseiche et al., 2002**) et engendrer d'importants dégâts sur toute la chaîne trophique (**Cheggour et al., 2001; Canli et al., 2003**).

Le milieu marin méditerranéen est particulièrement exposé au déversement de déchets agricoles, de particules en suspension dans l'air et d'eaux de ruissellement chargées d'agents pathogènes, de métaux lourds, de matières organiques polluantes, d'huiles et de substances radioactives (**MeHSIP, 2008**). L'ensemble de ces polluants sont issues des activités industrielles, du transport maritime (30% du trafic maritime mondial) et des activités domestiques avec des rejets en mer estimés à 6.105 tonnes/an, soit l'équivalent de 30 catastrophes de type Erika (**Guallini, 2008**).

La zone méditerranéenne a été classée par le PNUE comme l'une des cinq régions du monde où les problèmes environnementaux sont les plus graves (**Ramade, 1992**), alors que la Méditerranée est classée parmi les sept mers les plus menacées (**Boudouresque, 1996**).

Ce travail s'inscrit dans une continuité pour plusieurs études réalisées sur l'établissement d'une carte de pollution dans l'extrême ouest algérien dans le laboratoire de « valorisation des actions de l'homme pour la protection de l'environnement et applications en santé publique », nous citerons quelques exemples : (**Goual et Nassour, 2000**), (**Bettioui et Messaoudi, 2002**), (**Belhadji, 2008**), (**Bansaïd, 2011**), (**Mekkaoui, 2013**)... etc.

Notre étude s'intéresse essentiellement à l'accumulation métallique chez deux espèces d'algues vertes, enteromorphe et ulve de la baie de Marsa Ben M'hidi, qui est une région touristique très importante dans la wilaya de Tlemcen.

L'objectif du présent travail est de compléter et d'actualiser des travaux antérieurs déjà entamés sur la pollution métallique dans l'extrême ouest algérien, et aussi pour bien évaluer le degré d'accumulation de quatre métaux ( le cadmium , le zinc, le cuivre , le chrome ) dans les échantillons d'algues, durant le mois de Décembre 2015. Ces derniers ont subi une minéralisation puis une analyse par spectrophotométrie d'absorption atomique à flamme (SAAF).

Le présent travail comporte quatre chapitres :

Le premier chapitre, est une synthèse bibliographique regroupant des généralités sur La pollution marine par les métaux lourds, et sur la présentation du matériel biologique

Le deuxième chapitre, est une présentation de la zone d'étude et de ses caractéristiques.

Dans le troisième chapitre, nous avons décrit les méthodes de prélèvement, d'échantillonnage, d'analyses (SAAF) et de traitements statistiques.

Le quatrième et dernier chapitre, est essentiellement réservé aux résultats obtenus et à leurs interprétations.

Enfin ce travail est achevé par une conclusion générale et des perspectives.

### **I La pollution marine :**

Par le jeu de la circulation hydrique à la surface des continents, les fleuves et les apports telluriques directs dus au ruissellement et au lessivage des terres émergées dans les zones côtières apportent de nombreux polluants dans les eaux littorales causant ainsi un grand problème environnemental qui est la pollution marine. **(Ramade, 2000; Barbeault, 2003)**. Selon le **G.E.S.A.M.P (2001)** [United Nations Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection], la pollution marine est « l'introduction directe ou indirecte par l'homme, de substances ou d'énergie dans le milieu marin (y compris les estuaires), lorsqu'elle entraîne des effets nuisibles, quelques dommages aux ressources Biologiques, risque pour la santé humaine, entrave aux activités maritimes (y compris la pêche), altération de la qualité de l'eau de mer du point de vue de son utilisation et dégradation de sa valeur d'agrément ».

### **I-1 La pollution marine en méditerranée :**

Le littoral méditerranéen se trouve soumis à une pression démographique croissante (1/3 de la population mondiale vit à moins de 50 Km du littoral) liée entre autres au tourisme aux activités économiques, à l'exploitation des ressources naturelles et à l'exode rurale. La méditerranée est la première destination touristique au monde (30% du tourisme mondiale). **(P.N.U.E. 2004)**. Par ailleurs, la Méditerranée est devenue un réceptacle pour de nombreux déchets industriels, de grandes quantités de pétrole et de nutriments. L'urbanisation du littoral, l'activité industrielle, l'agriculture intensive, les ports et la navigation sont les principaux facteurs de la pollution marine aux ressources naturelles. En effet, la méditerranée représente 30% du transport maritime mondiale, elle connaît à elle seule 1/5 des accidents pétroliers mondiaux.

La frange côtière (comprise entre 0 et 200 m de profondeur) représente environ 20 % de la surface totale de la Méditerranée. Malgré sa profondeur, la Méditerranée peut être considérée comme un « océan côtier », notamment par rapport à la longueur des ses côtes, ses lignes de séparations des eaux, son nombre d'habitants et la rapidité des ses réponses aux changements climatiques et environnementaux **(Bethoux & Gentili, 1996)**.

### **I-2 la pollution marine en Algérie:**

Les côtes algériennes étaient considérées comme étant les plus poissonneuses au niveau de la méditerranée, le rendement de la pêche à diminué de près de 80% (C.N.R.S., 2000). C'est la première conséquence de la pollution marine.

Actuellement en Algérie, les principaux problèmes de pollution marine incluent les eaux usées urbaines et industrielles non traitées rejetées directement en mer, les nappes d'hydrocarbures de pétrole, l'érosion côtière et production de déchets dont la gestion n'a pas encore trouvé des solutions, et posent de sérieux problèmes environnementaux.

Les zones côtières préoccupantes sont (A.E.E, 2006).

- la baie d'Alger: eaux usées urbaines et industrielles, cadmium, cuivre, mercure, plomb et zinc dans les sédiments;
- Oran: eaux usées urbaines et industrielles (terminal et raffinerie pétroliers, tanneries);
- Skikda: eaux usées urbaines et industrielles (gaz naturel, production de mercure, terminal et raffinerie pétroliers, industrie chimique), métaux lourds;
- Annaba: eaux usées urbaines et industrielles (engrais, chrome);
- Ghazaouet: eaux usées urbaines et industrielles (zinc et acide sulfurique);
- Mostaganem: eaux usées urbaines et industrielles, plomb, mercure;

### **I-3 Pollution de la zone côtière dans extrême ouest Algérie (Marsa ben m'hidi) :**

Les rejets des eaux usées en provenance de l'agglomération de Marsa Ben M'hidi et ses infrastructures d'accueil se font en mer sans aucun traitement préalable, ce qui génère une pollution du milieu côtier et leur influence sur la qualité physico-chimique et bactériologique des zones de baignade.

Le projet de la station d'épuration, lancé depuis une dizaine d'année, ne voit pas toujours le jour et ce, malgré les flux de populations touristiques qui viennent occuper les lieux durant la période estivale.

Le volume des eaux résiduaires à épurer est estimé à 1,2 Hm<sup>3</sup>/an, ce qui laisse envisager une opération de recyclage de cette ressource (non conventionnelle) dans le circuit économique et écologique de la commune.

La construction du port de plaisance, s'inscrit comme une opération à impact positif sur le tourisme mais son impact sur la qualité des eaux marines connaîtra certainement des problèmes de nuisance et de pollution sur la quiétude du site. (PDAU, 2006).

## **I-4 Pollution de Marsa ben m'hidi :**

La platitude de la ville de Marsa Ben M'hidi pose de sérieux problèmes techniques notamment pour l'évacuation des eaux usés. Il est signalé, néanmoins que la collecte des eaux usées est difficile en raison de la configuration topographique des sites plats, notamment en période estivale, la forte fréquentation du site génère un important volume d'eaux usées qui constitue une atteinte majeure à l'environnement. Oued kiss constitue le collecteur des eaux pluviales, les eaux boueuses, et les réseaux d'eaux usées en provenance du territoire marocain, de Marsa Ben M'hidi et d'autres lieux limitrophes. (**Antenne de pêche de Marsa Ben M'hidi 2004-2005**).

## **II Pollution métallique :**

### **II-1 Métaux lourds :**

L'expression « métaux lourds » désigne pour les chimistes, des métaux de numéro atomique élevé, de densité supérieure à 5g/cm<sup>3</sup> et qui forment des sulfures insolubles. Les métaux lourds et les métalloïdes lourds sont présents de façon naturelle dans les sols. Ils proviennent en grande partie de l'altération de la roche mère du sous-sol. Toutefois, les concentrations les plus importantes rencontrées dans les sols sont liées à l'activité humaine : stockage de déchets industriels et urbains (mines et fonderies de métaux non ferreux, décharges publiques), pratiques agricoles (pratique de fertilisation à l'aide de compost urbain, de déjections animales ou de boues de station d'épuration), pollutions dues à des retombées atmosphériques (essence au plomb, poussières des industries métallurgiques, incinération des ordures ménagères...). Contrairement aux contaminants organiques, les métaux lourds sont indéfiniment stables en tant que tels. Une fois fixés à un piège chimique, les métaux lourds se déplacent très peu. Hormis le mercure, ils sont non volatils (**Miquel, 2001**).

### **II-2 La toxicité des métaux lourds :**

Certains éléments présents à l'état de trace, sont essentiels pour les organismes vivants (Cu, Zn, Co, Fe, Mn, Ni, Cr, V, Mo, Se, Sn), mais l'augmentation de leur concentration peut aboutir à des phénomènes de toxicité. D'autres éléments ne produisent que des effets néfastes (Pb, Hg, Cd) (**Bonnet, 2000**). La toxicité des éléments métalliques vis-à-vis des organismes

vivants dépend de leur nature, la concentration, le mode d'action, la spéciation et de leur biodisponibilité (**Kribi, 2005**). La contamination des différentes espèces vivantes par des métaux lourds présents dans l'environnement se fait soit par inhalation, ingestion ou contact cutané. Leur accumulation dans le corps humain se fait en général par l'intermédiaire des aliments et de l'eau de consommation (**Kieffer, 1991**).

### **II-3 Présentation des métaux lourds (ML) étudiés : cadmium, cuivre, zinc et chrome.**

Le plomb et le cadmium ont des particularités en commun. Ils ont une forte conductivité chimique, c'est pourquoi on les rencontre dans de nombreux procédés industriels.

A partir d'une certaine dose, ils présentent une nocivité pour l'homme. Ils peuvent notamment entraîner des lésions neurologiques ou provoquer des cancers. Tandis que tous les autres métaux ont une utilité dans le processus biologique -certains (les oligo-éléments) sont même indispensables à la vie (le fer, le cuivre, le nickel, le chrome...).

#### **II-3-1 Le cadmium :**

Le cadmium (Cd) est un élément naturel, présent dans certains minerais (notamment de zinc) sous forme d'impuretés. Ce métal est rencontré notamment dans les batteries. Le cadmium a été abondamment utilisé pour protéger l'acier contre la corrosion (cadmiage), ou comme stabilisant pour les plastiques et les pigments.

La combustion à partir des combustibles minéraux solides, du fioul lourd et surtout de la biomasse engendre une part significative des émissions. On note également des émissions de cadmium par les usines de production d'asphalte. (**Ademe, 2009**).

#### **II-3-2 Le cuivre :**

Le cuivre (Cu) est un constituant de la croûte terrestre, présent dans le sol sous forme de minéraux. On rencontre le cuivre sous plusieurs formes chimiques solubles (chlorure de cuivre, sulfate de cuivre...). Les émissions anthropiques sont dues à l'utilisation du cuivre dans de nombreuses activités industrielles : fabrication de fils électriques, alliages métalliques (pour fabrication d'accessoires de plomberie : tuyaux, robinets), raffinage du pétrole, protection du bois ou pratiques agricoles (pesticides ou médicaments vétérinaires).

Cet élément trace est également un minéral dit mineur largement indispensable aux animaux d'élevage du fait de leur rôle dans tout un ensemble de mécanismes biologiques (**Faye et Bengoumi, 1994**).

Les valeurs de références ou limites de qualité pour la concentration du Cu dans l'eau sont de 2mg/l pour l'UE et l'OMS, 1,3mg/l pour le Canada et 1mg/l pour les USA (**Affssa, 2006**).

### II-3-3 Le Zinc :

Le zinc (Zn) est utilisé pour la constitution de matériaux de protection, contre la corrosion ou dans les batteries. Issues de la combustion du charbon et du fioul lourd, les émissions de zinc sont également dues à des procédés industriels appartenant à la métallurgie, ainsi qu'à l'incinération des déchets.

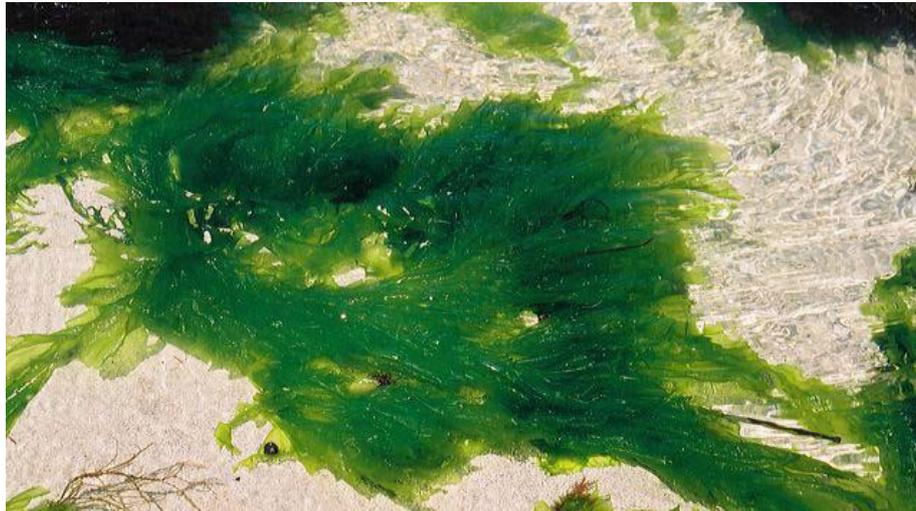
Le Zn est, comme le Cu, indispensable au bon fonctionnement du métabolisme des animaux d'élevage (**Faye et Bengoumi, 1994**). Il existe des plantes hyperaccumulatrices de Zn, pouvant accumuler plus de 10 000mg/kg de Zn dans leurs tissus. Le seuil supérieur de toxicité du Zn pour des plantes non accumulatrices est de 100 à 500 mg/kg de matière sèche (MS) (**Ademe, 2009**).

### II-3-4 Le Chrome :

Le chrome (Cr) est un métal dur d'une couleur gris acier argenté. Il est utilisé en métallurgie, pour améliorer la résistance à la corrosion, dans l'industrie du verre, pour le tannage des peaux, dans les colorants et les peintures. Le chrome trivalent est un oligoélément essentiel aux organismes. Le chrome est assez répandu dans les sols et extrait pour une grande part du minerai de chromite. Selon **Bourdial (1988)**, la teneur naturelle des eaux de surface avoisine 3 µg/l ; dans les sols elle est de l'ordre de 24 mg/kg. Les sources d'émissions polluantes sont essentiellement dues aux opérations de rinçage des pièces à l'eau courante de la galvanoplastie, de la métallurgie et de la sidérurgie. L'utilisation de chrome comme inhibiteur de corrosion est aussi source de pollution ainsi que les tanneries qui utilisent et rejettent également une très forte quantité de sels de chrome

## III PRESENTATION DE MATERIEL BIOLOGIQUE :

### III-1 Aperçu sur l'Ulve <<*Ulva lactuca*>> :



**Figure 1. Aspect général de l'algue *Ulva Lactuca* dans l'eau de mer [2]**

#### III-1-1 Description :

*Ulva lactuca* est une algue verte foliacée, d'un vert brillant translucide ou jaune clair qui vit fixée par un très petit disque. Elle est longue de 15 à 50cm et large de 5 à 10 cm. qui se fixe au substrat au moyen d'un petit disque basal portant de nombreux rhizoïdes. Sa forme est variable, lobée, lancéolée, ou perforée, elle est généralement plus large en haut qu'à la base et présente des contours irréguliers. Ces lobes polymorphes peuvent parfois atteindre 1 m de long dans des eaux riches en matières organiques. (C R E C, 2006 et 2007 et Julien, 2010).

#### III-1-2 Biologie :

Les thalles d'*Ulva lactuca* ont une durée de vie de quelque mois, mais les individus se renouvellent fréquemment (surtout au printemps et en été). Cette espèce est retrouvée toute l'année, le cycle de développement de l'*Ulva lactuca* se caractérise par l'alternance de deux types de thalles de même morphologie : les sporophytes porteur de spores et le gamétophyte libérant les cellules reproductrices (gamètes à deux flagelles), rendant le bord du thalle blanc.

#### III-1-3 Répartition géographique :

*Ulva lactuca*, espèce très commune et cosmopolite, a une aire de répartition dont l'expansion ne cesse d'augmenter ces dernières années en raison du phénomène d'eutrophisation. En effet, les excès de fertilisants d'origine terrestre favorisent la prolifération de ces plantes, et en conséquence l'apparition des marées vertes.

Sans exigences très strictes, très tolérante vis-à-vis de la salinité et capable d'osmorégulation, *Ulva lactuca* est une espèce préférentielle de mode calme en Méditerranée et en Atlantique, ainsi qu'en Manche, en Mer du Nord et Baltique, mais aussi dans le Pacifique. (C R E C, 2006 et 2007).

### **Particularité :**

Cette algue verte est l'une des plus communes et l'une des plus voyantes de nos côtes. Souvent à la une des médias, de par sa prolifération due aux nitrates, phosphates et autres nutriments fortement azotés, cette algue verte est pourtant consommable...! Riches en fer, les laitues de mer peuvent entrer dans la composition de salades crues ou cuites, purées, cocktail. (Julien, 2010).

**Taille :** Commune de 10 à 30 cm; dans les stations calmes et eutrophiés peut atteindre 1 m.

### **III-1-4 Taxonomie :**

Règne : *Plantae*

Embranchement: Chlorophytes;

Classe : Chlorophycées

S.Classe : Ulothricophycées;

Ordre : Ulvales

Famille: Ulvacées

Genre: *Ulva*

*Ulva lactuca*. (Linnaeus, 1786).

### **III-1-5 Structure :**

distromatique (deux assises de cellules); les cellules de la zone basale engendrent des rhizoïdes.

### **III-1-6 Croissance :**

D'abord terminale (stade filamenteux plein, puis creux) puis diffuse quand la structure distromatique apparaît (par accolement des parois).

### **III-1-7 Cytologie :**

Les cellules contiennent un seul noyau, sauf les cellules rhizoïdales parfois plurinucléées; type archéoplastidié (un grand plaste pariétal avec 1 ou 2 pyrénoides).

### **III-1-8 Reproduction :**

Les gamétophytes engendrent des gamètes biflagellés anisogames et les sporophytes des spores quadriflagellées. Le cycle de vie est digénétique isomorphe. (F.A.O, 1987).

### **III-1-9 Habitat et écologie :**

Espèces photophite , *Ulva lactuca* vit dans les eaux peu profondes et bien éclairé de la zone intertidale, depuis Le supra littoral jusqu'à l'a infralittoral, et notamment dans les flaques permanentes. Elle colonise particulièrement les roches avec les entéromorphes au niveau des arrivées l'eau douce plus ou moins polluées d'origine domestique ou des arrivées d'eaux de lessivage des sols plus ou moins riches en engrais.

Qualifiée de thionitrophile, on la trouve souvent dans les ports ou elle est très tolérante vis-à-vis de la pollution en milieu (préférence pour les milieux riches en composés soufré (thio), et azotés (nitro) issus des fermentations organiques) (C R E C, 2006 et 2007).

Bien que rencontré sur le linéaire côtière en tant qu'espèce épiphyte, elle est toutefois capable de vivre en pleine d'eau, jusqu'à 10 m de profondeur, en raison de faible résistance en substrat rocheux. Les courants et les vents l'entraînent alors vers les fonds de baies ou elle se dépose et crée les nuisances que l'on connaît. (C R E C, 2006 et 2007).

Espèce des étages médiolittoral et infralittoral supérieur, se développant en abondance dans les stations riches en sels nutritifs (F.A.O, 1987).

### **III-1-10 Récolte et utilisation :**

Récoltée à la main. Compte-tenu de son importance dans les "marées vertes" liées en partie à l'augmentation des sels nutritifs dans certaines eaux côtières, de grandes quantités de ce matériel algal sont disponibles. Utilisation potentielle dans l'alimentation humaine sous forme de salade, dans l'alimentation animale, et médicale en raison des vitamines C et B1 et des substances antimicrobiennes. Matériel qui pourrait facilement être cultivé par aquaculture pour la production de biomasse (F.A.O, 1987).

## III-2 Aperçu sur l'Entéromorphe. << *Enteromorpha linza*>> :



Figure 2. *Enteromorpha linza* dans l'eau de mer (photo originale).

### III-2-1 Description :

Le terme « **Enteromorpha** » signifie en grec ancien «en forme d'intestin».

*Enteromorpha linza* (Enteromorphe) est un type d'algues vertes de la famille des Ulvacées.

Reclassées parmi les ulves, les enteromorphes sont des algues annuelles très communes qui se développent généralement en quantité très importantes, sur les rochers, et dans les cuvettes au niveau des étages médio- et infra -littoral. Leurs frondes de couleur vert pâle à vert foncé peuvent atteindre de 10 à 20 cm et plus selon les espèces. (Julien, 2007).

Les enteromorphes sont des chlorophycées eucaryotes des eaux douces, ou marines

Constituent le groupe le plus important et le plus varié de l'embranchement des algues vertes

Représenté par environ 10 000 espèces.

L'enteromorphe est un thalle en tube creux très souvent aplati, ce qui lui donne un aspect

Rubané plus ou moins ramifié fixé à sa base, paraccolement des parois du tube dans sa partie

Médiane et atteignant plusieurs centimètres de longueur (10 à 20 cm) (Gayral, 1975).

### III-2-2 Répartition géographique des enteromorphes « *Enteromorpha linza* »:

D'une manière générale elles occupent les niveaux supérieurs de l'étage littoral. Leur

Importance quantitative peut varier considérablement au cours de l'année avec les divers

Facteurs physiques et chimiques du milieu et comme tous les autres types d'algues, les

enteromorphes jouent un rôle primordial dans leur milieu. Elles constituent le premier maillon de cette chaîne alimentaire qui conditionne l'équilibre biologique (**Gayral, 1975**).

### **III-2-3 Taxonomie:**

Phylum Chorophytes;

Classe : Chlorophycées;

S.Classe : Ulothricophycées;

Ordre : Ulothricales

Famille Ulothricacées (ulvacées)

Genre: Enteromorpha

*Enteromorpha linza*. (**Linnaeus, 1883**).

### **III-2-4 Cytologie :**

Cellules de taille moyenne (10 à 20  $\mu\text{m}$ ) type archéoplastidié (plaste pariétal, avec 1 pyrénioïde, généralement à l'apex de la cellule).

Le thalle parenchymateux est formé d'une seule assise de cellules polygonales, avec un Plaste pariétale, ou lancéolé, ayant au moins un pyrénioïde.

### **III-2-5 Croissance :**

*L'Enteromorpha linza* est caractérisée par sa croissance rapide entre l'hiver et le début de l'été où elle apparaît comme un épais tapis vert (**F.A.0, 1987**).

### **III-2-6 Reproduction:**

La reproduction des enteromorphes est sexuée, se fait par iso ou anisogamie de gamètes Biflagellés, ces algues sont hétérothalliques. Il y' à une alternance de génération isomorphes, elles sont di génétiques, haplodiploïdes, c'est-à-dire avec alternance régulière de sporophytes diploïdes, et gamétophytes haploïdes (**Bourrelly, 1972**).

### **III-2-7 Habitat et écologie :**

Etages médiolittoral et infralittoral supérieur; abondantes dans les flaques et cuvettes et les stations riches en sels nutritifs.

Euryhaline, elles sont particulièrement adaptées à supporter la dessalure : peut vivre de 4 à 45 ‰ avec un optimum compris entre 33 et 36 ‰ (pour les valeurs supérieures la croissance décroît mais d'une manière moins accentuée qu'à des faibles salinités). On la retrouve donc souvent dans les estuaires. Comme l'Ulve, c'est une espèce nitrophile dont le développement est favorisée par la faible profondeur des eaux et des milieux plutôt calmes d'un point de vue

hydrodynamique. Certaines espèces sont pélagiques. Algue photophile, annuelle, éphémère contribuant aux marées vertes. Plus l'éclairement est intense plus la croissance est importante. Lorsque l'émersion est trop longue les tubes meurent et deviennent blanchâtres. (Pillet, 2008).

### III-2-8 Récolte et utilisation:

L'Entéromorphe présente une utilisation potentielle en médecine en raison de la présence Des vitamines A, B1, B2 et des substances antimicrobiennes (F.A.O, 1987).

D'après Goyerm (1998) l'Enteromorphe est une algue annuelle que l'on rencontre toute l'année avec un maximum au printemps. Elle présente une caractéristique remarquable qui est sa résistance au dessèchement. Elle se trouve sous toutes les latitudes et dans toutes les mers du globe, elle s'adapte à une grande variété de conditions écologiques que l'on qualifie d'ubiquistes, eurythermes et euryhalines (Abi Ayad, 2009).

**Taille :** de 10 à 20 cm. Thalle généralement peu ou pas ramifié, caractérisé par l'accolement des parois du tube dans sa partie médiane ; les cellules, arrangées en files longitudinales, sont grandes (22 x 14 µm). Vit dans les étages infralittoral supérieur et médiolittoral. Utilisation médicale potentielle grâce aux actions antimicrobiennes démontrées. (F.A.O ,1987).

## Chapitre II : présentation de la zone d'étude

### I-1 Situation géographique :

La commune de Marsa Ben M'hidi qui s'étend sur une superficie de 7000 ha, est située à l'extrême Nord-Ouest de la wilaya de Tlemcen. Elle fait partie de l'unité de l'aménagement des Monts de Traras telle que définie dans le cadre du plan d'aménagement de la wilaya (PAW).

Elle est limitée :

- Au Nord par la Mer Méditerranée.
- A l'Ouest par la frontière marocaine
- Au Sud et à l'Est par la commune de Msirda Fouaga. (P.D.A.U, 2006).



**Figure n°3 : carte de situation géographique de la zone d'étude, encadrée en rouge (Google earth).**

### **I-2 Morphologie de Milieu physique :**

-Faisant partie des monts de Traras, l'espace communal est caractérisé par un relief généralement accidenté puisque les 2/3 du territoire de la commune ont des pentes de plus de 25%. Le sol est constitué principalement de marnes et d'argiles permettant de favoriser le ruissellement des eaux et par conséquent de provoquer l'érosion hydrique. La morphologie du milieu physique différenciée fait apparaître trois (03) zones homogènes.

La vallée : une zone agricole relative aux berges du Kiss aval où prédominent les cultures maraîchères.

Les plateaux de Mkam Moulay AEK, Chaib Rasso et Merrika avec des pentes qui varient de 5 à 8 % où l'amorce des phénomènes d'érosion est déjà forte apparente.

L'ensemble montagneux occupe la plus grande partie du territoire de la commune, avec des pentes supérieures à 25% soumises à une intense érosion. (A.N.A.T, 2006).

### **I-3 Hydrographie :**

Un réseau hydrographique composé essentiellement de l'Oued Kiss Aval avec un écoulement permanent des eaux superficielles et des Oueds et de chaabets intermittents

La présence de ces oueds constitue un problème d'inondation permanent notamment par l'Oued de Sidi M'Hamed qui traverse l'agglomération de Marsat Ben M Hidi (P.D.A.U, 2006).

### **I-4 Climat : De type Méditerranéen :**

Un climat de type méditerranéen, il se caractérise par une saison chaude et sèche se prolongeant au delà de l'été jusqu'au mois d'octobre et une saison froide de Novembre à Mars pendant laquelle les pluies tombent sous forme d'averses de courtes durées souvent assez violentes (P.D.A.U, 2006).

### **I-PRELEVEMENT ET MINERALISATION DES ECHANTILLONS :**

#### **I-1 L'ECHANTILLONNAGE :**

L'échantillonnage se définit comme une procédure dans laquelle une portion de substance, de matériau ou de produit est prélevée pour fournir un échantillon représentatif de l'ensemble pour les besoins de l'analyse.

L'échantillonnage ayant en général un but bien précis, la stratégie de prélèvement doit toujours être adaptée aux objectifs de l'étude.

#### **I-1-2 Choix des stations de prélèvement :**

Les 2 stations de prélèvement qui ont été choisies sur le littoral de Marsa Ben M'HIDI (zone militaire), et ont été retenues pour l'abondance des algues. Nous avons retenu ces deux stations de prélèvement pour effectuer notre suivi et afin de surveiller les principaux secteurs potentiellement soumis à des pollutions ou à des perturbations.

#### **I-1-3 Situation des stations :**

A l'Est de la jetée Est du port. La zone militaire se trouve à une centaine de mètres du port Marsa Ben M'HIDI.

Les stations permettent d'estimer le degré de concentration des éléments métalliques à ce niveau. Nous avons limité sur deux points de prélèvements notés A et B afin d'obtenir des variations acceptables utiles.

#### **I-1-4 Choix des échantillons :**

Note intérêt a été porté essentiellement sur la flore aquatique qui représente l'un des critères les plus significatifs pour l'étude du taux d'accumulation. Les algues dominent la majorité des espaces côtiers notamment le port et la plage. Elles sont représentées par 2 algues vertes : l'Ulve (*Ulva lactuca*) et l'Entéromorphe (*Enteromorpha linza*),

#### **I-1-5 Choix des contaminants :**

Le choix des contaminants s'est basé sur la probabilité de leur présence suivant les travaux effectués préalablement sur les sites. Quatre métaux ont été retenus pour notre étude à savoir : 3 essentiels le zinc, le cuivre et chrome et 1 non essentiel le cadmium.

### II Méthode de prélèvement :

#### II-1 Prélèvement :

Les prélèvements ont eu lieu le 28 décembre 2015

Espèces	ENTROMORPHE	ULVE
Position de prélèvement	A	B

La récolte des deux algues *Ulva lactuca* et *Enteromorpha linza* se fait par arrachage à la main sur les deux sites de prélèvements au port de Marsa Ben M'HIDI. Nos échantillons ont été mis dans des bocaux en verre munis d'étiquettes précisant la date, le lieu et le nom de l'espèce puis transportés dans une glacière au laboratoire, où elles seront séchées, broyées, tamisées et enfin pesées pour procéder à l'étape de minéralisation.

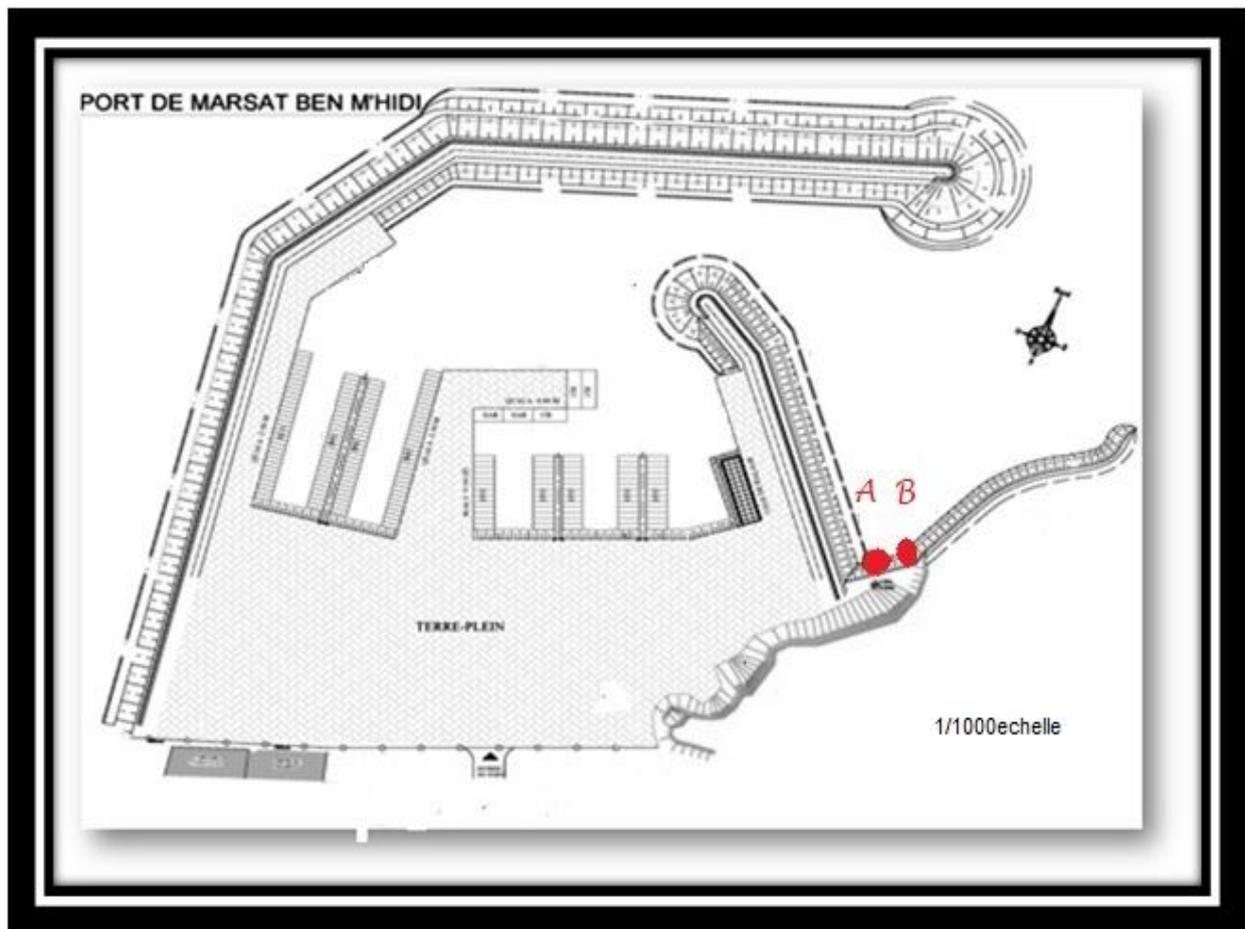


Figure n° 4 : carte schématique de positionnement des stations d'échantillonnage A et B.

### II-2 Préparation des échantillons a l'analyse :

#### II-2-1 La minéralisation :

Le matériel utilisé (verrerie, bécher en téflon, plaque chauffante, tamis...) sera nettoyé tout le temps avec détergent (eau de javel) .rincé a l'eau distillée puis séché dans une étuve.

Les oxydants les plus utilisés au laboratoire sont l'acide nitrique (HNO<sub>3</sub>) et l'acide perchlorique (HClO<sub>4</sub>).

Le but de la minéralisation est la destruction de la matière organique, puis la mise en solution des métaux organiquement liés par leur oxydation dans un milieu d'acides forts qui les transforme en ions métalliques libres.

#### II-2-2 Préparation des algues :

Les deux échantillons d'*Enteromorpha linza* et *Ulva lactuca* ont été lavés à l'eau distillée, séchés à l'étuve à 60°C pendant 24 h.

##### II-2-2-1 Protocole expérimentale d'*Ulva lactuca* :

Les échantillons tamisés (trous de tamis =63µm), sont pesés (850mg), et mis dans des béchers en téflon.

On ajoute 5 ml d'acide perchlorique (HClO<sub>4</sub> à 60%) et on chauffe à 80°C environ 1H. On retire du feu et on laisse refroidir (acide foncé). Ensuite on évapore à la goutte en remuant sur feu (80°C).

On reprend le résidu par l'eau régale (3ml HCl+1ml HNO<sub>3</sub>), on laisse pendant 8H à 80°C Après évaporation et apparition des points noirs au fond du bécher on ajuste à 20 ml avec de l'eau distillée. La solution est conservée au frais dans des godets pour l'analyse par spectrophotométrie (KUT *et al.*, 1999).

Les quantités de l'échantillon *Enteromorpha linza* étant très petits, nous avons adapté un protocole expérimental spécifique.

### II-2-2-2 Protocole expérimentale de *l'Enteromorpha linza* :

Les échantillons tamisés (trous de tamis =  $63\mu\text{m}$ ), ont été pesés (0.3g), et mis dans des tubes du thermo réacteur (HANNA instrument, Référence HI 839800), Nous ajoutons 1 ml d'acide perchlorique ( $\text{HClO}_4$  à 60%) et nous chauffons à  $80^\circ\text{C}$  environ 1H. On retire du feu et nous laissons refroidir (acide foncé). Ensuite nous évaporons à la goutte en remuant sur feu ( $80^\circ\text{C}$ ). Nous reprenons le résidu par l'eau régale (3ml  $\text{HCl}$  + 1ml  $\text{HNO}_3$ ), et nous laissons pendant 8H à  $80^\circ\text{C}$ .

Après évaporation et apparition des points noirs au fond des tubes nous ajustons à un volume de 20 ml avec de l'eau distillée (Kut et al., 1999).



Figure n° 5 : Thermo réacteur (photo originale)

### II-3 Dosage des métaux par spectrophotométrie :

Le dosage de nos échantillons a été effectué au laboratoire de catalyse à l'usine d'ALZINC Ghazaouet, par un spectrophotomètre d'absorption métallique (Ref. AURORA Al. 1200). C'est une méthode d'analyse élémentaire qui s'applique à l'analyse des métaux lourds à l'état de traces. Les éléments absorbent les radiations dont la longueur d'onde correspond à celle émises lors du retour à l'état fondamental de l'atome (Janin et Schnitzer, 1996).

### II-4 Analyse statistique :

#### II-4-1 Comparaison de moyenne ; ANOVA1 et test de Tukey :

Pour une meilleure interprétation des résultats qui caractérisent les données obtenues pour l'ensemble des stations, nous avons calculé certains paramètres statistiques de base tels que les valeurs maximales et minimales et les écarts types entre les moyennes des différents échantillons. L'analyse statistique des variances (ANOVA) le test de Tukey, et les boîte à moustaches ont été réalisés à l'aide du logiciel MINITAB version 16.

##### II-4-1-1 Analyse de la variance : (ANOVA1) :

L'ANOVA1 s'applique indifféremment aux grands et aux petits échantillons. Elle présente l'avantage de vérifier en un seul test si les différences observées au niveau des moyennes d'un ensemble d'échantillons sont imputables aux fluctuations d'échantillonnage ou non. Et aussi permet une précision des sources de variations.

Dans une étude à plusieurs variables, les valeurs moyennes de la station témoin et des autres stations ont été comparées deux à deux en utilisant le test de Tukey avec un seuil de signification  $p = 0,05$ .

Si  $p > 0.05$  : il n'existe pas de différences significatives entre les stations.

Si  $p \leq 0.05$  : il existe de différences significatives entre les stations.

##### II-4-1-2 Test de Tukey :

Le test de Tukey permet de classer les traitements par groupes qui sont significativement différents. On a utilisé cette méthode lorsque le test de Tukey est initialement prévu dans le cas où le plan est équilibré. Et aussi pour la comparaison entre deux méthodes.

##### II-4-1-3 Boîte à moustache :

La boîte à moustaches une traduction de *Box & Whiskers Plot*, est une invention de TUKEY (1977) pour représenter schématiquement la distribution d'une variable. Cette représentation graphique peut être un moyen pour approcher les concepts abstraits de la statistique, si l'on pratique son usage sur différents jeux de données.

### I - Teneurs moyennes du Cd, du Cr, du Zn et du Cu chez l'Entéromorphe et l'Ulve de Marsa Ben M'hidi.

Les teneurs métalliques moyennes des résultats obtenues pour les quatre métaux (Cd, Cu, Cr, Zn,) chez deux espèces végétales marines : l'entéromorphe (*Enteromorpha linza*) et l'Ulve (*Ulva lactuca*), prélevées de deux positions différentes dans le port de Marsa Ben M'hidi (zone militaire) durant le mois de Décembre de l'année 2015 sont présentées ci-dessous.

#### 1. Cas du cadmium :

Les teneurs métalliques en Cd, chez les 2 algues (l'Entéromorphe et l'Ulve) sont représentées par la figure 6 :

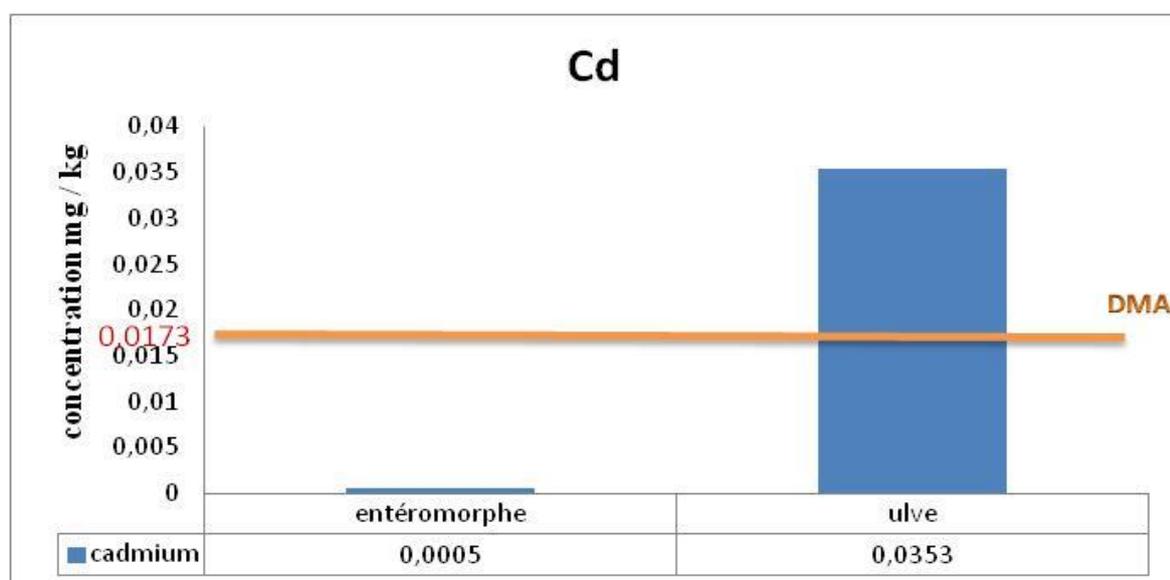


Figure n°6 : les Teneurs métalliques moyennes du Cd exprimées en mg / kg de poids sec chez l'Entéromorphe et l'Ulve.

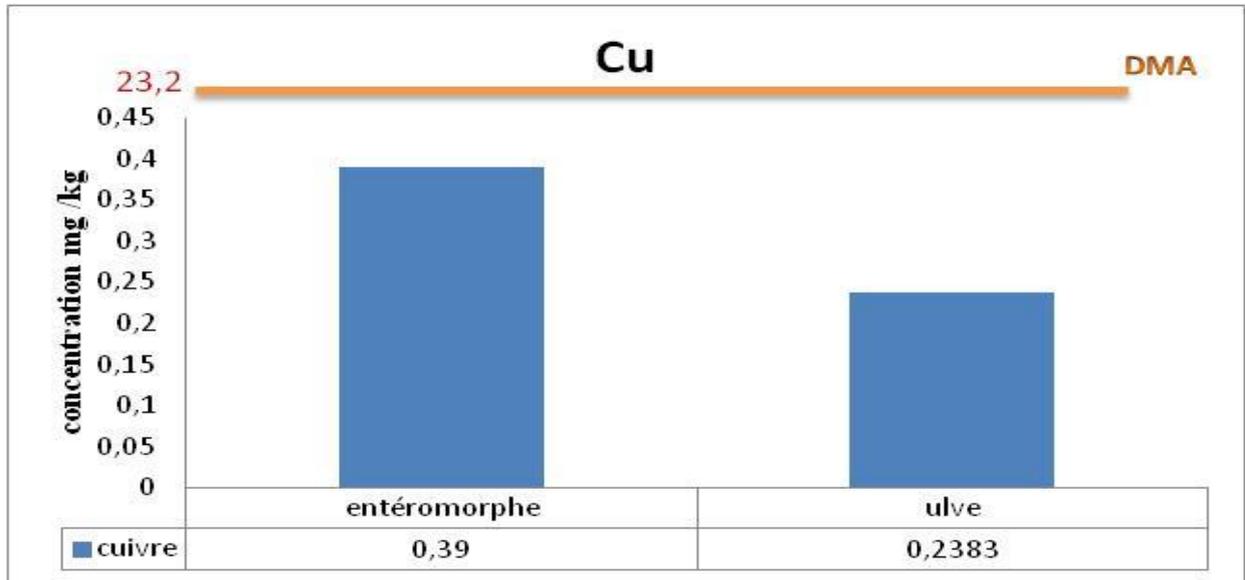
DMA (Cd) = 0.0173 mg/kg (AIEA, 2005).

Nous notons une valeur plus élevée (0.0353mg/kg de poids sec) chez l'Ulve. L'Entéromorphe présente une valeur de 0.0005 mg/kg de poids sec.

L'Ulve a une concentration plus élevée que la norme qui est de 0.0173mg/kg par rapport à l'Entéromorphe.

### 2. Cas du cuivre :

Les teneurs métalliques en cuivre chez les deux algues (l'Entéromorphe et l'Ulve) sont représentées par la figure 7 :



**Figure n°7 : la teneur métallique moyenne du Cu exprimé en mg /kg de poids sec chez Entéromorphe et Ulve.**

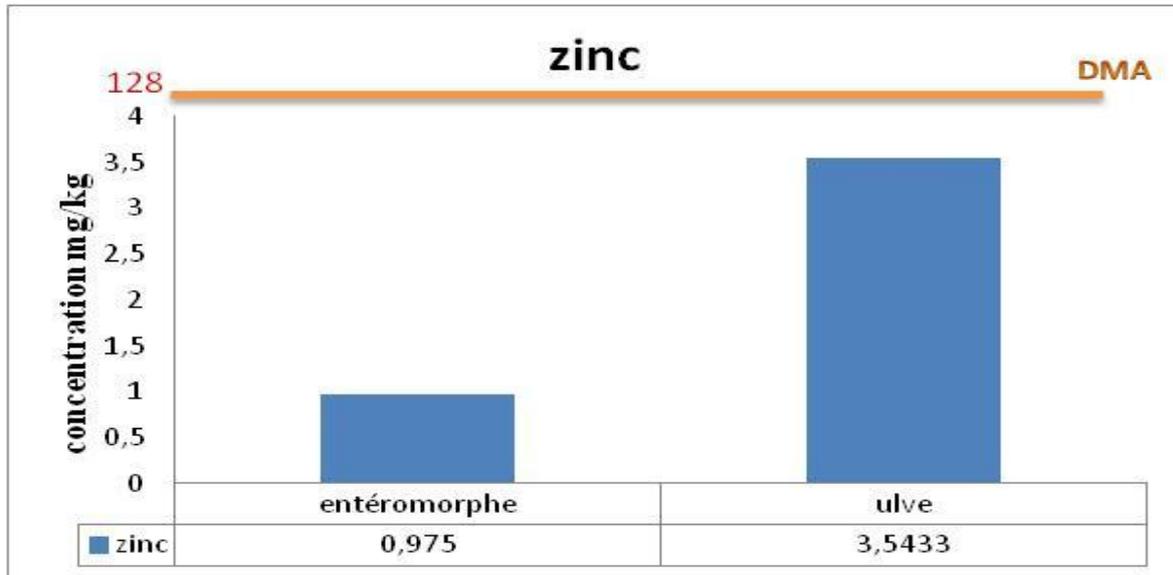
**DMA (Cu)=23.2 mg/kg (AIEA, 2005).**

Nous notons une valeur plus élevée (0.39 mg/kg du poids sec) chez l'Entéromorphe. L'Ulve présente une valeur (0.2383 mg/kg du poids sec).

Les concentrations chez les deux espèces d'algues l'Entéromorphe et l'Ulve restent en dessous de la norme qui est 23.2 mg/kg.

### 3. Cas du Zinc :

Les teneurs métalliques en Zn chez les deux algues l'Entéromorphe et l'Ulve sont représentées par la figure 8.



**Figure n°8 : la teneur métallique moyenne du Zn exprimé en mg /kg de poids sec chez Entéromorphe et Ulve.**

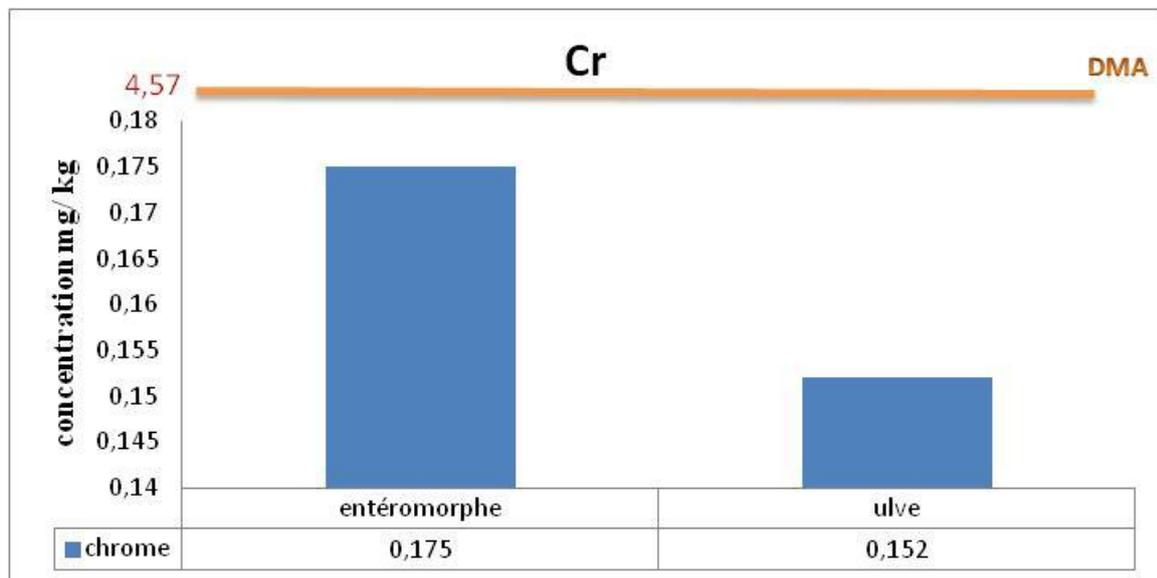
**DMA (Zn) =128 mg / kg (AIEA, 2005).**

Nous notons une valeur plus élevée (3.5433mg/kg de poids sec) chez l'Ulve. L'Entéromorphe présente une valeur (0.975mg/kg de poids sec).

L'Entéromorphe et L'Ulve ont une concentration en dessous de la dose maximale admissible qui est de 128mg/kg.

### 4. Cas de chrome :

Les teneurs métalliques en Cr chez les deux algues l'Entéromorphe et l'Ulve sont représentées par la figure 9.



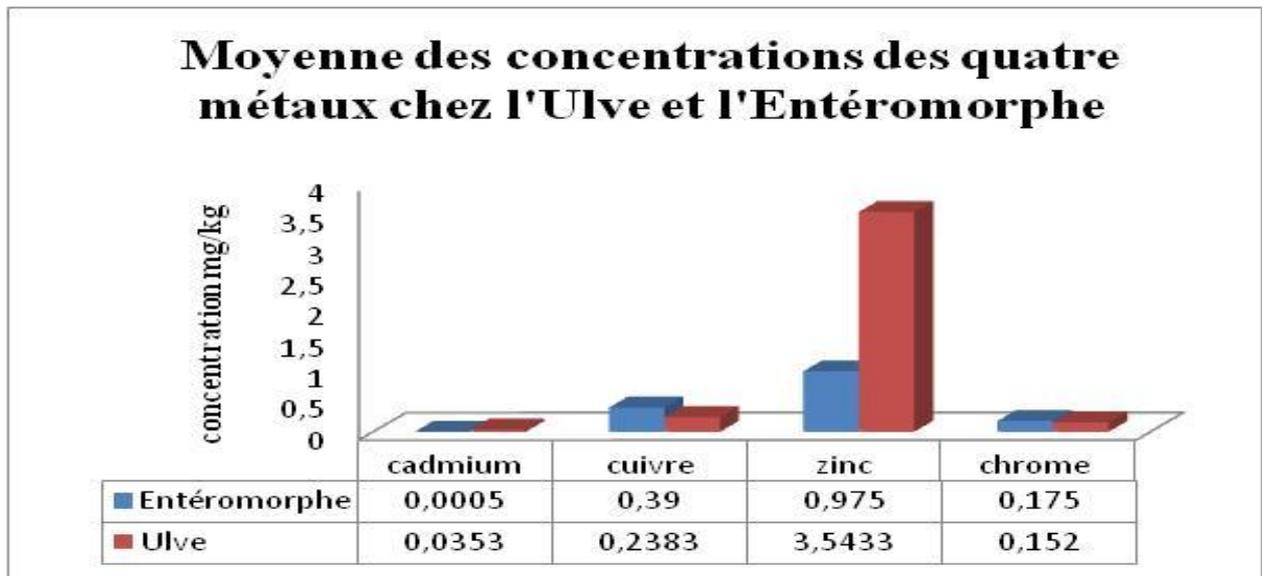
**Figure n°9 : la teneur métallique moyenne du Cr exprimé en mg /kg de poids sec chez Entéromorphe et Ulve.**

**DMA(Cr)=4.57 mg /kg (AIEA ,2005).**

Nous notons une valeur plus élevée (0.175 mg/kg du poids sec) chez l'Entéromorphe. L'Ulve présente une valeur (0.152 mg/kg du poids sec).

Les concentrations chez les deux espèces d'algues l'Entéromorphe et l'Ulve sont en dessous de la norme qui est 4.57 mg/kg

### II- Evaluation des teneurs moyennes métalliques dans les quatre métaux (Cd, Zn, Cr, Cu) chez *Enteromorpha linza* et *Ulva lactuca*.



**Figure n°10 : les teneurs métalliques moyennes des quatre métaux (Cd, Cu, Zn, Cr) exprimées en mg /kg de poids sec chez l'Entéromorphe et l'Ulve.**

Le gradient d'accumulation pour les quatre métaux se présente comme suit :

- Pour l'Ulve : Zn>Cu>Cr>Cd.
- Pour l'Entéromorphe : Zn>Cu>Cr>Cd.

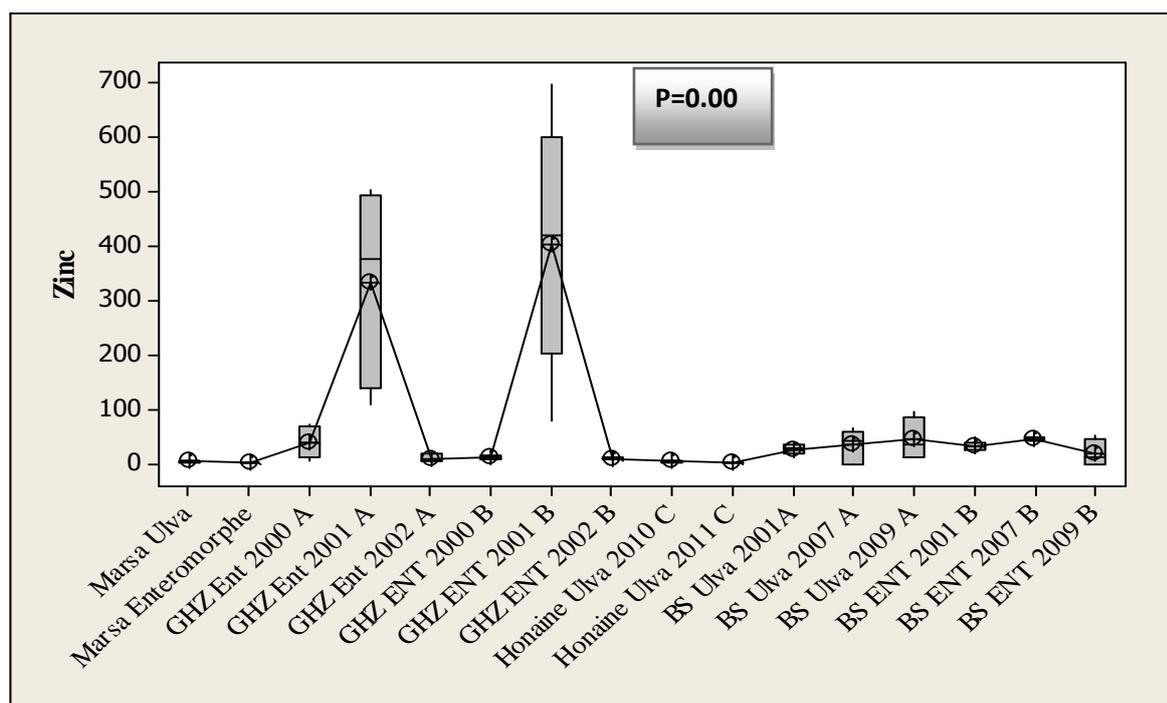
Les deux algues accumulent les quatre métaux Zn, Cu, Cr et Cd de la même manière.

### III- Comparaison des teneurs métalliques moyennes annuelles chez l'*Enteromorpha* et l'*Ulve* entre les années et les stations et les régions (Marsa Ben M'hidi, Beni Saf, Honaine, Ghazouet).

Nous avons élargi nos résultats sur l'Entéromorphe et l'ulve à d'autres régions (Ghazaouet, Beni Saf et Honaine) comprenant respectivement les stations (A, B et C) pour les années 2000 à 2009. Ces données ont été effectuées lors de travaux dans le même laboratoire et les mêmes conditions expérimentales.

Les figures ci-dessous montrent les comparaisons moyennes annuelles des teneurs métalliques (Cd, Cr, Cu, Zn) chez deux espèces végétales marines : l'Entéromorphe et l'Ulve entre les années (2000 - 2011 et 2016) (les valeurs de 2016 sont représentées par l'Ulve et l'Entéromorphe a Marsa Ben M'hidi.), les stations et les quatre régions (Marsa Ben M'hidi, Beni Saf, Honaine, Ghazaouet) avec l'utilisation de deux Test de comparaison (ANOVA1 et test de Tukey).

### 1. Cas du Zinc :



**Figure n°11 : teneurs métalliques moyennes annuelles en Zn chez l'Enteromorphe et L'Ulve Entre les années (2000-2016), les stations (A et B pour Ghazaouet et Beni Saf et C pour Honaine) et les régions (Ghazaouet, Beni Saf, Honaine et Marsa Ben M'hidi).**

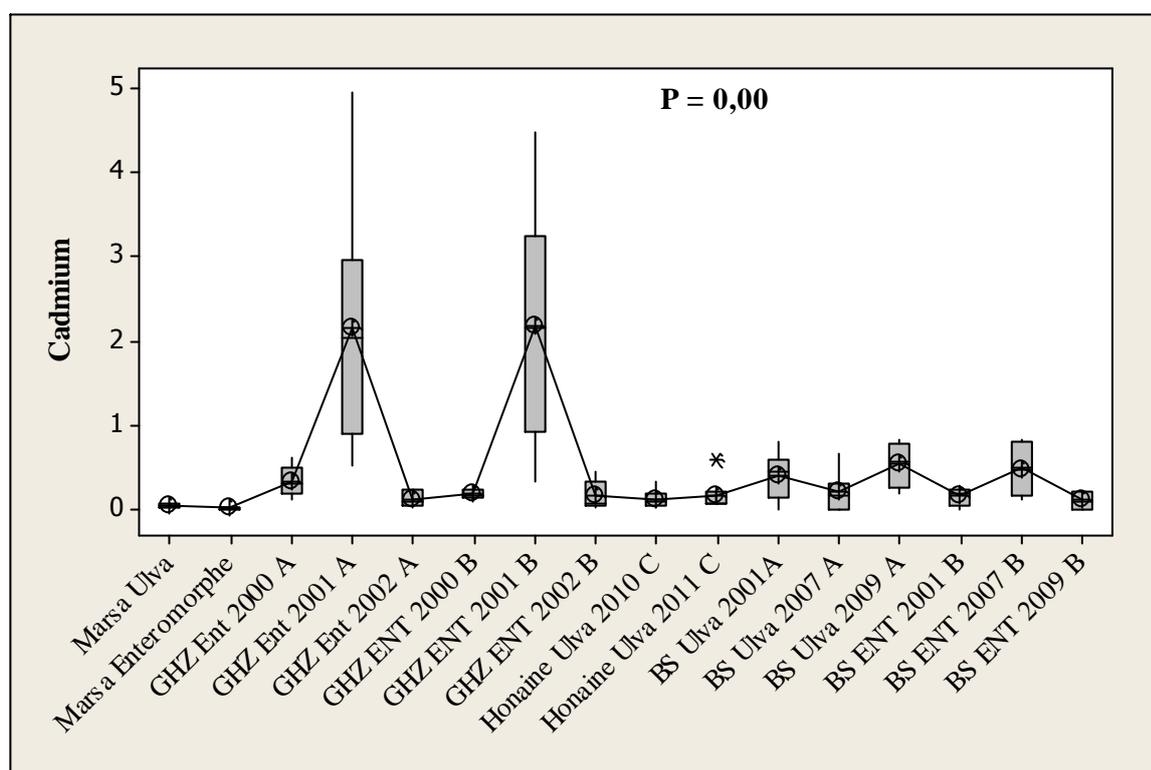
Dans la figure n°11 les résultats des teneurs métalliques moyennes en Zn accumulés chez l'Entéromorphe et l'ulve varient d'une station à une autre et d'une région à une autre, selon les années. les deux concentrations (Ghazaouet Entéromorphe 2001 station A) et (Ghazaouet Entéromorphe 2001 station B) se démarquent par rapport aux autres concentrations, pour d'autres régions, d'autres stations et des années différentes.

### Test statistique :

Ces résultats ont été vérifiés par un test d'analyse de variance (ANOVA 1) qui nous montre pour la concentration de Zn enregistrée au niveau de deux algues (Ulve et Entéromorphe) entre 2000 et 2016 et les quatre régions (Ghazaouet, Beni Saf, Honaine, Marsa Ben M'hidi). Que P value est inférieur au seuil de risque  $\alpha=0.05$  ce qui traduit qu'il y'a une différence significative entre les régions, les stations et les années.

Le test de comparaison deux a deux (test de Tukey) révèle une différence significative remarquable pour la région de Ghazaouet Entéromorphe 2001 station A et B.

### 2. Cas de cadmium :



**Figure n°12 : teneurs métalliques moyennes annuelles en Cd chez l'Enteromorphe et L'Ulve Entre les années (2000-2016), les stations (A et B pour Ghazaouet et Beni Saf et C pour Honaine) et les régions (Ghazaouet, Beni Saf, Honaine et Marsa Ben M'hidi).**

Selon la figure n° 12 les résultats des teneurs métallique en Cd chez l'Entéromorphe et l'Ulve nous révèle une valeur plus élevées de l'ordre (2.2 mg/ kg) obtenue dans la région de Ghazaouet, pendant l'année 2001, station A et station B chez l'Entéromorphe .Nous retrouvons que les autres régions, les stations et les années enregistrons des valeurs

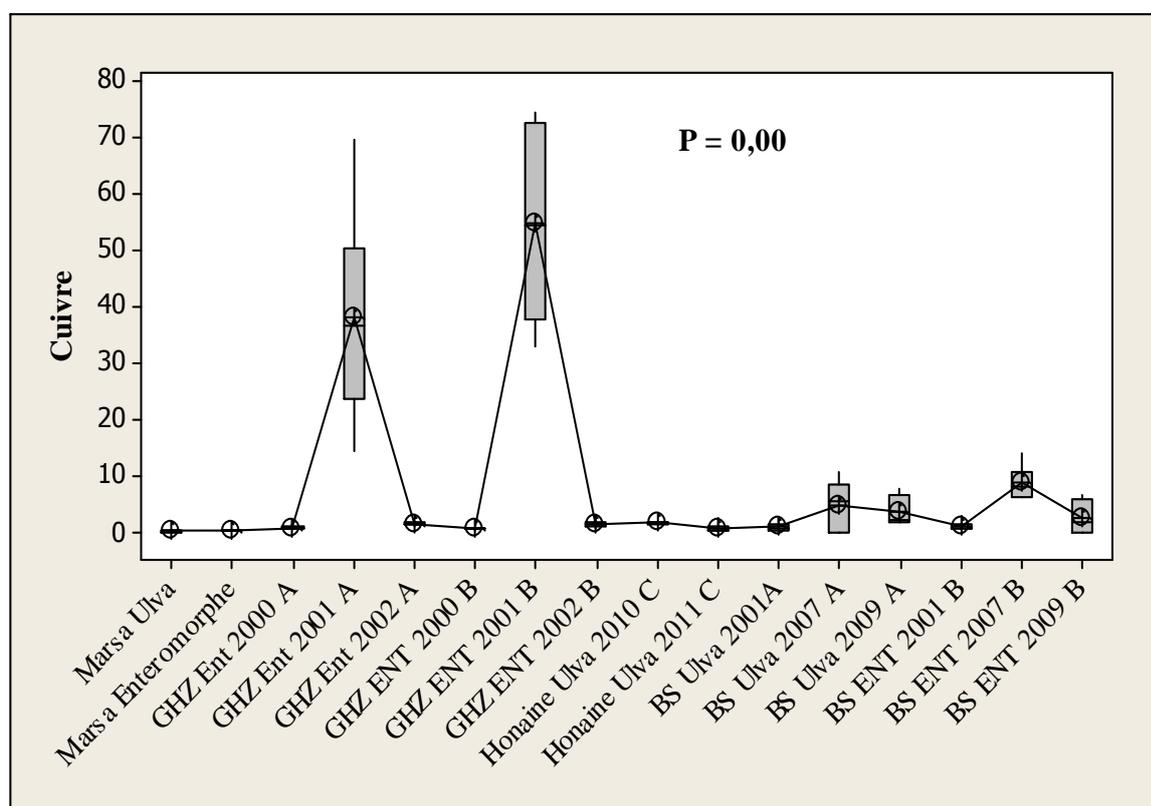
légèrement faible par rapport à la norme. Les deux teneurs dépassent la limite de références (0.0173 mg/ kg).

### Test statistique :

L'analyse de variance (ANOVA1) est un facteur réalisé à partir de la matrice d'entrées constituée de concentrations de Cd, p value (0.00) est inférieure au seuil de risque  $\alpha=0.05$  donc il y'a une différence significative entre tous les régions, les stations et les années.

Grace en test du Tukey montre une différence significative au niveau de la station de Ghazaouet Entéromorphe 2001 station A et B.

### 3. Cas de Cuivre :



**Figure n° 13 : teneurs métalliques moyennes annuelles en Cu chez l'Enteromorphe et L'Ulve Entre les années (2000-2016), les stations (A et B pour Ghazaouet et Beni Saf et C pour Honaine) et les régions (Ghazaouet, Beni Saf, Honaine et Marsa Ben M'hidi).**

Dans la figure n°13 les teneurs moyennes en Cu chez l'Entéromorphe et L'Ulve. Nous constatons deux valeurs plus élevées sont été enregistrées (38 mg / kg) concernant l'Entéromorphe pour la région de Ghazaouet, 2001, station A et (54 mg/ kg) obtenus pour la

région de Ghazaouet, année 2001, station B chez l'Entéromorphe. Alors que les autres valeurs des teneurs des concentrations moyennes est trop faible par rapport à la dose maximale admissible.

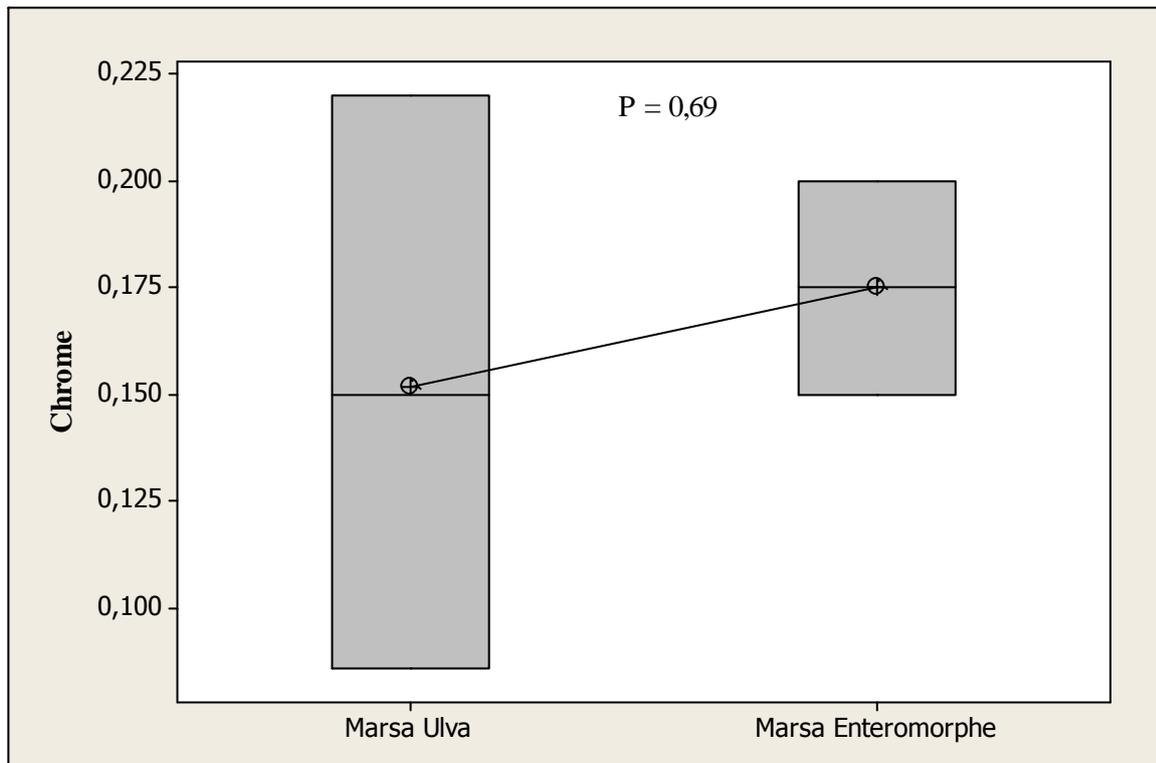
Les deux teneurs les plus élevées dépassent la dose maximale admissible (23.2mg/ kg).

### Test statistique :

L'analyse de variance (ANOVA1) nous montre pour le cuivre, le P value (0.00) est inférieure à  $\alpha=0.05$  ce qui traduit qu'il y a une différence significative pour les régions, les stations et les années.

Selon le test de Tukey qui compare la variation des données deux à deux, il y a une différence significative de la concentration du Cuivre pour la région de Ghazaouet l'année 2001 station A et B

### 4. Cas de chrome :



**Figure n°14 : teneurs métalliques moyenne annuelle en Cu chez l'Enteromorphe et L'Ulve Entre la station A et B dans la région de Marsa Ben M'hidi.**

Dans la figure n°14 l'ensemble des résultats obtenus pour le Cr pendant le mois de prélèvement. Les teneurs métallique moyennes chez les deux algues entre les deux stations A et B sont plus faible avec une valeur de (0.225 mg/ kg) pour l'Entéromorphe (*Enteromorpha linza*) et une valeur de (0.200mg/kg) pour l'Ulve (*Ulva lactuca*) par rapport a dose maximale admissible (4.57 mg/ kg).

### **Test statistique :**

Le test de l'analyse de variance (ANOVA1) a été effectuée pour démontrer s'il y'a aucune différence significative de la concentration de chrome entre les deux algues (Entéromorphe et Ulve) seulement pour la région de Marsa Ben M'hidi exprimé en P value.

Donc le p value (0.69) est supérieure a  $\alpha=0.05$ .

### **Conclusion :**

L'analyse de variance(ANOVA1) et la comparaison deux a deux par le « test de tukey » montrent que l'accumulation des métaux (Cu, Zn et le Cd) présente des différences significatives ( $p < 0,05$ ) pour les même régions, les stations, et les années.

L'accumulation des quatre métaux (Cd, Cu, Zn et Cr) pour la région de Marsa Ben M'hidi ne dépasse pas la limite de références.

Dans cette étude nous constatons l'ordre suivant pour les quatre régions :

Ghazaouet > Béni Saf > Honaine > Marsa Ben M'hidi

### IV- DISCUSSION :

Les métaux lourds peuvent affecter la vie aquatique depuis les producteurs primaires. Le risque de la contamination métallique s'amplifie au fur et à mesure que l'on remonte à travers les maillons de la chaîne alimentaire (phénomène de bioaccumulation). La contamination métallique de l'environnement marin est le plus souvent d'origine humaine, plus rarement d'origine naturelle (**Berrahou, 2006**).

Les résultats retrouvés dans les deux algues l'Entéromorphe et l'Ulve pour les trois différents métaux (Cu, Zn, Cr) dans la baie de Marsa Ben M'hidi sont assez faibles, et sont en dessous des valeurs internationales fixées par l'AIEA dans les algues marines. Nos analyses ont montré qu'à l'exception du Cadmium, l'Ulve présente une valeur au dessus de la dose maximale admissible (DMA). Ces espèces ont des capacités différentes pour l'accumulation des métaux, bien qu'elles soient exposées à des concentrations ambiantes semblables. Ceci pourrait être lié au mécanisme de transfert du métal de l'eau de mer à l'algue qui dépend, entre autres, des divers polyanions présents dans les parois cellulaires et dans l'espace intercellulaire des algues (**Eide et al. 1980; Manly 1984; Munda et Hudnik 1991**).

Le gradient montre que le Zn et Cu présentent les taux d'accumulation les plus élevés mais qui restent en dessous de la DMA. Ceci peut s'expliquer soit par les rejets de l'activité humaine (constructions), soit par les déchets domestiques... etc).

La capacité d'accumulation métallique de l'ulve est aussi plus élevée que l'Entéromorphe. Cela est probablement dû à l'existence d'une relation avec le milieu de vie d'*Ulva lactuca*. L'accumulation des métaux, se fait préférentiellement chez les algues par rapport, à la forme disponible des métaux, à la taille des organismes, leur écologie et morphologie, la période d'immersion et d'exposition des algues. (**Benbrahim et al., 1998 ; Zeroual, 2003**).

L'analyse de nos résultats par l'ANOVA1 à un facteur montre une différence significative entre toutes les régions, les stations et les années pour les trois métaux étudiés (Cd, Cu, Zn)

## Chapitre IV : Résultats et discussion

---

sauf pour le Chrome et seulement pour la région de Marsa Ben M'hidi n'y'a aucune différence significative. Les résultats du test de Tukey qui compare deux a deux les variable ont montre que :

Les concentrations en Cd, Cu, Zn .présentent des valeurs en dessous des normes pour toutes les régions, les stations et les années. Sauf le Cadmium, Zinc et Cuivre qui ont des concentrations supérieures à la dose maximale admissible chez l'Entéromorphe de Ghazaouet pendant l'année 2001.

Pour Marsa Ben M'hidi. Toutes les concentrations en Cd, Cu, Zn et Cr, sont les plus faible.

L'Entéromorphe de Marsa Ben M'hidi : présente une préférence d'accumulation en Cr et Cu alors que l'Ulve a une aptitude à accumuler surtout le Zn et Cd.

D'une manière générale, ces résultats ont permis de démontrer que la bioaccumulation

Métallique diffère d'une espèce à une autre, d'une station à une autre et d'une région a une autre comme c'est le cas l'Entéromorphe :

L'Entéromorphe accumule beaucoup plus le Cadmium, Cuivre, Zinc dans la région de Ghazaouet durant l'année 2001. Qui reste la plus élevée pour toutes les régions, les stations et les années de 2000 à 2009.

### IV- 1 Comparaison avec la littérature :

Sur le tableau nous présentons les concentrations moyennes des métaux lourds obtenus et nous les comparons avec ceux de la littérature en (mg/kg) de poids sec.

**Tableau 01** : comparaison des concentrations moyennes chez les algues de notre étude avec celles de la littérature.

Espèce	Cd mg/ kg	Cu mg/kg	Zn mg/kg	Cr mg/kg	Station	Références
<i>Ulva lactuca</i>	10,02	20,40	152,01	0	Béni Saf	ABI -AYAD ,2009
<i>Ulva lactuca</i>	0,59	46,33	32,65	0	Honaine	SELKA, 2014
<i>Ulva lactuca</i>	0,0353	0,238	3,543	0,152	Marsa Ben M'hidi (zone militaire)	<b>Notre étude 2015/2016</b>
<i>Enteromorpha linza</i>	2,34	89,24	415,75	0	Béni Saf	Goual et al ,2000
<i>Enteromorpha linza</i>	0,13	6,22	105,91	0	Ghazaouet	Belhadj H ,2008
<i>Enteromorpha linza</i>	0,0005	0,39	0,975	0,175	Marsa Ben M'hidi (zone militaire)	<b>Notre étude 2015/2016</b>
<b>DMA</b>	<b>0,0173</b>	<b>23,2</b>	<b>128</b>	<b>4,57</b>		<b>AIEA ,2005</b>

Les concentrations trouvées lors de notre étude sont inférieures chez les deux algues par rapport aux autres études.

Notre étude, nous a permis d'évaluer la bioaccumulation métallique en utilisant deux espèces d'algue verte (*Enteromorpha linza* et *Ulva lactuca*) dans deux stations de la baie de Marsa Ben M'hidi.

En se basant sur l'analyse des attaques totales des algues, nous avons réussi à rassembler

Un nombre important de résultats d'analyse de métaux lourds (Cd, Cu, Zn, Cr).

Les résultats obtenus montrent la présence des métaux lourds dans les deux stations d'étude. Ces métaux sont présents avec des teneurs élevées chez l'ulve dans la baie de Marsa Ben M'hidi (zone militaire) pour le Zn et Cd. Le Cd dépasse la norme requise.

Durant cette étude, nous avons hiérarchisé les taux d'accumulations des quatre métaux étudiés. Le gradient d'accumulation des métaux pour les deux stations (station A et station B) est comme suit: Zn > Cu > Cr > Cd.

Nos résultats montrent que l'Ulve est l'algue qui accumule les teneurs métalliques les plus élevées par rapport l'Entéromorphe.

L'ANOVA 1 testé pour comparer entre l'accumulation des métaux chez les algues, pour les différentes régions, les stations et les années, a donné des différences significatives pour les trois métaux pour la région de Ghazaouet pendant l'année 2001 chez l'Entéromorphe.

Pour le Cr de la région de Marsa Ben M'hidi il n'y a aucune différence significative entre les deux algues (l'Entéromorphe et l'Ulve).

Le test de Tukey montre qu'il n'y a pas de variabilité inter algues.

En comparant les valeurs de concentration enregistrées chez les deux algues l'Entéromorphe et l'Ulve prélevées dans les quatre zones à l'extrême ouest du littoral algérien, la région de Marsa Ben M'hidi présente des concentrations beaucoup plus faibles.

En générale, et pour tous les métaux, la région de Ghazaouet reste la plus contaminée pour les algues.

Finalement, nous pouvons clarifier à la lumière de nos résultats et interprétations que l'*Ulva lactuca*, *Enteromorpha linza* représentent d'excellents bio indicateurs de pollution marine.

## Conclusion et perspectives

---

Le principal problème qui reste est de trouver des solutions adéquates comme la mise en œuvre de stations d'épurations des eaux usées et l'éducation de la population pour mieux respecter leur milieu de vie, dans une perspective de développement durable.

Nous espérons que ce modeste travail a pu enrichir la banque des données sur ce sujet.

### -A-

- **Abi-ayed L, 2009.** Etude de la biodisponibilité des métaux lourds dans les sédiments et chez quelques espèces marines du littoral de l'extrême Ouest Algérien (Béni Saf). Thèse de Magister, Ecologie végétale. Univ de Tlemcen, Algérie. 186 p
- **Ademe, 2009,** sites pollués et sol, (14-05-2009), <URL : <http://www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=-1&cid=96&m=3&catid=10147#tit7>> consulté le 20 février 2016.
- **A.E.E (Agence Européenne pour l'Environnement), 2006.** Problèmes prioritaires pour l'environnement méditerranéen. Rapport n° 04 /2006. 93p.
- **Affssa, 2006.** fiche 4 et 13 : Evaluation des risques sanitaires liés au dépassement de la limite de qualité du cuivre et du plomb dans les eaux destinées à la consommation humaine, saisine n°2004-SA-0064.
- **AIEA, 2005.** International atomic Energy agency, 2005, reference Sheet. Trace, minor and major Eléments In algae .IAEA-392.
- **ANAT (Agence Nationale d'Aménagement du Territoire), 2006.**
- **Antenne de pêche de M arsa Ben M'hidi** année 2004-2005.

### -B-

- **Barbeault.R., 2003.** « Ecologie générale ».ed :Dunod.237p.
- **Belhadj H, 2008.** Evaluation de la pollution métallique dans l'eau, les sédiments et organismes vivants du littoral de Ghazaouet (Extrême ouest algérien). Thèse de magister, Ecologie animale. Univ de Tlemcen, Algérie.238p
- **Benbrahim S., Taha S., Cabon J., Dorange G., 1998.** Elimination des cations métalliques divalents :Complexation par l'alginate de Sodium et ultrafiltration. Rev.Sci.Eau 4 : 497-516
- **Bensaid M, 2011.** Evaluation de la bioaccumulation métallique (Cd, Pb, Cu, Zn) chez : le mollusque (*Patella ferruginea*) et l'algue (*Ulva lactuca*) dans la baie de Honaine à la wilaya de Tlemcen. mémoire en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'Etat, Ecologie Animale. Univ de Tlemcen, Algérie. 40p
- **Berrahou A ;(2006).** Evaluation du milieu marin. pp 217-345.
- **Bethoux J.P., Gentili B., 1996.** The Mediterranean Climatic Sea, coastal and deep-sea signatures of and environmental changes. J. Mar. Syst. 7, 383-394.
- **Bonnet C. 2000.** Développement de bioessais sur sédiments et applications à l'étude en laboratoire de la toxicité de sédiments dulçaquicoles contaminés. Thèse., Univ. De Metz. Metz. France, 309 PP.

- **Boucheseiche C., Cremille E., Pelte T., Pojer K., 2002.** Bassin Rhône – Méditerranée – Corse. Guide technique n°7, Pollution toxique et écotoxicologie : notion de base. Lyon, Agence de l'Eau Rhône – Méditerranée - Corse, 83 pp.
- **Boudouresque C.F, 1996-** Impact de l'homme et conservation du milieu marin en Méditerranée. GIS Posidonie publ. 2ème édit., Marseille : 1 –243.
- **Bourdial I. ; 1988. L'invasion sournoise des métaux lourds. Science et vie n° 852, septembre 1988. pp 52-59.**
- **Bourrelly P, 1972.** Les algues d'eau douce (tome 1). Paris. pp 255-256.

### -C-

- **Canli M., Atli G., 2003.** The relationships between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six mediterranean fish species. Environmental Pollution 121, 129-136.
- **Centre de recherches en environnement côtier (C R E C)-** inventaire des algues de l'estran de Luc-sur-Mer (Calvados), Octobre 2006 et Avril 2007- Université de Caen- basse Normandie. 50p
- **Cheggour M., Chafik A., Langston W.J., Burt G. R., Benbrahim S., Texier H., 2001.** Metals in sediments and the edible cockle *Cerastoderma edule* from two Moroccan Atlantic lagoons: Moulay Bou Selham and Sidi Moussa. Environmental Pollution 115, 149-160.
- **C.N.R.S., 2000.** Centre National de la recherche scientifique – Principaux rejets industriels en France.

### -D-

- **Daby, D., 2006.** Coastal pollution and potential biomonitors of metals in Mauritius. Water. Air. Soil Pollut. **174**: 63-91.

### -E-

- **Eide I, Myklestad S, Melsom S. 1980. Long-term uptake and release of heavy metals by *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol. (Phaeophyceae) in situ. Environ. Pollut. Ser. A Ecol. Biol. **23**:19–28.**

### -F-

- **F.A.O (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture), 1987.** Fiches d'identification des espèces pour les besoins de la pêche - méditerranée et mer noire, zone de pêche 37. Révision I. Volume I. 760p.
- **Faye B., Bengoumi M., 1994.** Trace-elements status in camels: a review. Biol. Trace Element Res., 41, 1-11.
- **Fisher W., Bouchot M. L. et Schneider M., 1987** - Fishes F.A.O d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Méditerranée et mer noire. Zone de pêche 37: Vol. 1. Végétaux et invertébrés. Pub. F.A.O, et com. de com. Eur. Rome, F.A.O., Vol. 1. 760p.
- **.Förstner U., Wittmann G.T.W., 1981.** Metal pollution in the aquatic environment. 2<sup>nd</sup> edition. Berlin, Springer, 486 p.

### -G-

- **. Gayral P., 1975** - Les algues (morphologie, cytologie, reproduction et écologie). Ed. Dom. . Paris.: 194 p.
- **GESAMP (Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection), 2001.** Protecting the Oceans from Land-Based Activities. Land-based Sources and Activities Affecting the Quality and Uses of the Marine, Coastal and Associated Fresh water Environment. Reports and Studies No.71. Nairobi,UnitedNationsEnvironmentProgramme  
<http://gesamp.imo.org/no71/index.htm> [Geo-2- 238].
- **Goual M., Nassour M. F. 2000** Bioaccumulation métallique chez l'Entéromorphe, la patelle, la sardine, et dans le sédiment superficiel de la région de Ghazaouet. Mémoire présenté pour obtenir le diplôme d'ingénieur D'état en Ecologie et Environnement, pathologie des écosystèmes. Univ de Tlemcen. 126p
- **Goyerm, 1998.** Cité de la mer. Association Estran (site internet).
- **Guallini P., 2008.** La Méditerranée menacée par la pollution. Article de la provence presse.Octobre 2008.

### -H-

- **Huang, H., Wu, J.Y. & Wu, J.H., 2007.** Heavy metal monitoring using bivalved shellfish from Zhejiang coastal waters, East China Sea.*Environ. Monitor. Assess.*, **129**: 315-320.

### -J-

- **Janin, F., Schnitzer, G., 1996-** Plomb, Cadmium et mercure dans l'alimentation: Evolution et gestion du risque. Technique et documentation. *Lavoisier*. Paris : 205-216.
- **Julien J. C, 2007.** Description d'Ulva (Enteromorpha) spp. [2] [www.algeria.it/ulva\\_lactuca.htm](http://www.algeria.it/ulva_lactuca.htm)
- **Julien J.-C., novembre 2010, Description d'Ulva lactuca, [En ligne]** <http://www.mer-littoral.org/53/ulva-lactuca.php>, consulté le 28 février 2016.

### -K-

- **Kieffer F., 1991.** Metals as essential trace elements for plants, animals, and humans, In : Metals and their compounds in the environment, édité par Merian E., VCH, Weinheim, Germany, p 481-489, (1991).
- **Kribi S., 2005.** Décomposition des matières organiques et stabilisation des métaux lourds dans les sédiments de dragage. Thèse de doctorat. L'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, 220p.
- **Kut D, Topcuog LU S, ESEN N, Küçükcezzar R. and GÜVEN K. C, 1999.** Trace metals in marine algae and sediment samples from the Bosphorus (Turkey). *Water, Air, and Soil Pollution* 118. 2000. pp 27-33.

### -M-

- **Manly SL. 1984.** Micronutrient uptake and translocation by *Macrocystis pyrifera* (*Phaeophyta*). *J. Phycol.* 20:192–201.
- **Mekkaoui T, 2013.** Evaluation de l'accumulation métallique chez une espèce d'algue verte : *Enteromorpha linza* sur le littoral de Ghazaouet (W. Tlemcen). Mémoire en vue de l'obtention d'un diplôme de Master, Ecologie et Environnement. Univ de Tlemcen. 47p
- **MeHSIP, 2008.** Elaboration of a Mediterranean Hot Spot Investment Programme. Final report for contact reg/2006/02 fwc beneficiaries europeaid/11860/c/multi lot n°2: transport and infrastructures; horizon
- **Messaoudi N., et Bettioui A.R., 2002.** Contribution à l'évaluation de la pollution marine par les métaux lourds (Zn, Pb, Cu, Cd) chez deux espèces d'algues et dans les sédiments superficiels de la région de Ghazaouet. Mémoire en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état, spécialité Ecologie animale. Univ. Tlemcen.

- **Miquel G., 2001.** Les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé, rapport du Sénat n 261, 365p, <http://www.senat.fr/rap/100-261/100-2611.pdf> consulté 10 janvier 2016.
- **Munda I.M., Hudnik. ; 1991.** Trace metal content in some seaweeds from the northern Adriatic, Bot. Mar. 34 241–249.

### -P-

- **PDAU, 2006 (plan Directeur d'aménagement et d'urbanisme).** « DIAGNOSTIC-ETAT DU TERRITOIRE ET OPTIONS D'AMENAGEMENT ». Rapport phase1 décembre 2006. P 45 ; 46.
- **P.N.U.E. 2004 :** (Programme des nations unies pour l'environnement). « Mers et océans-morts ou vivants ? la mer méditerranée ». publié par PNUE. Bruxelles. Edit. Spéciale. P16.
- **Pillet F ; 2008.** limitation du développement des macroalgues en marais sale. Caractérisation et biologie des macrophytes en marais- Étude des pratiques de gestion en marais salé -Législation et toxicologie Évolution de la qualité du milieu aquatique. p 11.

### -R-

- **Ramade F 1992.** *Précis d'écotoxicologie*. Collection d'écologie, vol. 22 Masson, Paris. 300p.
- **Ramade F., 2000.** Dictionnaire encyclopédique des polluants – les polluants de l'environnement à l'homme. Edt. Ediscience international. Paris. 690p.
- **Rao, J.V., Kavitha, P., Srikanth, K., Usman, P.K. & Rao, T.G., 2007.** Environmental contamination using accumulation of metals in marine sponges, *Sigmadociafibulata* inhabiting the coastal waters of Gulf of Mannar, India. *Toxicol. Environ. Chem.*, **89**: 487-498. <http://www.mer-littoral.org/53/enteromorpha-spp.php> consulté le 15 mars 2016.

### -S-

- **Selka, 2015.** Contribution à l'évaluation de la pollution marine par les métaux lourds chez les algues de la baie de Honaine. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master de chimie, Chimie Inorganique et Environnement. Univ de Tlemcen. P53

### -Z-

- **Zeroual Y., 2003.** Utilisation de bactéries et d'algues marines pour le traitement des eaux chargées en métaux lourds. Thèse nationale en Sciences biologiques. Univ Hassan II Casablanca Maroc 142p

## الملخص

التلوث البحري أصبحت أكثر وأكثر إثارة للقلق وهذا هو المشكلة الرئيسية التي تؤثر على بيئتنا. في هذا العمل ونحن مهتمون للبحث عن مستويات بعض المعادن النزرة (الكاديوم، النحاس، الزنك، الكروم) لكل من الطحالب ( *Enteromorpha linza*. Ulva خس ) على ساحل مرسى بن مهدي. لتحليل عينات الطحالب ثم يخضع لتمعدن يعاير بواسطة الذري لهب الامتصاص الطيفي. أظهرت النتائج عدم وجود التلوث بالمعادن. وهذا ما أكدته كل من الاختبارات الإحصائية (أنوفا اختبار 1 واختبار توكي). *Enteromorpha* مرسى بن مهدي: هذا التراكم تفضيل الكروم والنحاس في حين *ULVE* لديها القدرة على التراكم وخاصة الزنك و الكاديوم المستويات التي وجدت في *ULVE* و *Enteromorpha* لا تتجاوز المستويات الموصي بها من قبل الطاقة الدرية باستثناء الكاديوم في *ULVE*

**الكلمات المفتاحية :** التلوث البحري المعدني, *Enteromorpha linza*, *Ulva lactuca*, الامتصاص الطيفي الذري لهب , مرسى بن مهدي.

## Résumé :

La pollution marine devient de plus en plus inquiétante, c'est un problème majeur qui affecte notre environnement. Dans ce travail nous nous sommes intéressés à rechercher les teneurs en certains éléments traces métalliques (Cd, Cu, Zn, Cr) pour les deux algues (*Enteromorpha linza* et *Ulva lactuca*) sur le littoral de Marsa Ben M'hidi.

Pour l'analyse, les échantillons d'algues ont subi une minéralisation puis un dosage par spectrophotométrie d'absorption atomique à flamme. Les résultats obtenus n'ont pas montré de contamination métallique. Ceci a été confirmé par deux tests statistiques (Test ANOVA 1 et test de Tukey). L'Entéromorphe de Marsa Ben M'hidi : présente une préférence d'accumulation en Cr et Cu alors que l'Ulve a une aptitude à accumuler surtout le Zn et le Cd.

Les teneurs retrouvées chez l'Entéromorphe et l'Ulve ne dépassent pas les valeurs recommandées par l'AIEA. Sauf pour le Cd chez l'Ulve.

**Mots clé :** pollution marine métallique, *Enteromorpha linza*, *Ulva lactuca*, spectrophotométrie d'absorption atomique à flamme, Marsa Ben M'hidi.

## Abstract:

The Marine pollution become more and more disturbing, this is a major problem affecting our environment. In this work we are interested to look for levels of certain trace metals (Cd, Cu, Zn, Cr) for both algae (*Ulva lactuca* and *Enteromorpha linza*) on the coast of Marsa Ben M'hidi.

For analysis, the algae samples were then under goes mineralization assayed by atomic absorption spectrophotometry flame. The results showed no metal contamination. This was confirmed by both statistical tests (ANOVA Test 1 and Tukey test). *Enteromorpha* Marsa Ben M'hidi: this preference accumulation of Cr and Cu while Ulve has an ability to accumulate especially Zn and Cd. The levels found in *Enteromorpha* and Ulve not exceed the levels recommended by the IAEA. Except for Cd in the Ulve.

**Key words:** metallic marine pollution, *linza Enteromorpha*, *Ulva lactuca*, atomic absorption spectrophotometry flame, Marsa Ben M'hidi.