

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République algérienne démocratique et populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
جامعة عين تموشنت بلحاج بوشعيب
Université –Ain Temouchent- Belhadj Bouchaib
Faculté des Sciences et de Technologie
Département d'Agroalimentaire



Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master en : Ecologie
végétale et Environnement
Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Ecologie et environnement
Spécialité : Ecologie végétale et environnement

***Contribution à l'évaluation de la pollution marine par
les métaux lourds chez les algues (cas de Bouzadjer)
Wilaya de Ain Temouchent***

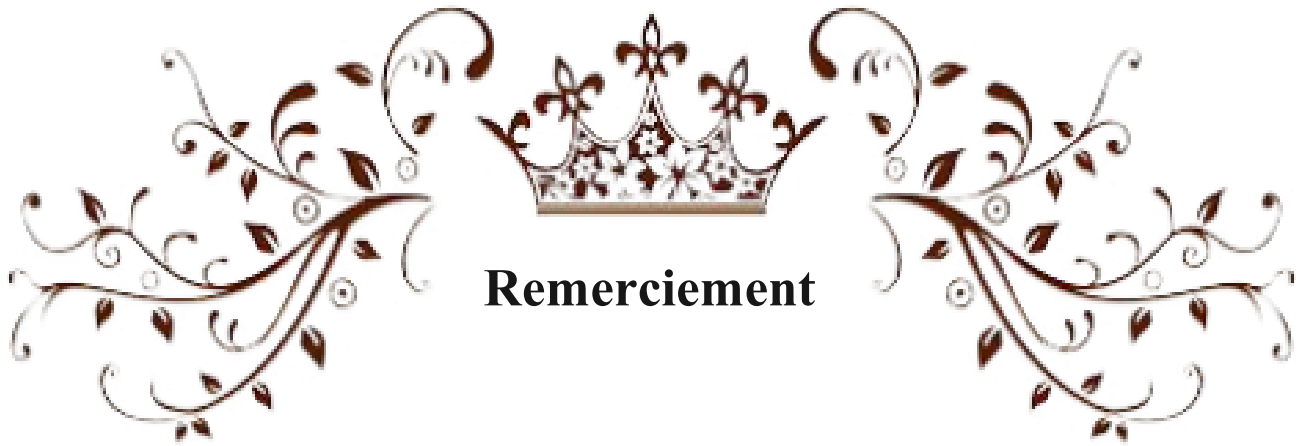
Présenté Par :

- 1) Mr. CHERIFI Abdelkader
- 2) Mr. MEKHISSI Mohamed El Mekki

Devant le jury composé de :

Dr. LOUERRAD Yassmina	MCB	UAT.B. B (Ain Temouchent) Président
Dr. MAATALAH	MAA	UAT.B. B (Ain Temouchent) Examineur
Dr. Derrag Zaineb	MCA	UAT.B. B (Ain Temouchent) Encadrant

Année Universitaire 2021/2022



Remerciement

Nous remercions Allah

*Nous profitons l'occasion pour remercier du fond du cœur toute personne qui a
Contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

*Nous tenons à exprimer notre profonde reconnaissance à madame **Dr.
DERRAG Zaineb**, pour avoir accepté de diriger avec beaucoup d'attention et
de soin notre travail, nous lui très reconnaissants pour son soutien, son aide et
sa gentillesse. Nous espérons qu'elle trouve ici l'expression de nos profondes
gratitudes.*

Nos plus vifs remerciements aux membres de jury

***Dr. LOUERRAD** qui a accepté de présider ce jury,*

***Dr. MAATALLAH** d'avoir bien voulu examiner ce travail.*

*Nos remerciements aussi à toute l'équipe du laboratoire pour leurs aides et
Encouragement.*

Nous remercions tous nos enseignants qui nous ont suivis le long de nos études



Dédicace

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui, quels que soient les termes embrassés, Je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère.

A l'homme, mon précieux offre du dieu, qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect : Mon cher papa.

A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse : ma maman adorable.

A ma soeur, je la remercie énormément pour ses conseils et son aide tout au long de ce projet, que dieu lui offre la chance et le bonheur.

A mon cher petit frère qui sait toujours comment procurer la joie et le bonheur pour toute la famille.

*A toute la famille **Mekhissi**... A toute la famille **Chenafi**...*

*A madame **SIBA AMINA***

*A Mme **DERRAG ZAINEB***

A tous mes professeurs de l'université, et à toutes les personnes qui m'ont aidée de loin Ou de prêt et que j'ai omis de citer.

Mekhissi Mohamed El Mekki

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

*A mon très cher **père** ...Je ne trouverai des mots assez forts pour t'exprimer mon affection, mon estime et mon dévouement pour ta patience, ta compréhension, tes innombrables encouragements et tous les sacrifices que tu as consentis pour moi.*

*A ma très chère **maman**...Aucune expression, aussi élaborée qu'elle soit, ne pourrait traduire ma profonde gratitude et ma reconnaissance pour toutes ces années de sacrifices et de dévouement surtout celles de mes études. Ta patience, ton grand amour, ton soutien et tes encouragements sont et seraient pour toujours les secrets de ma réussite.*

A mes sœurs et mon frère

*A toute la famille **Cherifi** A toute la famille **Mekhissi**....*

*A toute la famille **Chenafi**....*

*A Mme **DERRAG ZAINEB***

*A Mme **SIBA AMINA***

Toutes mes salutations à tous mes collègues de la promotion d'écologie de l'Université d'Ain Temouchent.

A tous mes professeurs de l'université, et à toutes les personnes qui m'ont aidée de loin Ou de prêt et que j'ai omis de citer.

Cherifi Abdelkader

Résumé

Le présent travail est une étude synthétique qui consiste à évaluer le degré de pollution métallique chez deux espèces d'algues marines *Ulva lactuca* (Algue verte) et *Halopteris scoparia* (Algue brune) dans la plage et le port de Bouzedjar de la willaya d'Ain Témouchent pendant la période du mois de janvier et mai 2022.

Les échantillons ont subi une minéralisation, ensuite une analyse par spectrométrie d'absorption atomique (SAA). Dans cette étude, les résultats obtenus révèlent la présence des métaux lourds (Zn, Cd, Pb et Cu) chez les deux espèces d'algues (vertes et brunes) trouvées dans les deux stations : la plage et le port de Bouzedjar.

Les résultats obtenus ont montré que les teneurs en cadmium, plomb et le zinc sont élevées dans le port de Bouzedjar et dépassent les valeurs de références.

Les résultats de cette étude suggèrent que les algues de la station du port de Bouzedjar sont relativement plus contaminées par les métaux lourds avec des concentrations élevées par rapport à la station de la plage Bouzedjar.

Notre synthèse confirme que le littoral de l'extrême Ouest Algérien est sérieusement perturbé par les divers rejets domestiques, portuaires, industriels et agricoles.

Mots-clés : contamination métallique, métaux lourds, algues vertes et brune, spectroscopie d'absorption atomique, Plage Bouzedjar, Port de Bouzedjar, Pollution marin.

Summary

The present work is a synthetic study which consists in evaluating the degree of metal pollution in two species of marine algae *Ulva lactuca* (green algae) and *Halopteris scoparia* (brown algae) in the beach and the port of Bouzedjar of the wilaya of Ain Temouchent during the period of January and May 2022.

The samples underwent mineralization, then analysis by atomic absorption spectrometry (AAS). In this study, the results obtained reveal the presence of heavy metals (Zn, Cd, Pb and Cu) in the two species of algae (green and brown) found in the two stations: the beach and the port of Bouzedjar. The results of this study suggest that the algae of the Bouzedjar port station are relatively more contaminated by heavy metals with high concentrations compared to the Bouzedjar beach station.

Our synthesis confirms that the coast of the extreme West of Algeria is seriously disturbed by various domestic, port, industrial and agricultural discharges.

Keywords: metallic contamination, heavy metals, green and brown algae, atomic absorption spectroscopy, Bouzedjar Beach, Port of Bouzedjar, marine pollution.

ملخص

العمل الحالي عبارة عن دراسة تركيبية تتكون من تقييم درجة التلوث المعدني في نوعين من الطحالب البحرية (*Ulva lactuca*) الطحالب الخضراء و (*Halopteris scoparia*) الطحالب البنية في الشاطئ وميناء بوزجار بولاية عين تموشنت خلال فترة يناير ومايو 2022.

خضعت العينات لعملية تمعدن، ثم تم تحليلها بواسطة مطياف الامتصاص الذري (SAA). في هذه الدراسة أظهرت النتائج وجود معادن ثقيلة (Cu، Pb، Cd، Zn) في نوعي الطحالب (الخضراء والبنية) الموجودة في المحطتين : الشاطئ وميناء بوزجار. تشير نتائج هذه الدراسة إلى أن الطحالب في محطة ميناء بوزجار أكثر تلوثاً نسبياً بالمعادن الثقيلة ذات التركيزات العالية مقارنة بمحطة شاطئ بوزجار. وأظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن مستويات الكاديوم والرصاص والزنك مرتفعة في ميناء بوزجار وتتجاوز القيم المرجعية.

يؤكد تحليلنا أن الساحل في أقصى الغرب الجزائري يعاني من اضطرابات خطيرة بسبب مختلف عمليات التصريف المحلية والموانئ والصناعية والزراعية.

الكلمات المفتاحية: التلوث المعدني، المعادن الثقيلة، الطحالب الخضراء والبنية، مطيافية الامتصاص الذري، شاطئ

بوزجار، ميناء بوزجار، التلوث البحري

Liste de tableaux

Tableau 1: Les différentes sources de pollution de l'eau (Henaut, 2011).....	6
Tableau 2: Classification selon AlgaeBase	13
Tableau 3: Classification selon D.O.R.I.S.....	14

Liste des Figures

Figure 1:Algues vertes formant une marée verte (Cliché Cherifi A. 2022).....	12
Figure 2:Champ d'algues brunes (Cliché Cherifi A. 2022).....	13
Figure 3:REPRODUCTION SEXUEE ET ASEXUEE D'UNE ALGUE VERTE (ProjetÉcolo).....	15
Figure 4:Situation géographique de la commune de Bouzedjar.....	17
Figure 5:Vue aérienne du port de Bouzedjar (direction de la pêche d'Ain Temouchent).	18
Figure 6:Lieu d'échantillonnage (plage de Bouzedjar) (Cliché CHERIFI A.2022)	18
Figure 7:Rinçage des algues.....	21
Figure 8: Séchage à l'air libre	22
Figure 9: Broyage des algues.....	22
Figure 10:Tamisage des algues.....	23
Figure 11:Flacon de stockage des algues	23
Figure 12:pesage d' algue.....	25
Figure 13:Béchers en verre contenant l'algue.	25
Figure 14:L'ajout de HNO ₃ et HCl.	26
Figure 15:Chauffage des algues.	26
Figure 16: L'ajoute de l'eau distillé	27
Figure 17: Filtration	27
Figure 18:La conservation de filtrat obtenue	28
Figure 19 : Spectrophotomètre d'absorption atomique à flamme de type AURORA ai.1200	29
Figure 20 : Variations des teneurs métalliques moyennes chez <i>Ulva lactuca</i> et <i>Halopteris scoparia</i> de la plage de Bouzedjar.....	31
Figure 21:Variations des teneurs métalliques moyennes chez <i>Ulva lactuca</i> et <i>Halopteris scoparia</i> dans le port de Bouzedjar.....	33
Figure 22:Variation spatiales des teneurs métalliques chez <i>Ulva lactuca</i> dans la plage de Bouzedjar et le port de Bouzedjar.	35
Figure 23:Variation spatiales des teneurs métalliqueschez <i>Halopterisscoparia</i> dans la plage de Bouzedjar et le port de Bouzedjar.....	37

Liste des abréviations

AIEA: Agence internationale de l'énergie atomique

As : arsenic

BCF : Le facteur de bioconcentration

C° : degre celsius

Cd:Cadmium

Cm/s : centimetre par seconce

Co : cobalt

Cr : chrome

Cu : cuivre

DORIS : Données d'Observations pour la Reconnaissance et l'Identification de la faune et la flore Subaquatiques

DPRH: Direction De La Pêche Et Des Ressources Halieutiques

EGPP: Entreprise de Gestion des Ports et Abris de Pêche

Fe : le fer

g/cm³ : grame par centimetre cube

Hcl : Acide chlorhydrique

Hg : mercure

HNO₃ : Acide nitrique

Km : kilometre

m : metre

M.E.S : matière en suspension

Mg/kg : milligramme par kilograme

min: minute

ml: mililetre

mm: milimetre

Mn : le manganèse

Mo : molybdène

N :Nord

Ne : nickel

Pb : le plomb

PCB : Polychlorobiphényle

PNUE : Programme des Nations unies pour l'environnement

SAA : Spectrophotomètre d'absorption atomique

SAAF : Spectrophotométrie d'absorption atomique à flamme

Sn : l'étain

Ti : titane

W : Ouest

Zn : zinc

Table des matières

Remerciement

Dédicaces

Résumé

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction	1
I-Généralité sur les métaux lourds.....	3
I-2- Les différents types de pollution marine	4
I.2.1- Pollution physique	4
I-2-2-pollution biologique.....	4
I-2-3-pollution chimique.....	5
I-2-4-La pollution radioactive.....	5
I-2-5- La pollution par les rejets agricoles.....	5
I-3- Les métaux lourds	6
I-4- Les sources des métaux lourds dans l'environnement	7
I-4-1 Les sources naturelles.....	7
I-4-2 Les sources anthropiques	7
I-5 Rôle des métaux lourds :	8
I-6- La toxicité des métaux lourds :	8
I-6-1 La toxicité du cadmium.....	8
I-6-2 La toxicité du plomb.....	9
I-6-3 La toxicité du cuivre.....	9
I-6-4 La toxicité du Zinc.....	9
I-7- Les transferts de contamination dans le milieu marin	10
I-7-1- La bioaccumulation.....	10
I-7-2- La bioconcentration	10
I-7-3- La bioamplification	10
II- PRESENTATION DU MATERIEL BIOLOGIQUE.....	11
II-1- Définition des algues	11
II-2-Classification des algues	11
II-3- Caractéristiques et propriétés des algues.....	14
II-4- La prolifération des algues	15

II-5-Reproduction des algues.....	15
II-6-Ecologie des algues marines	16
II-7-Domains d'utilisation des algues.....	16
III -PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE	17
✓ Présentation et Description de la commune de Bouzedjar	17
III-1 Caractérisation et choix des stations de prélèvement.....	18
III-1-1 Le port de Bouzedjar.....	18
III-1-2 La plage de Bouzedjar.....	18
III-1-3 Climatologie.....	19
III-1-4 Aperçu sur la sédimentologie	19
✓ Nature et granulométrie.....	19
III -1-5 Hydrologie	19
III-1-6 : Courantologie.....	19
III-2- Matériel et Méthodes	20
III-2-1- Choix du matériel biologique.....	20
III-2-2- Choix des contaminants	20
III -3-Prélèvement et traitement des échantillons d'algues.....	21
III-3-1 -Séchage, broyage et tamisage.....	21
III -4-La minéralisation	24
III-4-1-La minéralisation des algues.....	24
III-5 Dosage des métaux lourds	29
III-5-1 Principe.....	30
III-5-2 Etalonnage.....	30
III-5-3 Calcul des concentrations.....	30
VI- Résultats et discussion.....	31
VI-1-Variations des teneurs métallique moyenne exprimés en (mg /kg P.S) des quatre métaux (Cd, Pb, Cu, Zn) chez <i>Ulva lactuca</i> (Algue verte) et <i>Halopteris scoparia</i> (Algue brune) de la plage de Bouzedjar.....	31
VI-2-Variations des teneurs métallique moyenne exprimés en (mg /kg P.S) des quatre métaux (Cd, Pb, Cu, Zn) chez <i>Ulva lactuca</i> (Algue verte) et <i>Halopteris scoparia</i> (Algue brune) du port de Bouzedjar	33
VI -3-Variation spatiales des teneurs métalliques chez <i>Ulva lactuca</i>	35
VI -4-Variation spatiales des teneurs métalliques chez <i>Halopteris scoparia</i> La figure 23 montre les variations spatiales des teneurs métalliques (Cu, Zn, Pb et Cd) chez une espèce d'algue brune <i>Halopteris scoparia</i> dans les deux sites (Plage de Bouzedjar et Port de Bouzedjar).	37

Discussion.....	38
Conclusion.....	40

Références bibliographiques

INTRODUCTION

Introduction

La pollution sous toutes ses formes est l'un des plus grands problèmes qui menacent la vie des organismes sur Terre.

On appelle pollution une dégradation ou une altération de l'environnement, en générale liée à l'activité humaine par diffusion direct ou indirecte de substances chimiques, physiques ou biologiques qui sont potentiellement toxiques pour les organismes vivants ou qui perturbent de manière plus ou moins importante le fonctionnement naturel des écosystèmes.

Parmi les écosystèmes touchés par la pollution, l'écosystème maritime.

La pollution marine est un fait incontournable depuis des années, elle est principalement due aux déchets organiques et toxiques libérés dans l'environnement lors de diverses activités et parfois à la suite de catastrophes naturelles. Mais il faut souligner que polluer les eaux marines, c'est aussi polluer l'ensemble du milieu marin et sous-marin.

La zone méditerranéenne a été classée par **le PNUE (1990)** comme l'une des cinq régions du monde où les problèmes environnementaux sont les plus graves, alors que la mer méditerranée est classée parmi les sept mers les plus menacées par la pollution marine. La zone littorale du plateau continental correspond à un espace d'intenses activités économiques (industrielles, agricoles, domestiques etc...) et constitue de ce fait, le réceptacle de quantités importantes de substances d'origine naturelles ou anthropiques dont un grand nombre possède des propriétés toxiques (**Benguedda-Rahal, 2012**).

La contamination du milieu naturel par les métaux lourds, représente un danger plus important que celui des rejets d'hydrocarbures, ou même d'éléments radioactifs (**Grousset et Donard, 1989**). Sont des polluants dont la nocivité est liée à leur rémanence et à leur spéciation. Les métaux lourds sont peu métabolisés, ils peuvent donc être transférés dans le réseau trophique et s'accumuler dans la matière vivante (**Duquesne, 1994**).

Pour cela, nous avons réalisés cette étude qui s'intéresse à caractériser la contamination par les métaux lourds sur les écosystèmes marins.

Dans cette optique, l'objectif de ce travail est la contribution à l'évaluation de la pollution marine par les métaux lourds chez les algues au niveau du littoral de Bouzedjer, wilaya d'AinTemouchent.

Notre étude s'intéresse essentiellement à évaluer la pollution marine par les métaux lourds chez les algues vertes et les algues brunes, Ces derniers ont subi une minéralisation puis une analyse par spectrophotométrie d'absorption atomique à flamme (SAAF). L'étude réalisée a concerné les deux sites : la plage et le port de Bouzedjer à Ain Temouchent.

La démarche adoptée dans ce travail se résume en trois points essentiels traités successivement après une introduction :

Partie I : présente une synthèse bibliographique porte sur des généralités concernant les métaux lourds et les processus de transferts des contaminants dans le milieu marin ; ainsi qu'un aperçu sur la biologie et l'écologie des espèces biologiques étudiées.

Partie II : présentation de la zone d'étude avec ces caractéristiques et la stratégie expérimentale pour laquelle nous avons optées compte tenu des objectifs de l'étude. La présentation et le traitement (minéralisation) des échantillons biologiques (algues).

Partie III : regroupe les résultats obtenus des teneurs métalliques dans les algues, et argumentés par des discussions.

A la fin, notre travail terminera par une conclusion et des perspectives générales.

GENERALITE SUR LES METAUX LOURDS

I-Généralité sur les métaux lourds

I-1- La pollution marine

Le terme « pollution » peut être défini par les modifications défavorables du milieu naturel qui apparaît en totalité ou en partie comme un sous-produit de l'action humaine, à travers des effets directs ou indirects des niveaux de radiation, de la composition physico-chimique du milieu naturel, et de l'abondance des espèces vivantes. **(Koller, 2004)**.

La pollution marine est définie comme l'introduction directe ou indirecte de déchets, de substances, ou d'énergie, y compris de sources sonores sous-marines d'origine humaine, qui entraîne ou qui est susceptible d'entraîner des effets nuisibles pour les ressources vivantes et les écosystèmes marins, avec pour conséquence, un appauvrissement de la biodiversité, des risques pour la santé humaine, des obstacles pour les activités maritimes, et notamment la pêche, le tourisme et les loisirs ainsi que les autres utilisations de la mer, une altération de la qualité des eaux du point de vue de leur utilisation, et une réduction de la valeur d'agrément du milieu marin. **(Goeury, 2014)**.

La pollution marine est devenue un sujet de préoccupation croissante au niveau mondiale, les risques de cette pollution il est plus grand pour certaines régions que d'autres, exemple de ces régions la mer méditerranée, est une mer pratiquement fermée ou semi fermée dont le rythme de renouvellement de ses eaux est de l'ordre de 80 ans **(Abousamra, 2003)**, qui veut dire que toute cette durée doit s'écouler pour qu'une goutte d'eau polluée doit être remplacée par une goutte d'eau pure **(Abdelman, 1990)**.

Dans le milieu marin, les polluants peuvent suivre différents trajets, plus ou moins longs, certains polluants sont dégradés très rapidement par des réactions chimiques, sous l'effet de la lumière, ou encore grâce à l'intervention des microorganismes (biodégradation). D'autres polluants comme les métaux lourds (le Mercure, le Cadmium, le Chrome et d'autres produits chimiques toxiques) sont persistants et contaminent durablement le milieu marin, soit en restant dans l'eau, surtout dans les sédiments, soit en passant dans les organismes vivants et dans certains cas, en s'accumulant dans les différentes chaînes alimentaires, provoquant des effets toxiques à court et/ou à long terme. Ils peuvent affecter le système nerveux, les fonctions rénales, hépatiques, respiratoires ou autres **(Bouhadiba, 2011)**.

L'origine de cette pollution il est de 80% terrestre, le transport de ces polluants par l'air du fait du régime des vents, plusieurs dépôts atmosphériques sont reçus par les surfaces marines. **(Goeury, 2004)**.

Selon le type d'altération, il y a souvent plusieurs types de pollution :

- La pollution physique.
- La pollution biologique.
- La pollution chimique.
- La pollution radioactive.

I-2- Les différents types de pollution marine

I.2.1- Pollution physique

Elle est due à une charge importante des eaux en éléments fins qui demeurent en suspension : particules de charbon et de silice, sable, limons, provenant d'effluents industriels ou d'eaux issues de chantiers (**Aminot et Guillaud, 1993**).

I-2-2-pollution biologique

La pollution biologique est une forme d'accumulation des micro-organismes tels que les bactéries, les champignons, les algues et par fois les virus provenant des égouts et d'autres rejets urbains ou industrielle.

Elle peut être aussi une introduction d'espèce marine (*caulerpe taxifolia*, et *caulerpe rassîmes*), l'algue brune (*focophycée japonaise*), ou certains mollusques (**Gauthier, 1980**).

Ces espèces peuvent être introduites dans la mer par différentes voies En outre, la pollution biologique peut s'exprimer en générale par la présence des micro-organismes pathogènes dans l'eau de mer comme: la présence des œufs de métazoaires parasite (ténia, ascarides, les trichocéphales), les bactéries (bacille de typhoïde, tuberculose, vibron de choléra), des champignons pathogènes (*candida*), des leptospires pathogènes, et divers virus pathogènes (poliovirus, hépatite, entérovirus) (**Gauthier et Perry, 1980**).

I-2-3-pollution chimique

La pollution chimique n'est donc qu'une des modalités possibles de la perturbation anthropique des milieux marins qui comprend aussi la pollution bactériologique, la pollution thermique, les effets liés à des apports de macro déchets, de matières sédimentaires ou l'introduction d'espèces étrangers. Concernant les substances chimiques, le mot pollution est associé à celui d'effets néfastes sur la faune et la flore marine. En leur absence, il convient de parler de contamination chimique des milieux aquatiques, désignant la simple présence de substances dans le milieu (Michel. M, 2005).

I-2-4-La pollution radioactive

Les problèmes posés par la pollution radioactive du milieu marin révèlent à l'heure actuelle une importance particulière en raison de la demande croissante en énergie et des développements attendus dans la construction des centrales nucléaires et des usines de traitement de combustible irradiés. La radioactivité en milieu marin, comme en milieu continentale a deux origines :

- Origine naturel due aux rayons cosmiques et à la présence dans le milieu de radionucléides qui font partie des éléments constatifs du globe.
- Origine artificiel : il s'agit l'apport de radionucléides liés à l'utilisation de l'énergie atomique. Ce sont ces apports qui constituent la pollution radioactive en milieu marin (Pérès, *et al.*, 1976).

I-2-5- La pollution par les rejets agricoles

La qualité des eaux elle est fortement influencés par les pratiques actuelles des cultures et de l'élevage (Faurie et al., 2003). L'utilisation des engrais chimiques azotés et phosphorés, des produits phytosanitaires destinés à protéger les cultures, ces produits parfois toxiques lorsqu'ils sont utilisés en excès vont contaminer en période de pluie les eaux de surface et les eaux souterraines par infiltration (Djabri, 1996).

Tableau 1: Les différentes sources de pollution de l'eau (Henaut, 2011).

Type de pollution	Nature	Origine
Physique	Rejet d'eau chaude	Centrales thermiques nucléaires
	M.E.S (matière en suspension)	Rejet bains, érosion des sols
Chimique	Matière organique	Effluents domestiques, agricoles, agroalimentaires
	Fertilisants (nitrate, phosphate)	Agriculture, lessive
	Métaux (Cd, Pb,Al,As)	Industries, agriculture, déchets
	Pesticides (Insecticides,herbicides,fongicides...)	Industries, agriculture
	Organochlorés (PCB,Solvants)	Industries
	Composés organiques de synthèse	Industries
	Détergents	Effluents domestiques
	Hydrocarbures	Industries pétrolière transports
Biologique	Bactéries, Virus, Champignons	Effluents urbains, agricoles

I-3- Les métaux lourds

Les métaux lourds sont des éléments de la classification périodique formant des cations en solutions, d'un point de vue purement chimique. Le terme « métaux lourds » désigne les éléments métalliques naturels, métaux ou dans certains cas métalloïdes (environ 65 éléments), caractérisés par une forte masse volumique supérieure à 5 g/cm^3 , d'un point de vue physique (Adriano, 2001).

Les métaux lourds sont des polluants particulièrement toxiques pour la santé humaine. Ils sont présents dans l'environnement marin sous différentes formes chimiques, qui résultent d'équilibres entre les ions métalliques et les complexes organiques et ioniques (Duquesne, 1994).

Pollution du milieu aquatique par des substances toxiques d'origine humaine, particulièrement les métaux. Est l'un des principaux problèmes des sociétés actuelles, car ces métaux ne sont pas biodégradables. Ces substances contaminent les systèmes aquatiques à partir de sources

ponctuelles et diffuses (eaux de drainage, eaux usées, effluents industriels et agricoles), tendent à s'accumuler dans les sédiments et, dans certains cas, peuvent se concentrer dans les réseaux trophiques. Cette dégradation de la qualité des ressources peut avoir des répercussions sociales et économiques importantes (**Sandra, 2008**).

Les métaux lourds associés aux notions de **pollution** et de **toxicité** sont généralement : l'arsenic(As), le cadmium(Cd), le cuivre(Cu), le mercure (Hg), le manganèse (Mn), le nickel (Ni), le plomb (Pb), l'étain (Sn), le zinc (Zn). Les métaux lourds peuvent aussi exister sous forme organique, c'est-à-dire combinés à un atome de carbone (exemple : le plomb-tétraéthyle des essences) mais aussi sous forme de complexes (exemple : le salicylate de plomb, provenant de la complexation du plomb avec une substance humique des sédiments (**Di Benedetto, 1997**).

I-4- Les sources des métaux lourds dans l'environnement

Les métaux lourds sont naturellement présents dans la croûte terrestre. Le développement industriel, agricole et urbain est à l'origine d'une augmentation des éléments traces métalliques dans l'atmosphère (**Le Goff et Bonnomet, 2004**).

Ces derniers peuvent provenir de plusieurs sources d'origine naturelles ou anthropiques :

I-4-1 Les sources naturelles

Les métaux lourds se trouvent dans tous les écosystèmes naturels et à tous les niveaux, dans le milieu aquatique, dans les roches et chez la communauté animale et végétale. Parmi les importantes sources naturelles : les activités sismiques et volcaniques, l'érosion, les incendies de forêts, les rivières et fleuves, le lessivage des sols et l'altération des continents (**Selka, 2015**).

I-4-2 Les sources anthropiques

Parmi les activités qui contribuent à l'apport des concentrations des métaux lourds dans l'environnement : les activités pétrochimiques, l'utilisation de combustibles, Le transport, l'incinération des déchets, les déchets urbains, agricoles et industriels, l'activité minière (**Monna, 2008**).

Les métaux lourds présents dans l'eau et dans les sédiments sont absorbés par les plantes et les animaux marins, le dépassement d'une quantité donnée dans ces espèces provoque leur accumulation dans les organismes et tout au long de la chaîne alimentaire. Ils peuvent atteindre des concentrations menaçant la survie de certaines populations naturelles et présentent des dangers pour le consommateur de produits marins du fait de leur possibilité de concentration

dans les espèces marines, de leur élimination difficile et de leur large répartition dans le milieu aquatique. (Mica *et al.*, 2008).

I-5 Rôle des métaux lourds :

Les métaux présents dans l'eau et l'environnement terrestre sont des éléments nécessaires au fonctionnement normal des plantes et des animaux. Ils jouent un rôle important dans (Verbanck *in* Guemaz, 2006) :

- La transformation de la matière, principalement dans les mécanismes enzymatiques. (Stengel et Gelin, 1998) Aussi du fait de leur toxicité, ils sont également employés, ou l'ont été, pour la protection des cultures (pesticides), dans des peintures de coques de bateaux, etc.

I-6- La toxicité des métaux lourds :

Les métaux lourds sont des polluants particulièrement toxiques pour la santé humaine. Cette toxicité est renforcée par un phénomène d'assimilation et de concentration dans l'organisme qu'on appelle la bioaccumulation. Les métaux lourds présentes dans les microorganismes sont algues, les végétaux, les poissons et les autres animaux sont ingérés et s'accumule dans l'organisme des animaux puis des hommes à chaque étape de la chaîne alimentaire. En bout de chaîne certain métaux notamment le plomb et sur tout le mercure sous forme méthylée se retrouve en quantité concentré dans l'organisme du consommateur finale (Miquel, 2001).

Les composées métalliques ont une toxicité variable selon leur nature et leur voie de pénétration (ingestion, respiration, contact avec la peau) (Chiffolleau, 2001). Par ailleurs si les métaux sont souvent indispensables au métabolisme des êtres vivants (oligoéléments), nombreux d'entre eux sont cependant toxiques lorsque leur concentration dépasse un seuil, lui-même fonction de l'état physico-chimique de l'élément considéré. C'est le cas du fer (Fe) du cuivre (Cu), du zinc (Zn), du nickel (Ni), du cobalt (Co), du molybdène (Mo), du manganèse (Mn), du chrome (Cr), du titane (Ti) (Casas, 2005).

I-6-1 La toxicité du cadmium

Le cadmium est caractérisé par une longue demi-vie biologique (environ 20-30 ans), un faible taux d'excrétion par l'organisme, et un stockage prédominant dans les tissus mous (surtout le foie et les reins). Il a un large éventail d'effets toxiques : la néphrotoxicité, le risque cancérigène, la tératogénicité, la toxicité endocrinienne et la toxicité de l'appareil reproductif il peut également infecter le système immunitaire (Lazou *et al.*, 2002).

Les effets de ce métal sont corrélés à une anomalie des réponses humorales ou cellulaires, bien que les données disponibles sont rares et dans une certaine mesure controversées (**Koller, 1998**).

I-6-2 La toxicité du plomb

Grâce à sa large utilisation, les humains sont exposés au plomb et ces dérivés quotidiennement par l'ingestion des aliments, de l'eau et de l'inhalation (**Florea et Dietrich, 2006**). Le plomb peut endommager les systèmes neurologiques (le système aminergique dans le cortex cérébral, le cervelet et l'hippocampe ; et peut contribuer à la déficience cognitive et comportementale (**Devi et al., 2005**). En plus, l'intoxication par le plomb tétra éthyle pourra être aiguë ou subaiguë pour le système nerveux central (**Landrigan, 1994**).

I-6-3 La toxicité du cuivre

C'est un métal de couleur rougeâtre, malléable et ductile, moyennement abondant dans la croûte terrestre. Il possède une conductivité thermique et électrique exceptionnelles à température ambiante après l'argent (**Chaoui, 2013**). Sa concentration moyenne dans la croûte terrestre serait comprise entre 45 et 70mg/kg selon les auteurs (**Tizaoui, 2013**). Le cuivre a des effets toxiques qui sont :

- Altération des branchies et retardement de la ponte des poissons (**Gaujous, 1995**).
- Perturbation de la croissance des végétaux à fortes doses (**Gaujous, 1995**).
- Sur la santé humaine intoxication aiguë : Une gastro-entérite hémorragique avec diarrhée, anémie hémolytique aiguë, effets locaux et cutanés (eczéma), effets sur les tissus sanguins, endocriniens et hépatiques (hépatomégalie) (**Kazouit et Hamadache, 1975**).

I-6-4 La toxicité du Zinc

Le Zinc est un métal dit essentiel, il est impliqué dans de nombreux processus physiologiques et est donc indispensable à la vie d'un grand nombre d'organismes. A de fortes concentrations, il devient toxique pour les végétaux et les animaux et constitue un contaminant majeur pour le milieu terrestre et aquatique et perturbation de la croissance des végétaux par détérioration de l'appareil chlorophyllien (**Gaujous, 1995**). Il exerce une action toxique sur un vaste spectre d'organismes terrestres et aquatiques à partir de faibles concentrations (à quelques ppm), il inhibe la photosynthèse des plantes vertes, du phytoplancton et des algues macrophytes. Il provoque diverses lésions tissulaires, en particulier chez les invertébrés aquatiques et chez les poissons, il retarde également la croissance et perturbe la reproduction (**Ramade, 2000**).

I-7- Les transferts de contamination dans le milieu marin

Beaucoup d'organismes marins accumulent les contaminants, à de très fortes concentrations, dans leurs différents organes, par des processus d'accumulation. Ces derniers dépendent des taux d'assimilation, d'excrétion et de stockage de chaque élément (**Rainbow et Philips, 1993**).

I-7-1- La bioaccumulation

La bioaccumulation est le processus par lequel un organisme vivant absorbe une substance à une vitesse plus grande que celle avec laquelle il l'excrète où la métabolise. Elle désigne donc la somme des absorptions d'un élément par voie directe et alimentaire par les espèces animales aquatiques ou terrestres (**Casas, 2005**). Les organismes vont absorber ces contaminants et les composés les plus hydrophobes seront stockés dans des tissus riches en lipides où ils auront tendance à s'accumuler en raison de leur caractère persistant. Si les contaminants sont lentement métabolisés, ils vont également pouvoir s'accumuler à chaque niveau de transfert entre proie et prédateur (**Bendada et Boulakradeche, 2011**).

I-7-2- La bioconcentration

La bioconcentration est un cas particulier de la bioaccumulation. Elle est définie comme le processus par lequel une substance se trouve présente dans un organisme vivant à une concentration supérieure à celle de son milieu environnant. C'est donc l'accroissement direct de la concentration d'un contaminant lorsqu'il passe de l'eau à un organisme aquatique. Le facteur de bioconcentration (BCF) d'un produit chimique est le ratio de ses concentrations dans l'organisme et dans l'eau pendant l'état stable ou l'équilibre (**Ron Van Der Oostn et al., 2003**).

I-7-3- La bioamplification

La bioamplification est une concentration d'un toxique après consommation de plus petits organismes de la chaîne par les plus grands individus ; il s'agit dans ce cas de la possibilité pour un toxique d'être cumulé dans la chaîne trophique, si le toxique n'est pas dégradé ou éliminé, il risque de s'accumuler de plus en plus au niveau de chaque maillon de la chaîne alimentaire (**Boutiba, 2004**).

**PRESENTATION DU MATERIEL
BIOLOGIQUE**

II- PRESENTATION DU MATERIEL BIOLOGIQUE

II-1- Définition des algues

Les algues regroupent un ensemble de végétaux photosynthétiques très divers et dont l'appareil végétatif relativement simple est appelé « thalle », elles ont des formes et des dimensions très variables. (**Ramade, 2009 ; Ainane, 2011**). Elles appartiennent au règne végétal mais elles ne constituent pas un ensemble homogène. Elles se répartissent entre un certain nombre de voies évolutives indépendantes les unes des autres (**Cabioc'h J et al., 1992**).

Les algues puisent leur nourriture directement dans l'eau et non pas dans le sol. Des crampons ou des disques de fixation leur permettent de s'attacher fortement aux rochers. Comme les plantes, elles réalisent la photosynthèse en utilisant l'énergie lumineuse pour produire de la matière organique et de l'oxygène. Les algues présentent une grande diversité de couleur et de taille. La couleur de l'algue dépend principalement de la présence des pigments photosynthétiques. Elles possèdent toutes un pigment vert: la chlorophylle a (comme les plantes supérieures).

II-2-Classification des algues

Les algues sont les végétaux les plus primitifs qui présentent un appareil végétatif peu évolué (sans racine, ni tige, ni feuille) ils sont aquatiques. Pendant leur évolution, les algues ont formés un groupe très diversifié d'organismes dont les origines appartenant au groupe des cryptogames (**Garon-Lardiere, 2004**).

La classification des algues se fait selon des caractéristiques spécifiques telles que les composants de la paroi cellulaire, les pigments présents, le cycle de vie et le type de composés utilisés pour l'entreposage de la nourriture (**Memory, 2006**).

Les algues présentent une grande diversité de couleur et de taille. Elles peuvent être unicellulaires ou pluricellulaires, la couleur de l'algue dépend principalement de la présence des pigments photosynthétiques (**Selka, 2015**). A partir de ces critères, on distingue les organismes eucaryotes uni- ou pluricellulaires avec une pigmentation rouge relative aux algues rouges, une pigmentation jaune relative aux algues brunes, les algues vertes à pigmentation verte et les organismes procaryotes à savoir les Bactéries bleues ou cyanobactéries communément appelées algues bleues (**Floc'h, 2010; Garon-Lardiere, 2004**).

a- Algue vert (chlorophycées)

Les algues vertes (voir figure1), sont dominées par la chlorophylle a et b, dont l'ulvane étant la principale composante polysaccharidique (**Robic et al., 2009**).



Figure 1:Algues vertes formant une marée verte (Cliché Cherifi A. 2022).

Par ailleurs, la couleur verte caractéristique des algues vertes est due principalement à la présence de chlorophylles a et b dans la même proportion que les grandes plantes (**Bold et Wynne, 1985**). Elles jouent un rôle important dans l'oxygénation des eaux, favorisant ainsi la vie animale (**Garon-Lardiere, 2004**). Toutefois, l'exposition prolongée aux fortes intensités lumineuses provoque la synthèse de pigments photoprotectants (caroténoïdes) et les thalles deviennent de couleur orangée à jaunâtre. Les algues vertes sont présentes dans tous les systèmes aquatiques (milieux marins et eaux douces) (**Ainane, 2011**).

Tableau 2:Classification selon AlgaeBase

Empire	Eukaryota
Règne	Plantae
Embranchement	Chlorophyta
Classe	Ulvophyceae
Ordre	Ulvales
Famille	Ulvaceae
Genre	Ulva
Espèce	<i>Ulva lactuca</i>

L., 1753

b- Algue brunes (phéophycées)

Les algues brunes (voir figure 2), sont principalement brunes en raison de la présence de la caroténoïde fucoxanthine et les principaux polysaccharides présents qui comprennent l'alginate, laminaires, fucanes et de la cellulose (Goni *et al.*, 2002 ; Haugan et Liaenjen, 1994). La couleur brune de ces algues qui provient de la domination des pigments de xanthophylle et la fucoxanthine masque les autres pigments, chloro-phyll a et c, b-carotènes et autres xanthophylles (Bold et Wynne, 1985). La grande majorité des algues brunes sont marines (Garon-Lardiere, 2004).

**Figure 2:**Champ d'algues brunes (Cliché Cherifi A. 2022).

Tableau 3:Classification selon D.O.R.I.S

Embranchement	Ochrophyta
Classe	Phaeophyceae
Ordre	Sphacelariales
Famille	Stypocaulaceae
Genre	Halopteris
Espèce	scoparia

II-3- Caractéristiques et propriétés des algues

Parmi les principales caractéristiques des algues, on trouve les suivantes :

- Tout comme les plantes sont les producteurs primaires sur terre, les algues sont les producteurs primaires sous l'eau.
- Elles forment généralement des prairies sous-marines et comprennent du phytoplancton marin et d'eau douce. Elles peuvent également se développer sur des rochers, des rondins ou d'autres surfaces présentant une humidité suffisante.
- Le phytoplancton est essentiel à la vie sur terre : il produit 30 à 50 % de l'oxygène présent dans l'atmosphère.
- Bien que la plupart des algues soient microscopiques, il existe pareillement un grand nombre d'espèces macroscopiques.

II-4- La prolifération des algues

La prolifération des macros algues produit les marées vertes d'une part et les phytoplanctons sous forme microscopique, d'autres parts provoquent un changement de couleur des eaux avec un risque toxique.

La cause de la prolifération des algues il s'agit un rapport de nutriments riche et excessif qui peut être naturel et surtout provoqué par les activités humaines, Il est nécessaire d'avoir de la lumière pour le développement des algues et des masses d'eau en faible mouvement Les nutriments nitrates, Phosphate viennent principalement des fleuves mais également de ruissellement depuis la terre quand ils ne s'agissent pas de rejet volontaire.

La pluie est un facteur essentiel pour que le Bloom d'algues se produisent L'azote provient également des retombées atmosphériques dans la mer, ces retombées étant issus de l'eutrophisation les moyens de transport, Les industries et l'agriculture qui sont néanmoins diffuse les pics ont surtout lieu dans les apports important en printemps ou en été.

Les conséquences sont multiples, la prolifération des algues conduits à le succès d'un air marine par la consommation massif d'oxygène présent jusqu'au couche d'eau les plus profondes mais surtout le sexé d'algues même à des concentrations peut élever peut-être nocive par la faune marine et pour l'homme car les toxines libérées ingéré par les coquillages par exemple d'où certains mesure d'interdiction de consommation de coquillages prise en période de prolifération.

II-5-Reproduction des algues

Dans de très nombreux cas, la reproduction des algues s'effectue par multiplication végétative, c'est-à-dire par fragmentation. Il s'agit d'une multiplication sexuée et asexuée.

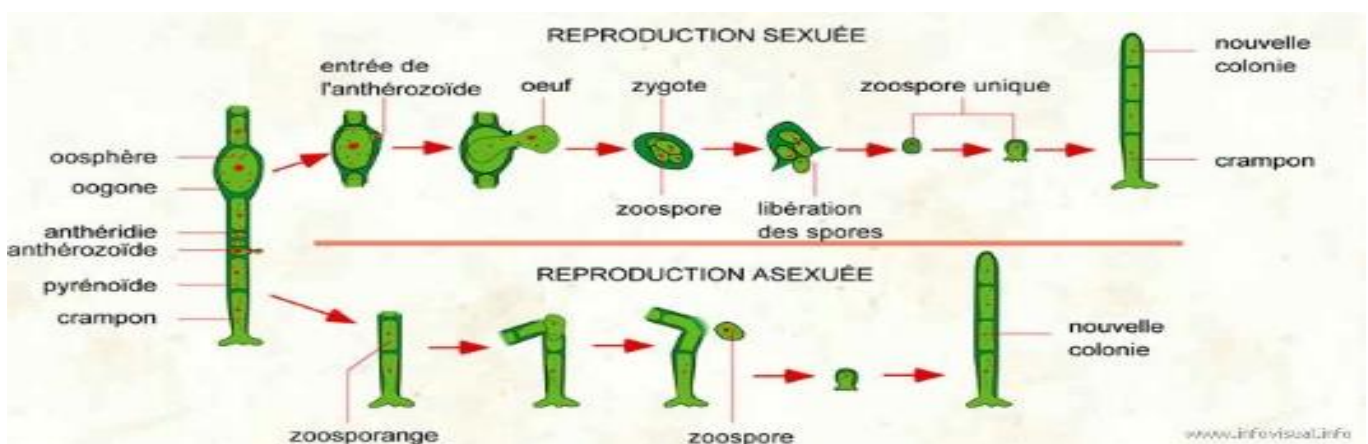


Figure 3:REPRODUCTION SEXUEE ET ASEXUEE D'UNE ALGUE VERTE (ProjetEcolo)

II-6-Ecologie des algues marines

Les algues s'installent dans tous les types d'habitats suffisamment humides et éclairés. Grâce à leur diversité et leurs exigences écologiques variées, on peut les retrouver en eau douce, en mer, sur sol humide et même sur la neige. D'autre au contraire se développent dans les eaux de sources thermales (algues thermophiles). (**Dounadiou, 1985**). On les retrouve même dans les milieux désertiques. La diversité des algues et la variété des habitats qu'elles occupent sont liées (**Reviere, 2003**). Certaines sont aériennes, d'autres endophytes dans les tissus végétaux et animaux (**Ozenda, 2000**).

II-7-Domains d'utilisation des algues

Les différents domaines d'utilisation des végétaux marins sont :

- 1- Alimentation humaine :** Traditionnellement consommée au Japon sous le nom générique de "*Aonori*", les entéromorphes ont été autorisées en France à la consommation humaine en décembre 1988 par le Conseil supérieur d'hygiène publique.
- 2- Alimentation animale :** Il ne semble pas exister d'industries exploitant les algues méditerranéennes. L'utilisation, beaucoup plus facile, de farines d'algues comme complément alimentaire a montré des gains réels en vitamines et oligoéléments.
- 3- Agriculture et horticulture :** Un grand nombre de peuples riverains ont utilisé les épaves rejetées par la mer pour fertiliser les champs souvent sablonneux. Maintenant, on s'oriente vers l'utilisation d'extraits qui assurent un rôle non seulement fertilisant mais accélérateur de croissance et protecteur de cultures en limitant, semble-t-il, l'action des épiphytes ou parasites, comme les champignons.
- 4- Médecine et Pharmacie :** Un très grand potentiel dans ce domaine est montré (plus de 50 espèces) lié à la mise en évidence d'action antimicrobienne et à la découverte de différents types de substances biochimiques. C'est d'ailleurs dans ce domaine que l'augmentation du nombre de produits commercialisés a été la plus rapide.
- 5- Production d'énergie :** L'existence de "marées vertes", fournissant ainsi de grandes quantités d'algues (principalement sur les côtes à marées), a orienté les recherches vers la valorisation de cette biomasse indésirable.
- 6- Epuration des eaux :** Ce domaine est complémentaire et associé au précédent (dans la mesure où les algues épurent les eaux en utilisant les sels nutritifs souvent en excès en raison des pollutions) à condition de les récolter avant leur décomposition par les bactéries, et donc avant l'eutrophisation du milieu.

**PRESENTATION DE LA ZONE
D'ETUDE**

III -PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

✓ Présentation et Description de la commune de Bouzedjar

Bouzedjar est un petite village algérienne a été érigée en commune en janvier 1985 rattachée à la daïra d'El Amria située au Nord-Est de la Wilaya d'Ain Témouchent. Elle s'étend sur une superficie de 7500 hectares dont 45% de terres agricole. Elle est caractérisée par un climat semi-aride.

Elle a pour coordonnées géographiques 35° 34' 28'' N de l'altitude et 1° 08' 18'' W de Longitude.

Cette ville compte 4387 habitants en 2008. Elle est entourée :

- Au Nord par la mer Méditerranée,
- A l'Est par la commune d'Ain El Kerma,
- Au Sud Est par la commune d'El Amria,
- Au Sud-Ouest par la commune d'El M'saïd.



Figure 4: Situation géographique de la commune de Bouzedjar.

III-1 Caractérisation et choix des stations de prélèvement

III-1-1 Le port de Bouzedjar

Le nouveau port de Bouzedjar est situé dans la wilaya maritime d'Ain-Temouchent. Il a été construit en 1985, les structures de support de ce port sont représentées par des poissonniers, des chantiers navals, des stations de soutage et des usines de glace (EGPP, 2009).

Le port de Bouzedjar (coordonnée géographique : Longitude 00° 00'01"W Latitude 35° 33'04 " N) est situé à l'extrémité de la baie de Béni-Saf entre la pointe de Ras Lindles à l'est et Bordj Bouabed à l'ouest.

Les installations portuaires s'étendent sur une largeur totale de 1272 m. Ce chenal d'accès à l'est du port à une largeur de 70 m et une profondeur de 06 m. Le port de Bouzedjar avec une médiane d'une superficie de 06 hectares.



Figure 5: Vue aérienne du port de Bouzedjar (direction de la pêche d'Ain Temouchent).

III-1-2 La plage de Bouzedjar

La plage de Bouzedjar est située au nord-ouest de l'Algérie dans la wilaya de Ain-Temouchent.

La principale plage est située au niveau du village de Bouzedjar.



Figure 6: Lieu d'échantillonnage (plage de Bouzedjar) (Cliché CHERIFI A.2022)

III-1-3 Climatologie

Le climat de Bouzedjar est un climat semi-aride. En hiver, les pluies sont bien plus importantes à Bouzedjar qu'elles ne le sont en été. Bouzedjar affiche une température annuelle moyenne de 18,3 C°. Les précipitations annuelles moyennes sont de 368 mm.

III-1-4 Aperçu sur la sédimentologie

✓ Nature et granulométrie

Le site présente un fond peu sablonneux avec des fractions variables de cailloux et de gravillons :

- Cailloux moyen (31,5 à 50 mm) et cailloux de petite taille (20 à 31,5 mm),
- Gros 12,3 à 20 mm, moyen (8 à 12,5 mm) gravillons avec présence de moindre de sable,
- Sur ces fonds sont parsemés des gorgones avec la présence de mollusques notamment les mollusques gastéropodes, notant la présence d'un herbier de posidonie peu étendu qui se limite à la lisière du trait de côte les ou les sables est un peu présent (**DPRH**)

III -1-5 Hydrologie

La circulation générale le long de la cote algérienne est dominée par la circulation de l'eau d'origine atlantique, c'est une branche du grand tourbillon anticyclonique de la partie orientale de la mer d'Alboran, qui quitte la côte espagnole aux environs d'Almeria pour rejoindre la cote algérienne à l'est d'Arzew vers 0° sous forme d'une veine structurée et il prend la dénomination de courant.

A Ténès entre 1° et 2° Est, le caractère instable de ce courant se manifeste par la formation de méandres : des tourbillons cycloniques éphémères et de tourbillon anticycloniques, qui se forment et se propagent d'ouest en est le long de la cote algérienne, qui engendrent des remontés d'eau du fond vers la surface par divergence des deux tourbillons, et entraînent de l'eau du large vers la cote par convergence d'un tourbillon cyclonique et d'un tourbillon anticyclonique. Les courants associés à ces tourbillons sont spectaculaires, on observe des vitesses de 50 cm/s de direction Nord ou Nord-Ouest en surface à moins de 10 km de la cote et 25 cm/s pendant près d'un mois à 100 m de profondeur et à 25 km de la cote.

III-1-6 : Courantologie

La mer Méditerranée est une mer intercontinentale presque entièrement fermée, située entre l'Europe, l'Afrique et l'Asie et qui s'étend sur une superficie d'environ 2,5 millions de kilomètres

carrés. Son ouverture vers l'océan Atlantique par le détroit de Gibraltar est large de seulement 14 kilomètres. Elle doit son nom au fait qu'elle est littéralement une « mer au milieu des terres », en latin mare méditera (**Doglioli, 2010**). La côte Algérienne est caractérisée par ses deux couches d'eaux superposées, l'eau Atlantique modifiée et l'eau Méditerranéenne. En effet, l'eau Atlantique pénètre dans la mer d'Alboran où ses caractéristiques initiales commencent à s'altérer, donnant ainsi naissance à l'eau atlantique modifiée (**Benzohra, 1993**). Ce même auteur signale cette eau dans le bassin Algérien où elle se reconnaît dans une couche superficielle de 150 m d'épaisseur, avec une température de 15 à 23°C en surface et de 13,5 à 14°C en profondeur et des salinités allant de 36,5 à 38‰. Le long des côtes algériennes, l'eau Atlantique modifiée décrit un écoulement plus ou moins stable avant de se diviser en deux branches. Dans le bassin algérien, l'eau atlantique modifiée pénétrerait sous forme d'une veine de courant étroite qui donne naissance à des méandres et tourbillons côtiers associés à des upwellings. Ces derniers favoriseraient une forte productivité biologique et par conséquent, l'augmentation des capacités trophiques du milieu. (**Millot, 1987 ; Millot, 1993 et Benzohra, 1993**).

III-2- Matériel et Méthodes

III-2-1- Choix du matériel biologique

Ce choix a été justifié par son abondance dans notre site d'étude. Son importance et sa disponibilité. La matière vivante végétale « algue » répond à plusieurs critères de sélection de bio indicateurs.

Ces espèces sont indicatrices de pollution. Elles sont présentes tout le long de l'année dans la plage où elles se développent et elles présentent des tailles suffisantes pour offrir une quantité adéquate de tissus pour les analyses.

III-2-2- Choix des contaminants

Le choix des contaminants s'est basé sur la probabilité de leur présence, suivant les travaux effectués préalablement sur les sites.

Nous avons analysé six métaux à savoir le cadmium, le fer, le cuivre, le plomb, le zinc et le nickel. Le cuivre et le zinc sont considérés comme oligo-éléments et sont indispensables au déroulement des processus biologiques, dans le métabolisme et ne deviennent toxiques qu'au-delà d'un certain seuil (**Casas, 2005**). Ils ne sont pas toujours éliminés par des processus naturels mais sont accumulés dans la faune, la flore et les sédiments. Le cadmium et le plomb sont choisis à cause de leurs fortes toxicités pour l'homme et les organismes vivants (**Picot, 2003**).

III -3-Prélèvement et traitement des échantillons d'algues

Les algues ont été récoltées à la main sur les deux sites de prélèvements. Après la récolte nos échantillons ont été mis dans des boites en plastique puis transportés à la maison. Les algues ont été séchées, broyées, tamisées et enfin pesées pour procéder à l'étape de minéralisation.

III-3-1 -Séchage, broyage et tamisage

Les algues ont été séchées à l'air libre, ensuite broyées à l'aide d'un mortier en bois, puis tamisés pour obtenir une poudre très fine qui sera utilisée ultérieurement, et enfin stockés dans un flacon jusqu'à l'analyse.

Les figures ci-dessous représentant le protocole de séchage, broyage et tamisage



Figure 7:Rinçage des algues



Figure 8: Séchage à l'air libre



Figure 9: Broyage des algues



Figure 10:Tamissage des algues

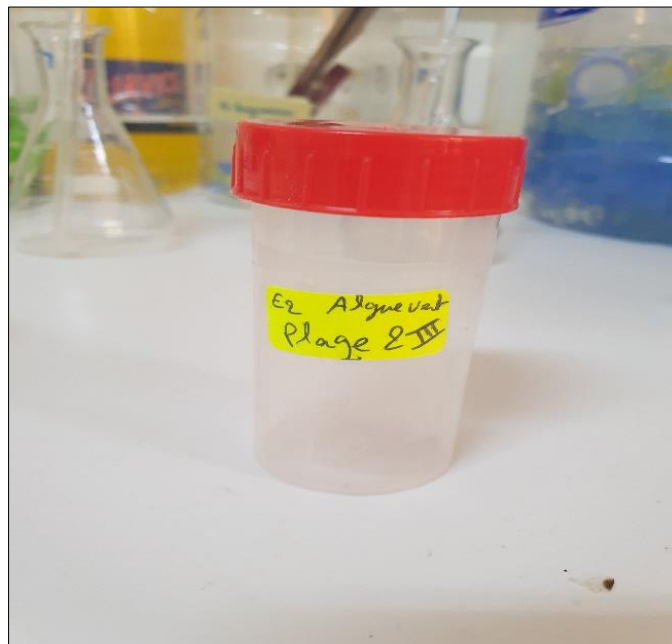


Figure 11:Flacon de stockage des algues

III -4-La minéralisation

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 fort qui les transforme en ions métalliques libres.

La minéralisation des échantillons de matériel biologique d'algues a été effectuée sous une hôte. Elle consiste à l'application des attaques acides et une réduction en cendre des échantillons.

Le but général de cette étape est d'ioniser les métaux et d'assurer la concentration des métaux.

III-4-1-La minéralisation des algues

Il existe plusieurs méthodes de minéralisation comme la minéralisation par voie sèche ou par voie humide. (Amiard *et al.*, 1987). Pour cette étude, on a opté pour la méthode de la minéralisation par voie sèche.

Les étapes de la minéralisation par voie sèche sont comme la suite :

Tout d'abord, on pèse 1g d'algue brune dans un bécher en verre et 1 g d'algue vert pour un autre, à l'aide d'une balance analytique. Ensuite sous une hôte, nous ajoutons 3 ml d'acide chlorhydrique (HCl) et 1 ml d'acide nitrique (HNO₃) et on laisse pendant 5 min. Après nous chauffons l'ensemble sur une plaque à 100°C pendant 20 à 30 min, cette réaction répétée 3 à 4 fois jusqu'à l'apparition de couleur marron ou noir. Enfin nous ajoutons 25 ml d'eau distillées afin de solubiliser les métaux et filtrons avec du papier filtre 130 mm de porosité, transvasons le filtrat dans une fiole jaugée de 20 ml puis conservons dans des tubes étiquetés à basse température en attendant l'analyse au spectrophotomètre d'absorption atomique (SAA).

Les figures ci-dessous représentent le protocole de minéralisation :



Figure 12: pesage d' algue.

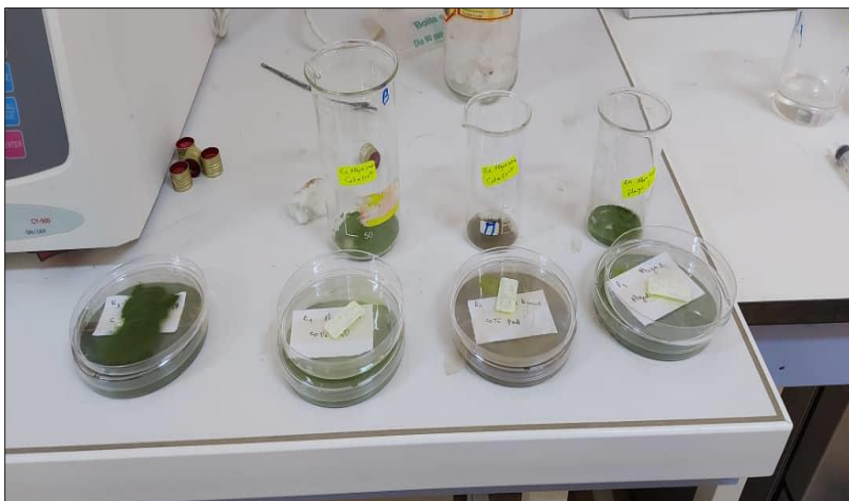


Figure 13: Bêchers en verre contenant l'algue.



Figure 14: L'ajout de HNO_3 et HCl .



Figure 15: Chauffage des algues.



Figure 16: L'ajoute de l'eau distillé



Figure 17: Filtration

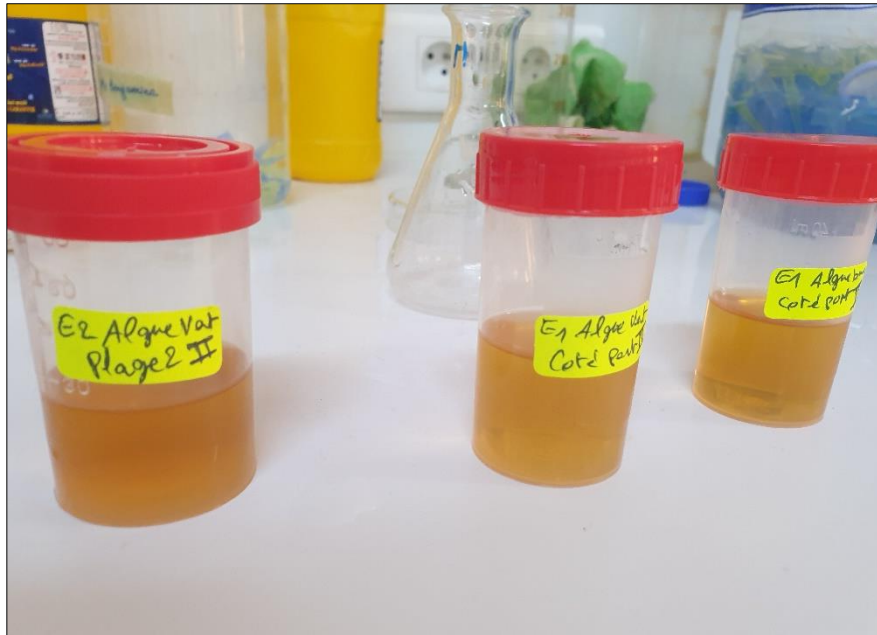


Figure 18: La conservation de filtrat obtenue

III-5 Dosage des métaux lourds

Le dosage de nos échantillons a été réalisé au niveau du laboratoire de l'université de Tlemcen. L'appareil utilisé est un spectrophotomètre d'absorption atomique à flamme de type AURORA ai. 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**).



Figure 19 : Spectrophotomètre d'absorption atomique à flamme de type AURORA ai.1200

III-5-1 Principe

Proposée par **WALSH en 1955**, la spectrophotométrie d'absorption atomique est une méthode d'analyse quantitative s'adressant essentiellement aux métaux. Elle est basée sur la propriété des atomes de l'élément qui peuvent absorber des radiations de longueur d'onde déterminée.

La solution de l'élément à analyser est nébulisée dans une flamme, ce qui provoque successivement l'évaporation du solvant, la vaporisation de l'élément sous forme de combinaisons chimiques, la vapeur est alors exposé à une radiation produite par un élément identique à celui à analyser. L'absorption est liée à la concentration de l'élément par la relation de Beer-Lambert.

III-5-2 Etalonnage

La spectrophotométrie d'absorption atomique à flamme est une méthode expérimentale qui exige l'étalonnage de l'appareil, avec des solutions standards de concentration connus.

Pour chaque métal à analyser, les standards sont préparés avant l'analyse à partir de solutions mères de 1g/l. Les concentrations des échantillons analysés doivent être comprises dans l'intervalle de concentrations des solutions standards.

III-5-3 Calcul des concentrations

La concentration du métal dans l'échantillon sont exprimés en mg/kg selon la formule suivante :

$$C \text{ (mg/kg)} = C1 \text{ (mg/l)} \times V / m$$

C : concentration finale de l'échantillon en (mg/kg),

C1 : concentration de la solution échantillon en (mg/l),

V : volume final de la solution dosée en (ml),

m : masse d'échantillon en (g).

RESULTATS ET DISCUSSION

VI- Résultats et discussion

Notre étude est une contribution à l'étude de la contamination métallique par quatre métaux lourds (Pb, Cd, Cu, Zn) chez deux d'algues ; verte et brune (*Ulva lactuca*, *Halopteris scoparia*), récoltées dans les deux sites de la wilaya de Ain Témouchent, la plage de Bouzedjar et le Port de Bouzedjar.

VI-1-Variations des teneurs métallique moyenne exprimés en (mg /kg P.S) des quatre métaux (Cd, Pb, Cu, Zn) chez *Ulva lactuca* (Algue verte) et *Halopteris scoparia* (Algue brune) de la plage de Bouzedjar

Les valeurs obtenues des métaux (Zn, Pb, Cu, Cd) mesurées dans les échantillons prélevés à la plage Bouzedjar sont représentées dans la figure 20.

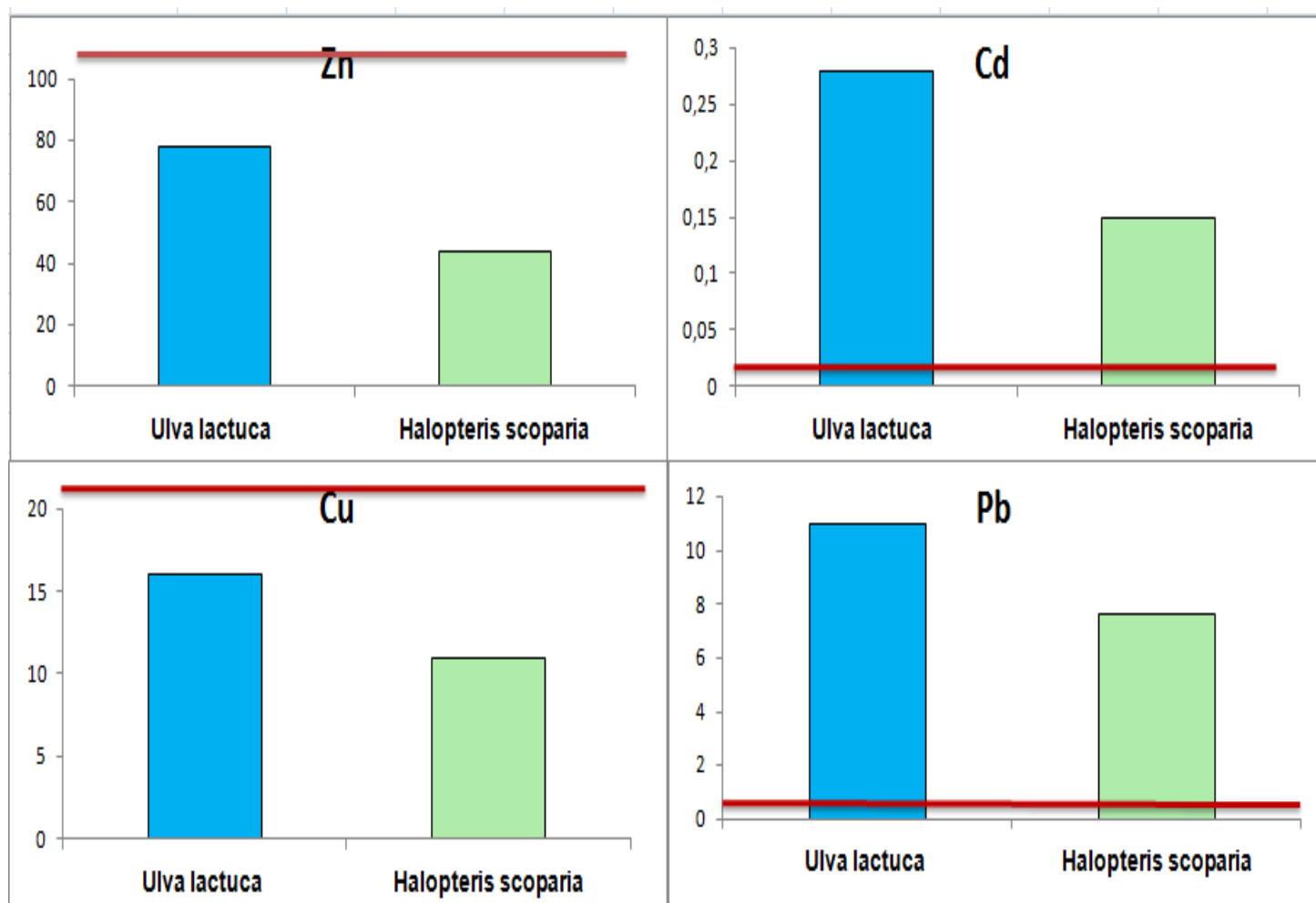


Figure 20 : Variations des teneurs métalliques moyennes chez *Ulva lactuca* et *Halopteris scoparia* de la plage de Bouzedjar.

La figure 20 montre que les concentrations en zinc obtenus sont différentes chez les deux espèces où on note la valeur maximale chez *Ulva lactuca* (78 mg/kg) et la valeur minimale (44 mg/kg) chez *Halopteris scoparia*, Les deux valeurs sont en dessous de la norme autorisée par l'AIEA 128 mg/kg.

Pour le Plomb nous observons que la concentration la plus élevée a été enregistrée chez *Ulva lactuca* est de 11 mg/kg, alors que la plus faible et notée chez *Halopteris scoparia* 7.6 mg/kg. Ces valeurs restent toutefois bien supérieures à celles recommandées par l'AIEA (0,574) mg / kg pour l'accumulation des Plomb par les algues.

Les résultats des teneurs moyennes obtenues pour le Cuivre ne présentent pas une différence hautement marquée entre l'algue vert (*Ulva lactuca*) et l'algue rouge (*Halopteris scoparia*) qui sont respectivement de l'ordre (16 mg/kg) et (11 mg/kg). Nous remarquons que ces valeurs restent toutefois bien inférieures à celles recommandées par l'AIEA (23,2 mg/kg).

Le cadmium marque sa présence par des concentrations élevées chez *Ulva lactuca* avec une valeur de (0.27) mg/kg. Alors que la valeur minimale est de (0,15 mg/kg) enregistrée chez *Halopteris scoparia*. Les teneurs en cadmium sont supérieures à la norme internationale recommandée par l'AIEA (0,0173) mg/kg pour les algues marines.

VI-2-Variations des teneurs métallique moyenne exprimés en (mg /kg P.S) des quatre métaux (Cd, Pb, Cu, Zn) chez *Ulva lactuca* (Algue verte) et *Halopteris scoparia* (Algue brune) du port de Bouzedjar

Les valeurs obtenues dans des métaux (Zn, Pb, Cu, Cd) mesurées dans les échantillons prélevés dans le port de Bouzedjar sont représentées dans **la Figure 21**.

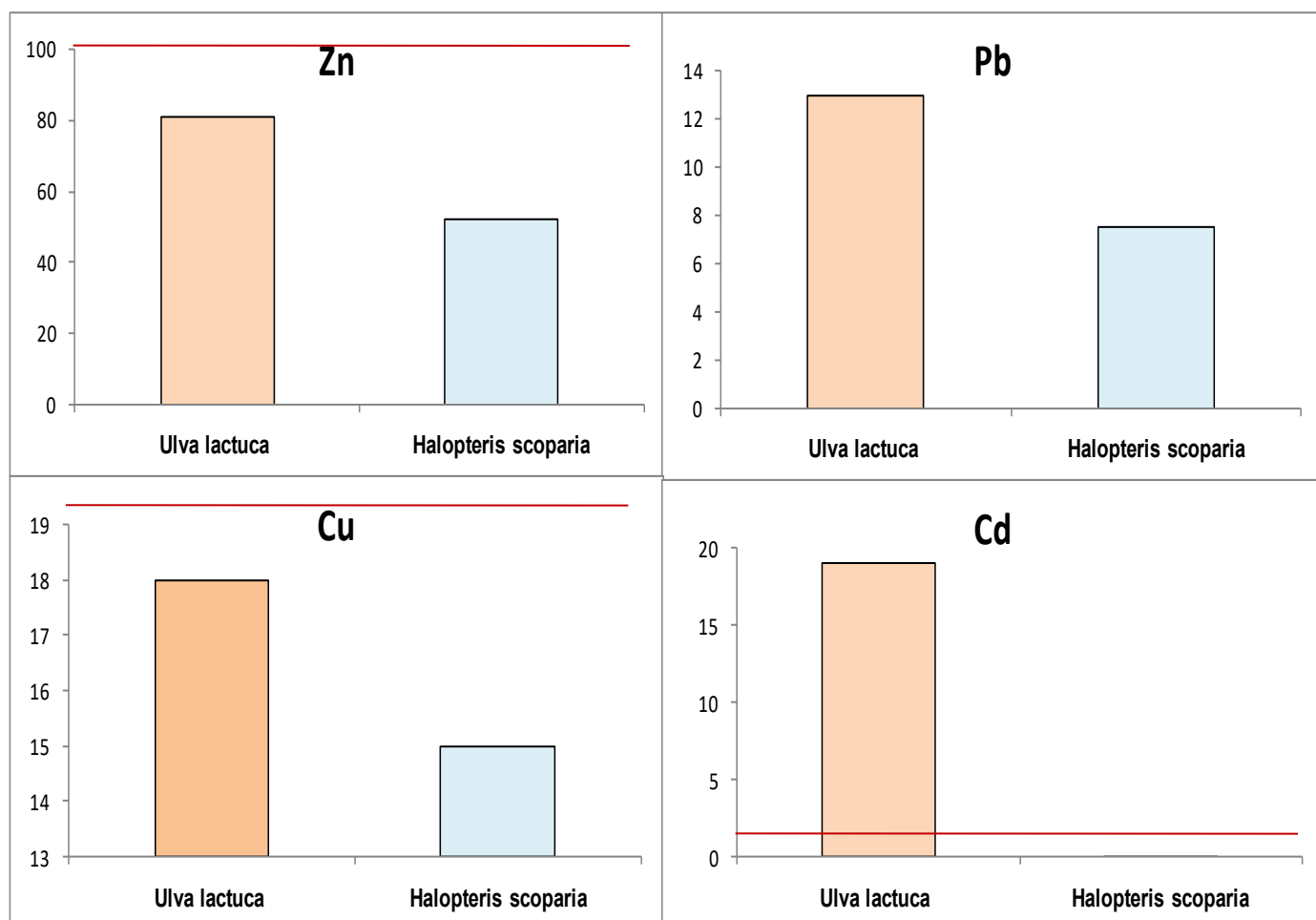


Figure 21: Variations des teneurs métalliques moyennes chez *Ulva lactuca* et *Halopteris scoparia* dans le port de Bouzedjar.

D'après la **figure21**, nous remarquons qu'il existe une différence entre les teneurs moyennes du Zn des deux espèces d'algues, elles sont nettement plus élevées chez *Ulva lactuca* avec une valeur de 81 mg/kg, qui ne dépasse pas la valeur guide admise par AIEA qui est de l'ordre de 128 mg / kg, suivi par *Halopteris scoparia* avec une valeur en dessous du seuil de l'ordre de 52 mg/kg.

Les teneurs métalliques moyennes en plomb chez les deux espèces sont différentes. Les teneurs les plus élevées sont observées chez *Ulva lactuca* (13 mg/kg) et la concentration la plus basse est relevée chez *Halopteris scoparia* (7.5 mg/kg).

Les résultats des teneurs moyennes obtenues pour le Cuivre présentent une différence hautement marquée entre l'algue verte (*Ulva lactuca*) et l'algue brune (*Halopteris scoparia*) qui sont respectivement de l'ordre 18 mg/kg et 15 mg/kg. Nous remarquons que ces valeurs restent toutefois bien inférieures à celles recommandées par l'AIEA (23,2 mg/kg).

En ce qui concerne le cadmium les concentrations métalliques varient d'une espèce à une autre, nous constatons qu'*Ulva lactuca* présente les plus fortes teneurs moyennes en Cadmium avec une valeur de (19) mg/kg, suivie par *Halopteris scoparia* qui enregistre (0,06) mg/kg. Ces valeurs sont nettement supérieures aux valeurs recommandées par l'AIEA (0,0173 mg/kg).

Ces teneurs dépassent la norme internationale recommandée par l'AIEA (0,574) mg/kg pour les algues marines.

VI -3-Variation spatiales des teneurs métalliques chez *Ulva lactuca*

Nous présentons sur **la figure22**, les variations spatiales des teneurs métalliques (Cu, Zn, Pb et Cd) (mg/kg) chez l'algue (*Ulva lactuca*) dans la plage de Bouzedjar et le port de Bouzedjar.

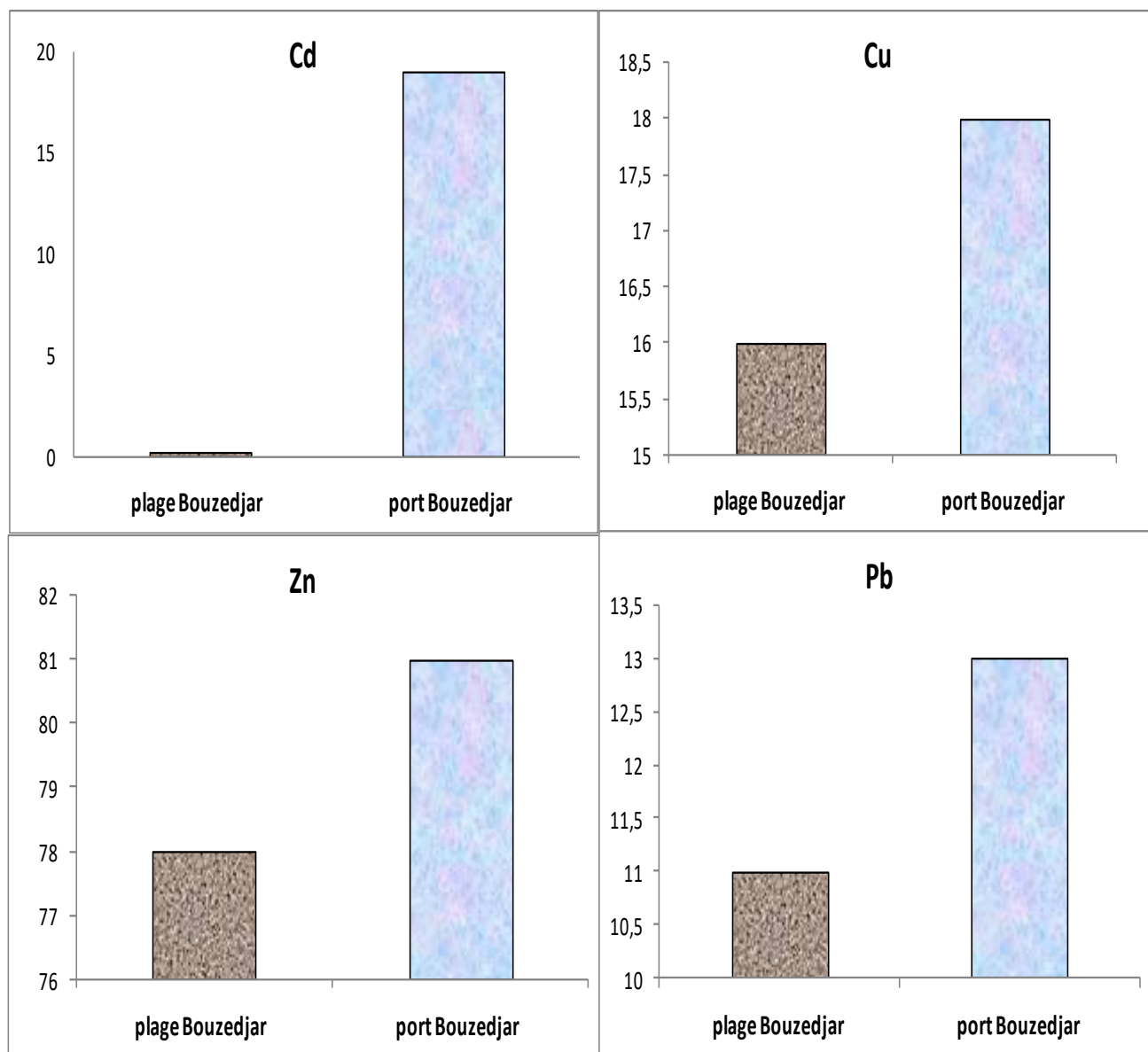


Figure 22: Variation spatiales des teneurs métalliques chez *Ulva lactuca* dans la plage de Bouzedjar et le port de Bouzedjar.

D'après **la figure 22**, nous constatons que les algues vertes concentrent les teneurs les plus élevées en zinc quelle que soit le site d'échantillonnage.

Le gradient d'accumulation chez *Ulva lactuca* est comme suit :

Plage de Bouzedjar : Zn > Cu > Pb > Cd

Port de Bouzedjar : Zn > Cd > Cu > Pb

Pour les quatre métaux étudiés (Zn, Pb, Cu, Cd), on remarque qu'il y a une différence entre les teneurs moyennes de ces métaux chez *Ulva lactuca*. Nous constatons que les teneurs métalliques sont plus élevées dans Port de Bouzedjar que dans la plage de Bouzedjar.

VI -4-Variation spatiales des teneurs métalliques chez *Halopteris scoparia* La figure 23 montre les variations spatiales des teneurs métalliques (Cu, Zn, Pb et Cd) chez une espèce d'algue brune *Halopteris scoparia* dans les deux sites (Plage de Bouzedjar et Port de Bouzedjar).

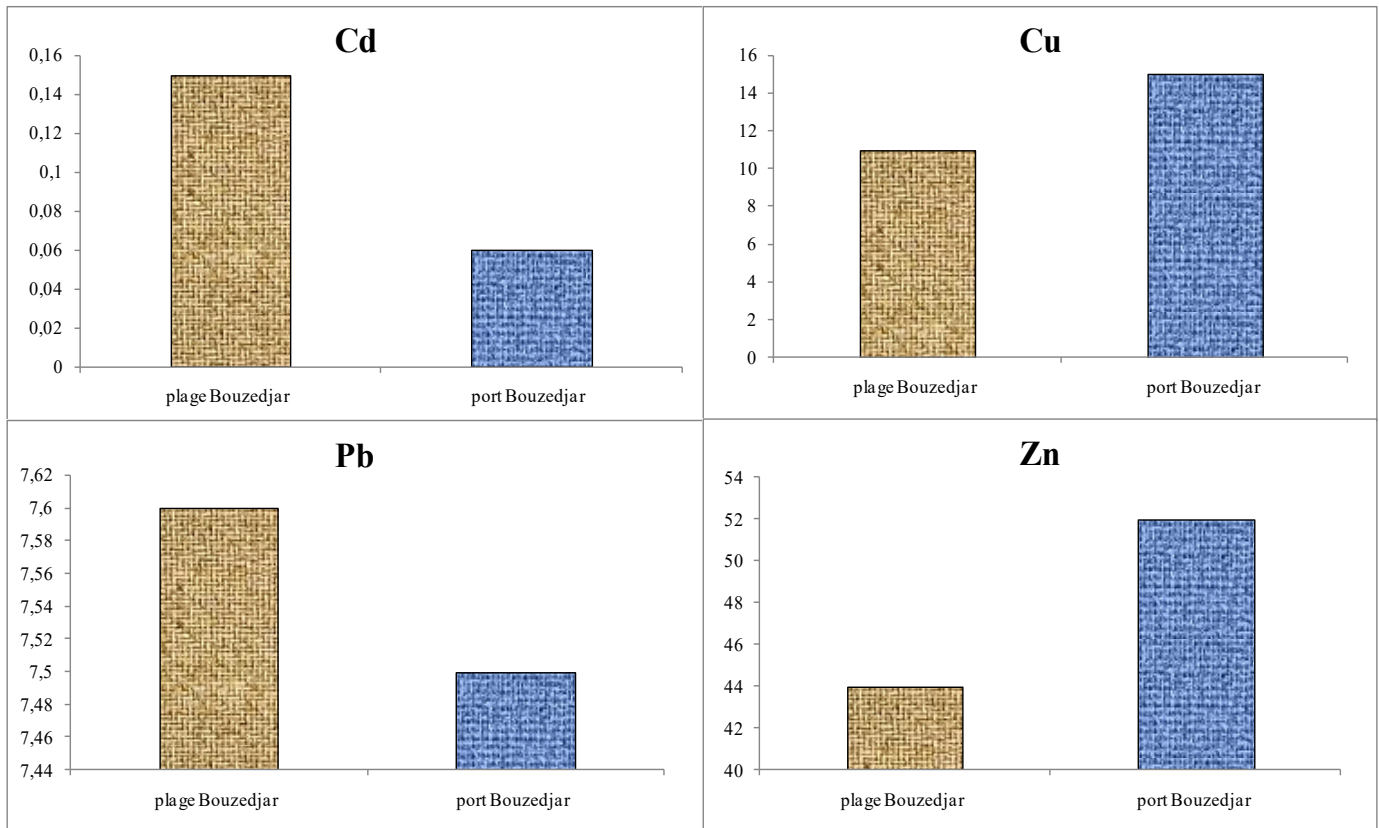


Figure 23: Variation spatiales des teneurs métalliques chez *Halopteris scoparia* dans la plage de Bouzedjar et le port de Bouzedjar.

Les analyses des résultats obtenus montrent que les quatre métaux sont présents à des concentrations variables d'un point de prélèvement à un autre. La globalité des résultats révèle que le site de prélèvement la plage de Bouzedjar présente des concentrations plus élevées pour les métaux étudiés (Pb et Cd).

La remarque qu'on peut l'observer en analysant les résultats mentionnés dans la figure 23 dans les deux sites est que *Halopteris scoparia* a une contamination importante par le zinc et le plomb.

Le gradient de concentration dans les deux sites de prélèvement est le même et se présente comme suit : Zn > Cu > Pb > Cd

Discussion

La détermination des métaux lourds chez les algues constitue un instrument d'évaluation du degré de pollution métallique.

A l'issue des résultats, la bioaccumulation des métaux paraît différente chez les algues étudiées et d'un site à un autre.

Les concentrations de métaux chez les différentes espèces d'algues peuvent tenir compte de leur morphologie, de leur durée de vie, les taux de croissance rapide donnent des concentrations en métaux plus faible (**Sawidis et al., 2001**).

La contamination métallique de l'environnement marin est le plus souvent d'origine humaine, plus rarement d'origine naturelle (**Berrahou, 2006**).

Les concentrations des différents métaux dans les algues des deux sites sont marquées par une variabilité des teneurs durant la période d'étude.

Les polluants (Zn, Cu, Pb, Cd) sont présents à des concentrations moyennement variables d'un point de prélèvement à un autre. La globalité des résultats montre que : le site de prélèvement « le port de Bouzedjar » présente des concentrations plus élevées pour la majorité des métaux étudiées à l'exception de cuivre, alors que la station de prélèvement la plage de Bouzedjar reste la moins touchée par ces polluants.

D'après les différentes analyses, les teneurs enregistrées pour le Zinc et le cuivre sont assez importantes par rapport aux autres métaux étudiés.

Le zinc et le cuivre sont des oligoéléments nécessaires à faible dose pour la croissance des algues. **Bennasser et al. (2000)** et **Ho (1988)** ont montré que les algues accumulent le Zn et le Cu facilement de l'eau de mer.

Ainsi que l'utilisation excessive des insecticides et des fongicides dans l'agriculture, aussi bien que la situation très proche de port où se jettent les déchets et huiles des bateaux de la chasse qui peut être considéré comme des sources de contamination métallique dans cette région.

Les résultats d'analyses du Plomb donnent des valeurs supérieures à celle recommandée par l'AIEA.

Le plomb est un élément non essentiel et moins bio-disponible que les autres métaux (**Vander Perk, 2006**), Ce métal accompagne l'usage de peintures protégeant la coque des bateaux contre les algues et coquillages ; ceci peut expliquer sa présence dans les tissus des algues.

L'étude de (**Strezov et Nonova, 2005**) a montré que le Plomb est également corrélé avec tous les ions métalliques dans *Enteromorpha* et *Ulva*.

On compare les teneurs des métaux chez les deux espèces (*Ulva lactuca* et *Halopteris scoparia*) dans la plage de Bouzedjaret le port de Bouzedjar, on observe que les teneurs des trois métaux (Pb, Cu et Zn) sont élevés dans le port de Bouzedjar à l'exception de cadmium qui note des valeurs élevées dans la plage de Bouzedjar. Selon (Benkdad *et al.*, 2011) ; les concentrations des métaux varient, non seulement parmi les espèces d'algues, mais aussi au sein de la même espèce provenant de différents sites. Cela est dû aux facteurs abiotiques ou biotiques, des facteurs anthropiques et de la distribution hétérogène des métaux dans l'écosystème

CONCLUSION

Conclusion

Le présent travail est consacré à l'évaluation de l'état de contamination des eaux de mer de la plage de Bouzedjar et le port de Bouzedjar par des métaux lourds (Pb, Cu, Cd et Zn), par la technique de spectrophomètre d'absorption atomique. Cette étude basée sur l'utilisation de bioindicateurs biologiques (les algues : *Ulva lactuca* et *Halopteris scoparia*).

Les résultats d'accumulation des contaminants chez les algues indiquent que l'*Ulva lactuca* est l'algue qui accumule les teneurs métalliques les plus élevées que *Halopteris scoparia*.

Les résultats ont montré que Les concentrations du cadmium et du plomb marqué chez deux algues dépassent la dose maximale admissible. Ces concentrations proviennent majoritairement des eaux usées, des rejets urbains qui déversent dans oued qui se jettent directement dans la mer Les teneurs métalliques moyennes obtenues pour le Cuivre et le zinc restent inférieure aux valeurs de références.

Nous avons constaté que les variations spatiales du zinc, plomb et le cadmium chez les algues sont importantes dans le port de Bouzedjar que dans la plage de Bouzedjar

Nous avons remarqué que Le site de prélèvement « le port de Bouzedjar » présente des concentrations plus élevées pour la majorité des métaux étudiées à l'exception de cuivre, alors que la station de prélèvement la plage de Bouzedjar reste la moins touchée par ces polluants.

Ce travail a permis également de faire des recommandations pour des perspectives futures :

- Elargir la zone d'étude et le suivie de la bioaccumulation métallique dans l'Ouest Algérien. Sensibiliser les populations,
- Elargir la gamme des contaminants organiques et inorganique

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

Références bibliographiques

ABOUSAMRA D, Pollution de l'eau, l'aquaculture nouvelle source de pollution en méditerranée).

Adelman D, Hinga K.R and pilson M.E.Q. 1990. Biogéochimie de Butyltins in an enclosed marine ecosystem, *Environmental science & Technology*,24,1027-1032.

Adriano, D.C., 2001 -Trace éléments in terrestrial environments. *Biochemistry*, bioavailability and risks of metals. Springer-verlag, new yourk

Ainane, T., 2011. Valorisation de la biomasse algale du Maroc : Potentialités pharmacologiques et Applications environnementales, cas des algues brunes *Cystoseira tamariscifolia* et *Bifurcaria bifurcata*. Other. Faculté des Sciences Ben M'sik Université Hassan II Casablanca, thèse de doctorat.

AMINOT ; A ; GUILLAUD, J.F.1993 : Spéciation du phosphore et apports en baie de seine orientale, *IFREMER, Océanologie acta*, Vol 16, N°5-6, pp 617-623

augan, J.A.; Liaaenjenen, S., 1994. Algal Carotenoids 54. Carotenoids of Brown Algae (Phaeophyceae). *Biochem. Syst. Ecol*, 22, 31–41.

Bendada, K. et Boulakradeche, M.W.2011 Optimisation des conditions de dosage par spectroscopie d'absorption atomique (SAAF et SAAET) : application à la détermination de la pollution et de la bioaccumulation des métaux lourds. Mémoire de Master, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene d'Algérie ; 73p.

Benguedd-Raha, W., 2012 - Contribution à l'étude de la bioaccumulation métallique dans les sédiments et différents maillons de la chaîne trophique du littoral extrême ouest algérien. Thèse Doctorat. Université de Telemcen, 44-54 p.

BENZOHRA M., MILLOT C., 1995-Characteristics and circulation of the surface intermediate water masses off Algeria. *Deep Seares*.42 (10), 1803-1830 **Millot, 1987**;

Bold, H.C., Wynne, M.J., 1985. Introduction to the algae structure and reproduction, second ed., Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, NJ, 07632, pp. 1–33.

BOUGUENOUNE, S ; AMIRAT, H ; 2018 ; Recherche de quelques métaux lourds dans quelques algues marines des côtes du Bejaia ; Mémoire master en Biodiversité et sécurité alimentaire ; Université A. MIRA – Béjaia - Algeria ; 36 pp + Annexe

Bouhadiba, S., 2011- Evaluation de la concentration des quatre métaux lourds (Pb, Cd, Cu, Zn) chez le mullet (*Mugil cephalus* L. 1758) pêché dans les baies d'Oran et Béni Saf. Mémoire de magister, université d'Oran, 125 p.

Boutiba, Z., 2004 - Guide de l'environnement marin, Edit : DAR EL GHARB : 273 p.

Cabioc'h J., Floc'h J.-Y., LE Toquin A., Boudouresque C.-F., Meinesz A., Verlaque M., 1992. Guide des algues des mers d'Europe : Manche/Atlantique. [s.l.] : [s.n.],

CASAS S, 2005. Modélisation de la bioaccumulation de métaux traces (Hg, Cd, Pb. Et Zn) en milieu méditerranéen. Thèse du Doctorat en Océanologie biologique, Environnement marin. Univ. Du Sud ToulonVar. 301 p.

Chaoui, M., 2013 - Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et métallique des eaux de surface (Oued Moulouya/ Barrage Hassan II) au voisinage de la mine abandonnée Zeïda (Haute Moulouya). Mém. Mast. En Eau et Environnement. Université Cadi Ayyad, Marrakech, 86 p.

Chiffolleau, J.F., 2001- La contamination métallique, Programme Scientifique Seine-Aval. Editions Ifremer, 39 p.

Coste, S. (2008). III. Les algues, In CIRAD. Ecofog, [en ligne].<http://ecofog.cirad.fr/fr/enseignement/LicenceBGS/supports/algues.pdf> (Page consultée le 28 octobre 2008).

Devi, C.B., Reddy, G.H., Prasanthi, R.P., Chetty, C.S. et Reddy. F., 2005 - Developmental lead exposure alters mitochondrial oxidase and synaptosomal catecholamine levels in rat brain. Int J Dev Neurosci., 23 : 375-381

Di Benedetto, 1997 : les métaux lourds Axe « Génie procédés », centre SPIN, Ecole des Mines de Saint-Etienne.

Di Benedetto, 1997 : les métaux lourds Axe « Génie procédés », centre SPIN, Ecole des

Djabri L., (1996). Mécanismes de la pollution et vulnérabilité des eaux de la Seybouse, origine géologiques, industrielles, agricoles et urbaines, Thèse de doctorat d'état Université d'Annaba Algérie, 176 p.

DOGLIOLI, 2010-Circulation Générale en Méditerranée.p5

Donadieu Y. Et Basire J.(1985).Les algues: thérapeutiques naturelles. Edition Maloine.p.36-40.

Dr. Sandra Lagauzère, 2008. Sédiment et polluants métalliques Bioécologie. <http://bioecologie.overblog.com/article28852826.html>.

Duquesne, S., 1994 - Bioaccumulation mééallique et biomarqueurs : les métallothioneines. Analisis Magazine. Volume 22, n°1. France. 20-23 p.

Floc'h J. Y. LV. 2010. Les secrets des algues. : 168p.

Florea, A.M. et Dietrich, B., 2006 - Occurrence, use and potential toxic effects of metals and metal compounds. BioMetals. ,19 :419-427.

Garon-Lardiere, S., 2004 - Etude structurale des polysaccharides pariétaux de l'algue rouge *Asparagopsisarmata* (Bonnemaisoniales). Thèse de doctorat en chimie. Université de bretagne occidentale école doctorale des sciences de la matière, de l'information et du vivant, 226 p

Garon-Lardiere, S., 2004 - Etude structurale des polysaccharides pariétaux de l'algue rouge *Asparagopsisarmata*(Bonnemaisoniales). *Thèse de doctorat en chimie*. Université de bretagne occidentale école doctorale des sciences de la matière, de l'information et du vivant, 226 p.

Gaujous, D., 1995 - La pollution des milieux aquatiques : Aide mémoire. 2ème édition : TEC & DOC. Paris. 220 p.

Gauthier, M.J, F-E, Perry,J, 1980 : Introduction to environmental toxicology Black wellscientific publication, 484p.

Goery D., 2014, "La pollution marine", inWoessner Raymond (dir.), Mers et océans, Paris : Atlante, Clefs concours.

Goni, I.; Valdivieso, L.; Gudiel-Urbano, M., 2002. Capacity of edible seaweeds to modify in vitro starch digestibility of wheat bread. Nahrung . 46, 18–20.

Grousset F., et Donnard 0, 1989 - Les métaux lourds dans les sédiments In le courrier du C.N.R.S., N°12, Dossier scientifiques : pp 35-36.

Guemaz F., 2006 Analyses physico-chimiques et bactériologiques des eaux usées des trois sites de la ville de Biskra (Chaabet Roba, Oued Biskra et Oued Zemour). Thèse Magister. Inst. d'agro. Annaba.83 p.

HADIM, A ;2017 ; Caractérisation physique et chimique des sols sous grenadier dans une région steppique mise en défens (Melaga W. de Djelfa) ;Mémoire de master en Sciences Agronomiques ;Université Mouloud MAMMERI Tizi-Ouzou – Algeria ; 38 pp .

Kazouit, S., Hamadache, L., 2006 - Inventaire et étude de l'impact des activités industrielles sur l'environnement à Bejaïa. Mém. Ing. en pathologie des écosystèmes. Université A.MIRA, Bejaïa, 88p.

Koller, E., 2004 -Traitement des pollutions industrielles. Dunod. Paris. 4-6-7 p.

Koller, L.D., 1998 - Cadmium. Immunotoxicology of Environmental and Occupational Metals. 41-61p.

Landrigan, P.J., 1994 -Lead. Textbook of Clinical Occupational and Environmental Medicine .In : Rosen stock I. Cullen MR, eds . philadelphia : Saunders Company

Lazou, B., Henge-Napoli, M.H., Minaro, L., Mirto, H., Barrouillet, M.P.et Cambar, J., 2002 -Effects of cadmium and uranium on same in vitro targets. Cell Biology and Toxicology.18 : 329-340.

Le Goff, F. et Bonnomet, V., 2004 - Devenir et comportement des métaux dans l'eau. Biodisponibilité et modèles BLM. Rapport technique, Ministère de l'écologie et du Développement Durable Direction de l'Eau, paris.

Mémory, T., 2006 - Biologie. Module 1, diversité des algues et des plantes, 45 p.

Mica,Matet et Onned, 2008 :Compte rendu du séminaire Conjoint Algérie Japon pour une gestion efficace de l'environnement .Alger, du21au22avril2008,102p.

Michel Marchand : IFEMER, 2005

MILLOT, C., 1987-La circulation générale en méditerranée occidentale. Annales de géographie N°549.Marseille :497-515.

Mines de Saint-Etienne.

Miquel, G. (2001). *Rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé.* Assemblée nationale.

Monna, F. (2008). Cycles biogéochimiques des éléments traces métalliques aux interfaces de l'environnement. Thèse de doctorat : Sciences de la terre et de l'environnement : université de Bourgogne, 181 p.

Ozenda P., 2000. Les végétaux : organisation et diversité biologique. *Edition Dunod.* Paris.

Pères, J.M, et al 1976 : la pollution des eaux marine, paridé .P :01-67-70-71-117.

RAHOU, F ; RAHOU, K ;2016 ; EFFET DE LA POLLUTION SUR LA PROLIFERATION DES ALGUES AU NIVEAU DE LA CRIQUE DE LA SALMANDRE ;Mémoire Master en

EXPLOITATION ET PROTECTION DES RESSOURCES MARINES VIVANTES ;Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem – Algeria ;43 pp.

Rainbow, P.S., Phillips, D.J.H., 1993 - Biomonitoring of trace aquatic contaminants. Environmental management series, Alden Press LTD,Oxford: 371 p.

Ramade, F., 2000 -Dictionnaire encyclopédique des polluants: les polluants de l'environnement à l'homme. Ed. International, Paris. 690 p.

Robic A. (2008).Etude de la variabilité chimique, physico-chimique et rhéologique des ulvanes, polysaccharides des parois cellulaires d'algues marines vertes de la famille des Ulves (Ulvales, Chlorophytes). Doctorat Biotechnologies végétales, Université de Nantes. 175 p.

Ron VAN Der Oost, A., Jonny Beyer, B., Nico, P.E., Vermeulen, C., 2003 - Fish bioaccumulation and biomarkers in environmental risk assessment. Environmental Toxicology and Pharmacology 13. Elsvier LTD. 57-149 p

Selka, F.Z., 2015 - Contribution à l'évaluation de la pollution marine par les métaux lourds chez les algues de la baie de Honaine. *Mémoire de Master*. Université de Tlemcen. 6-25 p.

Stengel P et Gelin S, 1998 : Sol interface fragile. Ed. I.N.R.A. 213-283p.

Tizaoui, K., 2013 - Elimination des métaux lourds en solution aqueuse par des argiles algériennes. Mémoire de magister. Université de Tlemcen, 22 p.

www.toupie.org/Dictionnaire/Pollution_formes.htm