

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Abdelhamid
Ibn Badis-Mostaganem
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA MER ET DE L'AQUACULTURE

Mémoire de fin d'études

Présenté par

M^{lle} Boudali Teldja

Pour l'obtention du diplôme de

**Master en hydrobiologie marine et
continentale**

Spécialité: Bioressources Marines

Thème

**Effet Des Rejets De La Station De Dessalement Sur La Modification Des
Paramètres Physico Chimique D'oued El Mactaa**

Devant le Jury

Présidente	M ^{me} BORSALI	Sofia	MCA	U. Mostaganem
Encadreur	M ^{me} BILLAMI	Malika	MAA	U. Mostaganem
Examinatrice	M ^{me} TERBECHÉ	Moufida	MCB	U. Mostaganem

Thème réalisé au Laboratoire de laboratoire d'analyse du

Sonalgaz Spe Marsat ehadjedj

Année universitaire 2020/2021

Remerciements

Avant tout, je remercie "الله", le tout puissant, le miséricordieux de m'avoir donné le courage, la patience et la santé pour réaliser ce travail.

*Je voudrais présenter mes remerciements à ma promotrice **Mme BILLAMI MALIKA**, d'avoir proposé ce thème, et de m'avoir encadré durant ce travail, je la remercie aussi pour sa disponibilité et ses précieux conseils qu'elle a tenu à me prodiguer au cours de la réalisation de ce mémoire.*

Mes plus tendres remerciements, s'adressent à mes parents, de m'avoir guidé et orienté, ainsi pour la compréhension, l'amour et le dévouement par lesquels ils m'entourent. La réalisation de ce mémoire n'aurait pas été possible sans leur soutien moral et affectif. Merci à vous.

Je tiens à remercier aussi

*❖ **Mme BORSALI SOFIA** d'avoir accepté de présider le Jury. Mes vives gratitudes vont aussi à **Mme TERBECHE MOUFIDA** Je vous bien remercie pour bien voulu examiner ce travail*

*❖ **Le corps d'enseignants et les étudiants du département des sciences de la Mer et de l'Aquaculture.***

*❖ **Les techniciens de laboratoire SPE pour avoir facilité la partie expérimentale de ce travail.***

*❖ **tous ceux et celles qui ont participés de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.***

Dédicace

*Avec un énorme plaisir , un cœur ouvert et une immense joie , que je dédie ce mémoire de master à mes chers , respectueux et magnifique **parents** qui m'ont soutenus tout au long de ma vie ainsi qu'à mes très chères sœurs **Nour el Houda et Khadidja** à mon adorable frère*

Mansour Abd el Nour.

❖ *A ma grande et petite famille.*

❖ *Je dédie ce travail aussi à ma chère promotrice , à mes professeurs qui m'ont enseignée.*

	Page
SOMMAIRE	
Remerciements	
Dédicace	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Résumé	
INTRODUCTION GENERALE	1
CHAPITRE I: POLLUTION DU MILIEU MARIN	
INTRODUCTION	3
I.1 Définition de la pollution	3
I.2 Les causes et les conséquences de la pollution marine	4
I.2.1 Les causes de la pollution marine	4
I.2.2 Les conséquences de la pollution marine	4
I.3 Classification de la pollution selon la source et la nature	5
I.3.1 Les sources de pollution	5
I.3.1.1 La pollution agricole	6
I.3.1.2 La pollution industriel	6
I.3.1.3 La pollution domestique (urbaine	7
I.3.2 Les type de pollution	7
I.3.2.1 La pollution chimique	7
I.3.2.2 La contamination chimique	8
I.3.2.2.1 Les substances chimiques	9
Les métaux	11
Les détergents	11
Les hydrocarbures	12
Les pesticides	12

Les herbicides	13
Les produits toxiques	13
Les biocides	14
I.3.2.2.2 Les Substances Eutrophisantes	14
1- Autotrophie	14
2- Hétérotrophie	14
3- Minéralisation anaérobie avec sulfato-réduction	15
4- Oxydation des sulfures	15
I.3.2.2.3 Les substances organiques de synthèse	16
I.3.2.2.4 Les différents types de contamination chimique	16
Toxicités aiguë et chronique	17
Sources et cheminement des contaminants toxiques dans le milieu marin	17
transferts des contaminants dans l'environnement marin	18
Les processus d'insertion des polluants dans les réseaux trophiques	18
- La biodisponibilité	18
- Bioaccumulation et bioconcentration	19
-La bioamplification	19
- La biotransformation	20
I.3.2.2.5 Métaux lourds	21
a- Les métaux lourds dans le milieu marin	21
b- La toxicité des métaux lourds	23
- Effets des métaux lourds sur l'homme	23
- Effets des métaux lourds et critères de qualité des eaux	23
- Cycle Biogéochimique	24
I.3.2.2.6 Les sels nutritifs	25
I.3.2.2 La Pollution biologique	27
I.3.2.3 Pollution organique	28
I.3.2.4 Pollution physique	29
I.3.2.5 Pollution thermique	29

I.3.2.6 Pollution nucléaire	30
I.3.2.7 Pollution mécanique	31
Conclusion	31
CHAPITRE II: DESCRIPTION DE LA ZONE DE OUED EL MACTAA	
Introduction	32
II.1 Description de la zone humide	32
II.1.1 Critères D'inscription	32
II.2 Cadre Géographique et Administratif	34
II.2.1 Description Géographique de La Macta	34
II.3 Caractères géologiques	38
La flore	39
La faune	40
Les mammifères	41
Les reptiles	41
Les oiseaux	41
Les poissons	42
II.4 Embouchure D'Oued Al Mactaa1	43
II.4.1 Situation Oued Al Mactaa	43
Conclusion	46
CHAPITRE III : OSMOSE INVERSE	
INTRODUCTION	47
III.1 Localisation Et Nature Juridique Des Terrains De La Station De Macta	47
III.1.1 Géologie	47
III.1.2 Pollution	48
III.2 Description Du Fonctionnement	48
III.2.1 Captage et pompage de l'eau brute	48
III.2.2 Prétraitement	48
III.2.2.1 Pré filtration grossière	48

III.2.2.2 Prétraitement par les procédés membranaires (Ultrafiltration)	48
III.2.3 OSMOSE inverse	49
III.2.3.1 Système de pompage	49
III.2.3.2 Récupération de l'énergie du concentrât	49
III.2.3.3 Osmose inverse	49
III.2.4 Poste traitement	50
III.2.4.1 Ajustement du pH	50
III.2.4.2 Désinfection	50
III.2.4.3 Lavage des membranes	51
III.3 Impact De La Station De Dessalement Sur l'environnement	51
Conclusion	52
CHAPITRE IV :ETUDE DES CARACTERES PHYSICO-CHIMIQUE	
Introduction	53
IV.1 Caractéristiques physico-chimiques de l'eau de mer	53
IV.1.1paramètres physico-chimiques	53
Température	53
Salinité(S‰)	54
Conductivité électrique	54
Potentiel d'hydrogène	55
Oxygène dissous	55
IV.1.2 Paramètre de pollution	56
Matières en suspension	56
Turbidité	57
La demande biochimique en oxygène (DBO5)	57
La demande chimique en oxygène (DCO)	58
Les sels nutritifs (azote et phosphore	58
L'azote ammoniacal	58
Les nitrites (NO₂)	58
Les nitrates (NO₃)	58

Le Phosphore	59
Oligo-éléments et les toxiques minéraux	59
Conclusion	59
IV.2 Matériels et méthodes	60
Localisation géographique des sites de prélèvement	60
IV.2.1 Prélèvement	61
IV.2.2 Mode opératoire	61
Les analyses physico-chimiques	62
1- La température et la salinité	62
2- La conductivité électrique	62
3- Le PH	63
4- Matière en suspension	64
5- Ammonium (NH₄⁺)	65
6- Phosphate (PO₄³⁻)	66
Conclusion	67
Chapitre V : Résultats et discussions	
Introduction	68
V.1 Etude qualitative	68
V.2 Analyse et interprétation des résultats des paramètres physico chimiques	69
1- Température	69
2- Salinité	70
3- Conductivité	71
4- PH	72
5- oxygène dissous	73
6- Matière en suspensions	74
7- Ammonium	75
Phosphate (PO₄³⁻)	76
Conclusion générale	77
Bibliographie	

Liste des abréviations

- μ : Microns
- % : Pourcentage
- °: Degré.
- °C : température en degrés Celsius.
- °f : capacité électrique du Système international (SI)
- Bars : symbole atm, unité de mesure basée sur la pression atmosphérique moyenne à la surface de la mer
- C : degré Celsius.
- Ca^{+2} : ion de calcium
- CH_2O :Methanal
- Chlorure: Cl
- Cm : centimètre.
- CO_2 :dioxyde de Carbone.
- DBO : demande biologique en oxygène.
- DCO :demande chimique en oxygène .
- DDT: Dichlorodiphényltrichloroéthane.
- g : Gramme.
- G.I.S: Groupement d'Internet Scientifique
- g/Cm^3 : gramme par centimètre cube
- gr/l : gramme par litre.
- H_2O : Oxidane, Water

- **H₃PO₄:acidephosphorique**
- **HAP: HydrocarburesAromatiquesPolycycliques**
- **Km: kilo mètre.**
- **Km₂: Kilomètres Carré.**
- **m₃ : Mètre cube .**
- **m₃/jours : mètre cube par jours**
- **MES :Matière en suspension .**
- **Mg /L : Milligramme par litre.**
- **Mg⁺²: ion de magnésium**
- **ml :Millilitre .**
- **NH₃: Ammoniaque.**
- **NH₄: Ammonium.**
- **NO₂: Nitrite.**
- **NO₃: Nitrate.**
- **O₂ : Oxygène**
- **OMS: Organisation Mondiale de Santé.**
- **PCB: Polychlorobiphényles.**
- **PH : point hydroélectrique.**
- **PH:Potential hydrogène.**
- **PVC : polyvinylchloride - polychlorure de vinyle**
- **RNB: Réseau National de Bassin.**
- **S‰ :salinité par mille.**
- **Société Algérienne de Production de l'Electricité**

- **Sulfate : SO_4**
- **TDS : La matière solide dissoute totale**
- **UNESCO : L'Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture**
- **UTN : (Unité de Turbidité Néphélométrique).**
- **UV : ultraviolet**

Liste des Figures

Figure	Liste	page
01	Sources et cheminements de la pollution marine	6
02	Exemple d'amplification biologique des concentrations des polluants dans les chaînes alimentaires.	13
03	Sources et cheminement des différentes substances toxiques dans un milieu marin.	18
04	La bioaccumulation des produits chimiques organochlorés tels que les PCB.	19
05	Propriétés physico-chimiques des contaminants agissant sur leur bioaccumulation.	20
06	Interactions subies par les métaux au cours de leur transport en milieu aquatique	22
07	Localisation de la Macta dans l'Ouest algérien.	33
08	Localisation géographique de la zone humide de la Macta	34
09	Carte de localisation de la zone humide de la Macta	35
10	Situation géographique de la sebkha de la Macta	36
11	Carte géologique de la zone d'étude	38
12	Les espèces végétales endémiques du site d'étude	40
13	Les espèces de reptiles du site d'étude protégées sur le plan international.	41
14	les oiseaux d'eau du site d'étude qui figurent dans la liste rouge de l'iucn	42
15	les espèces de poissons du site d'étude protégées au plan internationale	43
16	image satellitaire au niveau de la Macta	43
17	oued al mactaa vue horizontal	44
18	EMBOUCHURE D'OUED AL MACTAA	44
19	oued el Mactaa	60
20	Conductimètre	63
21	PH mètre	64
22	Spectrophotométrie.	67

Liste des Tableaux

Tableau	Liste	Page
n° 01	Substances chimiques prioritaires notifiées dans la directive cadre sur l'eau	10
n° 02	Caractéristiques principales de l'eau de mer et saumure	52
n° 03	Représente les variations des paramètres physico chimique et paramètres de pollution des deux sites de la station	68

RESUME

Ce présent travail consiste à évaluer le degré de la pollution causée par les eaux usées et la station de dessalement au niveau d'Oued el Mactaa. Cette étude est basée sur l'analyse des paramètres physicochimique, des paramètres indicateurs de pollution sur des échantillons d'eau de mer et des échantillons d'Oued el Mactaa prélevés.....

Trois campagnes d'échantillonnages saisonniers ont été réalisées entre le mois de avril 2021 et le mois de juin2021.Les résultats obtenus mettent en évidence des variations significatives dans les paramètres physicochimiques, paramètres indicateurs de pollution et les échantillons d'Oued el Mactaa et les échantillons d'eau de mer selon le site de prélèvement et les saisons. Le suivi des variations des paramètres physicochimiques donne des résultats variés. La quantité de l'oxygène dissous est pratiquement faible dans tous le site, surtout pour les échantillons d'Oued el Mactaa ce qui signifie la présence d'une activité bactérienne plus forte au niveau des rejets étudiés. Les résultats obtenus sont largement supérieurs aux normes algériennes définies.

Mots clés: eaux usées –eau de mer –pollution marine –étude saisonnière –paramètres physicochimiques –paramètres indicateurs de pollution

Abstract

This present work consists of evaluating the degree of pollution caused by wastewater and the desalination plant at the level of oued el Mactaa. This study is based on the analysis of physicochemical parameters, pollution indicator parameters on seawater samples and Oued el Mactaa samples taken

Three seasonal sampling campaigns were carried out between April 2021 and June 2021. The results obtained highlight significant variations in the physicochemical parameters, parameters indicating pollution and the samples of Oued el Mactaa and the seawater samples according to the sampling site and the seasons. Monitoring variations in physicochemical parameters gives varied results but they are all within standards.

الترجمة

يتألف هذا العمل الحالي من تقييم درجة التلوث الناتج عن المياه العادمة ومحطة التحلية على مستوى وادي المقطع. تعتمد هذه الدراسة على تحليل المعلمات الفيزيائية والكيميائية، ومعايير مؤشر التلوث لعينات مياه البحر وعينات واد المقطع. المأخوذ أجريت ثلاث حملات أخذ عينات موسمية في الفترة ما بين أبريل 2021 ويونيو 2021، وأظهرت النتائج التي تم الحصول عليها تباينات معنوية في المتغيرات الفيزيائية والكيميائية والتلوث وعينات وادي المقطعة وعينات مياه البحر حسب موقع أخذ العينات والمواسم. تعطي مراقبة الاختلافات في المعلمات الفيزيائية والكيميائية نتائج متنوعة ولكنها كلها ضمن المعايير .

Introduction générale

Introduction générale

On appelle pollution une dégradation ou une altération de l'environnement, en général liée à l'activité humaine par diffusion directe 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. Outre ses effets sur la santé humaine et animale, elle peut avoir pour conséquences la migration ou l'extinction de certaines espèces qui sont incapables de s'adapter à l'évolution de leur milieu naturel, alors La pollution de l'eau est une altération qui rend son utilisation dangereuse et (ou) perturbe l'écosystème aquatique. Elle peut concerner les eaux superficielles (rivières, plans d'eau) et/ou les eaux souterraines (**Coulet, 2005**).

La pollution marine est un problème qui touche tous les pays du monde. L'océan n'a pas de frontière et les effets de la pollution sur les écosystèmes marins et sur la santé humaines peuvent parfois se faire sentir très loin de la source de pollution.

La pollution marine: Le terme de pollution marine fait l'objet d'une définition, reconnue par l'ensemble de la communauté scientifique internationale),(**GESAMP,1989**)comme étant "l'introduction par l'homme, directement ou indirectement, de substances ou d'énergie dans le milieu marin (y compris les estuaires) occasionnant des effets néfastes tels que des nuisances envers les ressources biologiques, des risques pour la santé de l'homme, des entraves aux activités maritimes (y compris la pêche), une altération de la qualité de l'eau de mer du point de vue de son utilisation et une dégradation des valeurs d'agrément".

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 allochtones. 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 (**Marchand &Kantin, 1997**)

L'analyse physico-chimique de l'eau au niveau de oued el Mactaa et l'eau de mer concerne la mise en évidence des éléments ou composés pouvant sembler étranges au milieu marin et surtout des modifications de la composition normale de l'eau liée en grande partie à l'activité humaine.Les données encore insuffisantes sur la pollution nous ont amené à entreprendre ce travail avec la collaboration des techniciens et ingénieurs du laboratoire

Introduction générale

Marsat el HadjedjSonalgaz (Spe). Il s'agit d'établir dans un premier temps des analyses physico-chimique d'oued el Mactaa et l'eau de mer.

➤ **Cinq chapitres s'imposent :**

I- La pollution du milieu marin.

II- Présentation de la zone d'étude «oued el Mactaa».

III- Osmose inverse.

IV-Etude du caractère physico-chimique

V- Résultats et interprétations.

Conclusion : L'intersection entre ces cinq chapitres nous éclaire vers une meilleure prévention pour diminuer la pollution.

Chapitre I :
Pollution du milieu marin

Introduction

La pollution marine est un problème qui touche tous les pays du monde. L'océan n'a pas de frontière et les effets de la pollution sur les écosystèmes marins et sur la santé humaine peuvent parfois se faire sentir très loin de la source de pollution.

I.1 Définition de la pollution

La pollution est une dégradation de l'environnement par l'introduction dans l'air, l'eau ou le sol de matières n'étant pas présentes naturellement dans le milieu. Elle entraîne une perturbation de l'écosystème dont les conséquences peuvent aller jusqu'à la migration ou l'extinction de certaines espèces incapables de s'adapter au changement. **(Dr. Tebani)**

Le terme de **pollution marine** fait l'objet d'une définition, reconnue par l'ensemble de la communauté scientifique internationale **(GESAMP, 1989)** comme étant "l'introduction par l'homme, directement ou indirectement, de substances ou d'énergie dans le milieu marin (y compris les estuaires) occasionnant des effets néfastes tels que des nuisances envers les ressources biologiques, des risques pour la santé de l'homme, des entraves aux activités maritimes (y compris la pêche), une altération de la qualité de l'eau de mer du point de vue de son utilisation et une dégradation des valeurs d'agrément".

pollution des milieux aquatiques le terme « pollution » désigne toute modification défavorable du milieu naturel, qui paraît en totalité ou en partie comme un sous-produit de l'action humaine, au travers des effets directs ou indirects altérant les critères de répartition des flux d'énergie, des niveaux de radiation, de la constitution physico-chimique du milieu naturel et de l'abondance des espèces vivantes. Ces modifications peuvent affecter l'homme directement ou à travers des ressources agricoles, en eau et en produits biologiques. Elles peuvent aussi l'affecter en altérant les objets physiques qu'il possède ou les possibilités réactives du milieu. **(Ramads-francois, 2002)**

La pollution est la dégradation d'un écosystème par la diffusion, comme sous-produit involontaire d'une activité humaine, d'agents matériels, les polluants, qui rendent ce milieu malsain, dangereux ou qui dégradent les conditions de vie.

L'UNESCO la définit comme étant tous rejets à la mer directe ou indirecte de substance ou d'énergie d'origine humaine qui a un effet nuisible sur les organismes vivants

dangereuse pour la santé humaine, qui empêche l'utilisation de la mer, altère la qualité de l'eau de mer et réduit les possibilités de l'utilisation aux fins de loisirs.

De même l'organisation mondiale de la santé (OMS) a fourni la définition suivante:

la pollution des milieux aquatiques est définie comme étant , toute modification des propriétés physique, chimique ou biologique ou tout rejets de substances liquides , gazeuses ou solides dans l'eau d'une façon à créer une nuisance préjudiciable du point de vue de la santé , de la sécurité et du bien-être publique , soit de ses usages destinés à des fins domestiques, commerciales , agricoles , réactives et autres , soit de la faune sauvage et aquatique D'après ces quelques définitions on est sûr que la pollution des eaux est due essentiellement aux activités humaines ainsi qu'aux phénomènes naturels; elle a des effets multiples qui touchent aussi bien la santé publique que les organismes aquatiques.

I.2 Les causes et les conséquences de la pollution marine :

I.2.1 Les causes de la pollution marine

- **Les principales causes de la pollution marine est l'homme et les activités :**
 - Rejets industriels des produits chimiques (azote, phosphate) et de produits ménagers (d'entretien).
 - L'agriculture ou plutôt l'utilisation systématique d'engrais et la déjection animale.
 - Les déchets qui sont jeté dans l'eau (ex : bouteilles plastiques).

I.2.2 Les conséquences de la pollution marine :

- La pollution marine a de multiples conséquences sur la santé humaine, sur les écosystèmes et sur les services éco systémiques, différents polluants s'accumulent dans les organismes marins pouvant poser des problèmes de santé aux populations qui en dépendent pour leur alimentation, de plus, les déchets marins peuvent servir d'habitat pour des communautés microbiennes et agir comme vecteur de maladies les déchets marins peuvent provoquer des dommages physiques marins, contact physiques on par ingestion par les organismes marin, l'ingestion de micro-plastique

chez les poissons provoque un stress physiologique, différents cancers et des problèmes de fertilité et de production.

- La pollution d'origine organique engendre l'eutrophisation et l'hypoxie, impactant les organismes vivants les événements de prolifération des algues qui y sont associés peuvent être source d'empoisonnement et de cancer chez l'humain, les impacts sur le tourisme dans les régions touchées par ces phénomènes sont très négatifs. (Goeury.D,2004)

I.3 Classification de la pollution selon la source et la nature : Les deux critères principaux pour classer la pollution marine.(GAlaff et GHANNAM,2003)

❖ Selon la source

I.3.1 Les sources de pollution :

La majeure partie des polluants rejetés dans l'environnement parvient au milieu marin, soit indirectement par les rivières, le ruissellement ou l'atmosphère, soit directement par les rejets à la mer d'origine urbaine, agricole, ou industrielle(Lacaze.J.C.1993)Or, la capacité naturelle des zones côtières à disperser et assimiler les polluants est limitée.(Ifremer.2003) Cependant, l'émotion légitime suscitée par les conséquences d'une pollution accidentelle en milieu marin ne doit pas masquer la situation de fond constituée par les apports de pollution chronique d'origine multiple) (Marchaland m.2002) (Figure n° 01).

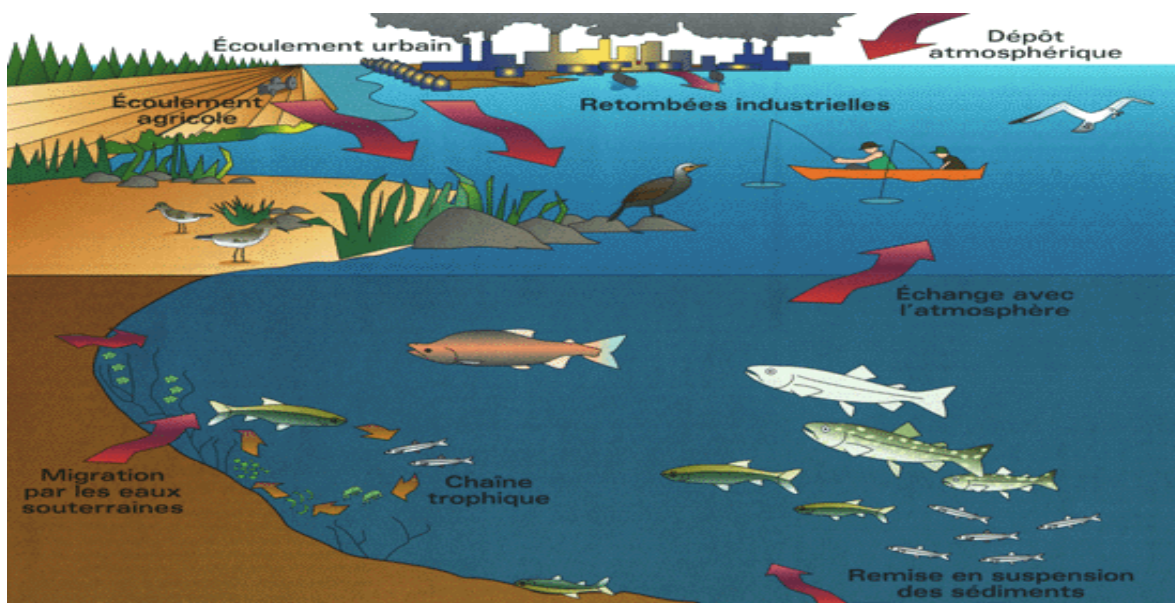


Figure n° 01 : Sources et cheminements de la pollution marine.

(Gingras, & Daniel ,1997 ; USEPA, 2006).

I.3.1.1 La pollution agricole

Les eaux de ruissellement provenant de l'agriculture se déversent dans les cours d'eaux via les eaux de pluie, qui se déposent ensuite dans les mers et océans au fur et à mesure de leur infiltration. Les produits chimiques tels que les engrais et les pesticides sont ensuite mélangés dans les océans ; ce qui en fait un environnement plus toxique pour les humains et les animaux.

L'agriculture est responsable du rejet de nombreux polluants organiques et inorganiques dans l'eau de mer. Ces contaminants comprennent à la fois des sédiments provenant de l'érosion des terres agricoles, des composés phosphorés azotés issus des déchets animaux et des engrais commerciaux notamment des nitrates. Ainsi parmi les polluants d'origine agricole, les pesticides qui sont utilisés en agriculture pour protéger les cultures contre leurs ennemis afin d'augmenter leurs rendements.(**GALAF F et GHANNAM S.2003**).

I.3.1.2 La pollution industriel :

les industries libèrent une immense quantité de pollution comme des matières organiques, des métaux, des acides, des bases, des matières radioactive, etc. (**Bensalem N,2003**)

Les rejets liquides industriels véhiculent une importante pollution organique et toxique, il s'agit des différents déchets provenant des industries divers qui sont principalement installées au niveau du rivage à la fois pour se débarrasser des déchets directement et pour refroidir leurs machines (industrie alimentaire, industrie agricole, industrie chimique et pétrochimique ...)(**GALAF F et GHANNAM S.2003**)

I.3.1.3 La pollution domestique (urbaine) :

Avec les eaux usées rejetées des toilette, les savons de lessive, les détergents, le chlore (eau de javel) pour la désinfection de l'eau et les plombs qui compose les tuyaux.(**Bensalem N,2003**)

❖ Selon la nature :

Les polluants appartenant à des classes différentes peuvent avoir des effets voisins. Il existe 3 grands groupes de polluants :

I.3.2 Les types de pollution:

La plupart du temps, un rejet n'est jamais une source unique et les différents types de pollution sont mélangés et agissent les uns sur les autres (effets de synergie). Ainsi, un égout rejette des déchets organiques, des détergents dont certains s'accompagnent de métaux lourds (pollution chimique), des micro-organismes (pollution biologique), le tout dans de l'eau douce (pollution physique). (**GRAVEZ V. et BERNARD G. (2006)**).

I.3.2.1 La pollution chimique :

Ce type de pollution des eaux de surface résulte le plus souvent de l'introduction dans le milieu de substances à effet toxique, de critères multiples et d'origines diverses (pesticides, détergents, métaux lourds, etc.).

La pollution chimique des eaux peut être chronique, accidentelle ou diffuse. Elle peut être due à :

- l'insuffisance de certaines stations d'épuration.
- l'absence de réseaux d'assainissement dans certaines zones.
- le lessivage des sols, mais aussi des chaussées et des toits par les pluies.
- le rejet d'effluents par les industries

Cette forme de pollution issue de substances chimiques telles que les insecticides ou les désherbants provoque la destruction de la qualité des eaux de surface (cours d'eau, lacs...) et celle des eaux souterraines. Ou La pollution chimique est due aux déversements des substances ou composés chimiques, organiques ou minéraux d'origine industrielle (tels que les hydrocarbures, les métaux lourds, les détergents, etc.) ou agricole (tels que les pesticides, etc.)

-Les Micropolluants chimiques organiques: hydrocarbures (HAP), pesticides, détergents et autres, ces polluants sont appelés les polluants organique permanents (POPs).

- **Les Micropolluants chimiques inorganiques (minéraux)** : ils sont représentés essentiellement par les métaux lourds

- **Les Macro polluants chimique** : les pollutions produisant un apport excessif d'éléments organiques et nutritifs, souvent appelés Macro polluants, métaux lourds et des substances a concentration excessives.

Les Macro polluants azotés, notamment les nitrates, ou phosphorés (phosphates) induisent des déséquilibres dans les écosystèmes, en lien avec l'eutrophisation des milieux. Les nitrates sont également une des causes majeures de disqualification des captages d'eau potable.

Le danger de ces polluants dépend de leur nature biochimique, certains sont hydrosolubles, facilement dilués par conséquent leur action est minime, d'autres sont hydrosolubles avec un pouvoir de ce concentrer au niveau des lipides et par conséquent ils vont emprunter la chaîne alimentaires.(**GALAF F et GHANNAM S.2003**).

I.3.2.2 La contamination chimique:

L'existence d'une centaine d'éléments rassemblés selon leurs propriétés dans le tableau de Mendeleïev, connu de tous les chimistes. Une fois assemblés, ces éléments donnent des molécules ou «substances». L'homme en a identifié des millions, naturels ou synthétisés, dont une centaine de milliers est utilisée pour préparer des mélanges qui se retrouvent dans l'industrie ou chez le consommateur. Ces préparations concourent, directement ou indirectement, à notre confort, mais une partie inutilisée ou transformée se retrouve sous forme de déchets, à l'origine de la pollution des milieux aquatiques.(**GALAF F et GHANNAM S.2003**).

I.3.2.2.1 Les substances chimiques :

Il est admis qu'il existe plus de 4 millions de substances chimiques, essentiellement des substances organiques issues de la biosynthèse animale et végétale. (**Marchand M. 2002**). Aujourd'hui, on estime qu'il y a plus de 100.000 produits chimiques qui sont utilisés régulièrement dans l'industrie et qui sont des contaminants et polluants potentiels de l'écosystème global. Environ 2000 produits chimiques sont transportés par voie maritime, en vrac ou en colis (**Tableau n°1**) les substances chimiques toxiques sont rejetées dans l'environnement de deux manières, soit directement, lorsqu'elles sont utilisées comme telles par l'homme. C'est le cas des pesticides, des fertilisants et des différents solvants. Mais, ces substances peuvent aussi être rejetées indirectement sous forme de déchets industriels provenant de diverses activités comme l'extraction minière, la fabrication industrielle, l'incinération, la consommation de carburant ou les rejets accidentels. (**Mouchel J-M, Thévenot D. 2003**).

Famille chimique	Substance	Usages
Métaux	Cadmium-Mercure-Nickel-Plomb.	Alliages, pigments, batteries, colorants, équipements électriques, peintures, amalgames dentaires, thermomètres, électrolyse des chlorures alcalins, acier inoxydable, tuyaux, additifs à l'essence..
Solvants chlorés	Chloroforme Dichloroéthane Dichlorométhane	intermédiaire de synthèse, production de chlorure de vinyle, solvant, aérosol, agent d'expansion des mousses
Hydrocarbures	aromatiquesBenzèneNaphthalèneAnthracèneFluoranthène5 autres HAP	Intermédiaire de la synthèse chimique, conservateur du bois (créosote), sous-produits de la combustion
Chlorobenzènes	TrichlorobenzènePentachlorobenzèneHexachlorobenzène	Intermédiaires chimiques, solvant
Biocides	PentachlorophénolTBT	
Pesticides	AlachloreAtrazineDiuron IsoproturonSimazineTrifluralineChlorfenvinphosChlorpyrifosEndosulfanLindane	Herbicides, insecticides
Divers	DiphénylétherbromésChloroalcanesDEHPphtalateHexachlorobutadièneNonylphénolsOctylphénols	Retardeurs de flamme, fluides de travail des métaux, plastifiant du PVC, production involontaire dans les processus industriels, intermédiaires dans la fabrication de détergents

Tableau1 : Substances chimiques prioritaires notifiées dans la directive cadre sur l'eau (D.C.E, 2000).

Ces substances peuvent être classées en quelques grandes catégories comme suit :**(MARCHAND M et KANTIN R, 1997) (Marchand M & Brunot C. 1997).**

- **Les métaux**

L'eau a depuis longtemps été l'exutoire qui permettait d'évacuer plusieurs types de déchets, entre autres, les métaux lourds ou appelés dernièrement les éléments traces métalliques (ETM). Dans les écosystèmes aquatiques naturels, les métaux se trouvent à de faibles concentrations, généralement de l'ordre du nano gramme ou du microgramme par litre. Cependant, ces derniers temps, la présence de métaux lourds contaminants, et spécialement des ETM à des concentrations supérieures aux charges naturelles, est devenue un problème de plus en plus préoccupant. Il faut en imputer la rapide croissance démographique, une urbanisation accrue, l'expansion des activités industrielles, de la prospection et de l'exploitation des ressources naturelles, l'extension de l'irrigation et la propagation d'autres pratiques agricoles modernes, ainsi que l'absence de réglementations concernant l'environnement. Les plus toxiques pour l'environnement sont le mercure(Hg), la cadmium(Cd), le plomb(Pb), le zinc(Zn), le cuivre(Cu), le nickel(Ni), l'argent(Ag)**(GALAF F et GHANNAM S.2003).**

- **Les détergents :**

Les détergents sont largement utilisés aussi bien dans l'activité industrielle que dans la vie quotidienne par le biais des produits d'hygiène.**(DEFRANCESCHI M., 1996).** Ils se composent essentiellement par les tensioactifs dont deux groupes sont couramment utilisés : les anioniques et les non anioniques. Ils comprennent aussi des adjuvants (phosphates, zéolites), des agents de blanchissement (perborate, enzymes) et divers produits de charge et additifs (sulfates, parfums...). Les tensioactifs ou les agents de surface leur attribuent un comportement nocif dans l'environnement d'où leur formation de mousses.**(THOUMELIN G., 1995).** Ces derniers provoquent la diminution d'oxygène donc d'épuration des eaux; et toxicité de la flore et de la faune des plans d'eau**(BOUZIANI M., 2000)** .Les détergents sont capables d'aboutir dans le milieu naturel via les effluents industriels ou domestiques.**(DEFRANCESCHI M., 1996).**

- **Les hydrocarbures :**

L'extraction, le transport et l'utilisation des gisements de pétrole entraînent des risques de pollution (accidentelle et chronique) pour l'environnement pouvant influencer l'équilibre écologique et parfois entraîner la destruction de l'écosystème. **(BOUZIANI M., 2000)(O. Bordjiba et al.)** , Ces composés sont produits en quantité importante par l'activité humaine, et notamment dans les processus de pyrolyse et de combustion. **(O. Bordjiba et al.)** ,Ainsi déversés dans l'eau, ils surnagent à la surface et créent un film superficiel qui nuit au ré oxygénation de la flore et de la faune (les algues, les poissons) qui sont détruits par asphyxie comme ils peuvent freiner les phénomènes naturels d'autoépuration **(BOUZIANI M., 2000)**.La compréhension de l'impact des pollutions, s'appuie sur la connaissance théorique et expérimentale des processus d'évolution physique, chimique et biologique des polluants dans les divers milieux en tenant compte de la diversité chimique des hydrocarbures et de leurs propriétés. **(BOCARD C., 2006)**

- **Les pesticides :**

Les pesticides utilisés en agriculture pour protéger les récoltes sont d'origines organiques synthétiques. Ils comprennent les insecticides (pour lutter contre les insectes), les herbicides (contre les herbes adventices) et les fongicides (contre les champignons). Ils sont à la fois bénéfiques et à la fois nocifs pour la vie de l'homme en effet leur pollution dépend de leur efficacité dans l'élimination des espèces indésirables et leur résistance à la dégradation. **(BOUZIANI M., 2000) (DEFRANCESCHI M., 1996)**.Ce sont des produits toxiques particulièrement nuisant pour la faune et peuvent atteindre l'homme par leur concentration dans l'alimentation **(figure n° 02)**. Ils ont la capacité de pénétrer les graisses des tissus des organismes .Du fait de leur utilisation massive le risque de pollution ne cesse d'augmenter. Répandus sur le sol, ils se diffusent dans l'atmosphère puis par évaporation des plantes ou du sol et par l'action des vents ils se retrouvent ensuite dans l'eau de drainage.**(DEFRANCESCHI M., 1996)**.

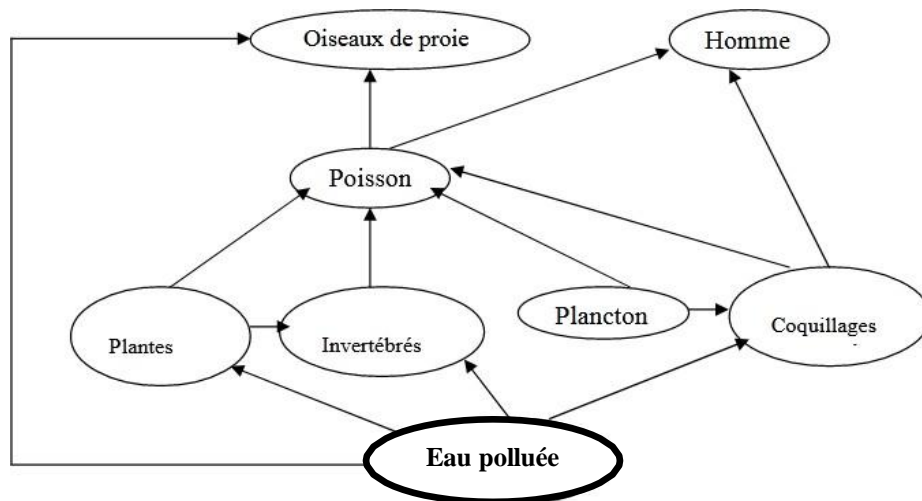


Figure n°02: Exemple d'amplification biologique des concentrations des polluants dans les chaînes alimentaires. (DEFRANCESCHI M., 1996).

▪ Les herbicides :

Malgré leur emploi fréquent et en plus grande quantité que les autres pesticides, sont rarement des polluants à craindre. Les acides phénoxyacétiques sont les principaux produits employés pour débarrasser les champs de céréales des mauvaises herbes. L'ACMP le plus usité n'a pas d'effets secondaires sauf s'il est répandu ailleurs que sur la surface traitée car il peut atteindre fossés ou étangs. Ce produit n'est pas persistant et la contamination n'est pas de longue durée. Le 2,4,5 T (acide 2,4,5 trichlorophénoxyacétique) renferme en grande quantité une impureté très toxique la dioxine (2,3,7,8-tétrachloro-dibenzo-paradioxine). Son utilisation sans dioxine permet de lutter efficacement contre la prolifération des broussailles. En effet il peut causer des dommages écologiques. (DEKENETH M., 1976).

▪ Les produits toxiques :

Ces produits ont une certaine notoriété se sont des organochlorés c'est-à-dire à base de chlore. Ils sont considérés comme menace mondiale. Les BPC (huiles synthétiques), le DDT (pesticide) et la dioxine (appelée aussi dioxine et furanne) sont appelés collectivement : polluants organiques persistants, ou (POP) (L.P. Wackett et al., 2008). Ce sont des produits chimiques industriels très stables, très solubles dans la graisse, ont la capacité de s'accumuler dans les sols, les sédiments et les tissus organiques même à des régions très éloignées

des sources industrielles ainsi ils peuvent migrer vers les régions froides. (NARBONNE J. F., 2001).

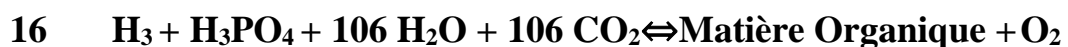
▪ Les biocides :

qui désignent les substances utilisées dans un cadre non phytopharmaceutique, comme les additifs mis dans les peintures anti salissures marines qui provoquent une contamination non négligeable par différentes matières actives métalliques (cuivre), organométalliques (TBT) ou organique (**diuron**, ou atrazine comme l'**Irgarol 1057**).

I.3.2.2.2 Les Substances Eutrophisantes :

À notion d'eutrophisation se réfère en premier lieu à la croissance algale stimulée par les nutriments. En milieu marin, on peut considérer que le fonctionnement biologique des écosystèmes est régi par un équilibre entre autotrophie et hétérotrophie, contrôlé par les énergies primaire (soleil) et auxiliaires (marées, vents, etc.).

1- Autotrophie



2- Hétérotrophie

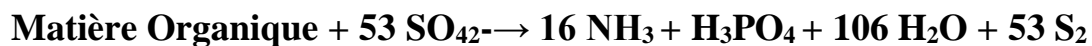
La matière organique marine est donc représentée par la formule moyenne $(\text{CH}_2\text{O})_{106}(\text{NH}_3)_{16}(\text{H}_3\text{PO}_4)$.

1.a L'autotrophie correspond aux processus de photosynthèse permettant l'élaboration de matière organique à partir de sels azotés et phosphorés, de gaz carbonique et d'eau. Il en résulte une production d'oxygène.

2. b L'hétérotrophie rassemble l'ensemble des processus se déroulant dans le sens inverse de l'autotrophie. La matière organique est oxydée avec consommation d'oxygène et production de gaz carbonique. Dans les milieux aquatiques, l'autotrophie est assurée essentiellement par les micros algues (phytoplancton et micro phyto benthos) et les macrophytes (phanérogames, macro algues). Cette production primaire est souvent limitée par la disponibilité des sels azotés et phosphorés, dits sels nutritifs.

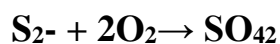
- Dans ce cas, lorsque les concentrations en sels nutritifs augmentent dans le milieu, l'équilibre est déplacé dans le sens, il en résulte une accumulation de matière organique qui, ultérieurement, va redéplacer l'équilibre dans le sens.
- Selon les conditions physiques du milieu (géomorphologie, marées, brassage par le vents), l'oxygène dissous peut s'épuiser. L'équilibre est alors rompu et des processus dits « anaérobie » se mettent en place.
- Lorsque les sédiments côtiers sont riches en matières organiques, la demande en oxydants est forte et les sulfates sont souvent utilisés par les bactéries sulfato-réductrices dès les premiers millimètres avec production de sulfures.

3- minéralisation anaérobie avec sulfato-réduction



3-a Les sulfures réagissent en partie avec l'oxygène dissous lors de leur diffusion dans la zone aérobie.

4- oxydation des sulfures



La succession des réactions 3 et 4 montre que l'utilisation des sulfates par les bactéries sulfato-réductrices constitue une consommation différée en oxygène dissous. Le retour des sulfures à la forme sulfate dans les couches superficielles Toxiques constitue une demande chimique en oxygène. (Roden E.E., Tuttle J.H., 1992) pouvant conduire à l'anoxie totale dans la colonne d'eau. A ce stade, les sulfures diffusent dans l'atmosphère, dégageant l'odeur caractéristique de « l'œuf pourri ». Les sulfures, toxiques pour une grande partie de la flore et de la faune aquatiques, entraînent la mortalité puis la reminéralisation des biomasses présentes. On parle alors de crise anoxique ou « mal aigue » lorsque ce phénomène se passe dans les lagunes de Méditerranée Française.

I.3.2.2.3 Les substances organiques de synthèse

Les substances organiques de synthèse représentent un très grand nombre de substances. Il comprennent les solvants chlorés, les agents diélectriques utilisés dans les transformateurs et condensateurs électriques (Pyralène ou PCB), les phtalates, détergents, colorants.

Les substances les plus préoccupantes pour l'environnement sont les substances organochlorées aux formes très diverses : solvants, PCB, chlorobenzènes, chlorophénols, chloro-alcanes, ainsi que les substances bromées comme les retardateurs de flamme.

Il convient de préciser que les dioxines et furanes (PCDD/F) ne sont pas des substances produites par l'industrie chimique mais résultent essentiellement de la combustion plus ou moins complète de substances organochlorées.

I.3.2.2.4 Les différents types de contamination chimique

L'éco toxicologie s'est développée au début des années 1960 avec l'observation des premiers effets de la contamination chimique par les substances industrielles ou agricoles sur l'environnement. Dans les années 1950, la catastrophe de Minamata fut l'un des événements révélateurs de l'impact environnemental et sanitaire que pouvait engendrer une pollution industrielle majeure. Des rejets en métaux lourds (dont le mercure) dans la baie de Minamata (Japon) furent à l'origine d'atteintes neurologiques graves chez l'homme et de malformations chez les nouveaux nés, suite à la consommation de poissons présentant de très fortes teneurs en mercure. Rachel Carson dans son ouvrage « Le printemps silencieux » paru en 1962 aux Etats-Unis fait le lien entre l'utilisation de molécules chimiques.

- essentiellement des pesticides
- leur dispersion dans l'environnement et des mortalités observées chez les animaux en particulier les oiseaux et chez l'homme. Il contribuera à la prise de conscience du public des problèmes environnementaux et aux premières réglementations sur l'usage des pesticides.

▪ Toxicités aiguë et chronique

Deux types de toxicité sont évalués :

- a- la toxicité aiguë**, dont les effets sont rapides (quelques heures à quelques jours, suivant la durée de vie normale de l'espèce) et généralement mortels ; Leur toxicité se

manifeste dès leur intrusion dans le milieu marin, mais elle décroît plus au moins rapidement, grâce aux phénomènes de dilution et de dégradation. Il s'agit de poisons violents comme l'arsenic. Ces polluants sont généralement considérés comme moins dangereux que les toxiques rémanents, car leurs effets étant limités dans le temps, sont plus faciles à contrôler. (Aubert M &aubert J. 1973)

b- la toxicité chronique, dont les effets apparaissent après une exposition prolongée à la substance, mais sont imperceptibles sur une courte

- échelle de temps.
- Le seuil de toxicité aiguë est toujours plus élevé que le seuil de toxicité chronique.
- Pour la toxicité chronique, on distingue les essais à moyen et long terme, correspondant à des durées d'exposition supérieures respectivement à 10% et 80% de la durée de vie normale de l'espèce.
- Ces tests peuvent permettre d'évaluer la latence d'apparition des effets et leur réversibilité.

➤ **Sources et cheminement des contaminants toxiques dans le milieu marin :**

La présence des contaminants chimiques écotoxiques dans l'environnement marin reste toujours une préoccupation significative (**Figure 3**). Une substance ou une préparation est dite "écotoxique" lorsqu'elle présente ou peut présenter des risques immédiats ou différés pour une ou plusieurs composantes de l'environnement (**Mouchel J-M, Thévenot D. 2003**).

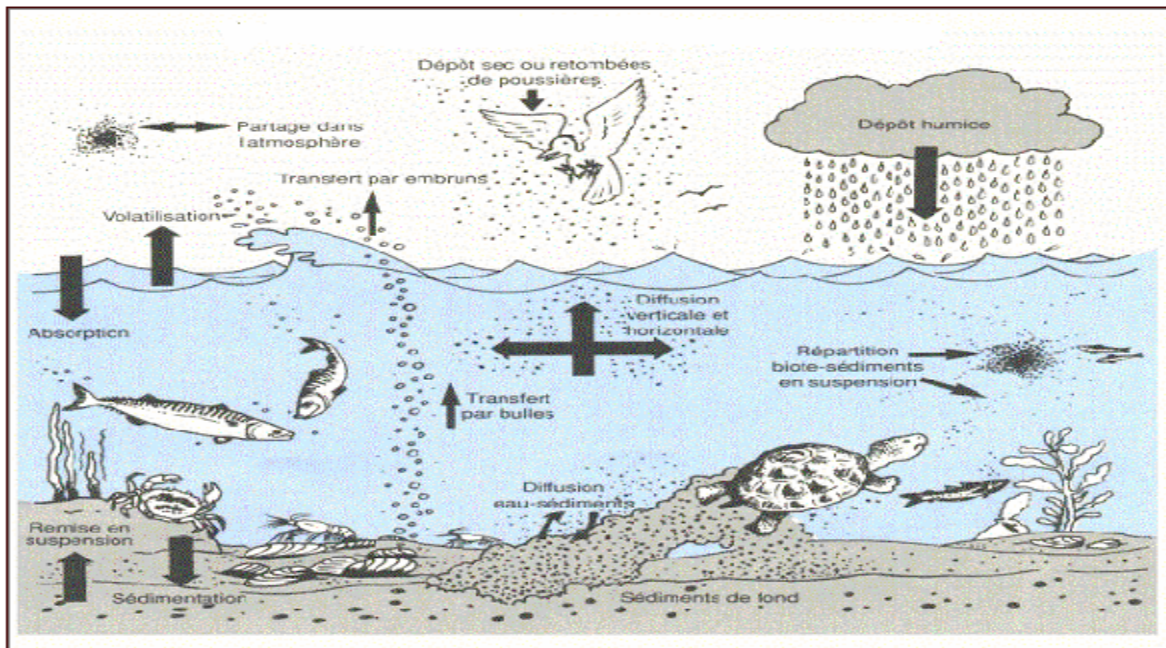


Figure n° 03 : Sources et cheminement des différentes substances toxiques dans un milieu marin (G.I.S Posidonie. 1996).

➤ **transferts des contaminants dans l'environnement marin :**

Différents termes sont employés pour désigner les processus qui définissent le devenir des contaminants dans les différents compartiments de l'environnement (physique ou biologique), on distingue:

➤ **Les processus d'insertion des polluants dans les réseaux trophiques :**

- **La biodisponibilité**

C'est la présence d'une substance dans l'environnement sous une forme susceptible d'interagir avec le vivant. Un polluant peut être peu bio disponible. C'est le cas par exemple des polluants stockés dans les sédiments : ils ne présentent alors un risque que pour les organismes fouisseurs (par exemple, les vers), les organismes vivant uniquement dans l'eau (par exemple les poissons) ayant peu de chance d'y être exposés directement. Cependant, même si la probabilité d'exposition ne concerne, dans un premier temps, que certains organismes de la chaîne trophique, les substances toxiques des sédiments sont à surveiller, D'une part en raison de leur risque de remise en solution suite à un changement d'équilibre entre leur forme libre dans l'eau et leur forme stockée dans les sédiments (par exemple lors

Des crues), d'autre part en raison du risque de transmission par la chaîne alimentaire (ex. : poissons ou oiseaux se nourrissant des vers fousseurs).

- Bioaccumulation et bioconcentration

Les organismes sont susceptibles de concentrer les polluants dans leurs tissus | La bioaccumulation désigne le stockage de longue durée de polluants persistants par un organisme vivant, contaminé par son milieu (biotope) ou par sa nourriture, et dont il n'est pas capable de se débarrasser par excrétion ou métabolisme. Chez les animaux et l'homme, les produits solubles (métaux par exemple) s'accumulent plutôt dans les muscles et les os, et les peu solubles (organochlorés par exemple) dans les graisses (produits lipophiles).

- **La bioconcentration** est le phénomène par lequel des êtres vivants absorbent des substances présentes dans leur milieu (biotope), et les accumulent dans leur organisme à des concentrations supérieures à celles auxquelles elles se rencontrent dans le milieu naturel.
- **La bioamplification** (ou bio ampliation ou bio magnification) est le phénomène par lequel une substance présente dans un biotope voit sa concentration augmenter, au fur et à mesure qu'elle circule vers les maillons supérieurs d'une chaîne trophique. Des records de bioamplification ont été atteints dans des écosystèmes lacustres contaminés par les PCB et le DDT. (Figure n°04 et 05).

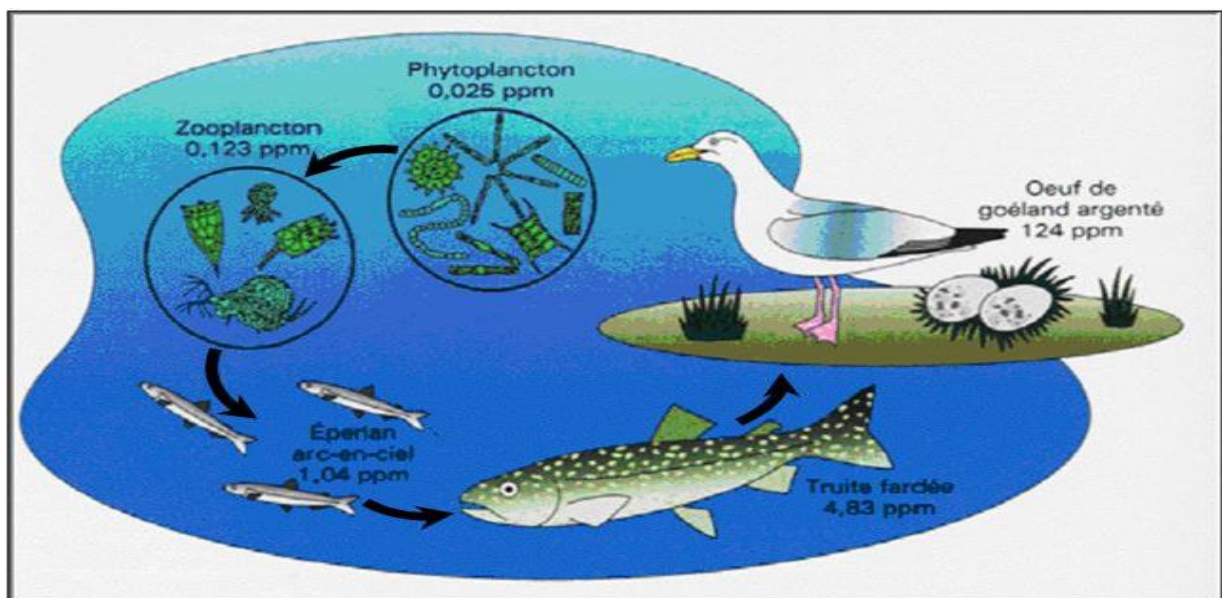


Figure n° 04 : La bioaccumulation des produits chimiques organochlorés tels que les PCB. (USEPA. 2006)

Le diagramme montre le degré de concentration à chaque niveau de la chaîne trophique aquatique des Grands Lacs, dans le cas des PCB (en parties par million, ppm). Les taux les plus élevés apparaissent dans les œufs d'oiseaux piscivores comme ceux des goélands argentés (USEPA. 2006).

- **La biotransformation** est le phénomène inverse : la concentration décroît lorsqu'on s'élève dans la chaîne trophique. Observé en milieu aquatique, notamment pour les HAP, il est dû à une métabolisation et une excrétion des polluants par les organismes supérieurs.

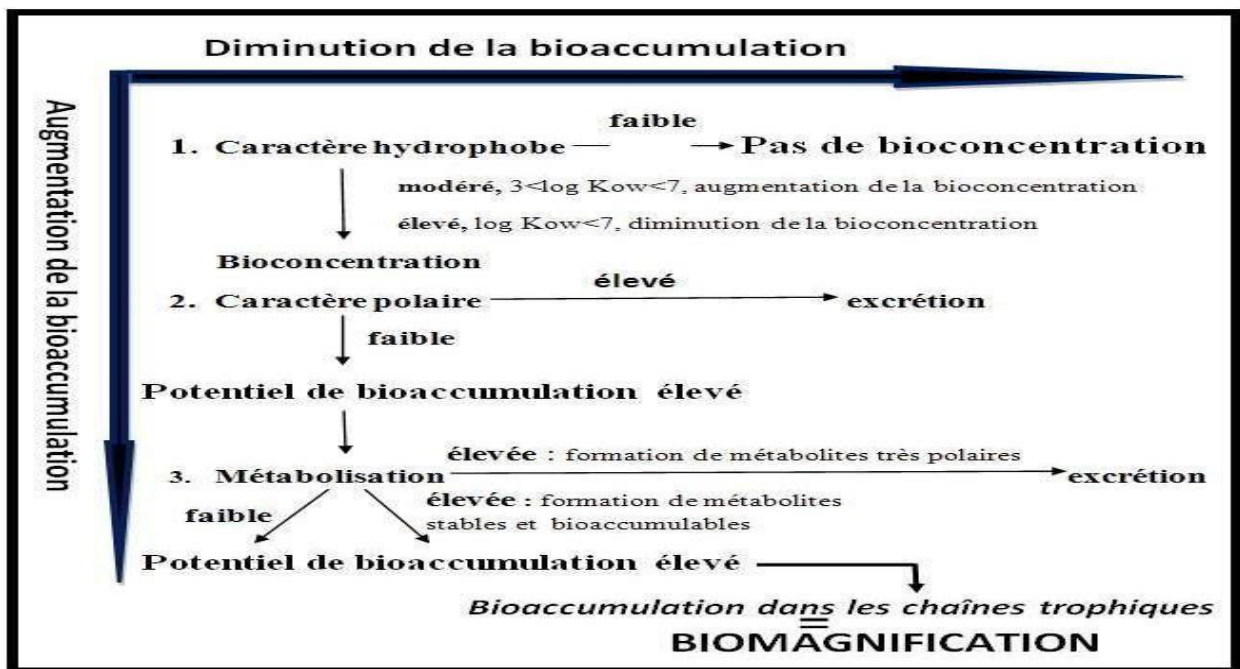


Figure n° 05: Propriétés physico-chimiques des contaminants agissant sur leur bioaccumulation (Nordstrom R-J., Letcher R-J. 1996).

Dans l'environnement marin, l'intégration des contaminants au cycle de la matière vivante se fait par adsorption des substances dissoutes aux matières en suspension, inertes ou planctoniques (Harding G-C. 1986). Ce processus, phénomène de surface, est d'autant plus important que les particules sont de taille réduite (Brown J & John F. 1992). L'adsorption dépend également de la nature des particules, de leur teneur en matière organique et en lipides.

Enfin, l'adsorption augmente avec le caractère hydrophobe des composés (coefficient octanol-eau élevé ($\log K_{ow} > 3$)). La bioconcentration dépend donc des caractéristiques

physico-chimiques des contaminants. Les organismes vont absorber ces particules 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. Les grandes fonctions biologiques, comme la respiration, l'alimentation, la croissance et la reproduction peuvent influencer sur la contamination et l'élimination des contaminants des organismes.

I.3.2.2.5 Métaux lourds

a- Les métaux lourds dans le milieu marin:

Un métal est un élément chimique dont la masse volumique dépasse 5 g/cm^3 , bon conducteur de chaleur et d'électricité, ayant des caractéristiques de dureté et de malléabilité, se combinant aisément avec d'autres éléments pour former des alliages utilisés par l'homme depuis l'Antiquité. Dans le milieu aquatique, un métal sera défini comme un élément chimique qui peut former des liaisons métalliques et perdre des électrons pour former des cations.(**BELANGER, David,2009**).

Ceux-ci sont présents le plus souvent dans l'environnement sous forme de traces :

Mercure, Plomb, Cadmium, Cuivre, Arsenic, Nickel, Zinc, Cobalt, Manganèse. Les plus toxiques d'entre eux sont le Plomb, le Cadmium et le Mercure. L'origine des métaux présents dans le milieu marin est double.

- Naturellement présents dans la biosphère, ils proviennent, d'une part, de l'érosion mécanique et chimique des roches et du lessivage des sols. (**LACOUÉ-LABARTHE, Thomas, 2007**).
- D'autre part, la contribution d'origine anthropique issue des rejets industriels et domestiques, l'activité minière et les eaux d'écoulement contaminées par les engrais et les pesticides utilisés en agriculture sont autant de sources ayant contribué à l'augmentation des concentrations de métaux lourds dans le milieu marin et surtout en zone côtière(**BELANGER, David,2009**).

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 présenter 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. Déjà dans les années 50, leurs effets hautement nocifs ont été mis en évidence suite à l'intoxication mortelle survenue à Minamata au Japon. Les habitants avaient mangé du poisson contaminé par des rejets Mercuriels d'une usine située à proximité. Cette maladie s'est ensuite propagée à toute la jeune génération par le lait maternel. (JICA, MATET, ONNED, 2008) (figure n° 06)

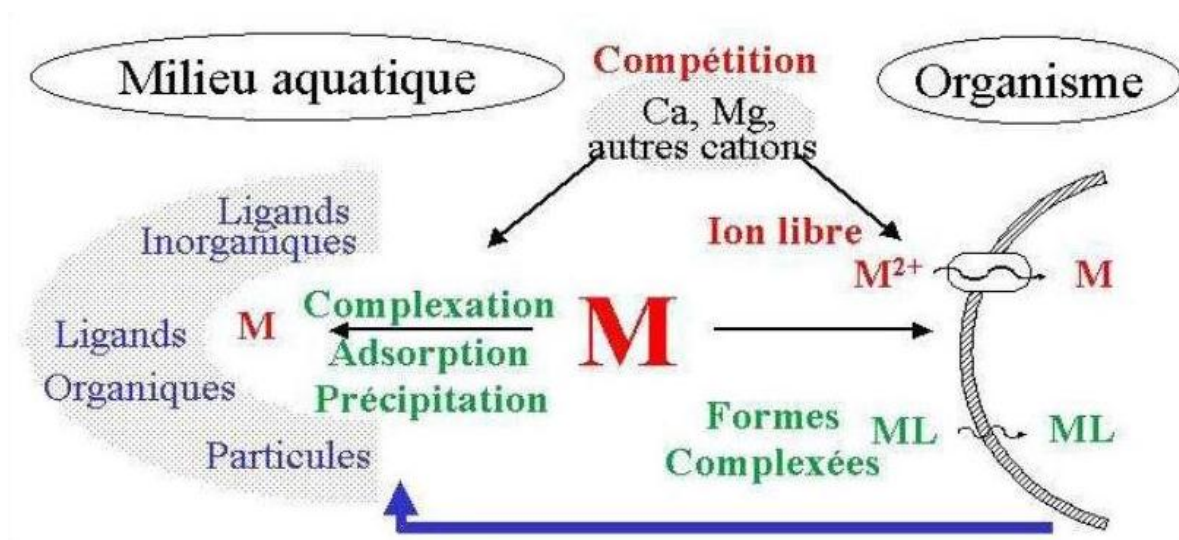


Figure n° 06: Interactions subies par les métaux au cours de leur transport en milieu aquatique (Gilbin, 2002 adapte de Turner et Tessier, 1995).

b- La toxicité des métaux lourds :

Les métaux sont généralement séparés en deux catégories selon leur caractère essentiel ou non pour les êtres vivants. En effet, ils peuvent s'avérer indispensables au déroulement des processus biologiques (oligo-éléments), c'est le cas du Fer (Fe), du Cuivre (Cu), du Zinc (Zn), du Nickel (Ni), du Cobalt (Co), du Vanadium (V), du Sélénium (Se), du Molybdène (Mo), du Manganèse (Mn), du Chrome (Cr), de l'Arсениc (As) et du Titane (Ti). Dans ce cas, leurs concentrations dans les organismes doivent répondre aux besoins métaboliques de ces derniers. Dans le cas contraire, une carence ou un excès de ces éléments essentiels peut induire des effets délétères.

D'autres ne sont pas nécessaires à la vie, et peuvent être même préjudiciables comme le Mercure (Hg), le Plomb (Pb), le Cadmium (Cd) et l'Antimoine (Sb). (CASAS, Stello, 2005).

• Effets des métaux lourds sur l'homme :

Les métaux lourds provoquent des dommages neurocomportementaux irréversibles se développant chez beaucoup de mammifères, mais les mécanismes de ces dommages sont inconnus (Akins, J. M, et al .1992).

De nombreux métaux sont considérés comme cancérigènes pour l'homme et les animaux ou les deux. Le chrome, le platine et les dérivés inorganiques du mercure sont responsable aussi de dommage, principalement au niveau des tubules proximaux des reins.(Lu F.C. 1991).

• Effets des métaux lourds et critères de qualité des eaux :

Quelques métaux lourds, sont indispensables à la croissance et au bien-être des organismes vivants, y compris de l'homme. On peut néanmoins s'attendre à ce qu'ils aient des effets toxiques quand les organismes sont exposés à des niveaux de concentration 11 supérieurs à ceux qu'ils requièrent normalement. D'autres éléments, comme Cr et Cd, ne sont pas indispensables aux activités métaboliques et manifestent des propriétés toxiques. La contamination de l'environnement aquatique par les métaux lourds peut avoir des effets délétères, c'est-à-dire des effets toxiques aigus ou chroniques (Biney A. et al.2008) . Dans le milieu aquatique, un métal sera défini comme un élément chimique qui peut former des liaisons métalliques et perdre des électrons pour former des cations (LACOUE-LABARTHE Thomas. 2007).

Les métaux peuvent être absorbés sous la forme inorganique ou sous la forme organique.

Pour certains éléments, comme l'Arsenic et le Cuivre, la forme inorganique est la plus toxique. Pour d'autre, comme Cr et Pb, les formes organiques sont les plus toxiques. A de faible concentration, beaucoup de métaux lourds, dont Cd, Pb et Cr inhibent la photosynthèse et la croissance du phytoplancton. Déjà dans les années 50, leurs effets hautement nocifs ont été mis en évidence suite à L'intoxication mortelle survenue à Minamata au Japon. Les habitants avaient mangé du Poisson contaminé par des rejets Mercuriels d'une usine située à proximité. Cette maladie s'est ensuite propagée à toute la jeune génération par le lait maternel **(JICA. MATET. ONNED.2008)**. Ces vingt dernières années, de nombreuses études ont été consacrées à la toxicité des métaux et sur la base des résultats, plusieurs organisations internationales et nationales ont élaboré des critères de qualité des eaux pour la vie aquatique. **(Biney A et al.2008)**.

- Cycle Biogéochimique

Un cycle biogéochimique est le processus de transport et de transformation cyclique d'un élément ou composé chimique entre les grandes réservoirs que sont la géosphère, l'atmosphère, l'hydrosphère, dans lesquels se retrouve la biosphère.

Les métaux sont transportés vers la mer par voie éolienne, ruissellement, action volcanique et a partir des rejets industriels. Une fois arrivé dans l'eau, ils s'accumulent dans les sédiments par différent processus **(DOLJO J.R AND BEST G.A., 1993)**.

• Précipitation

Cette méthode consiste à précipiter des métaux dissous rencontrés principalement dans les effluents de traitement de surface, les rejets d'hydrométallurgie et les eaux de lavage de gaz de combustion et d'ordures ménagères. Il existe cependant d'autres méthodes d'extraction des métaux lourds dans l'eau, telles que l'échange d'ions et l'adsorption. Le fer est un métal lourd fréquemment rencontré.

Il est important de signaler que la précipitation des éléments métalliques est inversement proportionnelle à leur stabilité dans l'eau, ainsi lorsque les eaux usées arrivent dans l'eau de mer il y a changement de spéciation de certains métaux. Certains d'entre eux vont se liés à la matière organique, d'autres vont précipiter, toutes ses formes vont finir par se déposer sur le fond **(DOLJO J.R AND BEST G.A., 1993)**.

- Adsorption et absorption:

Les métaux présentent la particularité d'être adsorbés non seulement sur la surface des particules, tels que les oxydes de fer et de manganèse, mais aussi absorbés par les particules elles-mêmes. (Pinel et Astruc, 1985 in Dojildo et Best, 1993).

• Sédimentation :

La sédimentation est un processus qui permet la réduction de la pollution métallique dans l'eau. Ce processus dépend essentiellement de la dimension des particules minérales, ainsi que de l'agitation, qui favorise la collision et donc une sédimentation plus importante. (S.M.Libes, 1992).

I.3.2.2.6 Les sels nutritifs

Les sels nutritifs sont présents naturellement dans les milieux aquatiques, en proportions connues. Certaines activités humaines (usage abusif d'engrais en agriculture, rejets d'eaux usées etc.) contribuent et enrichir les cours d'eau et les lacs en nutriments sans toujours respecter les rapports naturels de ces éléments. Les apports d'origine anthropique se traduisent alors souvent par une dégradation de la qualité physico-chimique et biologique des masses d'eau.

Les éléments nutritifs sont des descripteurs hydrologiques indispensables à l'étude d'un écosystème marin. En milieu aquatique, la chaîne alimentaire repose sur les producteurs primaires représentés dans les eaux de surface par le phytoplancton. Oxygène, carbone et hydrogène sont disponibles en abondance dans le milieu marin mais l'azote et le phosphore sont en concentrations relativement faibles. La disparition complète de ces éléments fixes la valeur de fertilité des eaux de mer.

L'une des grandes classes de phytoplancton est constituée par les diatomées comportant un squelette de silice, fabriqué à partir du silicium dissous dans l'eau de mer. La production primaire des eaux de surface est essentiellement autotrophe et s'effectue à partir des constituants minéraux présents en solution dans l'eau de mer (CO_2 , NO_3 , PO_4 , SiOH_4 , NH_4 ...) en utilisant la lumière comme source d'énergie.

Ce sont des substances qui deviennent polluantes lorsque leur concentration dans le milieu aquatique augmente pour arriver à des seuils alarmantes. Les sels nutritifs sont issus des

continents par transport fluvial et éolien, des sédiments par suffusion et du volcanisme sous-marin. L'origine principale est interne, elle correspond aux flux effectués par les organismes autotrophes dans la couche euphotique. (SLevitus,1993) (BOULAHIDJ.M; 1987), a estimé que dans l'océan, 97% des sels nutritifs sont d'origine interne.

- **L'azote ammoniacal**

Présent sous deux formes en solution, l'ammoniaque (NH_3) et l'ammonium (NH_4^+) dont les proportions dépendent du pH et de la température. L'azote ammoniacal provient des excréments animaux et de la décomposition bactérienne des composés organiques azotés; il est utilisé par le phytoplancton comme source d'azote et oxydé par les bactéries nitrifiantes (Aminot A et Chaussepied M, (1983)). Dans certains cas, les teneurs peuvent atteindre des seuils toxiques, variables pour chaque espèce, et liés au pH et à l'oxygénation des eaux. (Alzieu C, (1989)).

- **Les nitrites (NO_2^-)**

Dans le cycle de l'azote, les nitrites sont considérés comme étant des ions intermédiaires entre les nitrates et l'azote ammoniacal, ce qui explique les faibles concentrations rencontrées en milieu aquatique qui sont de l'ordre de quelques micromoles par litre d'azote nitreux. (Aminot A et Chaussepied M, (1983)).

- **Les nitrates (NO_3^-)**

L'ion nitrate est la forme oxydée stable de l'azote en solution aqueuse, il entre dans le cycle de l'azote comme support principal de la croissance phytoplanctonique, il est ensuite régénéré à partir des formes organiques par les bactéries. L'ion nitrate est issu de l'oxydation des nitrites par les bactéries appelées nitrobacters. (Aminot A et Chaussepied M, (1983)).

- **Phosphore**

Le phosphore est présent dans l'eau sous plusieurs formes: phosphates, poly phosphates, phosphore organique, les apports les plus importants proviennent des déjections humaines et animales, et surtout des produits de lavage. C'est un agent d'eutrophisation gênant dans le milieu naturel. (Bontoux J, (1993))

- La silice dissoute

L'élément nutritif silicium entre dans la composition des squelettes de certaines espèces phytoplanctoniques (Diatomées, Radiolaires...)(**Aminot A et Chaussepied M, (1983)**). A pH moyen de l'eau de mer (~8.2), les formes majoritaires dissoutes dans l'eau de mer étant à 95% sous les formes d'acide ortho silicique, $\text{Si}(\text{OH})_4$, 5% $\text{Si}(\text{OH})_3^-$ (**Aminot et Kérouel, (2004)**).

La distribution verticale de l'acide silicique diffère de celle du phosphore ou de l'azote. Les concentrations augmentent lentement avec la profondeur pour atteindre généralement leur maximum au fond (**Guy, (2006)**).

Les silicates sont régénérés à différentes vitesses et par différents processus et, à présent, il y a toujours une incertitude sur les facteurs qui contrôlent le budget marin des silicates(**Jacques G et Treguer P., (1986)**). Les méthodes utilisées pour le dosage des sels nutritifs (NO_3^- , NO_2^- , PO_4^{3-} , SiO_2 et NH_4^+) est le dosage par colorimétrie à flux continu et automatisé sur l'appareil « Auto Analyser San Plus » S.F.A.S troisième génération selon les protocoles définis par (**SKALAR ANALYTICAL., (1998)**).

• Les oligo-éléments

Sont toujours présents dans l'eau en quantités très faibles. Leur présence est généralement indispensable au développement des êtres vivants, et leur absence peut entraîner des carences. A plus fortes concentrations, ils deviennent toxiques. La plupart sont désignés comme étant «métaux lourds», bien que tous ne soient pas des métaux; ces éléments sont soumis à des normes, particulièrement en eau potable, mais aussi en rejets industriels, pour les boues d'épuration valorisables en agriculture, pour les épandages de boues de curage de rivières.(**Gaujous, (1995)**).

I.3.2.2 La Pollution biologique :

Il peut s'agir de pollution par des micro-organismes(bactéries, virus, champignons) provenant des égouts qui peuvent proliférer à leur arrivée dans le milieu marin, même s'il est vrai qu'il s'agit d'un milieu qui ne favorise pas la vie de la plupart des agents pathogènes(**GRAVEZ V. et BERNARD G. (2006)**). Cette pollution peut résulter du rejet dans les eaux continentales ou littorales d'une grande variété de substances organiques fermentescibles d'origines diverses (effluents urbains, matières fécales, industries, élevages,...) et se traduit par une forte contamination bactériologique. Elle soulève, dans

bien des cas, de redoutables problèmes d'hygiène publique: qualité des eaux potables, salubrité des plages, qui ne sont pas limités aux seuls pays du tiers monde. Cette extension incessante de la pollution microbiologique des eaux continentales et littorales a pour conséquence une recrudescence d'affections pathogènes (colibacilles, hépatites, virus entériques,...)(VINCENT M. (2006).

I.3.2.3 Pollution organique

Il peut s'agir d'une pollution par les microorganismes provenant des égouts ou par l'introduction d'une espèce marine dans une zone où elle est normalement absente par exemple la caulerpe : **Caulerpataxifolia**.

Les maladies transmises par les fruits de mer sont provoquées par des bactéries, des virus, des champignons et des parasites. Les vecteurs les plus communs de ces maladies par ordre d'importance décroissant sont les Poissons, les Mollusques, les Crustacés et les Mammifères marins. A savoir qu'*Escherichia coli* est utilisé comme bio indicateur de pollution sans oublier *Salmonella* et *Staphylococcus* qui sont nocives pour l'homme. (HEBBAR.C, 2005)

- **Pollution par les contaminants bactériens**

Dans le milieu marin, les bactéries servent de nourriture à de nombreux organismes marins, favorisent la fixation d'algues ou de larves sur certains substrats et permettent également la dégradation de certains polluants.

Ces contaminants bactériens peuvent être véhiculés à l'homme par les produits de la pêche notamment les Mollusques bivalves.(BOUCHRITI. N, 2003)

Les polluants biologiques sont les matières organiques mortes et les microorganismes pathogènes. Cette pollution est due aux bactéries, champignons et virus (pollution microbienne). Les eaux d'égouts contiennent une multitude d'organismes vivants apportés par les excréments d'origine humaine ou animale. On note dans cette pollution la présence de nombreuses bactéries : **Staphylococcus, Streptococcus, Escherichia coli,...etc.**

La principale source de cette pollution se trouve être les eaux usées d'origine urbaine riche en matière fécale. (KHERRAZ.D, 2003)

La contamination biologique par les microorganismes peut causer de graves maladies : typhoïde, choléra, poliomyélite, amibiase et certaines hépatites et de nombreuses parasitoses

endémiques, le paludisme, l'onchocercose, la bilharziose, la fièvre jaune qui ont des ravages dans les milieux tropicaux humides car les Insectes vecteurs prolifèrent dans les biotopes privilégiés qui sont les rivières, les marées et les marigots. (BOUZIANI.M, 2000)

- **Pollution par des espèces marines étrangères au milieu**

La pollution peut être engendrée par l'introduction d'une espèce marine dans une zone où elle est normalement absente (espèce invasive) et dans laquelle elle a un impact non négligeable par exemple **Caulerpataxifolia**.

En mai 1988, il y a eu un développement anarchique de l'algue **Chrysochromulinapolypepsile** long des côtes scandinaves, les poissons et les élevages de saumons étaient asphyxiés, car les algues empêchaient tout l'oxygène de rentrer dans l'eau de mer. Les huîtres comme tous les Mollusques bivalves jouent un rôle important dans la filtration de l'eau mais la présence excessive d'algues rend leur tâche plus difficile et beaucoup plus lente. De plus, quand les algues sont trop abondantes, les huîtres meurent et se décomposent, favorisant la croissance des bactéries en libérant de l'oxygène. (BOUCHRITI. N, 2003)

I.3.2.4 Pollution physique :

On parle de pollution physique lorsque le milieu marin est modifié dans sa structure physique par divers facteurs. Il peut s'agir d'un rejet d'eau douce qui fera baisser la salinité d'un lieu (par une centrale hydroélectrique), d'un rejet d'eau réchauffée ou refroidie (par une centrale électrique ou usine de regazéification de gaz liquide), d'un rejet liquide ou solide de substances modifiant la turbidité du milieu (boue, limon, macro-déchets...), d'une source de radioactivité.(GIS, GRAVEZ .V & BERNARD.G, 2003)

I.3.2.5 Pollution thermique

La majorité des usines est implantée d'une manière volontaire sur le littoral ou sur les bassins versants littoraux, ce type d'installation est à l'origine d'apports notables en eaux résiduaires au milieu marin.(EQUINOXE. L, 1990)

La pollution thermique est engendrée par les usines utilisant un circuit d'eau de mer pour le refroidissement de certaines installations (centrales thermiques, nucléaires, raffineries). Les eaux rejetées des usines ont une température de l'ordre de 70 -80°C qui s'abaisse à 40 - 45°C

en contact avec les eaux de rivière, entraînant ainsi un réchauffement de l'eau, par exemple, les ports d'Oran et d'Arzew à vocation industrielle et commerciale, de part leur important trafic maritime, représentent également une source de pollution non négligeable.(BOUDERBALA. M, 1997)

Quand la température augmente, la concentration en oxygène dans l'eau diminue ; ceci se traduit par la disparition d'espèces exigeantes en oxygène, un développement bactérien apparaît conduisant à des maladies chez les poissons.(MARTINEZ, 1998)

Les organismes aquatiques sont très sensibles aux variations thermiques brutales en zone littorale :

- Elle les rend infiniment plus sensible aux toxines, aux virus, bactéries et aux parasites de toute sorte ;
- Elle les soumet à des besoins très grands en oxygène ;
- Elle fait monter le taux de leur métabolisme, ce qui provoque une stimulation de l'appétit, une accélération de leur croissance et précipite de ce fait leur maturation ;
- Elle contribue aussi au phénomène de migration, un brusque flux d'eau chaude dans un estuaire peut faire croire aux espèces locales qu'il est temps de gagner les lieux d'estivation.(COUSTEAU.J. Y, 1981)

Par contre si elle est contrôlée, cette pollution pourrait parfois avoir des effets extrêmement bénéfiques sur l'environnement :

Dans l'Oregon (U.S.A), l'eau chaude d'un centre industriel près de Springfield, est vaporisée dans des serres pour arroser des orchidées tropicales.

L'eau chaude, additionnée à un régime approprié, stimule la croissance de l'esturgeon (il atteint l'âge adulte en 4 ans au lieu de 17 ans). (COUSTEAU.J. Y, 1981)

I.3.2.6 Pollution nucléaire

Cette pollution revêt une importance particulière en raison de la demande croissante en énergie et de développement attendu dans la construction des centrales nucléaires et des usines de traitement des combustibles irradiés.

La présence des éléments radioactifs dans le milieu aquatique a un impact direct sur ses organismes qui se traduit par un dérèglement de leur comportement (perte de cheveux, malformation des bébés pour la femme enceinte), ainsi que sur la santé humaine surtout lors de l'exposition à des quantités élevées. (**LAROUSSE MEDICAL,2003**)

Aujourd'hui avec l'évolution industriel et le développement de nouvelles techniques, il est apparu une catégorie de sous-produits, classés en trois catégories : effluents gazeux ; effluents liquides et résidus solides. (**NABI, N.K & AOUARAGH, R, 1992**)

Une fois en mer, l'irradiation va se faire soit de l'eau vers l'être vivant, soit du sédiment contaminé vers l'être vivant. On note une irradiation externe où les sédiments radioactifs contaminent le poisson par voie cutanée. On distingue aussi une autre contamination interne résultant soit d'une absorption cutanée, branchiale ou digestive, soit d'une ingestion de nourriture contaminée. (**AMIARD-TRIQUET.C & AMIARD J.C., 1980**)

I.3.2.7 Pollution mécanique :

Une pollution mécanique est due à une charge importante des eaux en éléments en suspension (particules de charbon, d'amiante, de silice, de sable, de limon, etc...) provenant d'effluents industriels ou d'eaux usées de carrières, ou de chantiers divers.

Qui due essentiellement à des substances solides, comme les boues, les solides flottants (sac en plastique, morceaux de bois), ces rejets ont comme première conséquence l'augmentation de la turbidité de l'eau.

Conclusion :

Dans ce chapitre on a parlé des différents types de pollution du milieu, et de leurs effets sur le milieu marin.

Chapitre II :
Présentation de la zone
d'étude

Introduction

La zone humide de la Macta, est un site d'une superficie de 44.500 Ha, inscrit par le gouvernement de la République Algérienne Démocratique et Populaire sur la liste des zones humides d'importance internationale établie dans le cadre de la convention Ramsar en 2001 ; dans le but de promouvoir la conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides dans le monde entier. Ce site que nous allons étudier demande absolument une protection contre les déprédations du milieu telles que le braconnage, la destruction du tapis végétal, la déperdition des plans d'eau etc....

II.1 Description de la zone humide :

Les marais de la Macta sont une zone humide qui fait partie des hot post de la biodiversité méditerranéenne qui sont classées parmi les écosystèmes les plus riches de la région, elle héberge en particulier de nombreux habitats et une flore très riche. Les marais de la Macta se situent dans une dépression triangulaire parallèle au littoral méditerranéen (Ouest de l'Algérie). Elle couvre une superficie totale de 44 500 ha, zone optimale. Elle se décompose en trois zones d'aménagements : zone centrale (9 000 ha), comprise dans la zone humide, une zone tampon (23 000 ha) et une zone de transition (39 000 ha)(**SOUIDI et al**) .Les marais de la Macta sont classés comme site Ramsar et comme zone importante pour la conservation des oiseaux (ZICO). Les zones d'appellation ZICO sont des sites favorables pour la conservation des oiseaux selon les critères d'inventaire de l'organisation Birdlife International. Cette dernière constitue un partenariat entre différents organismes de conservation, surtout européens, orientés vers la préservation des oiseaux et leurs habitats ainsi que la biodiversité globale. (**FIG n°07**)

II.1.1 Critères D'inscription

Un site pour qu'il soit inscrit comme étant une zone humide doit impérativement remplir certains critères, parmi les dix proposés par la convention de Ramsar (Annexe. 1), c'est les critères 1, 3, 5 ci-après qui ont été retenus pour la Macta (**D.G.F, 2001**):

- **Critère 1** : La zone humide de la Macta représente un type de zone humide rare en Afrique du Nord en raison de la diversité des milieux qu'ils renferment et notamment les sans ou ires qui rappellent les milieux de la Camargue de France. Ce site est unique grâce à la présence d'une diversité des groupements des salsolacées annuelles qu'ils renferment et qui forment rarement de telles associations dans d'autres régions.
- **Critère 3** : La zone humide de la Macta abrite une grande diversité biologique. On y retrouve une grande variété d'espèces végétales halophytes, de nombreux invertébrés ainsi que des poissons. En 1970 des ornithologues étrangers ont recensés : 47 espèces d'oiseaux d'eau dont 17 limicoles, 11 espèces marines et 16 espèces de rapaces ainsi que de nombreuses espèces terrestres.
- **Critère 5** : La zone humide de la Macta a fait l'objet de recensement depuis les années 1970 par de nombreux ornithologues (**LEDANT, METZMACHER et JACOBS**) et l'administration forestière. Les effectifs ont largement dépassé les 20.000 oiseaux en 1977 (24.564), en 1978 (75.483) dont 55.000 limicoles et 40.799 oiseaux en 1979. Ce nombre a connu une régression à cause de la sécheresse influençant sur la dispersion, la densité végétale et sur l'assèchement des cours d'eau.

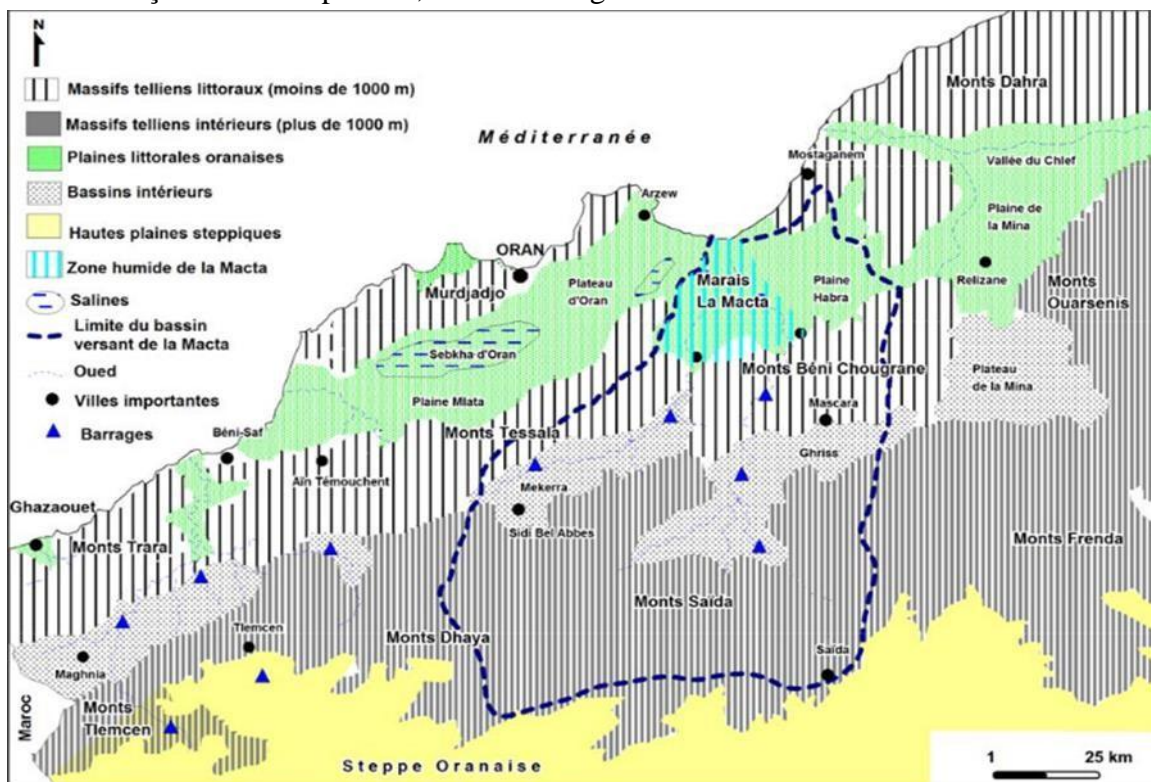


Figure n° 07 : Localisation de la Macta dans l'Ouest algérien.

II.2 Cadre Géographique et Administratif

II.2.1 Description Géographique de La Macta

La zone humide de la Macta localisée dans le nord-ouest de l'Algérie, à 50 km à l'Est d'Oran et à 40 km à l'Ouest de Mostaganem, et à 17 km au Nord de Mohammadia (wilaya de Mascara) (**Figure n° 08**).

Ils occupent la partie aval d'un grand bassin versant, celui de la Macta (**Figure n° 09**).

La plaine de la Macta est une dépression de forme triangulaire, séparée de la baie d'Arzew par un cordon dunaire bordé au Nord-ouest par la sebkha d'Arzew et au Nord-est par la retombée Sud du plateau de Mostaganem. La plaine de Sig et de l'Habra qui la prolonge s'élargit fortement dans le sens Est-ouest et atteint au Sud les contreforts de l'Atlas Tellien, les Monts de Ouled Ali et de Béni Chougrane à Mohammadia. L'altitude varie entre 01 et 40 m. Les coordonnées géographiques sont les suivantes : Les longitudes : 00°07'Ouest et 00°07'Est du méridien de Greenwich, et entre 35°33' et 35°42' de la latitude Nord.

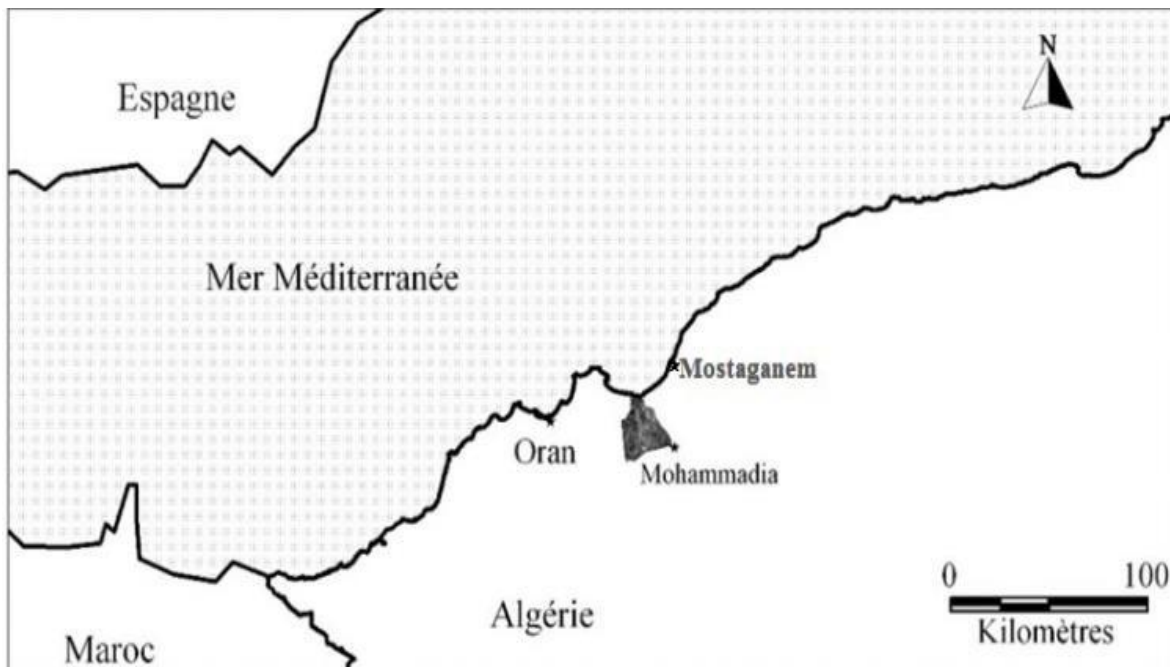


Figure n° 08 : Localisation géographique de la zone humide de la Macta. (BELGHERBI et BENABDELI, 2010).



Figure n° 09. Carte de localisation de la zone humide de la Macta

Le cordon dunaire occupe la partie Nord de l'aire d'étude et correspond au fond du golfe d'Arzew. Il s'étend d'Ouest en est selon un tracé général très régulier, sur une distance d'environ 7 Km (juste en retrait de la plage), et il remonte vers le Nord aux extrémités Est et Ouest. Il forme une barrière de dunes de sable, n'atteignant pas les 50 m d'altitude et s'élevant légèrement d'Ouest en Est, il est large de 100 à 300 m. Sa plus grande largeur est située au niveau de l'embouchure de l'Oued. A partir du Marabout de Sidi Mansour à l'Est de l'embouchure, la plage sableuse actuelle se réduit progressivement en devenant une côte rocheuse avec des falaises hautes de plus de 20 m. Sur une distance d'environ 3 km à l'Ouest de Port-aux-Poules, la côte est formée par des falaises de 10 à 15 m de hauteur. Elle devient des plages sableuses, qui s'étendent uniformément jusqu'à Arzew. (FIG n° 10)

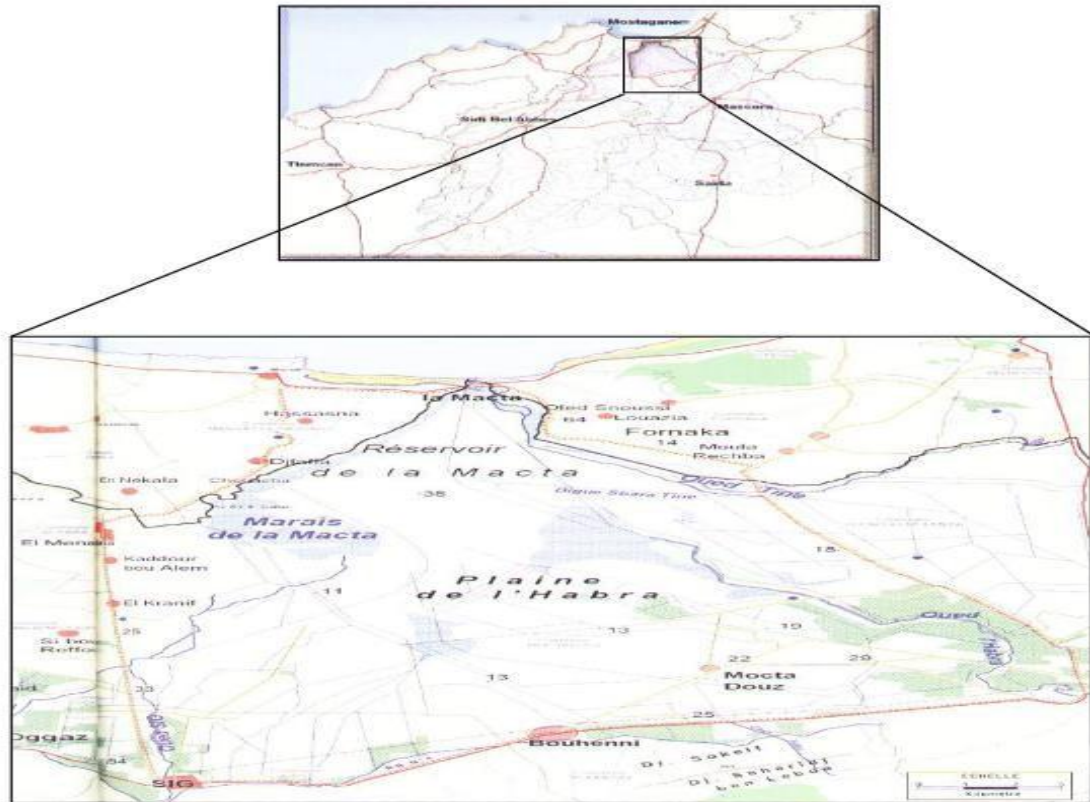


Figure n° 10. Situation géographique de la Macta (D.G.F, 2001) Description

Administrative et Juridique

De La Macta La plus grande partie des marais se trouve dans la wilaya de Mascara, le reste est partagé entre les wilayas de Mostaganem et d'Oran. L'aire d'étude, correspondant aux limites du site Ramsar, est répartie sur un total de dix

(10) communes :

- Septe (7) d'entre elles de la wilaya de Mascara ;
- Une (1) de la wilaya de Mostaganem ;
- Deux (2) de la wilaya d'Oran.

De ces dix communes, Moctadouz demeure la plus importante, occupant la plus grande part de la zone humide de la Macta (41,6 % de l'aire d'étude).

Les communes restantes présentent une disposition limitrophe et ne sont que partiellement intégrées dans l'aire d'étude. Les deux communes les plus importantes, après Macta, sont Ras Ain Amirouche et Sidi Abd El Moumene, avec 12,6 % et 10,6 % de l'aire d'étude, respectivement.

Les communes avec une expression plus faible correspondent à celle des wilayas d'Oran et Mostaganem, lesquelles n'occupent qu'un total de 32 km², soit 7,1 % de l'Aire d'Étude.

La juridiction territoriale de la zone humide de la Macta est assurée par l'état, représenté par les wilayas territorialement concernées à savoir, Mascara, Oran et Mostaganem. La juridiction fonctionnelle est assurée par les services des différents ministères. Les services des forêts, les services de l'hydraulique, les services agricoles et la direction de l'environnement et les communes sont les acteurs institutionnels les plus impliqués et qui disposent de faculté d'agir et de contrôler.

Avec la ratification de la Convention RAMSAR (Décret n° 82-439 du 11 décembre 1982) relative aux zones humides, d'importance internationale, particulièrement comme habitat de la sauvagine, l'Algérie s'est engagée à préserver ces zones humides pour assurer leur conservation et leur exploitation rationnelle et durable. Pour concrétiser

Décret présidentiel n. ° 06-405 du 14 novembre de 2006, Protocole relatif aux aires spécialement protégées et à la biodiversité. Décret n.° 04-141 du 28 avril de 2004, Convention relative aux amendements à la convention pour la protection de la mer méditerranéenne contre la pollution.

Décret n.° 82-439 du 11 décembre de 1982, Convention relative aux zones humides d'importance internationale particulièrement comme habitats de la sauvagine.

Loi n.° 11-02 du 17 février 2011, relative aux aires protégées dans le cadre du développement durable.

Loi n. ° 02-02 du 05 février 2002, relative à la protection et à la valorisation du littoral.

Loi n. ° 01-20 du 12 décembre 2001, relative à l'aménagement et au développement durable du territoire.

Loi n. ° 04-07 du 14 août 2004, relative à la chasse (BELGHERBI et BENABDELI, 2010)

II.3 Caractères géologiques

La zone humide de la Macta est un des éléments de la série des dépressions synclinales qui s'étendent de Miliana à Oran, entre l'Atlas Tellien, au Sud, et les massifs littoraux, au Nord. L'Atlas Tellien est formé par un socle de terrains triasiques, crétacés et nummulitiques, plissé à la fin de l'Eocène et sur lequel sont venues se déposer des alluvions miocènes et pliocènes. L'ensemble fut affecté de mouvements tectoniques successifs qui se poursuivent jusqu'au quaternaire. La multiplicité de ces poussées orogéniques, les effondrements et les accidents divers (phénomènes volcaniques, affaissements, plis posthumes), qui les accompagnèrent, ont donné naissance à un relief particulièrement varié et heurté : les lignes directrices en sont souvent difficiles à dégager (DALLONI, 1919).

Les plaines s'étendent entre ces mailles montagneuses, on y distingue la plaine de Rélizane, de Mohammadia (Macta) et, plus à l'Ouest, la Sebkhha d'Oran et la plaine de Mléta; elles présentent la même topographie.

La zone humide se présente sous la forme d'une dépression presque triangulaire, entourée de hauteurs. C'est à la fois une zone synclinale et une zone effondrée. La communication avec la mer se fait par le trouer de la Macta, appelé embouchure de la Macta. Quatre formations géologiques: le quaternaire continentale, le calabrien, pliocène marin et le pliocène continental occupent la zone (Fig°11). Le quaternaire continental représente, à lui seul, une superficie de 43690 ha soit un taux de 98,18%.

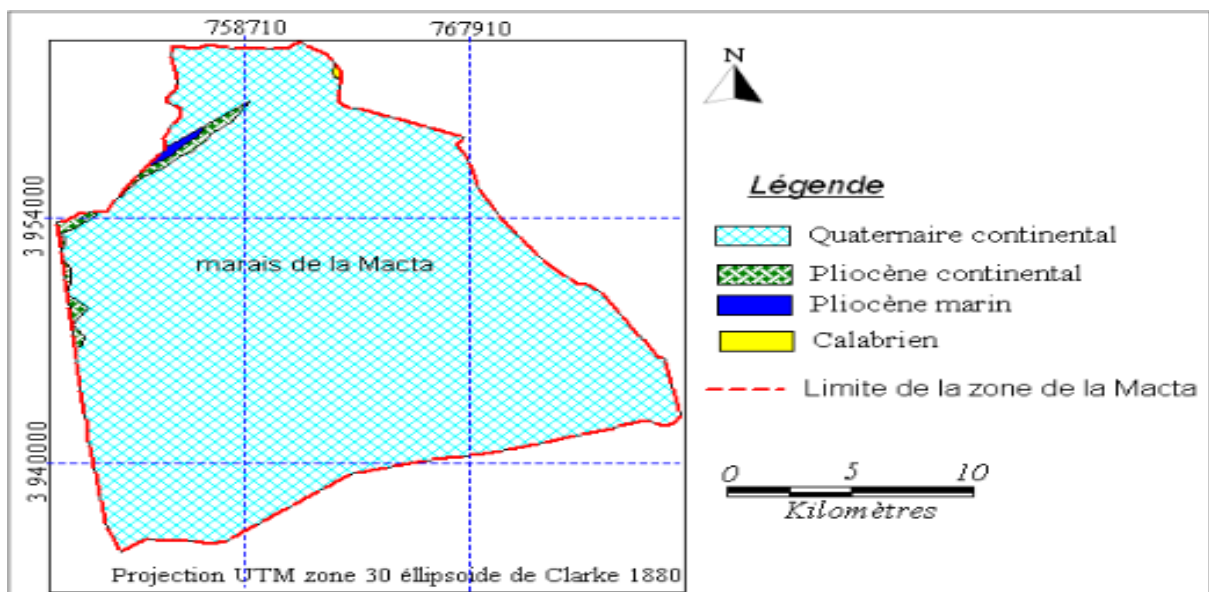


Figure n° 11. Carte géologique de la zone d'étude (DALLONI et al. 1961)

• La flore

Les conditions du milieu des marais de la Macta, zone humide, écosystème palustre, ont favorisé l'installation d'une flore spécifique ; cette flore particulièrement adaptée aux conditions aquatique et terrestre, hydrophiles et halophiles (sols salés). Les espèces végétales faisant la richesse de cette flore et associant par affinité en groupement végétaux mal connus, présentent des adaptations morphologiques, anatomiques et physiologiques originales(SOUIDI et , al) .Il existe également tout un cortège floristique de plantes affectionnant les milieux humides et qui renseignent par leurs caractéristiques sur la nature de milieu, mais aussi des espèces rares et protégées.

• Les familles floristiques remarquables :

Asteraceae, Fabaceae, Ranunculaceae, Poaceae, Aizoaceae, Areceae, Asparagaceae, Amaranthaceae, Apiaceae, Polygonaceae, Caryophyllaceae, Plantaginaceae, Malvaceae, Brassicaceae, Iridaceae, Orobanchaceae, Oxalidaceae, Ruppiaceae, Tamaricaceae, Cyperaceae, Convolvulaceae, Cynomoriaceae, Boraginaceae, Geraniaceae, Euphorbiaceae, Zygophyllaceae, Juncaceae, Linaceae, Solanaceae, Primolaceae(SOUIDI et ,al)

• Statut de protection

L'inventaire de la flore de la zone humide de la Macta est représenté par un minimum de 262 espèces. De ce fait, la diversité végétale du milieu est très élevée ; le recensement de la flore de la région révèle la présence d'une espèce endémique : *Euphorbiapithyusa*, *Ammochloapungens*, *Sonchusarvensismauritanicus*, *Astragalusarmatus*, *Thymus ciliatus* *Calendula algeriensis*, *Malcolmiaarenaria*, *Ononisantennata* et *Marrubiumalyssoides*.

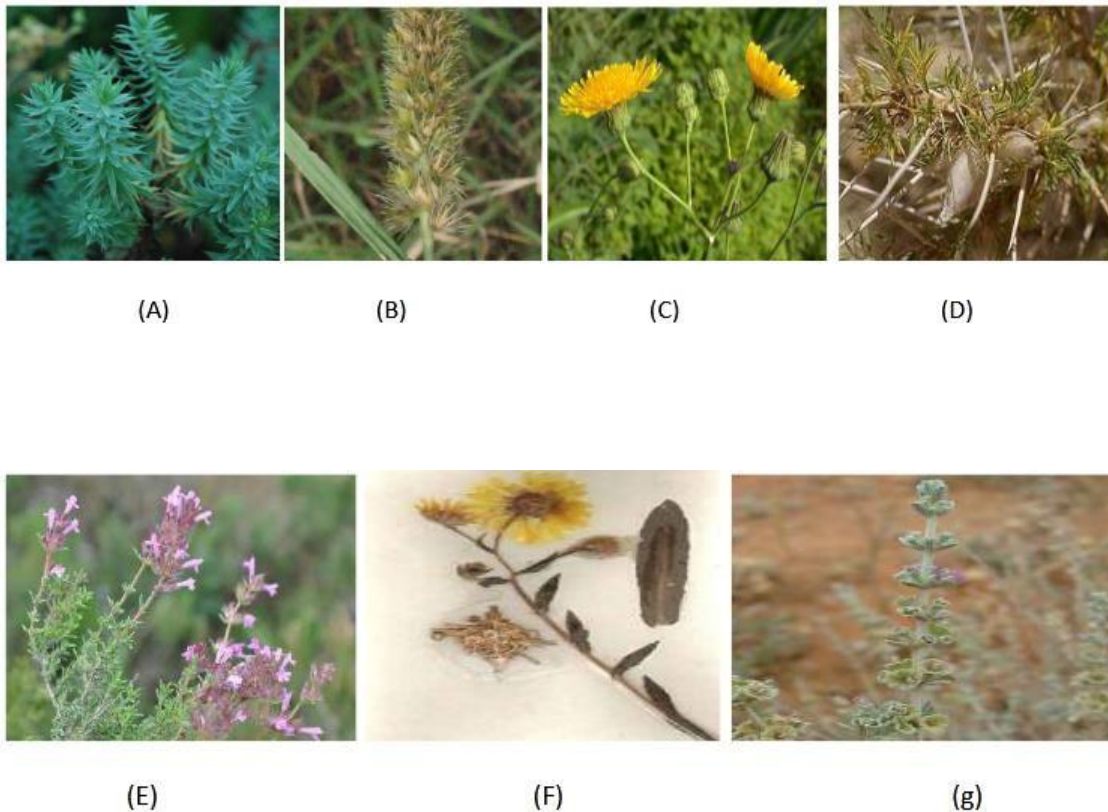


Figure n° 12 : Les espèces végétales endémiques du site d'étude.(a) *Euphorbiapithyusa*, (b) *Ammochloapungens*, (c) *Sonchusarvensismauritanicus*, (d) *Astragalusarmatus*, (e) *Thymus ciliatus*, (f) *Calendula algeriensis*, (g) *Marrubiumalyssoïdes*

- La faune

Les eaux stagnantes de la Macta et les formations végétales qui les entourent forment un environnement très favorable à l'épanouissement et la multiplication d'une faune spécifique, qui associe notamment des invertébrés, des oiseaux migrateurs et des poissons. Le plan d'eau de la Macta a accueilli des effectifs importants variés d'une espèce à l'autre et d'une saison à l'autre. Les valeurs des différents indices écologiques tels que l'abondance, la richesse spécifique et l'indice de diversité de Shannon sont élevées durant le mois d'avril. Ce

qui nous montre que la période printanière est largement fréquentée par l'avifaune aquatique (BAHIDI et BAIT, 2008).

- **Les mammifères**

Le groupe des mammifères sauvages est représenté par, au moins, 16 espèces appartenant à 11 familles. Il est important de noter que les espèces protégées représentent plus de 62% de la totalité des espèces des mammifères. Soit 10 espèces protégées dont 06: *Atelerix algirus*, *Atlantoxerus getulus*, *Mustela nivalis*, *Felis sylvestris*, *Hystrix cristata*, *Genetta genetta* qui sont protégés au plan national conformément au (Décret exécutif n° 12-235 du 3 Rajab 1433 correspondant au 24 mai 2012).

- **Les Reptiles et les amphibiens**

Les reptiles et les amphibiens jouent un rôle écologique important dans le maintien des équilibres biologiques naturels ; ils occupent une place moyenne dans les réseaux trophiques et limitent les densités de plusieurs espèces à l'exemple des rongeurs ravageurs des cultures et des insectes qui peuvent être vecteurs de diverses maladies parasitaires pour l'homme. D'autre part, ils constituent les proies de beaucoup de hérons, de rapaces et de petits mammifères. Les reptiles et les amphibiens du site d'étude restent méconnus.



Figure n° 13 : Les espèces de reptiles du site d'étude protégées sur le plan international. (a) *Testudo graeca whitei*, (b) *Testudo graeca graeca*, (c) *Timon lepidus*, (d) *Vipera latastei*

Il apparaît que ce groupe est insuffisamment protégé compte tenu du nombre de reptiles rares en Algérie et auquel il est urgent d'assurer une protection légale.

▪ Les oiseaux

L'inventaire le plus récent de l'avifaune dressé par les Services des Forêts de la région a recensé 47 espèces d'oiseaux d'eau, dont 17 limicoles, 11 espèces marines et 16 espèces de rapaces, y compris des espèces rares dont l'outarde canepetière (*Tetrax tetrax*) et la sarcelle marbrée (*Marmaronetta angustirostris*).

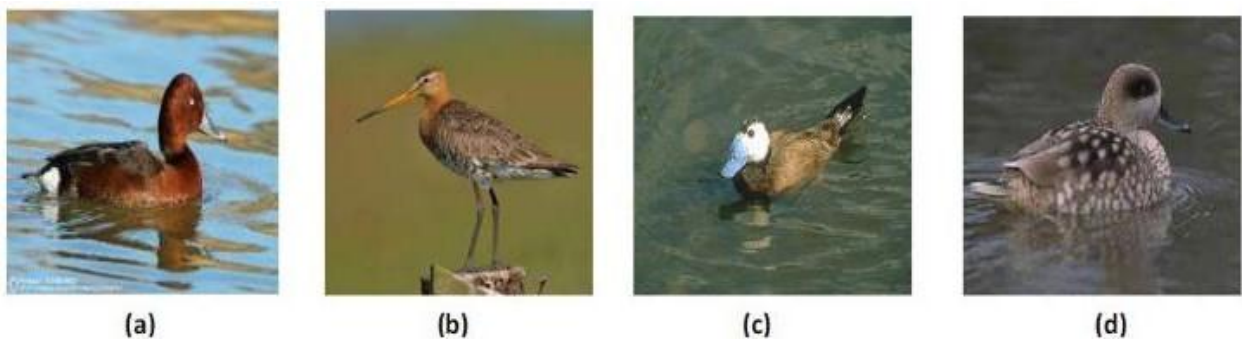


Figure n° 14 : les oiseaux d'eau du site d'étude qui figurent dans la liste rouge de l'IUCN. (a)Fuligule Nyroca, (b) Barge à queue noire, (c) l'Erismature à tête blanche, (d) Sarcelle marbrée.

Les marais de la Macta est un important site d'accueil pour l'avifaune aquatique migratrice.

• Les poissons

Le marais de la Macta héberge 05 espèces de poissons appartenant à 04 familles.

Les données disponibles concernant les poissons suivant : *Anguilla anguilla*, *Cyprinus carpio*, *Babusbabus*, *Gambusia affinis*, *Atherinaboyerii*. Parmi les 05 espèces de poissons de la zone humide de la Macta, 02 d'entre elles bénéficient d'une protection à l'échelle internationale, il s'agit de : Anguille commune (*Anguilla anguilla*) et Carpe commune (*Cyprinus carpio*) ; la première espèce est protégée dans le cadre de la convention de CITES (2015) et elle est également inscrite dans la liste rouge de l'IUCN (2015) dans la catégorie en danger critique (CR) : alors que la deuxième est inscrite dans la catégorie vulnérable (VU) de la liste rouge de l'IUCN (2015).



Figure n° 15: les espèces de poissons du site d'étude protégées au plan internationale. (a) *Cyprinus carpio*, (b) *Anguilla anguilla*

II.4 Embouchure D'Oued Al Mactaa1

II.4.1 Situation Oued Al Mactaa

est un fleuve côtère (ouest Mostaganem, est Arzew) il est forme par la réunion de deux cours d'eau , SIG et L'HABRA son cours est entouré de MARAIS (20000 ha).



Figure n°16–image satellitaire au niveau de la Macta



**Figure n°17 - OUED AL MACTAA VUE HORIZONTAL (prise le 24/03/2015
BELHACHEMI AHMED)**

- **Embouchure**

L'embouchure est la zone extrême des cors d'eau inférieur de l'OUED au niveau de la quelle ce dernier se divise en lui apportant des quantités considérable de sable de boue et de galet.



Figure n°18 -EMBOUCHURE D'OUED AL MACTAA (prise le 24/03/2015 BELHACHEMI AHMED)

• Menaces

De par leur localisation en bordure littorale, les marais de la Macta subissent différentes menaces :

- Des menaces endogènes (salinisation, érosion hydrique et érosion éolienne).
- Le pompage pour l'irrigation des cultures agricoles.
- Le pâturage des cheptels ovins et bovins qui ne cessent d'augmenter.
- La pollution par les rejets liquides.
- Les décharges (25) dont 8 sauvages et 7 autorisées mais non contrôlées.
- La pollution d'origine terrestre, les pollutions marines et atmosphériques, générées par l'industrie pétrochimique le long du golfe d'Arzew.

Les conséquences pourraient être irréversibles sur la zone humide de la Macta si des mesures ne sont pas prises.

• Rôles

- Les marais de la Macta constituent un habitat naturel particulier d'importance primordiale pour la conservation de la biodiversité.

C'est un écosystème indispensable pour le maintien des équilibres hydrologiques et écologiques.

- C'est une zone humide rare en Afrique du Nord qui fournit une aire de notification idéale pour les oiseaux.
- ils jouent un rôle essentiel dans la maîtrise naturelle des crues; l'atténuation des risques ou la prévention des inondations.
- ils jouent un rôle écologique, éducatif et scientifique important.

L'importance de sa diversité floristique et faunistique, lui a permis d'être classé en RAMSAR depuis 2001, ZICO depuis 2001, KBA depuis 2010 et IPA proposé en 2016.

Conclusion

Dans ce chapitre on a pu faire une présentation générale de la zone d'étude, à savoir, la topographie, la géologie, la géographie, la flore la faune, les menaces.

les marais de la Macta sont classés comme site Ramsar depuis 2001 et comme zone importante pour la conservation des oiseaux (ZICO) depuis 2001, comme Zone Clé pour la Biodiversité (KBA) depuis 2010 et proposé comme une Zone Importante pour les Plantes (IPA) en 2016. La zone humide de la Macta est drainée par deux principaux cours d'eau, à savoir :

- l'oued El Hammam qui passe par Mohammadia, Hacine et Bouhanifia.
- l'oued Mekerra qui passe par Sig et Chorfa.

L'amplitude annuelle de la station de Sidi Abd El Moumen est égale 29,11 °C, elle est très importante, ce que indique l'existence d'une chaleur très importante, Selon la méthode d'Ouvert, le régime climatique de zone humide est très sec pour les mois : septembre, octobre, mai, juin, juillet et aout. Alors qu'il est subhumide pour les moins : novembre, décembre, janvier, février et mars.

la régression de la précipitation résulte un difficile d'écoulement d'où la régression des surface de plan d'eau dans les marais de la zone humide, et avec l'évapotranspiration provoque la concentration des sels et d'autre polluaient alors les eaux des marais aura une mauvaise qualité physico-chimique qui menace l'avifaune aquatique de la zone d'une parte et les être vivant qui se nourrices sur ces organismes d'autre parte.

Les conditions du milieu des marais de la Macta, zone humide ont favorisé l'installation d'une flore adaptée aux conditions aquatique et terrestre, hydrophiles et halophiles (sols salés).

Chapitre III : Osmose inverse

Introduction

Bien que 71 % de la surface de la terre être recouvert d'eau, il y a seulement 3 % d'eau douce dans différents réservoirs, et le reste (97 %) représente l'eau salée, qui nous conduira tôt ou tard à la pénurie d'eau, surtout avec l'évolution que connaît l'environnement urbain et industriel. Cette situation oblige tous les pays du monde à chercher des sources d'eau fiables, et qui ne sont pas soumises aux changements climatiques. C'est dans cette logique que les stations de dessalement des eaux s'inscrivent puisqu'elles permettent de produire de l'eau potable à partir de l'eau de mer ou d'eaux saumâtres grâce à des techniques particulières. Le dessalement des eaux saumâtres et, a fortiori, de l'eau de mer procure une solution séduisante à cette problématique. C'est pourquoi le marché du dessalement est d'ores et déjà en pleine expansion avec une progression d'environ 7 % par an (CHENAOUI B. (2010) .On assiste d'ailleurs à une très forte augmentation (+10% par an) du volume d'eau produit par dessalement, il est actuellement autour de 45 millions m³/jour. Les usines de dessalement se multiplient dans de nombreux pays (Libye, l'Australie, la Grande Bretagne); surtout dans les pays en prise à des pénuries d'eau (Algérie, Libye, pays du golfe) mais aussi dans les pays d'Europe du sud (Espagne, Italie, Grèce) et aux États-Unis. Mais Plus d'un milliard de personnes dans le monde n'ont pas accès à des ressources d'eau saine.

III.1 Localisation Et Nature Juridique Des Terrains De La Station De Mactaa

La Zone De Mactaa se Trouve A Environ 45 Km A L'est De La Ville D'Oran. Une Localité Relevant De La Commune Côtière De Mers El Hadjadj.

III.1.1 Géologie

le Plateau De Mactaa présent Dans Sa Partie Nord-Ouest, En Zone Littorale Les Formations De Lumachelles Du CalabrienPliocene Supérieur et Les Assises De Marnes gris Verte De Miocène Supérieur, Du Point De Vue Structural, Ils S'accompagnent De Nombreux Accidents Tectoniques Secondaires Susceptibles D'avoir Un Impact Sur Les Conditions D'écoulement Des Eaux, Le Littorale De Bordure Du Plateau De St Louis.

III.1.2 Pollution

L'oued Pourrait Avoir Une Influence Sur La Qualité De L'eau De Mer, La Variation De La Salinité Par Apport D'eau Douce, Mais Egalement La Pollution De L'eau Par Déversement Des Eaux Usée.

III.2 Description Du Fonctionnement

Le principe de la station est basé sur l'osmose inverse, un procédé de séparation de l'eau et de ses sels dissous au moyen de membranes semi-perméables sous l'action de la pression. la déminéralisation par cette technique nécessite d'abord un prétraitement très poussé de l'eau brute pour éviter le dépôt de matière en suspension sur les membranes qui conduirait rapidement à une diminution des débits produits. La chaîne de traitement peut être expliquée par les étapes suivantes:

III.2.1 Captage et pompage de l'eau brute

Une prise d'eau faite en pleine mer à 400m se fait par trois tuyaux d'aspiration qui se terminent par une crépine. Le captage est effectué en zone profonde d'environ 10m, éloignée de la côte, protégée des pollutions et des forts courants, il n'est pas influencé par les rejets; la pression d'entrée de l'eau de mer est de 2 à 4 bars.

III.2.2 Prétraitement

III.2.2.1 Pré filtration grossière

L'eau passe d'abord par une étape de filtration grossière permettant d'éliminer les gros matériaux susceptibles d'endommager les installations et de diminuer l'efficacité globale du procédé de traitement.

III.2.2.2 Prétraitement par les procédés membranaires (Ultrafiltration)

En raison des limitations du prétraitement conventionnel qui viennent d'être évoquées, un intérêt croissant s'est porté sur l'utilisation de procédés membranaires basse pression telle que l'ultrafiltration (UV), qui utilise des membranes microporeuses dont les diamètres de pores sont compris entre 1 et 100 μ m. De telles membranes

laissent passer les petites molécules (eau, sels) et arrêtent les molécules de masse molaire élevée (polymères, protéines, colloïdes). Pour cette raison, cette technique est utilisée pour l'élimination des macro-solutés présents dans les effluents, ou encore dans l'eau à usage domestique, industriel ou médical.

III.2.3 OSMOSE inverse

III.2.3.1 Système de pompage

La station de Macta utilise l'osmose inverse, pour cela, un système de pompage type booster, pour assurer une grande pression, entre 65 et 80 bars, cette pression est généralement en fonction de température et de la salinité.

III.2.3.2 Récupération de l'énergie du concentrât

Le système de récupération d'énergie est au moyen d'une turbine Pelton ; ou la quantité d'énergie récupérée est environ 4bars c'est-à-dire 5% par rapport à l'énergie consommée par l'unité (1500 kW) (**CHENAOUI B. (2010)**).

III.2.3.3 Osmose inverse

L'osmose est un processus naturel dans lequel les molécules de l'eau migrent à travers une membrane semi-perméable depuis une solution de basse concentration vers une solution de plus haute concentration. (**NISAN S. (2007)**).

Le phénomène d'osmose va se traduire par un flux d'eau dirigé de la solution diluée vers la solution concentrée. Si l'on essaie d'empêcher ce flux d'eau en appliquant une pression sur la solution concentrée, la quantité d'eau transférée par osmose va diminuer.

Il arrivera un moment où la pression appliquée sera telle que le flux de l'eau va s'annuler. Si, pour simplifier, nous supposons que la solution diluée est de l'eau pure, cette pression d'équilibre est appelée pression osmotique (**ARMAS I.(2014)**). Une augmentation de la pression au-delà de la pression osmotique va se traduire par un flux d'eau dirigé en sens inverse du flux osmotique, c'est-à-dire de la solution concentrée vers la solution diluée c'est le phénomène d'osmose inverse **MAUREL, A. (2006)**. Le module d'osmose inverse utilisé dans l'unité d'étude est le module spiralé, au sein des modules spiraux, une membrane plane est enroulée sur elle-même autour d'un tube poreux (le collecteur du perméat) qui recueille le filtrat. On obtient ainsi un cylindre multicouche où le perméat s'écoule selon

un chemin spiralé vers le tube poreux tandis que l'alimentation circule axialement dans les canaux. Du côté de l'écoulement de la solution à traiter, les couches membranaires sont séparées par une grille en plastique (CHENAOUI B. (2010)).

III.2.4 Poste traitement

III.2.4.1 Ajustement du pH

L'eau d'alimentation des membranes d'osmose est acidifiée à un pH variant de 6.3 à 6.8. Le pH de l'eau osmose est aux environs de 5.9. Après mélange avec l'eau filtrée, les valeurs du pH remontent jusqu'à une valeur de 6. Afin d'améliorer la qualité de l'eau et assurer une flexibilité de l'installation, un taux de chaux commerciales égal à 180 g/m³ est injecté pour ajustement de pH (entre 6.3 et 8.0). Un silo de 40 m³ est prévu. Il correspond à une autonomie de:

- 30 jours pour une injection de 30 g/m³.
- 15 jours pour une injection de 60 g/m³.

Subséquent, la correction de pH se fait à l'aide d'une solution alcalin, automatiquement en fonction du pH (NaOH) (CHENAOUI B. (2010)).

III.2.4.2 Désinfection

Le chlore, par sa grande efficacité à l'état de traces, et par sa facilité d'emploi, est le réactif le plus utilisé pour assurer la désinfection de l'eau. En outre, le chlore est doué d'un pouvoir oxydant important, favorable à la destruction des matières organiques. Le taux de traitement est de 0.5 à 1g/m³.

Deux réservoirs de 1 tonne unitaire sont connectés à un permutateur automatique. Chaque réservoir permet une autonomie d'environ 14 jours. Le soutirage des tanks et l'alimentation de chlorométries (1 en service, 1 en secours) sont en phase gazeuse. Un analyseur de chlore permet de contrôler en continu la teneur en chlore de l'eau à l'entrée du réseau. Une neutralisation avec de la soude caustique est prévue en cas de fuite de chlore.

III.2.4.3 Lavage des membranes

Périodiquement, les membranes doivent être nettoyées pour les débarrasser de tous les dépôts qui tendent à diminuer les performances qualitatives et quantitatives du système. Cette élimination est obtenue en faisant recirculer des solutions chimiques acides (pour les dépôts de carbonate de calcium, d'hydroxydes métalliques) et basiques (pour les dépôts biologiques et bactériens). Dans la station de Mactaa deux solutions de nettoyage chimique des membranes sont utilisées:

- L'acide citrique 2%, généralement le pH de cette solution est inférieur à 2, la correction se fait par l'ajout de chaux.
- ULTRASIL P3 10, 0.5%, la solution est basique, pour réduire le pH, on ajoute l'acide chlorhydrique.

III.3 Impact De La Station De Dessalement Sur l'environnement

La construction d'une station de dessalement produit plusieurs impacts sur l'environnement, certains d'entre eux sont positifs et les autres sont négatifs:

- **Impacts positifs**

- 1- La disponibilité de l'eau de bonne qualité est préliminaire au développement économique et social des communautés locales.
- 2- Le dessalement est une source fiable de l'eau qui n'est pas soumise aux changements climatiques liés aux sources d'eau douce.

- **Impacts négatifs**

- 1- Destruction du fond marin et diminution de la biomasse planctonique et de la biodiversité marine.
- 2- augmentation de la salinité et des taux des métaux lourds.
- 3- Impacts ontogénique, cellulaire et sur la croissance, la reproduction et la survie des macro-phytes (ALLAM H., MELLAH A. (2013)). Comme nous pouvons le constater, la plupart des impacts proviennent principalement de la saumure lorsque celle-ci est rejetée directement dans la mer, sans dilution et

sans aucun traitement. Il a été constaté que les rejets de la station d’El-Mactaa provoquent une augmentation de la concentration en sel de 5 à 10 mg/L autour de la zone de rejet. Les caractéristiques principales de l’eau de mer et du rejet d’une station de dessalement sont présentées dans le tableau suivant :

Paramètres	Eau de mer	Rejet (saumure)
Conductivité (ms/cm)	47	73,5
Salinité (g/l)	32	60
Turbidité (NTU)	1,14	2,03
pH	7,61	7,31
T (°C)	20	20
[Ca ²⁺] (g/l)	0,449	0,841
[Mg ²⁺] (g/l)	0,998	2,013
Chlorure (g/l)	14,200	22,412
Sulfates (g/l)	3,7	2,573
TA (°F)	0	0
TAC (°F)	13	28

Tableau 2 : Caractéristiques principales de l’eau de mer et saumure(HABET L (2010)).

Conclusion

Avec La Pénurie En Eau Potable, Le dessalement De L’eau De Mer Devient Une Des Solutions Les Plus Pratiques A Travers Le Monde, Pour L’alimentation En Eau Potable, Ainsi Qu’aux Besoins Industriels. L’usine De Dessalement De L’eau De Mer D’el-Macta utilise Le Procédé D’osmose Inverse Et Devra Produire 500.000 M3/Jour. Néanmoins, On Redoute Maintenant Que De Pareilles Usines A Dessalement Nuisent Gravement A L’environnement. Il S’agit Maintenant D’utiliser Le Dessalement Avec Prudence Et Discernement, Mais Seulement Là OÙ Le Dessalement Est Etabli Comme Pouvant Répondre A Un Besoin Réel En Eau Tout En Restant Rentable Et En Atténuant Les Risques Pour L’environnement.

Chapitre IV
Etude des caractères
Physico-chimique

Introduction

Le contrôle et le suivi de la pollution au niveau oued el mactaa se réalisent par des, dosage des sels nutritifs, paramètres physico-chimiques, matière en suspension .

IV.1 Caractéristiques physico-chimiques de l'eau de mer

La qualité d'une eau de mer et d'oued el MACTAA est évaluée en mesurant différents types de paramètres.

IV.1.1 paramètres physico-chimiques

- **Température**

La température est un facteur écologique important du milieu. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique). Certains rejets présentent des écarts de température importants avec le milieu récepteur: ce sont par exemple, les eaux de refroidissement des centrales nucléaires thermiques induisant ainsi une forte perturbation du milieu. La température est mesurée par thermo son de (ou par thermo mètre). **(Gaujous D., 1995)** .Il est important de connaître la température de l'eau avec précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels, etc**(Rodier et al, (2005),)**. Les activités humaines ne devraient pas modifier la température de l'eau, en dehors des fluctuations saisonnières naturelles, au risque de bouleverser les écosystèmes aquatiques. La température affecte la solubilité de l'oxygène et menace alors la survie des poissons. Les températures adéquates dépendent du type d'eau que vous étudiez **(Seed, 2003)** **in (ACHICHE Krimo, LARBI Samir (2010),**

Sa perturbation peut influencer la vie aquatique (pollution thermique). Elle joue un rôle important dans les processus bactériens comme la nitrification et la dénitrification.

- **Salinité(S‰)**

Salinité La salinité est importante dans le milieu marin, par son influence sur la densité de l'eau de mer, elle permet de connaître la circulation océanique, d'identifier les masses d'eaux d'origines différentes et de suivre leurs mélanges au large comme à la cote ou dans les estuaires. La salinité est une propriété de l'eau de mer qui est fondamentale à l'étude du milieu marin, elle forme avec la température deux descripteurs de base des masses d'eaux (bon traceur du mélange des eaux) (**Aminot A et Chaussepied M, (1983)**).

Elle correspond à la teneur en sels dissous de l'eau de mer, elle peut être mesurée et exprimée de différentes manières suivant que l'on considère l'ensemble des corps, ou seulement les sels dominants (**Rodier J, (1996)**). La salinité moyenne des océans est de 34,71 milligrammes de sel par gramme d'eau. L'eau océanique est une solution chimique comportant de l'eau (H₂O) et un certain nombre de sels dissous, éléments majeurs et mineurs, de nutriments organiques et d'éléments en trace. Dix éléments chimiques, dits majeurs, représentent 99% des sels dissous. Ces éléments majeurs sont en proportion relatives remarquablement constantes (**Bachari Houma F, (2009)**).

- **Conductivité électrique**

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques (**Rodier et al, (2005)**), La conductivité de l'eau de mer est très élevée en raison de la forte concentration en sels dissous (**Aminot et Kérouel, (2004)**).du fait qu'elle permet d'évaluer la charge totale en électrolytes d'une eau (**Ramade F, (2000)**).

La conductivité est également fonction de la température de l'eau. Les résultats de mesure doivent donc être présentés en termes de conductivité équivalente à 20 ou 25°C. Mesuré sur le terrain, ce paramètre permet de caractériser l'eau. La conductivité d'un échantillon peut être déterminée par comparaison avec la conductivité d'une eau de mer standard (eau de mer normale) dont la salinité est de 35 % (**Rodier et al, (2005)**).

- **Potentiel d'hydrogène**

(PH) C'est un paramètre chimique caractérisant l'acidité ou la basicité d'un milieu. Il résulte de la composition ionique de l'eau, et essentiellement de la présence des carbonates issus de l'échange de dioxyde de carbone (CO₂) à l'interface air-mer, ainsi que de la dissolution du calcaire (**Aminot et Kérouel, (2004)**). En théorie, le pH est défini comme le cologarithme décimal de l'activité de l'ion H⁺. Le pH dépend de la teneur en dioxyde de carbone; c'est à dire une modification de CO₂ (Respiration, photosynthèse, échange air-océan) entraînera donc une modification du pH (**Ramade F, (2000)**). En plus des processus physiques, chimiques, biologiques, l'accumulation de matières organiques d'origine continentale et la contamination par des rejets urbains ou industriels contribuent à la modification du pH naturel. En l'absence d'influences externes, le pH est le reflet des équilibres entre les espèces chimiques majeures du milieu, mais il est également l'indicateur de certaines pollutions directes ou indirectes (**Aminot et Kérouel, (2004)**).

En moyenne, le pH de l'eau de mer, voisin de 8,2 donc il tend vers un milieu basique. Le pH a été mesuré à l'aide d'un pH mètre de terrain de type 315/SET (WTW) ou HQ11d d'une précision de ± 0,01 muni d'une électrode de verre à compensation de température (**Rodier et al, (2005)**).

- **Oxygène dissous**

(O.D) Ce paramètre détermine la qualité du milieu (**Aminot A et Chaussepied M, (1983)**), et gouverne la plus part des processus biologiques des écosystèmes aquatiques (**Aminot et Kérouel, (2004)**). La mesure de ce paramètre concerne exclusivement la mesure de l'oxygène moléculaire (O₂) en solution. Sa concentration et sa saturation dans l'eau de mer est régie par plusieurs processus physiques, chimiques et biologiques:

- Echanges à l'interface air-mer;
- Oxydation chimique;
- Diffusion et mélange au sein des masses d'eau;
- Respiration et photosynthèse;

- **Les processus biologiques permettent soit:**

- ❖ Sa saturation dans les zones eutrophies (accroissement important du phytoplancton);
- ❖ Ou sa sous-saturation dans les zones riches en matières carbonées (oxydation de la matière organique, nitrification de l'azote ammoniacal) (**Aminot A et Chaussepied M, (1983)**). Dans le cas de leur absence, sa concentration dans l'eau de mer en contact de l'air n'est qu'en fonction de la pression atmosphérique, la température et de la salinité de l'eau, on parle de la concentration d'équilibre ou saturation (**Aminot et Kérouel, (2004)**). Le processus de purification naturelle des cours d'eau requiert des niveaux d'oxygène adéquats pour assurer la vie aérobie dans l'eau. Lorsque les niveaux d'oxygène dissous dans l'eau tombent au-dessous de 5,0 mg/l, la vie aquatique est menacée.

IV.1.2 Paramètre de pollution :

- **Matières en suspension**

En plus des substances dissous, les eaux de mer contiennent des matières en suspension de toutes tailles et de toutes formes, minérales ou organiques, vivantes ou détritiques, de nature, soit biogénique (bactéries, phytoplancton, poissons), soit terrigène (apports fluviaux, produits de l'érosion des côtes, débris déversés par l'homme), soit éolienne (particules transportées par les courants atmosphériques et tombant dans la mer), soit enfin météorique (**Invanoff A, (1972)**). La détermination des matières en suspension (MES) est essentielle pour évaluer la répartition de la charge polluante entre pollution dissoute et pollution sédimentaire, car le devenir de ces deux composantes est très différent, tant dans le milieu naturel que dans les systèmes d'épuration. Dans une eau usée urbaine, près de 50% de la pollution organique se trouve sous forme de matières en suspension. Les résultats pour les eaux industrielles sont très variables, il est de même pour les eaux naturelles où la nature des MES est souvent minérale et leur taux est relativement bas, sauf en période de crue des cours d'eau. La composition des matières en suspension peut être appréciée par analyse directe: plus souvent, elle est obtenue par différence des caractéristiques des eaux brutes et des eaux filtrées. Les erreurs sur les valeurs résultantes sont alors élevées (**Bontoux J, (1993)**). Les matières en suspension sont exprimées en mg/l.

- **Turbidité**

La turbidité est inversement proportionnelle à la transparence de l'eau. Elle est mesurée:

- Soit visuellement par la hauteur d'eau à travers laquelle on ne distingue plus un objet (disque de Secchi, fil platine), elle est alors exprimée en mètre.
- Soit électroniquement (néphélométrie) par comparaison avec une gamme de solution de référence (silice, mastic, forma zine), elle est alors exprimé en mg/l de silice, de mastic, ... ou en unité (NTU, NéphélometricTurbidity Unit, ou JTU Jackson ou FTU, Formazine)(Gaujous, (1995).
- La turbidité varie suivant les matières en suspension (MES) de l'eau. La turbidité mesure la quantité de particules suspendues dans l'eau. Les algues, les sédiments en suspension et les matières organiques augmentent la turbidité de l'eau jusqu'à des niveaux nuisibles pour certains organismes. La turbidité est élément important, car une forte présence de particules suspendues dans les rivières diffuse davantage de lumière solaire et absorbe de la chaleur, augmentant ainsi la température et réduisant la lumière bénéfique aux plantes.
- La turbidité s'accroît avec l'érosion des berges, la croissance excessive des algues et les modifications du courant des rivières.

- **La demande biochimique en oxygène (DBO5)**

La demande biochimique en oxygène, exprimée en mg d'oxygène par litre, permet l'évaluation des matières organiques biodégradables dans les eaux (Bontoux J, (1993) .Plus précisément, ce paramètre mesure la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction des matières organiques grâce aux phénomènes d'oxydation par voie aérobie. Pour la mesure, on prend comme référence la quantité d'oxygène consommée au bout de 5 jours. Berne et Cordonnier (1991) définissent la DBO5 comme étant la quantité d'oxygène consommée par les bactéries, à 20°C à l'obscurité et pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablement ensemencé, temps qui assure l'oxydation biologique d'une fraction de matière organique carbonée. La DBO5 est un paramètre intéressant pour l'appréciation de la qualité

des eaux: dans les eaux pures elle est inférieure à 1 mg/d'(O₂)/l, et quand elle dépasse les 9 mg/l l'eau est considérée comme étant impropre (**Gomella C et Guerre H, (1978)**)

- **La demande chimique en oxygène (DCO)**

La demande chimique en oxygène (DCO), exprimée en mg d' (O₂)/l, correspond à la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation par voie chimique est dans des conditions définies de la matière organique ou inorganique contenue dans l'eau (**Grosclaude G, (1999)**). Elle représente donc, la teneur totale de l'eau en matières oxydables.

- **Les sels nutritifs (azote et phosphore)**

Les teneurs en azote et en phosphore sont également des paramètres très importants. Les rejets excessifs de phosphore et d'azote contribuent à l'eutrophisation des lacs et des cours d'eau.

- **L'azote ammoniacal**

est présent sous deux formes en solution, l'ammoniaque (NH₃) et l'ammonium (NH₄⁺) dont les proportions dépendent du pH et de la température. L'azote ammoniacal provient des excréments animales et de la décomposition bactérienne des composés organiques azotés; il est utilisé par le phytoplancton comme source d'azote et oxydé par les bactéries nitrifiantes (**Aminot A et Chaussepied M, (1983)**). Dans certains cas, les teneurs peuvent atteindre des seuils toxiques, variables pour chaque espèce, et liés au pH et à l'oxygénation des eaux (**Alzieu C, (1989)**).

- **Les nitrites (NO₂⁻)**

Dans le cycle de l'azote, les nitrites sont considérés comme étant des ions intermédiaires entre les nitrates et l'azote ammoniacal, ce qui explique les faibles concentrations rencontrées en milieu aquatique qui sont de l'ordre de quelques micromoles par litre d'azote nitreux (**Aminot A et Chaussepied M, (1983)**).

- **Les nitrates (NO₃⁻)**

L'ion nitrate est la forme oxydée stable de l'azote en solution aqueuse, il entre dans le cycle de l'azote comme support principal de la croissance phyto planctonique, il est ensuite régénéré à partir des formes organiques par les bactéries. L'ion nitrate est issu de l'oxydation des nitrites par les bactéries appelées nitrobacters (**Aminot A et Chaussepied M, (1983)**).

- **Le Phosphore**

Le Phosphore est présent dans l'eau sous plusieurs formes: phosphates, poly phosphates, phosphore organique, les apports les plus importants proviennent des déjections humaines et animales, et surtout des produits de lavage. C'est un agent d'eutrophisation gênant dans le milieu naturel (**Bontoux J, (1993)**).

- **Oligo-éléments et les toxiques minéraux**

Les oligo-éléments sont toujours présents dans l'eau en quantités très faibles. Leur présence est généralement indispensable au développement des êtres vivants, et leur absence peut entraîner des carences. A plus fortes concentrations, ils deviennent toxiques. La plupart sont désignés comme étant «métaux lourds», bien que tous ne soient pas des métaux; ces éléments sont soumis à des normes, particulièrement en eau potable, mais aussi en rejets industriels, pour les boues d'épuration valorisables en agriculture, pour les épandages de boues de curage de rivières...(Gaujous, (1995)).

Conclusion

La zone de oued el mactaa (oued el mactaa) se caractérise par des paramètres physico-chimiques et bactériologiques, qui permettent de déterminer leur éventuelle origine et de connaître l'importance de leur charge polluante.

Avant qu'elles ne soient rejetées dans le milieu naturel et ne le dégradent, elles doivent impérativement obéir à des normes établies pour protéger les milieux récepteurs contre la pollution. Pour cela, elles sont acheminées vers une station d'épuration(station de dessalement de oued el mactaa) ou elles subissent plusieurs phases de traitement.

Dans le chapitre suivant, oued el mactaa fera l'objet de notre étude et les différentes menaces de pollution seront détaillées

Matériels et méthodes

IV.2 Matériels et méthodes

L'objectif de ce travail (mémoire) choisir Les sites de prélèvement afin de réaliser les analyses concernant les eaux de surface de oued el Mactaa et de la mer et étudier les Effets et Des Rejets De La Station De Dessalement Sur La Modification Des Paramètres Physico Chimique D'oued El Mactaa

- **Localisation géographique des sites de prélèvement:**

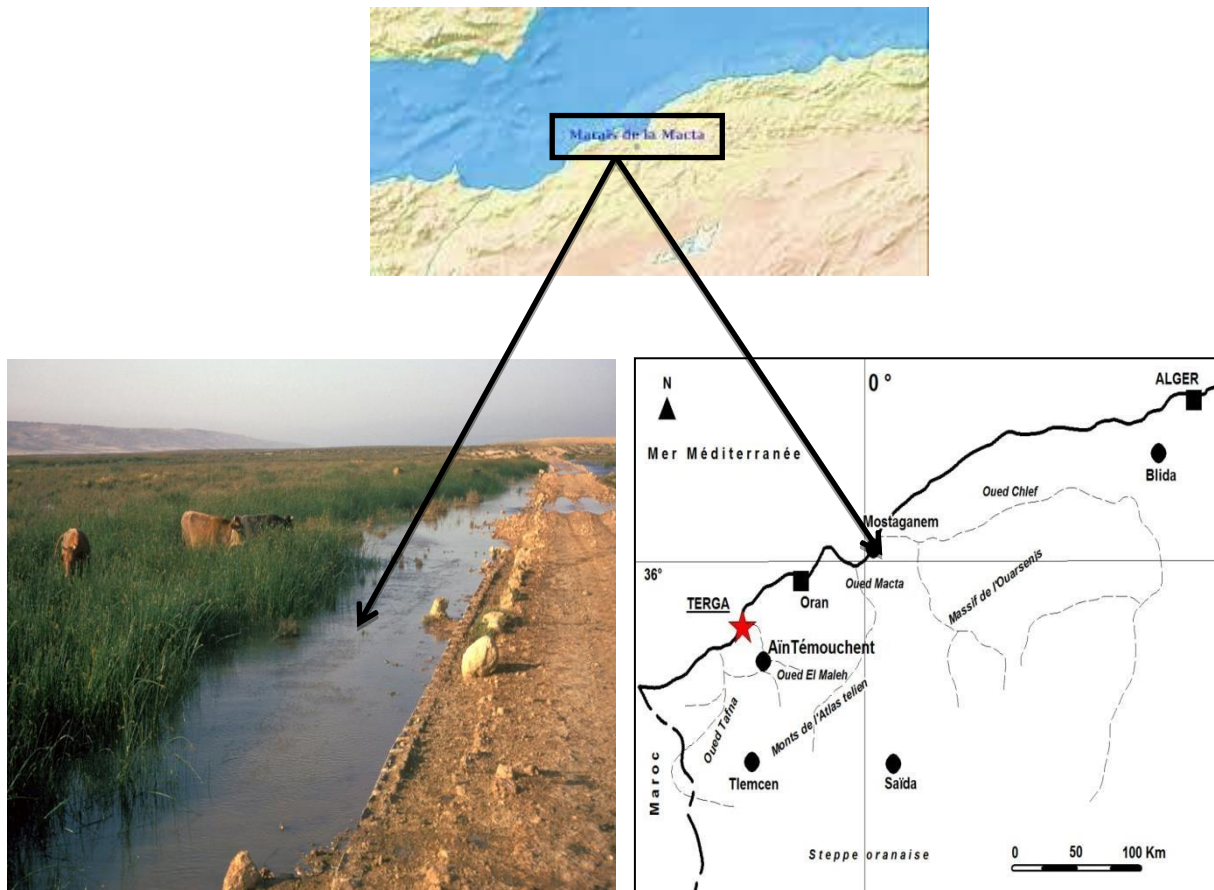


Figure n°19 : oued el Mactaa

IV.2.2 Prélèvement

Dans le cadre de notre étude, nous avons réalisé trois campagnes d'échantillonnage, la 1ère le 25avril 2021 durant la saison d'automne, la 2ème le 20mai 2021 durant la saison hivernale, et la dernière le 18 juin 2021 durant la saison printanière. Nous avons prélevé des échantillons d'eaux d'oued el mactaa, ainsi que des échantillons d'eau de mer. Pour prélever un échantillon, il est recommandé d'utiliser des bouteilles en plastique, Après les avoir rincées au moins 03 fois avec l'eau à prélever afin d'éviter toute contamination, et en dessous du niveau de l'eau puis retirer le bouchon pour remplir le flacon afin d'éviter toute sorte de contamination de l'échantillon. Puis sont transportés dans des glacières à température à 4 °C pour inhiber l'activité microbienne surtout celles Gram négatifs.

IV.2.3 Mode opératoire

- **Les analyses physico-chimiques :**

La connaissance de certains paramètres physico-chimiques donne une appréciation préliminaire de la qualité et le degré de la pollution d'une eau. Ils se divisent en deux groupes.

- **Le premier groupe est constitué des caractéristiques mesurées in situ à l'aide d'un appareil multi-paramètres. Il s'agit essentiellement de :**

- 1- La température en degrés Celsius (T°),
- 2- La salinité ($S\%$)
- 3- La conductivité en $\mu S/cm$ (condu),
- 4- Le potentiel hydrogène (pH),
- 5- L'oxygène dissous en mg/l (O_2 mg/l),
- 6- les matières en suspension (MES)

- **Le deuxième groupe des caractéristiques variables comprend :**
 - ❖ L'ammonium mg/l
 - ❖ Les nitrites (NO₂) en mg/l.
 - ❖ Les nitrates (NO₃) en mg/l.
 - ❖ Les phosphates (PO₄) en mg/l

❖ **Analyses et modes opératoires:**

Les analyses des paramètres physico-chimiques et des paramètres indicateurs de pollution sont effectuées au niveau du laboratoire de sonalgazspemarsat el hadjadj

❖ **Mesure des paramètres physico-chimiques :**

1- La température et la salinité

La température et la salinité sont déterminées en même temps que la conductivité électrique par le conductimètre.

- Mettre l'appareil en marche
- Rincer l'électrode avec l'eau distillée
- Plonger l'électrode dans votre échantillon et lire la température et la salinité à votre échantillon directement sur l'appareil.
- Rincer après chaque mesure,

2- La conductivité électrique :

C'est la quantité d'électricité transportée d'une électrode à l'autre à travers un secteur de 1 cm², d'un conducteur ayant une différence de potentiel de 1V/cm. Elle permet d'estimer le degré de minéralisation d'une eau et est liée à la force ionique. Elle est proportionnelle à la teneur en sels dissous (TDS). Elle s'exprime en micro siemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

La conductivité électrique est mesurée à l'aide d'un conductimètre.



Figure n°20 : conductimètre (photo prise au niveau de la station de dessalement de Marsat El Hadjadj2021)

- Mode opératoire

- Mettre l'appareil en marche
- Rincer l'électrode avec l'eau distillée
- Plonger l'électrode dans votre échantillon et lire la conductivité relative à votre échantillon directement sur l'appareil en $\mu\text{s}/\text{cm}$ ou en ms/cm
- Rincer après chaque mesure, les lectures se font à une température constante de 20°C à 25°C .

3- Le pH:

Il est utilisé pour exprimer le degré d'ionisation de l'eau. Il indique le caractère alcalin ($\text{pH}>7$), acide ($\text{pH}<7$) ou neutre ($\text{pH}=7$) de l'eau. C'est la mesure de la concentration en ions Hydronium (H_3O^+) provenant de la dissociation des molécules d'eau en protons H^+ .

Il contrôle les vies aquatiques et régule le processus d'épuration dans les plans d'eau. Le pH dans l'eau naturelle varie entre 6,6 et 7,8 (**FONKOU T. (1991)**).

Nous avons mesuré le pH à l'aide d'un pH mètre de marque HQ11d



Figure n°21 : PH mètre (photo prise au niveau de la station de dessalement de Marsat El Hadjadj2021)

- **Mode opératoire:**

- Allumer le ph mètre et laisser chauffer l'appareil.
- Appuyer sur la touche 'M' marcher.
- Appuyer sur la touche 'pH'.
- Régler la température à la température ambiante.
- Rincer la sonde avec l'eau distillée.
- Entrer l'électrode dans la solution d'étalon à pH = 7.
- Rincer toujours l'électrode avec l'eau distillée.
- Passer l'échantillon et écrire le résultat.
- Rincer abondamment l'électrode avec de l'eau distillée et arrêter l'appareil.

4- Oxygène dissous :

Oxygène dissous (mg/l) L'oxygène dissous peut-être mesuré par méthode chimique de **Winkler (Aminot ; 1983) et (Rodier et al, 1996)**, mais on peut le mesurer sur le terrain par la méthode électrochimique en raison de sa rapidité .On utilise un oxymétrie de terrain de marque WTW type « Oxi330 i /Set .l'appareil est étalonné avant son utilisation. La valeur s'affiche sur un petit écran en mg/l avec une précision de $\pm 0.1 \%$.

5- Matière en suspension :

Ce sont des substances minérales ou organiques insolubles d'origines diverses. Suivant leur densité et les caractéristiques du milieu récepteur, elles évaluent la répartition de la charge polluante entre la pollution dissoute et la pollution sédimentée (BONTOUX, 1993). Elles sont exprimées en mg/l.

- Mode opératoire:

- Peser le filtre en fibre de verre de pore $1,5 \mu\text{m}$ à l'aide d'une balance de précision.
- Faire passer l'échantillon de volume connu.
- Incuber le filtre dans l'étuve à $15 \pm 0,1^\circ \text{C}$ pendant 24h.
- Peser à nouveau le filtre.

La quantité des matières en suspension est obtenue par l'expression suivante:

$$\text{MES (mg/l)} = (\text{P2-P1})/\text{v}$$

P1 = le poids du filtre avant la filtration de l'échantillon (exprimé en mg).

P2 = le poids du filtre après la filtration de l'échantillon (exprimé en mg).

V = le volume de l'échantillon filtré (exprimé en Litre).*

6- Ammonium (NH_4^+) :

L'ion ammonium, NH_4^+ , est la forme réduite de l'azote. Il provient principalement de la décomposition des protéines naturelles contenues dans le phytoplancton et les micro-organismes. Il peut être aussi issu de l'apport d'effluents urbains épurés, de rejets industriels ou agricoles. Il se trouve dans les eaux naturelles à des concentrations qui peuvent varier de 0,1 à plus de 10 mg/l.

- L'ion ammonium ne présente pas un caractère nocif pour la santé, mais sa présence, en particulier dans les eaux de surface, peut être considéré comme un indicateur de pollution. Cependant, il constitue un élément gênant, car il interfère avec la chloration pour former des chloramines modifiant l'odeur et le goût de l'eau (goût de chlore), et il est aussi un aliment pour certaines bactéries qui peuvent ainsi proliférer dans les réseaux de distribution. Il convient donc de l'éliminer de l'eau destinée à la consommation humaine.

- Mode opératoire :

- Mélanger 50 ml de l'échantillon + 1ml réactif mélangé (Nessler).
- à ce moment la coloration jaune se développe,
- Laisser les flacons pendant 10 mn.
- La lecture au spectrophotomètre.

7- Phosphate (PO_4^{3-}) :

Le phosphore est une substance nutritive essentielle pour les organismes aquatiques. Comme il ne parvient naturellement qu'en petites quantités dans les eaux, les apports liés aux activités humaines conditionnent la croissance des plantes aquatiques.

- **Mode opératoire :**

- Mélanger 50ml + 1 ml de molybdate d'ammonium
- Attendre 10mn
- ajouter 1 ml aminoacide.
- Attendre 5mn
- Effectuer une lecture à la spectrophotométrie.



Figure n°22 : Spectrophotométrie (photo prise au niveau de la station de dessalement de Marsat El Hadjadj2021)

Conclusion

Dans ce chapitre on a parlé sur les différents appareils et méthode de mesure qui sont utilisé pour estimer les caractéristiques physicochimique et les paramètres de pollution.

Chapitre V : Résultats et discussions

Chapitre V Résultats et discussions

Introduction:

Cette partie représente les différents résultats obtenus à partir des échantillons prélevés des différents mois. Cette analyse va nous permettre de préciser l'état actuel de la pollution marine de la oued el mactaa, grâce à leur interprétations et leurs comparaisons pour qu'ils soient exploitables.

V.1 Etude qualitative:

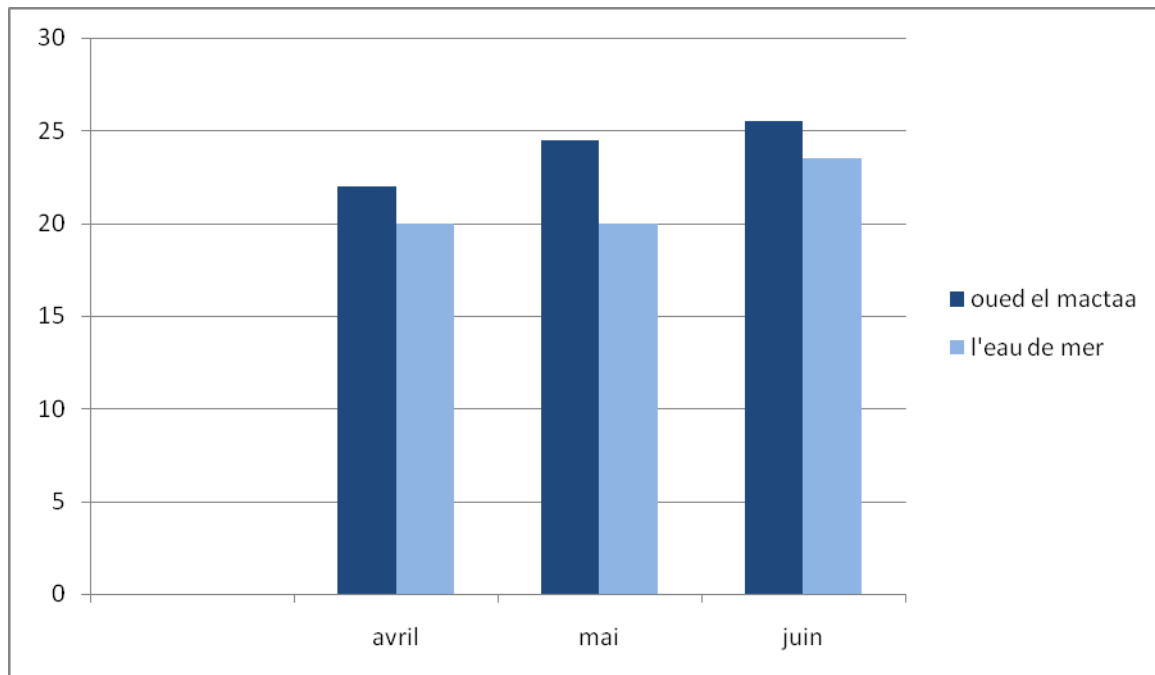
Les résultats des valeurs moyennes sont regroupés dans le tableau suivant :

Paramètre	Oued el mactaa			L'eau de mer		
	Avril	mai	juin	Avril	mai	Juin
Mois						
Température (C°)	22	24.5	25.5	20	20	23.5
Salinité (‰)	20.5	21	20.1	36	35.9	37
Conductivité (uS/cm)	1005	1409	2743	866	1141	1993
PH	7.43	7.99	8.1	7.4	8.1	8.5
Oxygène dissous (mg/l)	4.5	4.9	6.04	8.8	7.1	7.2
Matière en suspension (mg/l)	28.8	28.1	28	16	16.08	18.6
Ammonium (mg/l)	1.4801	1.0004	1.3301	0.5025	0	0.152
Phosphate (mg/l)	2.21	0.55	0.25	0.58	3.2	2.55

Tableau n° 03 : représente les variations des paramètres physico chimique et paramètres de pollution des deux sites de la station

V.2 Analyse et interprétation des résultats des paramètres physico chimiques

1- Température

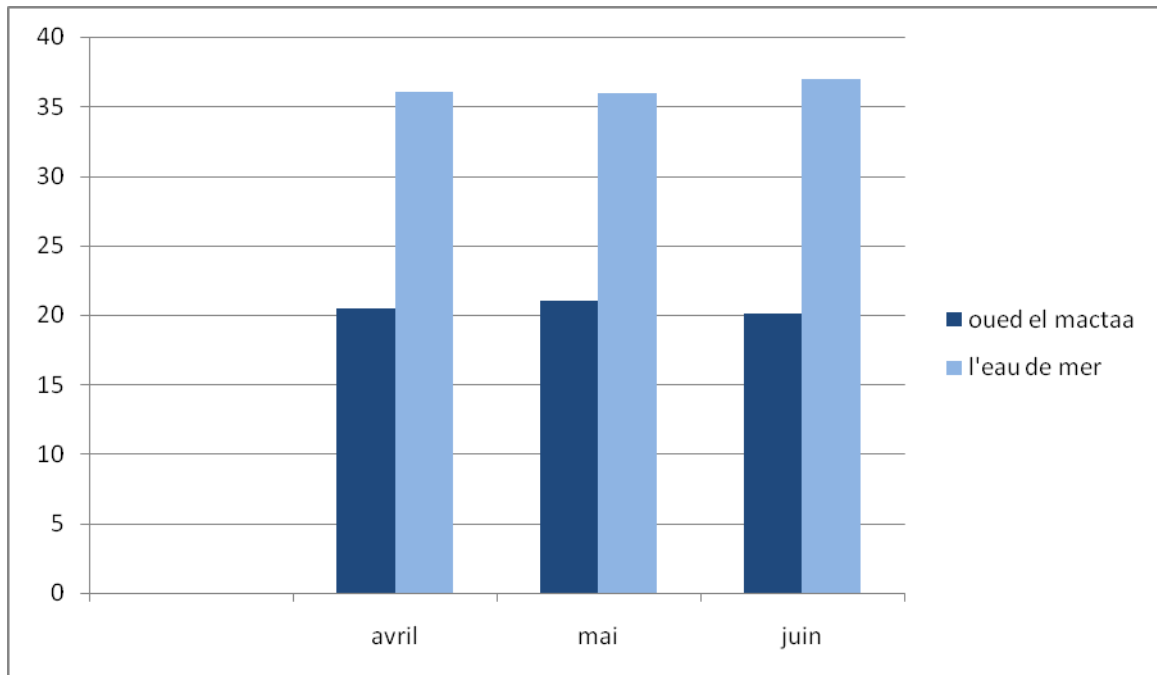


Histogramme de la variation de la température au niveau de l'oued, l'eau de mer

Les températures des rejets liquides varient entre 20 °C 25.5°C ; le histogramme montre que les valeurs sont élevées pendant la saison de printemps . En outre nous constatons que la station de oued el mactaa représente des valeurs supérieures par rapport a l'eau de mer. Par ailleurs les valeurs de température élevées de plus de 25°C sont dues aux eaux chaudes de rinçage des appareils de production des différents complexes. Cette hausse température accélère le processus d'acidification comme elle peut freiner la vie aquatique et beaucoup d'organismes dépourvus de mécanismes de régulation thermique verront leurs activités vitales ralenties.

La température élevée s'accompagne d'une modification de la densité d'une augmentation de la tension de vapeur saturante à la surface (évaporation) une diminution de la solubilité des gaz (O₂) et la prolifération intense des algues.

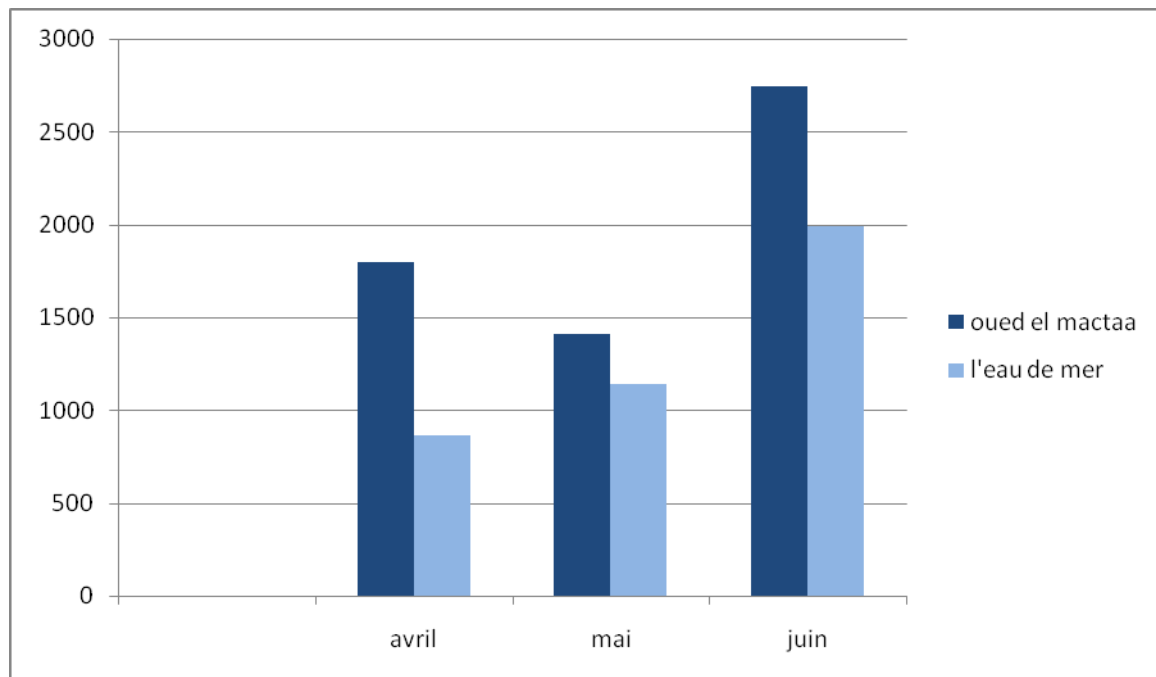
2- Salinité



Histogramme de la variation de la Salinité (‰) au niveau de l'oued, l'eau de mer

L'eau de mer est trop chargée en sels, les teneurs importantes durant les trois mois au niveau de la mer par rapport à l'oued, sont dues aux mouvements et courants qui favorisent d'avoir des teneurs de salinité uniforme. la présence de rejets par le lessivage des sols et le ruissellement des terres agricoles accentuent une forte salinité du milieu

3- Conductivité



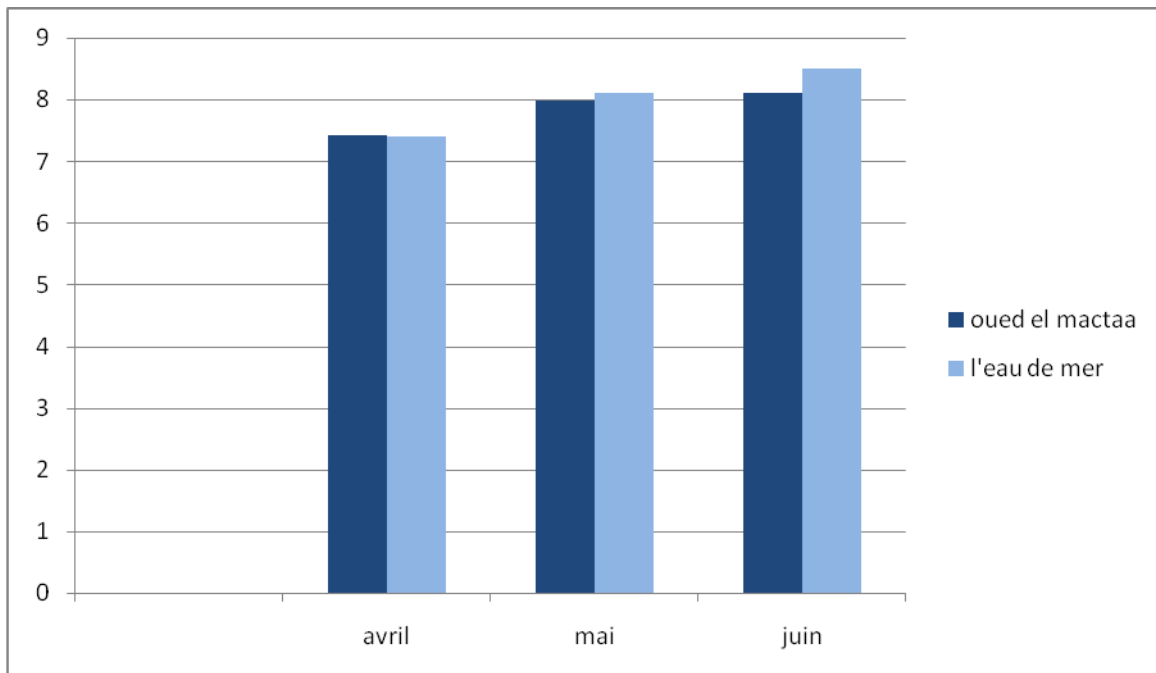
Histogramme de la variation de la conductivité au niveau de l'oued, l'eau de mer

les stations étudiées (oued el mactaa et l'eau de mer) présentent des conductivités électriques variables : un minimum de $866\mu\text{S}/\text{cm}$ a été mesuré à l'eau de mer en avril et un maximum de $1993\mu\text{S}/\text{cm}$ en juin, en générale Les valeurs maximales ont été enregistrées au niveau des deux stations.

L'explication de la diminution de conductivité en juin réside dans la dilution des eaux par l'apport des eaux pluviales, Néanmoins, nous constatons que les valeurs de la conductivité a atteindre $1993\mu\text{S}/\text{cm}$.

Ces teneurs sont le signe d'une forte minéralisation, qui est la conséquence du traitement chimique intense .

4- PH



Histogramme de la variation du PH au niveau de l'oued, l'eau de mer

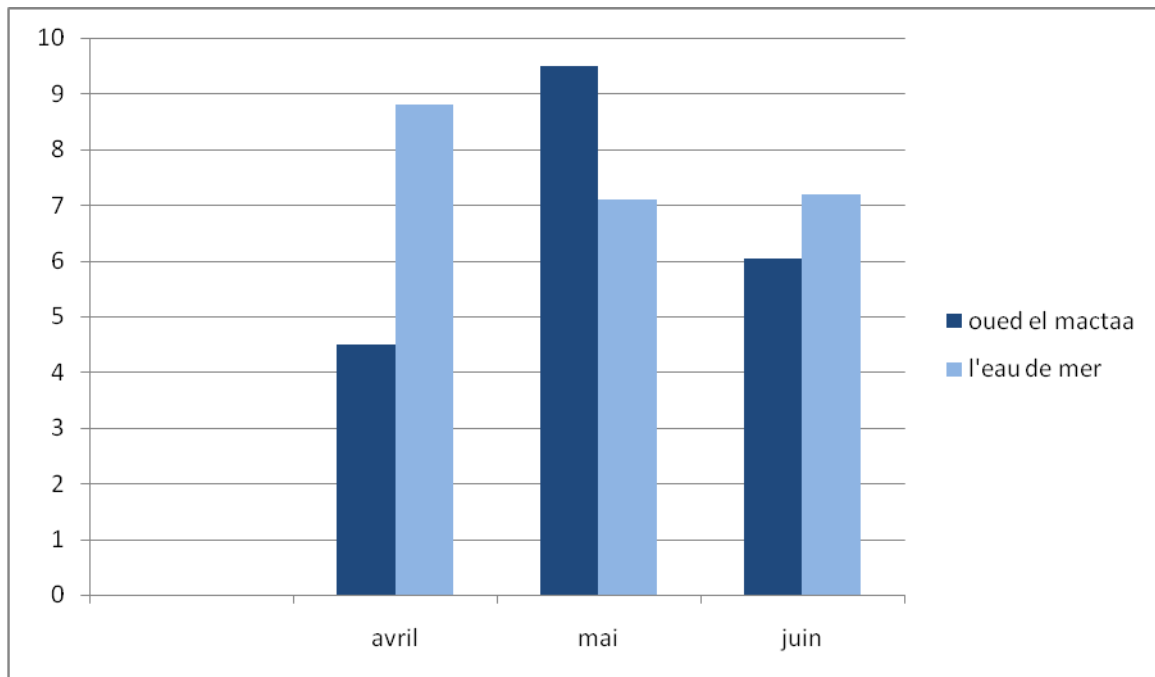
L'histogramme montre une variation du PH durant les trois mois d'études entre 7,43 –8.5 ce qui indique un PH alcalin du a la présence de microorganismes et d'éléments d'origine naturelle en provenance des roches, des sols.

Les apports résultants des activités humaines, agglomérations, industrie et agriculture. Les résultats montrent un PH alcalin au niveau de l'oued et l'eau de mer.

Le mois d'avril et mai et juin le PH varie entre 7.43-8.5 au niveau de l'Oued et l'eau de mer.

Le changement climatique, la pluviométrie et La température est élevée a un effet sur certains éléments qui se trouvent au niveau de l'Oued ; ceux-ci modifient le PH qui semble être alcalin et qui est très suggestif à la présence de microorganismes au niveau de l'Oued vers l'eau de mer.

5- oxygène dissous



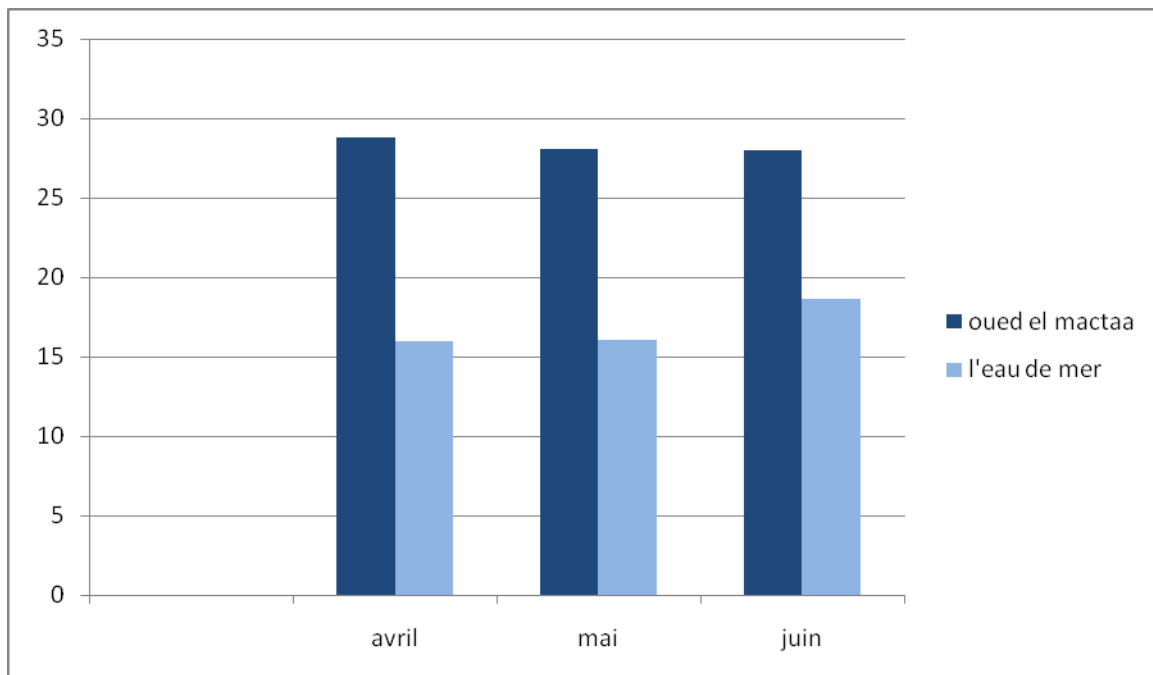
La teneur en oxygène dissous dans les eaux de oued el mactaa présente des valeurs allant de 4.5 à 8.8 mg/l. La répartition temporelle de l'oxygène dissous des eaux étudiées montre une légère diminution pendant la période de mois d'avril et mai au niveau de oued el mactaa et une augmentation pendant avril à juin allant de 7.1 à 8.8

L'explication de cette diminution réside dans la dilution des eaux par l'apport des eaux pluviales. qui semble que l'eau de pluies améliorer la teneur en oxygène par l'apport d'eau bien oxygénée et par le froid qui inhibe la prolifération bactérienne et donc minimise leur consommation en oxygène

Les teneurs en oxygène obtenues peuvent diminuer dès que la dégradation de la matière organique et la multiplication des micro-organismes aérobies s'amorcent. les fortes teneurs en oxygène peuvent entraîner la mort des poissons.

En sachant que, la dissolution de l'oxygène est fonction de plusieurs facteurs tels que la température, le pH, la pression partielle de l'oxygène etc. Le plus souvent, avec la température élevée des eaux rejetées, ce qui a comme importante conséquence de ce fait, la teneur en oxygène dissous soit réduite.

6- Matière en suspensions

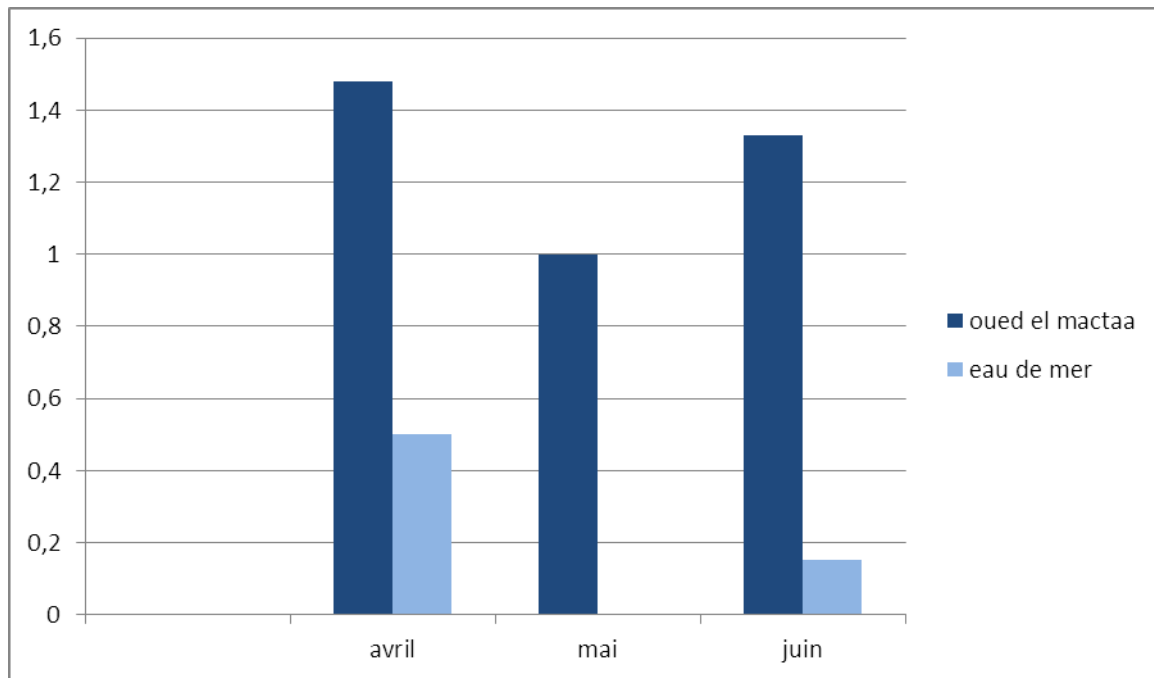


Histogramme de la variation de la (MES) au niveau de l'oued, l'eau de mer

Les teneurs en matières en suspension dans les deux stations varient, les teneurs sont élevées au niveau de l'oued, par rapport à l'eau de mer.

Le lessivage des terres par la pluviométrie engendre une forte concentration des composés minéraux organiques. Le mois d'avril, les teneurs diminuent légèrement au niveau de deuxième station (l'eau de mer), la température saisonnière influe sur les êtres vivants ainsi la prolifération et la multiplication favorise la dégradation de la matière en suspension.

7- Ammonium



Histogramme de la variation de l'ammonium au niveau de l'oued, l'eau de mer

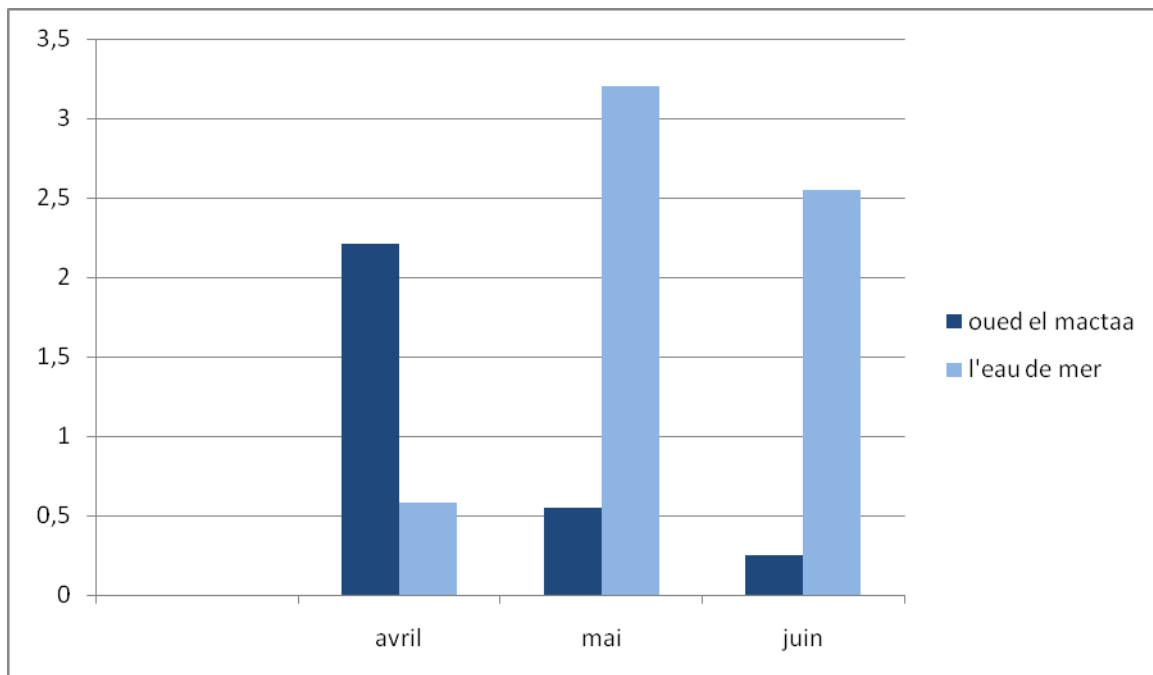
Histogramme de la variation l'ammonium au niveau de l'oued, l'eau de mer Les teneurs en NH_4^+ sont moins importantes au niveau l'eau de mer.

la concentration en ammonium dans l'oued de mactaa varie entre 1.0004mg/l et 1.4801mg /l .

Le NH_4^+ peut provenir de l'azote des rejets urbains ou industriels ainsi au lessivage des sols enrichis en engrais azotés, ou bien de la dégradation incomplète de la matière organique.

La température élevée favorise la présence massive de microorganismes donc la nitrification permanente de l'azote ammoniacal ainsi l'utilisation intensive des engrais par l'agriculteur.

8- Phosphate (PO_4^{3-}) :



Histogramme de la variation du phosphate au niveau de l'oued, l'eau de mer

Les teneurs en phosphates des eaux rejetées par les différentes stations varient entre 0.25 mg/l et 2.21 et entre 0.58 et 3.2 mg/l pendant les trois mois en oued el mactaa

Les valeurs les plus élevées sont enregistrées dans la station de l'eau de mer dans les deux périodes (mai et juin) et dans oued el mactaa en avril

L'augmentation de ces valeurs peut conduire à des phénomènes d'eutrophisation du milieu. Les teneurs élevées en phosphates sont liées à l'utilisation intensive de produits de nettoyages et d'entretiens des installations chargés le plus souvent en substances tensioactives

Conclusion

La pollution marine par les eaux usées et des rejets industriels représente un sérieux problème dans l'eau de mer surtout dans les zones riveraines en voie d'industrialisation à l'instar de la zone de oued el Mactaa . Avec l'absence des stations et des systèmes d'épuration au niveau de ces zones, les eaux usées et rejets industriels sont rejetées dans la mer sans aucun traitement préalable, ce qui provoque la dégradation de la qualité sanitaire des eaux et la perturbation des écosystèmes marins.

Ce présent travail porte sur une évaluation saisonnière de l'état de la pollution marine causée par les eaux usées urbaines et les rejets industriels rejetés le long d'oued el Mactaa. Notre zone d'étude s'étale sur cette zone - oued el Mactaa - a comparé avec l'eau de mer.

Le suivi spatio-temporel de plusieurs traceurs et des analyses physico-chimiques nous a fourni l'image d'une pollution relativement intense qui se traduit par une importante charge organique (hydrogène et oxygène) et minérale (phosphore). Les résultats des paramètres indicateurs de pollution révèlent que les sites étudiés sont plus au moins pollués par les eaux usées rejetées.

Ces résultats montrent la nécessité d'un traitement préalable des eaux usées brutes, un traitement biologique devrait être envisagé pour améliorer leur qualité selon les normes requises et répondre aux attentes des pouvoirs publics en matière de protection de l'environnement et de la santé humaine.

A la lumière des résultats que nous avons obtenus et des études précédemment réalisées, certains aspects devraient être développés et approfondis:

- Le développement d'un système d'assainissement pour les eaux usées urbaines et industrielles.
- L'obligation du traitement des eaux usées au avant qu'elles soient déversées dans la mer.
- L'obligation du traitement des eaux de température élevée qui sont utilisées pour refroidir les machines avant qu'elles soient déversées dans la mer.

Bibliographies

A

Akins, J. M., Schroeder, J. A., Browert, D. L., Aposhian, H. V., 1992. Evaluation of *Drosophila melanogaster* as an alternative animal for studying the neurotoxicity of

Alzieu C, (1989).L'eau : milieu de culture. In Aquaculture. 2ème. Ed. Tec et Doc, Tome 1 : p 16-43

AMIARD-TRIQUET.C & AMIARD J.C., 1980 - Radio écologie des milieux aquatiques. Ed. MASSON, Paris, 191 p.

Aminot A et Chaussepied M, (1983). Manuel des analyses chimiques en milieu marin.

Edition : CNEXO, Brest, France, 395 P

Aminot et Kérouel, (2004): Hydrologie des écosystèmes marins paramètres et analyses. Ed Ifremer, France, 336p.

Aubert M &aubert J. 1973 - Pollutions marines et aménagement des rivages, CERBOM, INSERM, supplément à RIOM.

B

BELANGER, David. Utilisation de la faune macrobenthique comme bioindicateur de la qualité de l'environnement marin côtier.maître en écologie internationale :maîtriseen biologie incluant un cheminement de type cours en écologie internationale. Canada,Août 2009,67p.

Bensalem N,2003, Contrôle, surveillance et analyse des huiles, Mémoire de fin d'études en chimie des Hydrocarbures pollution ammoniacale.2012-2013 lap.

Biney A. T.Amuzu D., Calamari N., Kaba I.L., Mbome H.,Naeve O., Ochumba O., Osibanjo V., Radegonde et M.A.H. Saad. 2008.

BOCARD C. , 2006, Marées noires et sols pollués par des hydrocarbures Enjeux environnementaux et traitement des pollutions, 308 p., ISBN : 9782710808329, Éd. Technip France

Bontoux J, (1993): Introduction à l'étude des eaux douces: eaux naturels, eaux usées, eaux de besoin. Edition Technique et Documentation Lavoisier, 166p.

BOUCHRITI. N, 2003 - Surveillance des zones de production conchylicoles. Actes du séminaire sur la qualité des produits de la pêche, 20-24 mai 2002, Casablanca, Maroc. Édité par Infosamak, pp. 90-125.

BOUDERBALA. M, 1997 – Etat actuel de la pollution marine par les métaux lourds et son impact sur les Cétacés dans le bassin algérien. Mémoire de Magister, Université d'Oran, p 138.

BOULAHDID.M; 1987. Analyse des sels nutritifs dans l'eau de mer. Étude du mélange des masses d'eaux et de l'oxydation de la matière organique dans l'océan. Thèse de doctorat. Université de Paris VII. 21-22p

BOUZIANI M., 2000- L'eau, de la pénurie aux maladies; Ed. Ibn Khaldoun; 247 p.

BOUZIANI.M, 2000 -L'Eau : de la Pénurie aux Maladies. Editions Ibn-Khaldun; Oran; Algérie.p71-73.

Brown J & John F. 1992. Metabolic alterations of PCB residues in aquatic fauna: distributions of cytochrome P4501A- and P4502B-like activities. Mar. Environ. Res. 34, 261- 266.

C

CASAS, Stelio, 2005. Modélisation de la bioaccumulation de métaux traces (Hg, Cd, Pb, Cu et Zn) chez la moule, *mytilusgalloprovincialis*, en milieu méditerranéen. Thèse de doctorat : Océanologie biologique, Environnement marin, 314p.

COULET. M, 2005 : Fleuves, sources de vie. Agence de l'eau Rhine Meuse. France.

COUSTEAU.J. Y, 1981- L'encyclopédie Alpha COUSTEAU de la terre à la mer Alpha Edit. Paris. Vol.9. 131: 81-94.

D

DCE. 2000.La directive cadre de l'eau : Les substances chimiques prioritaires. 2000/60/CE, Annex X.

DEFRANCESCHI M., 1996- L'eau dans tous ses états, Ed. ellipses, 127 p.

DEKENETH M., 1976- Biologie de la pollution, Ed. Vuibert, 71 p.

DOLIJO J.R AND BEST G.A., 1993.Chemistry of water and water pollution.1ère Edition ;England, Ellis Harwood.

Dr. TEBANI (Département Eau, environnement et développement durable, Faculté de Sciences de la nature et de la vie, UHBC.

E

EQUINOXE. L, 1990 - Le magazine des ressources vivantes de la mer " Environnement littoral". 1990. Numéro spécial, pp 32-54.

G

G.I.S Posidonie. 1996. Groupement d'Internet Scientifique d'études et de protection de l'environnement marin .Biologie méditerranéenne, nuisance et pollution.

GALAF F et GHANNAM S.2003. Contribution à l'élaboration d'un manuel et d'un site web sur la pollution du milieu marin. Mémoire de troisième cycle. Institut agronomique et vétérinaire Hassan II Rabat. 101p

Gaujous, (1995), la pollution des milieux aquatiques: aide-mémoire Edition technique et documentation Lavoisier, 220p.

GESAMP. (1989).(IMO/FAO/UNESCO/WMO/WHO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution). The atmospheric input of trace species to the world oceans. Rep. Stud. GESAMP,(38):111p

Gilbin R. (2002). Caractérisation de l'exposition des écosystèmes aquatiques à des produits phytosanitaires - Spéciation, Biodisponibilité et Toxicité. Thèse des Universités de Montpellier I et de Genève (Suisse). 192 pp. ISBN 2-940153-34-5.

Gingras D.1997.Capsules-éclair sur l'état du saint- Laurent. Environnement Canada, région du Québec, conservation de l'environnement, centre saint Laurent .coll.billan.

GIS, GRAVEZ .V & BERNARD.G, 2003 – Biologie Méditerranéenne, Nuisance et pollution marine, groupement d'intérêt scientifique posidonie (GIS Posidonie).

Goeury D.,2014, « La Pollution marine », in woessner Raymond (dir), Mers et océans paris, atlante, clefs concours

GRAVEZ V. et BERNARD G. (2006). Pollution marine: Les définitions. www.com.univ-mrs.fr.

Guy, (2006).Ecologie du plancton. Edition : TEC & DOC, Lavoisier, Paris, France, 283 P.

H

Harding G-C. 1986. Organochlorine dynamics between zooplankton and their environment, a reassessment. Mar. Ecol. Prog. Ser. 33, 167-191.

heavy metals. Department of Pharmacology and Toxicology and University Department of Molecular and cellularbiology, University of Arizona, Tucson, AZ, USA, biometals, 5,111 ,120

HEBBAR.C, 2005 – surveillance de la qualité bactériologique des eaux de baignades, cas des plages de AinFranine et de Kristel, Mémoire de Magister, Université d'Oran, 228p.

I

IFREMER. 2003. Comportement des polluants. Rapp. Annuel.

J

Jacques G et Treguer P., (1986). Ecosystème pélagique marin. Collection d'écologie, Edition : Masson, Paris, France, 243 P.

JICA, MATET, ONNED. Compte rendu du séminaire Conjoint Algérie Japon pour une gestion efficace de l'Environnement. Alger, du 21 au 22 avril 2008, 102 p.

JICA. MATET. ONNED. 2008. Compte rendu du séminaire Conjoint Algérie Japon pour une gestion efficace de l'Environnement. Alger, du 21 au 22 avril 102 p.

K

KALLOUCHE. M, 2006 - Dynamique spatiotemporelle de la pollution bactérienne des eaux côtières (Côte oranaise, Algérie nord occidentale), D.E.S. Université d'Oran, 65p

KHERRAZ.D, 2003 -Etat de la pollution bactériologique de la Corniche oranaise ; cas des plages d'Aïn El Turck, de Coralés et de Maddagh. Mémoire de Magister, Dépt. De Biologie, Faculté des Sciences, Université d'Oran : 69p.

L

L.P.Wackett et al., 2008, Mécanismes of degradation of synthetic chemicals, Handbook Environment Chemistry, Vol. 2, pp.14-27

Lacaze J. C. 1993. Les biocénoses marines et littorales de Méditerranée. Synthèse, menaces et perspectives. Bellan-Santini D., Lacaze J.C., poizat C. eds. Secrétariat de la Faune et de la Flore. Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris.

LACOUE-LABARTHE Thomas. 2007. Incorporation des métaux dans les œufs de la seiche commune *Sepia officinalis* et effets potentiels sur les fonctions digestives et immunitaires. Thèse de doctorat : Océanologie Biologique & Environnement Marin. 200 p

LACOUE-LABARTHE, Thomas. Incorporation des métaux dans les œufs de la seiche commune *Sepia officinalis* et effets potentiels sur les fonctions digestives et immunitaires. Thèse de doctorat : Océanologie Biologique & environnement marin. 2007, 200 p

LAROUSSE MEDICAL - 150 nouveaux articles. 6000 articles revus de A à Z. Nouvelle édition. Larousse /VUEF 2003.

Lu F.C. 1991. Toxicologie, données générale, procédures d'évaluation, organes cibles, évaluation des risques, édition Masson, Paris, 361 pp.

M

Marchand M & Brunot C. 1997. L'environnement littoral et marin. Institut français de l'environnement. Etudes et Travaux n°16 : 116 pp.

MARCHAND M et KANTIN R ., 1997. Contaminants chimiques en milieux aquatiques. OCEANIS, n° 4 Vol 23. P: 597-629

Marchand M&Kantin R.1997.Contaminants chimiques en milieux aquatiques. Oceanis Vol. 21(2), 1995, Vol. 22(3), , Vol. 23(4).

Marchand M. 2002. Pollution marine et contamination chimique. Peut-on éliminer les substances chimiques dangereuses du milieu marin ? IFREMER, DEL/PC.

MARTINEZ, 1998 – La pollution de l'eau, ADDOUR-GARONNE, Revue de l'eau dans le midi et l'arctique.fr (Facicule) N° 8 :11p.

Michel Marchand-l'actualité chimique - décembre 2008 - n° 325

Mouchel J-M, Thévenot D. 2003. Support de cours d'éco toxicologie du CEREV « Centre d'Enseignement et de Recherche Eau Ville environnement ».

N

NABI, N.K & AOUARAGH, R, 1992 – Pollution de l'environnement connaissances et contrôles. Ingéniorat d'Etat en Chimie Industrielle, Univ, des Sciences et de la Technologie d'Oran : 102 p

NARBONNE J. F., 2001- Consensus de la toxicité des dioxines, la Recherche N°339, pp. 40-41, 130p

Nordstrom R-J., Letcher R-J. 1996. Role of biotransformation in bio concentration and bioaccumulation. Annex I.In:Sijm, De Bruijn,De Voogt&De Wolf (eds).Biotransformation environmental risk assessment; a SETAC Workshop Noordwijkerhout, the Nederland's. 28 April-1 May 1996.

O

O. Bordjiba et al. , 2009Impact de la Pollution Par Les Hydrocarbures Sur la Qualité des Eaux Usées Dans la Région de Skikda (Nord-Est Algérien), Eur. Jour. OfScien. Rese., Vol.26 N°.1, pp.87-97.

R

Ramade ,François. Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement.2èmeEd. Paris: DUNOD,2002. pp 651

RNB. (1999). Réseau National de Bassin. Les micropolluants dans les cours d'eau français, 3 années d'observations (1995 à 1997). Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement et les agences de l'eau. France.

Roden E.E., Tuttle J.H., 1992. Sulfide release from estuarine sediment underlying anoxic bottom water.Limnology.Oceanography. 37, 725-738.

S

S.M.Libes An introduction to marine biogeochemistry. xv, 734 p. John Wiley and Sons, 1992. 69P

SKALAR ANALYTICAL., (1998). Manuel San plus analyser : SA 1050 (Random Access Auto sampler). Breda (Netherlands), 23p

S .Levitus, ME Conkright, JL Reid, RG Najjar...-Progress in..., 1993 Distribution of nitrate, phosphate and silicate in the world oceans.

T

Tessier A. and Turner D.R. (Eds.) (1995). Metal Speciation and Bioavailability in Aquatic Systems. New York : John Wiley and Sons. 679 pp.

THOUMELIN G., 1995- Les tensio- actifs dans les eaux douces et marines analyse, comportement, écotoxicologie ; Rev. Repères OCEAN N° 9, Ed. IFREMER, 112 P.

U

USEPA. 2006. Les grands lacs. Cheminement de la pollution. Atlas écologique et manuel des ressources. 4 eme chapitres.

V

VINCENT M. (2006). Etude d'expertise en Aquaculture - Environnement - Pêche - Pollution. Saint-Maximin - France.