

N° d'ordre :

N° de série :



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE

SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE EL-CHAHID HAMMA LAKHDAR D'EL-OUED

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLECULAIRE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Licence Académique

Filière : Sciences biologiques

Spécialité : biologie et physiologie végétale

THEME

***Contribution à l'inventaire de
quelque micro algues verte d'intérêt
nutritionnel de quelque zones
humides de wilaya d'El oued(cas
chott Merouane et chott Hallofa)***

Dirigé par :

KIRAM .abd errazak

Présenté par:

ACHAB Madiha

BERRAHMOUNE Manal

SAAADAOUI Naima

SAOUD Samira

Année universitaire 2014/2015.

Remerciements

Nous adresse mes remerciements

A Dieu Puissant: de nous somme donner la force et le courage pour réaliser ce travail modeste

A la Direction et au corps enseignant : de faculté des sciences de la nature et de la vie département de biologie cellulaire et moléculaire pour la qualité des formations données et sur tous DEROUICHE Samir.

A l'encadrement : KIRAM Abedelrazzak pour la qualité de formation donnée, Votre gentille, votre courtois, votre disponibilité constante, votre ardeur dans le travail, Merci pour tous ce que vous avez fait pour la réussite de ce travail.

Au professeur: TELIBA responsable de laboratoire 3 de la chimie dans département de science et technologie-université HAMA Lakhder-El-Oued.

au monsieur chegar said : pour tous les voyages sur le terrain.

A les Directions et à tout les personnes : Les universités de KASDI MERBEH d'Ouargla et l'administration de l'environnement .

A tout ceux ou celles qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail, Si par mégarde, nous avons oublié quelqu'un, qu'il me pardonne et qu'il soit remercié pour tous.

LISTES DES FIGURE

Numéro	Titre	Page
Figure 01	Diversité morphologique des micro algues	Page 05
Figure 02	Diversité du champ d'application des micro algues	Page 10
Figure 03	Utilisation les micro-algues dans le domaine d'énergétique	Page 12
Figure 04	Les Cyanobactéries	Page 15
Figure 05	les cyanophycées	Page 15
Figure 06	principaux caractère morphologiques du stade mobile d'un dinoflagellé moderne typique	Page 17
Figure 07	Principe de numérotation des plaques cellulosesiques (= tabulation) chez les dinoflagellés armés	Page 18
Figure 08	les euglephycées	Page 19
Figure 09	<i>Dinobryon</i> sp. Le trait d'échelle = 30 µm	Page 19
Figure 10	Diatomée.	Page 20
Figure 11	Schéma de la division mitotique et de la reproduction méiotique des Diatomées	Page 21
Figure 12	Diatomées centrales.	Page 21
Figure 13	Diatomées pennales.	Page 22
Figure 14	<i>Pediastrum boryanum</i> var. <i>longicorne</i> (à gauche) et <i>Scenedesmus acuminatus</i> (à droite).	Page 24
Figure 15	<i>Closterium parvulum</i>	Page 24
Figure 16	<i>Dunaliella salina</i>	Page 25
Figure 17	chott merouane	Page 40
Figure 18	Carte de situation géographique du Chott Merouane	Page 41
Figure 19	station de chott Halloufa	Page 43
Figure 20	chott marouane	Page 45
Figure 21	<i>Les pions d'échantillonnage dans le chott Merouane</i>	Page 46
Figure 22	Schéma synthétique du dispositif de comptage du phytoplancton	Page 47
Figure 23	de <i>scendesmlipticusus el</i>	Page 49
Figure 24	de <i>scendesmlipticusus el</i>	Page 49
Figure 25	<i>chlamydomonas sp</i>	Page 50

LISTES DES TABLEAUX

Numéro	Titre	Page
tableaux 01	Composition Des Micro Algues	07
tableaux 02	Systématique De Dyanophycée	15
tableaux03	Classification Des Diatomies	23
tableaux 04	Classification Des Dunialiella	26
tableau 05	Caractéristique Des Types Des Zones Humides	33
tableaux 06	Caractéristiques Principales Du Site	39

Sommaire

Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste d'abréviation	
Introduction générale	
Partie théorique	
Chapitre I: Généralité sur les micro algues	
Introduction	1
I.1. Définition des micro algues.....	4
I.2. Caractéristiques générales des micro-algues.....	5
I.3.composition chimique.....	7
I.4. Reproduction des micro-algues.....	8
I.4.1.Reproduction asexuée	8
I.4.1.1.fragmentation	8
I.4.1.2.sporulation.....	8
I.4.1.3.scission binaire	8
I.4.2.Reproduction sexuée	8
I.5.Mode de nutrition des micro algues	8
I.5.1.Autotrophe.....	8
I.5.2. Hétérotrophe.....	8
I.5.3.Mixotrophes	9
I.6.écologie	9
1.7. Applications des micro algues	10
I.7.1. Domaine alimentaire	10
I.7.2.Domaine pharmaceutique.....	10
I.7.3.Domaine énergétique.....	11
I.7.3.1.Production de bio méthane	11
I.7.3.2.Production de biocarburant	11
I.7.3.3. Production de bio-oil.....	11
I.7.3.4.Production de biodiesel	12

Sommaire

CHAPITRE II:CLASSIFICATION DES MICRO ALGU	
II.1. Définition des micro algues	14
a.Selon le mode de nutrition	14
b. Selon la position dans la colonne d'eau	14
c. Selon la position par rapport à la côte.....	14
d. Selon le cycle biologique.....	14
e. Selon la taille	14
II.2.Les Procaryotes	15
II.2.1. les Cyanophycées (algues bleues –vertes)	15
a. systématique des cyanophycées.....	11
b.la reproduction.....	16
II.3.Les eucaryotes.....	16
II.3.1.Les dinoflagellés	16
II.3.1.1.Structure cellulaires des dinoflagellés	16
II.3.2.Les Euglénophycées.....	18
II.3.3.Les Chrysophycées (« algues dorées »)	19
II.3.4.Les Bacillariophycées (diatomées)	20
a. Cycle de vie	20
b. Classification des diatomées.....	21
II.3.5. Les Chlorophycées (« algues vertes »)	23
II.3.5.1.Dunaliella.....	25
a.Description de <i>dunaliella</i>	25
b. Classification des <i>Dunaliella</i>	26
c. Intérêt de <i>Dunaliella</i>	26
CHAPITRE III :les zone humides d'Algérie	
III.1.Notion des zones humides	28
III.2. Définition des zones humides d’après la convention de Ramsar	28
III.3.Définition des zones humides d’après le code de l’environnement	28
III.4. Convention de Ramsar.....	29
III.5.Classification Ramsar	29

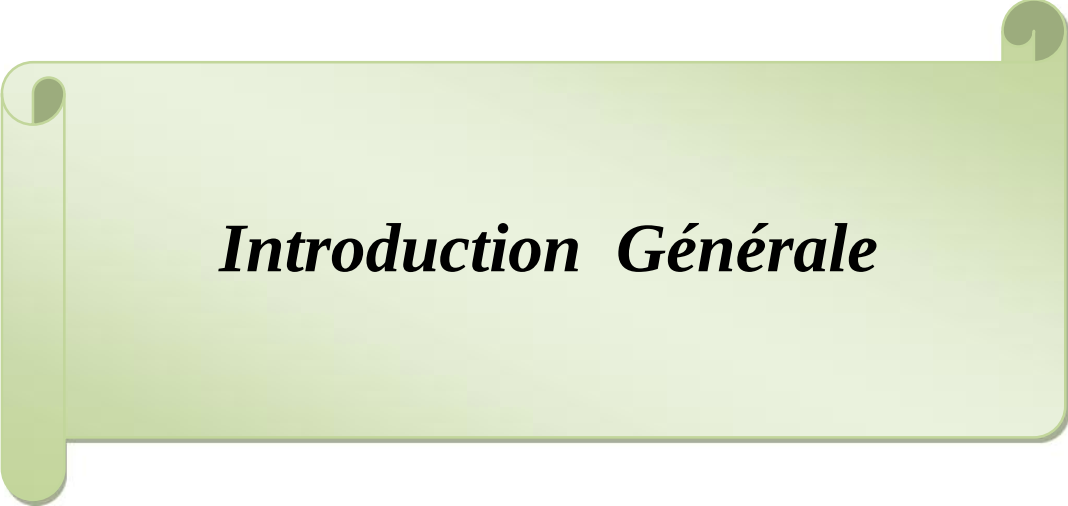
Sommaire

III.6.Les fonctions des zones humides.....	30
III.6.1. fonctions hydrologiques	30
III.6.2. Les fonctions biogéochimiques	30
III.6.3. La fonction diversité d'habitats, de flore et de faune	31
III.7. Fonctions des zones humides	34
III.7.1. Fonctions qualitatives	34
III.7.2. Fonctions quantitatives	34
III.7.3. Fonctions écologiques	34
III.8. Diversités des zones humides algériennes d'importance internationale:	35
III.9. Valeurs des zones humides.....	36
III.9.1.Valeurs culturelles et sociales	36
III.9.2.Valeurs économiques.....	36
CHAPITRE I : MATERIELS ET METHODES	
I.matériel et méthodes.....	39
I.1.présentation des zones d'études "chott Marouane "	39
I.1.1.Caractéristiques principales du site	39
I.1.1.a. Descriptif:	39
I.1.2.Type de zone humide	40
I.1.1.3. critères de Ramsar 5.6	40
I.1.1.4. justification de critères 5 et 6:	40
I.1.1.5. caractéristique physique	41
I.1.1.5.1. Géologie et géomorphologie	41
I.1.1.5.1.1. Relief	41
I.1.1.6.Caractéristiques écologique.....	41
Flore remarquable.....	42
Faune remarquable.....	42
I.1.2. Présentation d'étude de chott Halloufa.....	43
I.1.2.1. Chott halloufa.....	43
I.1.2.2. L'évaluation qualitative des eaux.....	43
I.2. Méthodologie	44
I.2.1. Matériel	44

Sommaire

I.2.1.1. les matériels d'échantillonnage.....	44
I.2.1.2. réactifs d'échantillonnage	44
I.2.2. les matériels de laboratoire.....	44
I.2.2.a. les instrument	44
I.2.2.b. Les appareils.....	44
I.2.2.c. Réactifs de laboratoire	44
I.2.3.L'échantillonnage.....	45
I.2.3.1. Choix de la méthode de prélèvement	45
I.2.3.2. Choie des sites de prélèvements.....	45
I.2.3.3.Prélèvements et identification du phytoplancton	46
I.2.3.4.Identification phénotypique des micro algues d'intérêts nutritionnels	47
chapitre II : résultat et discussion	
II. Résultat et discussion.....	49
II.1.Résultat de chott Marouane	49
II.2.1. Description des genres scenedesmus	49
II.2.1.1.Taxonomie des genres scenedesmus.....	49
II.2.2.Genres Chlamydomonas	50
II.2.2.1. Description des genres Chlamydomonas	50
Conclusion	52
Résumé.....	57

Partie
Théoriques



Introduction Générale

Introduction

Les eaux de surface occupent la plus grande partie du globe terrestre. Environ 98% de ces eaux sont des eaux marines. Les 2% restant constituent les eaux continentales représentées par les rivières, les lacs, les étangs à cause de leurs utilisations multiples. Ces eaux continentales sont d'une très grande importance pour les activités humaines : pour les activités domestiques comme la consommation et les loisirs, pour les activités agricoles et halieutiques et pour les activités industrielles.

Dans les milieux aquatiques, la communauté phytoplanctonique joue un rôle clé dans la biodiversité de l'écosystème et par conséquent, dans la qualité de leurs eaux. Des proliférations phytoplanctoniques, devenues plus fréquentes dans les milieux lenticulaires ces dernières années (PNRZH.,2006), perturbent le fonctionnement de leur écosystème en réduisant la transparence de l'eau et la concentration d'oxygène dissous, entraînant une perte de biodiversité de tous les niveaux trophiques (PNRZH.,2006)

Ces micro-algues sont des organismes microscopiques unicellulaires vivant dans les milieux fortement aqueux. Il existe 1100 genres de micro-algues dont 14000 espèces d'eau douce et 14000 d'eau salée. Les micro-algues sont très rarement regroupées en fonction de leur métabolisme énergétique ou encore en fonction de leur habileté à synthétiser les métabolites nécessaires, mais plutôt en fonction de leurs propriétés morphologiques. Il existe donc différentes classes taxonomiques de micro-algues dont les principales sont les cyanophycées, les rhodophycées, les euglenophycées, les chlorophycées et les bacillariophycées (BARBEROUSSE H.,2006).

Les micro-algues constituent un réel apport nutritif. Ces microorganismes sont utilisés dans l'alimentation animale et humaine, et dans l'aquaculture dont la biomasse peut être produite sous forme de poudre, tablettes, capsules, pastilles. Ils sont considérés comme une source potentielle d'AGPI.

Cette dernière est utilisée en nutrition humaine et animale pour ces vertus thérapeutiques sur certaines maladies. Ainsi au niveau de l'alimentation humaine, deux espèces de micro-algues *Chlorella* et *Spirulina*, dominent le marché mondial.

La spiruline est une algue bleue, considérée parmi les ressources alimentaires non conventionnelles. Cette micro-algue, offre jusqu'à 70 % de protéines, de sels minéraux, des oligo-éléments et vitamines de plus grâce à ses qualités nutritionnelles exceptionnelles, sa facilité de culture, sa haute productivité et son faible coût de production par rapport aux autres produits aquacoles, a été proposée dans l'alimentation humaine comme supplément

Introduction

alimentaire par plusieurs scientifiques et nutritionnistes (SALL et *al.*,1999) ; (CHARPY et *al.*, 2008).

En Algérie dans une étude faites par BENAHMED DILALI. ADIBA en dans la perspective de la valorisation des deux variétés de dattes communes en essayant de mettre au point un jus naturel à base de sirop de dattes (MECH-DEGLA ET GHARS) en combinaison avec un extrait de spiruline et jus de citron naturel. dont les résultats ont révélés que la formulation préparée à base de la variété Ghars et l'extrait de spiruline (0.2%) a été choisie comme meilleure formulation pour ses qualités nutritionnelles et organoleptiques. Dont la formulation élaborée est un produit naturel (BIO), il se caractérise par une valeur nutritionnelle importante (riche en sucres, en éléments minéraux et en protéines et des substances bioactives telles que les polyphénols, la phycocyanine...).

L'Algérie est riche en zones humides notamment le Sahara qui figure des ressources biologique très précieuses et diversifiées de ce faite et dans un cadre de connaissance des micro algues qui peuplent les lacs notre étude vise a une Contribution d'un inventaire des micro algues verte d'intérêt nutritionnels de quelque zones humides de la wilaya d'el oued (cas du chott **Merouane et chott Haloufa**).

Pour ce faire notre travail est subdivisé en deux grandes partie :

- ✓ Une partie théorique comportant une étude bibliographique sur: les micro algues et leur classification et les zones humides;
- ✓ Et une partie expérimentale divisé en matériel et méthodes et les résultats et leur discussion et enfin une conclusion qui résume le travail .

Chapitre I
Généralité sur les micro algues

I.1. Définition des micro algues

Les micro-algues sont des organismes microscopiques unicellulaires. On utilise le terme «micro» car la taille d'une micro-algue varie de quelques micromètres à une centaine de micromètres. Elles sont organisme photosynthétique unicellulaire délimitée par une membrane plasmique, qui contient au sein de son cytoplasme de nombreux organites nécessaires à son fonctionnement et à son métabolisme : chloroplastes, amyloplast, oléoplastes, mitochondries et son noyau entouré de son enveloppe (WEN ET JOHNSON., 2009).

Les micro algues ont une taille de l'ordre du micromètre et sont considérées comme des algues unicellulaires qui se développent en suspension principalement dans des solutions aqueuses (WEN ET JOHNSON., 2009).

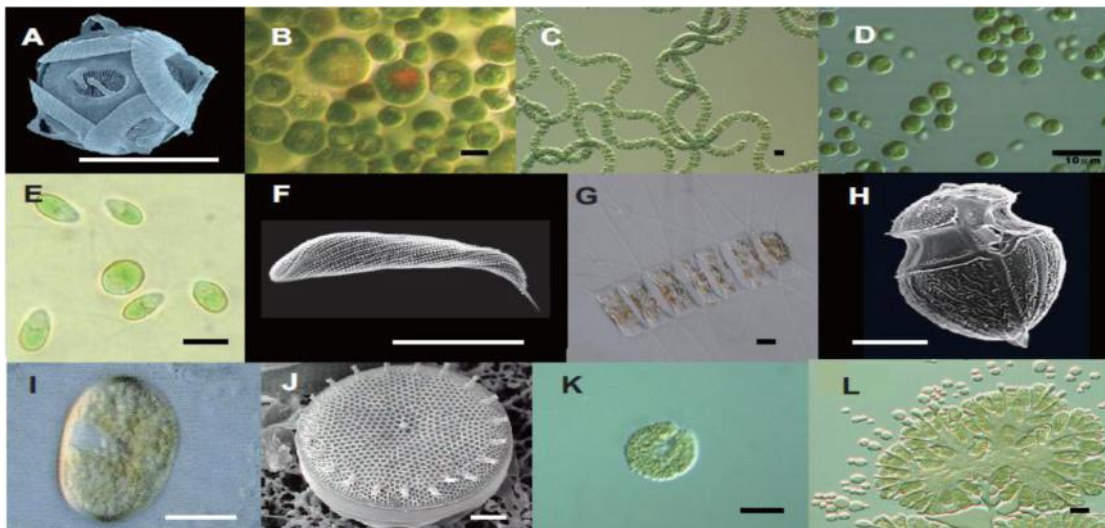
Ces microorganismes photosynthétiques sont considérés comme les premiers producteurs d'oxygène indispensable à la respiration de la majorité des êtres vivants. Leur existence remonte dans les océans à plus de trois milliards d'années ; ils sont à l'origine de la transformation de la composition atmosphérique (fixation de CO_2 et rejet de O_2) et ont permis la vie végétale et animale sur notre planète. Souvent désignées sous la dénomination de "*Phytoplankton*" (SUMI., 2009), les micro algues représentent une source d'alimentation pour les premières étapes larvaires (Couteau et al., 1997) comme pour les êtres humains de par leur composition biochimique adaptée (YUFERA ET LUBIAN.,1990; BROWN et al., 1997).

La première culture uni algale a été réalisée par Beijerinck (1890) avec l'espèce *Chlorella vulgaris*. Ces micro-usines photosynthétiques présentent des caractéristiques similaires aux plantes terrestres, mais leur structure morphologique, permettant une meilleure accessibilité de l'eau, du dioxyde de carbone et des autres nutriments, leur permet d'avoir une efficacité photosynthétique supérieure (CARLSSON et al., 2007).

La photosynthèse se fait par le biais de la chlorophylle *a*, principalement, ainsi que d'autres pigments photosynthétiques. Leurs capacités d'adaptation et de survie sont telles qu'elles sont aptes à coloniser tous types de milieux. On les trouve aussi bien dans les eaux thermales que dans les glaces, dans les eaux acides ou encore hyper salées, dans les grottes, associées sous forme de symbioses avec tout type d'organisme vivant et même parasites, entre autres de l'homme. Elles sont également capables de se développer sur des surfaces rigides, telles que les murs ou les troncs d'arbres et même sur les structures immergées (BECERRA CELIS.,2009), Certaines espèces peuvent supporter des températures très faibles ou paradoxalement extrêmes (Couté., 1995). (FILALI R.,2012).

I.2. Caractéristiques générales des micro-algues

Ces microorganismes synthétisent, par le biais de la photosynthèse, de l'oxygène et des métabolites organiques primaires tels que les glucides, les lipides et les protéines. Du point de vue structure cellulaire, la micro algue présente un noyau et une membrane plasmique contenant des organites essentiels à son fonctionnement tels que les chloroplastes, les amyloplast, les oléo plastes et les mitochondries. Elle contient trois principaux types de pigments qui sont les chlorophylles, les caroténoïdes et les phycobiliprotéines. Les micro algues présentent des formes variables : souvent sphériques (porphyridium), en forme de croissant (clostridium), de spirale (Arthrospira), de gouttelette (chlamydomonas) et même d'étoile a (Frank E.,2010).



A : *Gephyrocapsa* E : *Dunaliella tertiolecta* J : *Bacillariophyceae*

B : *Haematococcus lacustris* F : *Chaetoceros calcitrans* K : *Raphidophyceae*

C : *Spirulina platensis* H : *Dinophysis acuminata* L : *Botryococcus*

D : *Chlorella vulgaris* I : *Alexandrium*

La longueur du trait dans chaque figure est égale à 10μm.

Figure 1: Diversité morphologique des micro algues (Frank E.,2010).

Du point de vue nutrition, les micro algues sont majoritairement « *photo autotrophes* » mais elles peuvent être également « *hétérotrophes* » ou « *mixotrophes* ». Un métabolisme autotrophe se traduit par l'utilisation d'une source de carbone inorganique comme le dioxyde de carbone ou le bicarbonate tandis que le métabolisme hétérotrophe est caractérisé par une consommation de carbone organique comme source de carbone pour leur développement; les mixotrophes utilisent les deux types de source de carbone.(Cavala M.,2000).

I.3. composition chimique

En revanche ,les micro algues sont généralement riches en vitamines et en substances économiquement intéressantes .des modification de la composition chimique apparaissent néanmoins en fonction du milieu ,du mode de culture ,ou du moyen de conservation .les micro algues présentent une très grande diversité de molécules au sein de leur cellules .cette biomasse se différencie principalement des autres végétaux par sa richesse en lipides ;en protéines en vitamines ,en pigment et en antioxydants (SALOMEZ M.,2009).

Elle représentent une source importante de quasi toutes vitamines essentielles B1,B2,B12,,E, K, et possèdent un large panel de pigment ,fluorescents ou non pouvant aussi avoir un rôle d'antioxydant .En plus de la chlorophylle (0,5à 1% de la matière sèche) qui est le pigment photosynthétique primaire chez toutes les algues photosynthétiques ,on trouve toute une gamme de pigments supplémentaires de type caténoides (0,1à0,2)de la matière sèche)et phycobiliprotéines (phycoérythrine et phycocyanine) (SALOMEZ M.,2009).

les pigments principalement exploités sont la phycocyanine de la spiruline (colorant bleu),la *phycoerythrine* (couleur rouge)de *porphyridiumpurpureum* ,l'*astaxanthine* d'*Haematococcus pluvialis* ou le bêta-carotène de *Dunaliella salina* .les micro algues peuvent accumuler plus de 50% de leur poids sec en lipides .Ces derniers sont principalement constituée de triglycérides, de phospholipides et de glycolipides, contenu élevé en protéine ,peptides et acides aminés (entre 12 et 65%de matière sèche) De plusieurs espèces de micro algues est une des principales raisons pour les considérer comme une sources de protéines dans l'alimentation humaines et animal(pisciculture) (FRANCOI D., 2009).

Tableaux 1 : Composition des micro algues (BECKER W.,2004).

Composition en %du poids sec	Scenedesmus sp	Spirulina sp	Chlorella
Protéines brutes	50-56	50-62	55,5
Eau	4-8	4-10	7
Lipides	12-14	2-7	7,5
Glucides	10-17	16-18	17,8
Fibres brutes	3-10	0,1-0,5	3,1
Cendres	6-10	6,4-9,0	8,25
Acides aminés (en g/16 gN)			
Valine	6,2-7,2	6,5	5,1
Leucine	6,6-9,3	8,5	4
Isoleucine	3,2-4,4	6	3,4
Thréonine	4,8-5,8	4,6	3,2
Méthionine	1,4-1,5	1,4	1,4
Phénylalanine	3,6-4,6	5	4,5
Tryptophan	1,2-1,4	1,4	1,4
Lysine	5,0-5,7	4,6	7,8
Vitaminesetautres (en mg/100 gMS)			
Acide ascorbique (c)	40		1,5
Carotène	50	150	50,2
Acide pantothénique	1,2	360	1,12

I.4. Reproduction des micro-algues

I.4.1.Reproduction asexuée

Elle peut être de 03 types:

I.4.1.1.fragmentation: le thalle se sépare en deux parties qui redonneront chacune un nouveau thalle (BALDAUF S.,2008).

I.4.1.2.sporulation: des spores peuvent être formées dans les cellules végétatives ordinaires ou dans des structures spécialisées appelées sporanges(BALDAUF S.,2008).

I.4.1.3.scission binaire: division du noyau puis du cytoplasme.la forme caractéristique du cénobie de *Scenedesmusquadricauda* provient de deux divisions successives par scission binaire .les division suivantes provoquent la fragmentation de cette forme coloniale. Chez les cyanobactérie (*Oscillatoria*);des zones plus sensibles aux cassures sont présentes et favorisent ce mode reproduction asexuée (BALDAUF S.,2008).

I.4.2.Reproduction sexuée

Dans la reproduction sexuée, il y a fusion de gamètes mâle et femelle pour produire un zygote diploïde. Des œufs se forment dans les cellules réceptrices identiques aux cellules somatiques (*Spirogyra*) ou dans des cellules végétatives femelles peu modifiées nommées oogones (*Fucus*). Les spermatozoïdes sont produits dans des structures mâles spécialisées appelées anthéridies (BALDAUF S.,2008).

I.5.Mode de nutrition des micro algues

I.5.1.Autotrophe

C'est le mode de nutrition par lequel les algues élaborent ,grâce à la photosynthèse propre substance à partir des éléments minéraux dissous dans l'eau et du CO₂ parmi les formes minérales de l'azote (NH₄⁺ ,NO₂⁻, NO₃⁻) , c'est l'ammoniac qui est utilisé préférentiellement par de nombreuses algues , le nitrate et le nitrite devant être réduits avant leur assimilation .Certain *Haematococcus* et certain (BAYA.,2012).

I.5.2. Hétérotrophe

C'est le mode de nutrition qui permet l'assimilation directe des substances organiques , de façon plus ou moins indépendante de la photosynthèse .la croissance algale à l'obscurité ,sur des milieux contenant des matières organiques , est connue depuis longtemps . les algues sont en effet capables d'utiliser et d'assimiler des substances organiques dissoutes et même particuliers par phagotrophie .Longtemps Ignoré ,ce mode de nutrition fait actuellement l'objet de nombreuses études ,d'une part pour déterminer les différentes matières organiques de ce mode dénutrition (BAYA.,2012).

I.5.3.Mixotrophes

Les algues mixotrophes sont les microorganismes susceptibles d'adopter soit autotrophie soit l'hétérotrophe comme mode de nutrition (BAYA D.,2012).

I.6.écologie

Les microalgues occupent la plupart des niches écologiques. Si elles sont surtout présentes dans les environnements aquatiques, elles ont su également coloniser les sols et une vaste gamme de supports comme les rochers, les arbres ou encore les édifices architecturaux (Macedo et al., 2009).

Preuve de leur diversité d'habitats, certaines microalgues se développent dans les eaux de fonte de la glace ou de la neige et on les rencontre également dans les déserts arides à semi-arides. L'atmosphère *Microalgues, promesses et défis Innovations Agronomiques 26 (2013), 25-39-27* constitue également un environnement dans lequel une diversité notable de microalgues eucaryotes et de cyanobactéries est signalée ; Enfin, cette capacité à coloniser l'ensemble de la biosphère est une propriété qui, comme pour les bactéries non photosynthétique, leur permet de se développer dans des conditions dites « extrêmes » (SALOMEZ M.,2009).

C'est grâce à l'absence de structure complexe autre que la cellule et à un métabolisme orienté principalement vers la production d'énergie que les microalgues ont cette capacité à être notablement ubiquistes (FALKOWSKI ET RAVEN., 1997); 85 % des biotopes de la terre présentent des conditions de températures inférieures à 5°C (MARGENSIN ET MITEVA., 2011).

Ces milieux hébergent une diversité remarquable de microorganismes photosynthétiques psychrophiles. Parmi ceux-ci, nous citerons par exemple *Chlamydomonas nivalis*, responsable des colorations rouges sur les neiges qui présente en outre une résistance aux radiations UV du fait d'une accumulation d'asthaxanthine dans son cytoplasme. A l'inverse, dans des conditions thermophiles, la cyanobactérie *Synechococcus* est capable de croître dans les sources d'eau chaude (60-80°C), par ailleurs alcalines. Dans des sources chaudes (38-57°C) et acides (pH 0,5-2,5), les microalgues rouges *Cyanidioschyzon*, *Cyanidium* et *Galdieria* sont les seules représentantes des Eucaryotes identifiées à ce jour capables de se développer. Parmi les espèces acidophiles, *Dunaliella acidophila* croît dans une gamme de pH de 0 à 3 (ASSUNÇÃO et al., 2011).

Dans cette vaste classe des Chlorophyceae, *Dunaliella salina*, exploitée massivement pour la production de β -carotène et de glycérol, a la particularité de croître dans des conditions hypersalines proches de la saturation. A l'instar des bactéries et *archae*,

l'adaptation à ces conditions environnementales particulières mobilise des propriétés métaboliques qui recèlent un intérêt et des enjeux potentiels en biotechnologie (PULZ ET GROSS., 2004).

1.7. Applications des micro algues

Au vu de leur biodiversité et leurs propriétés biochimiques, les micro algues se révèlent très prometteuses pour de nombreuses applications dans des domaines variés tels que l'industrie pharmaceutique, agro-alimentaire, l'environnement et les énergies renouvelables:

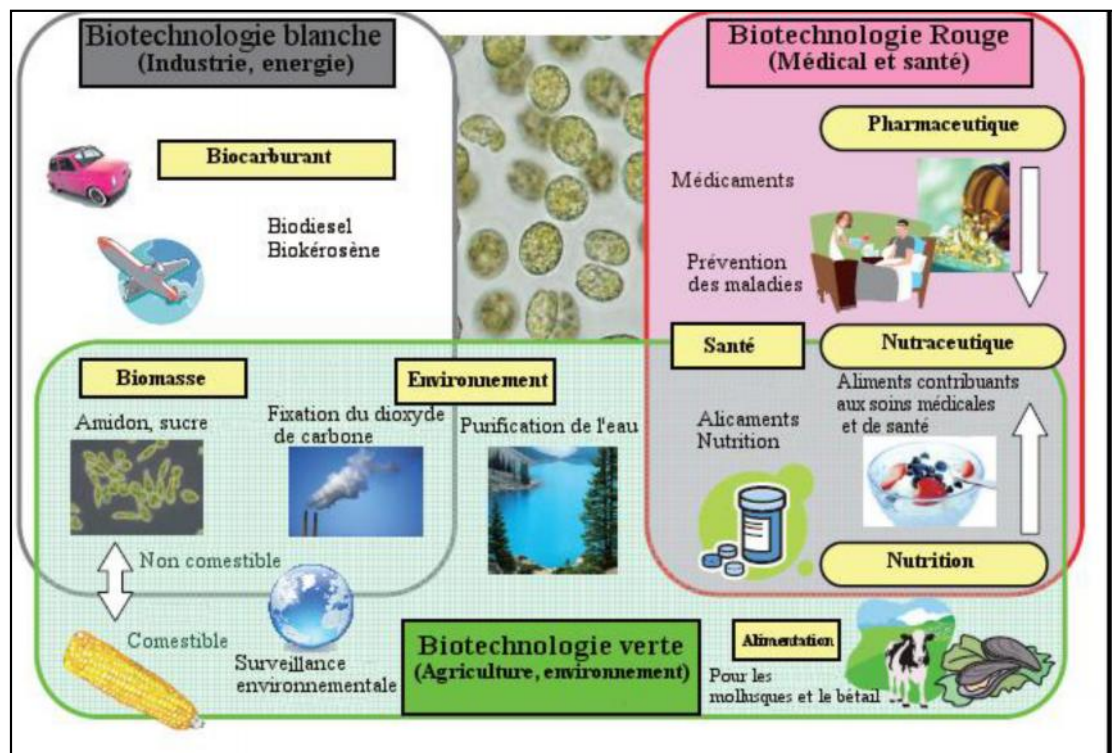


Figure 2: Diversité du champ d'application des micro algues (SUMI., 2009).

I.7.1. Domaine alimentaire

Les micro algues constituent un réel apport nutritif. Ces microorganismes sont utilisés dans l'alimentation animale et humaine, et dans l'aquaculture. La biomasse peut être produite sous forme de poudre, tablettes, capsules, pastilles....ect.

Au niveau de l'alimentation humaine, deux espèces de micro algues, *Chlorella* et *Spirulina*, dominent le marché mondial. L'apport de la biomasse micro algue peut se traduire par un effet général immun-modulateur. La biomasse peut également être source d'aliments fonctionnels « alicaments » ; de fait, le marché des aliments fonctionnels représente un des marchés les plus dynamiques de l'industrie alimentaire. (Ruize G., 2005).

I.7.2. Domaine pharmaceutique

Au vu de leur grande diversité biochimique, les micro algues représentent une source

intéressante de molécules bioactives et de toxines utilisables dans le développement de nouveaux médicaments. Plusieurs études ont permis de mettre en évidence l'implication des micro algues dans le domaine pharmaceutique par l'identification de nouvelles molécules naturelles. Dans ce sens, la *tubercidine*, une molécule cytotoxique, a été identifiée chez la micro algue *Tolythrixbyssoides* ainsi que chez les cyanobactéries (Baldauf S.,2008).

I.7.3.Domaine énergétique

La valorisation de la biomasse algale peut se traduire par la production de bioénergie sous forme d'électricité et/ou de chaleur par combustion directe, ou sous forme de biométhane après méthanisation ou sous forme de biocarburant ou d'hydrogène. Cependant, cette valorisation ne sera concurrentielle qu'avec une forte productivité de biomasse, une possibilité de récolte mécanique simple et un coût de production plus réduit que les procédés mettant en œuvre d'autres types de biomasse ([HTTPS://TEL.ARCHIVES-OUVERTES.FR/](https://tel.archives-ouvertes.fr/)).

I.7.3.1.Production de bio méthane

Plusieurs recherches ont permis de vérifier la faisabilité technique et commerciale de la production de bio méthane à partir de la biomasse marine, avec un potentiel intéressant. Cependant, des verrous techniques tels que l'accessibilité des nutriments et les coûts de production élevés sont limitant. Un moyen permettant de réduire les coûts est par exemple le couplage avec la production de métabolites secondaires à haute valeur ajoutée.

Des espèces telles que *Gracilaria sp.* et *Macrocystis* représentent d'excellents organismes producteurs de biométhane (FILALI R.,2012).

I.7.3.2.Production de biocarburant

Considérant le contexte mondial actuel (hausse du prix du pétrole, raréfaction des ressources fossiles, production de gaz à effet de serre...), il est intéressant de considérer les micro algues comme source de production de différents types de biocarburant : le bio-oil ;et le biodiesel (Guiliana Pet Becerra C.,2009).

I.7.3.3. Production de bio-oil

Le bio-oil représente une alternative intéressante aux biocarburants liquides. Il est produit Par conversion thermochimique de la biomasse à haute température et en l'absence d'oxygène. On distingue deux procédés différents : la pyrolyse et la liquéfaction thermochimique; Plusieurs études se sont intéressées à l'implication des micro algues dans la synthèse du bio-oil ;Les pistes d'amélioration de ce type de procédé concernent bien sûr les coûts de production, l'optimisation du système de culture et des étapes de séparation et de récolte. Au niveau laboratoire, il a été prouvé que la qualité du biocarburant est favorisée par une culture hétéro trophique et un contrôle des paramètres du système de culture (

I.7.3.4. Production de biodiesel

La voie la plus intéressante concerne les biocarburants de deuxième et troisième Génération (production d'éthanol à partir de matières lignocellulosiques et la production de biodiesel à partir des micro algues). Cette voie prometteuse permet de remédier aux principaux inconvénients observés pour les biocarburants de 1ère génération (concurrence avec la production alimentaire, surconsommations d'eau, détérioration des sols). En raison de propriétés intéressantes (productivité importante de biomasse, activité photosynthétique élevée, grand potentiel de stockage lipidique), les micro algues sont efficaces pour la synthèse de biodiesel, 500 à 1000 fois plus efficaces que les espèces terrestres notamment *Chlorella sp* (FILALI . R.,2012).

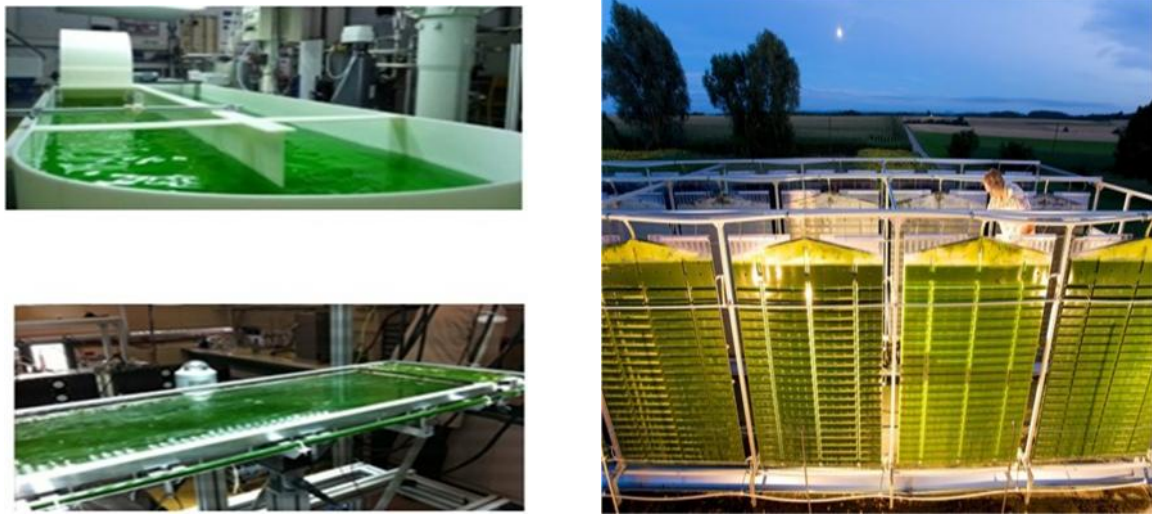


Figure 3: Utilisation les micro-algues dans le domaine d'énergétique.

([HTTPS://TEL.ARCHIVES-OUVERTES .FR](https://tel.archives-ouvertes.fr)).

Chapitre II

Classification des micro algues



II.1. Définition des micro algues

Les micro algues sont très rarement regroupés en fonction de leur métabolisme énergétique ou encore en fonction de leur habileté à synthétiser les métabolites nécessaires, mais plutôt en fonction de leur propriétés morphologiques. Il existe donc différentes classes taxonomiques de micro algues dont les principales sont les cyanophycées, les rhodophycées, les euglenophycées, les chlophycées et les bacillariophycées (BARBEROUSSE H., 2006).

On distingue principalement deux grands groupes de micro algues.

a. Selon le mode de nutrition

- ✓ plancton végétal êtres autotrophes Phytoplancton
- ✓ êtres hétérotrophes Zooplancton

b. Selon la position dans la colonne d'eau

- | | |
|--------------------------|----------------|
| ✓ couches superficielles | Epiplancton |
| ✓ couches intermédiaires | Mésoplancton |
| ✓ couches profondes | Bathypplancton |

c. Selon la position par rapport à la côte

- ✓ près des côtes Plancton néritique
- ✓ au large Plancton océanique

d. Selon le cycle biologique

- | | |
|--|---------------|
| ✓ organismes planctoniques durant toute leur vie | Holoplancton |
| ✓ une partie de leur vie parmi le plancton | Méropplancton |

e. Selon la taille

- | | |
|---------------------------------------|---------------|
| ✓ taille inférieure à 5 microns | Ultraplancton |
| ✓ taille comprise entre 5 et 50 µm | Nanoplancton |
| ✓ taille comprise entre 50 µm et 1 mm | Microplancton |
| ✓ taille comprise entre 1 et 5 mm | Mésoplancton |
| ✓ taille supérieure à 5 mm | Macroplancton |

(ILE TATIHOU).

II.2. Les Procaryotes

II.2.1. les Cyanophycées (algues bleues –vertes)

Dénommées aussi algues bleues ou Schizophytes ou Myxophytes, ne possèdent pas de noyau B Membrane définie (ce sont des procaryotes, à l'inverse des autres groupes qui sont des eucaryotes) ni de chromatophres. Les pigments présents dans la cellule sont nombreux : chlorophylle verte a et ,phycocyanines bleu-vert ,phycoérythrine rouge et pigment d'accompagnement , carotène et xanthophylles jaunes ou ochracés .certaines espèces ne possèdent que de la chlorophylle. Ces pigments ne sont pas portés par des plastides mais sont diffusés dans le cytoplasme et donnent aux cellules une coloration homogène . Le mélange de ces pigments dans le cytoplasme donne en général la teinte vert noirâtre ,brunâtre ,rouge ,bleues, ou même violettes .Les réserves cellulaires sont constituées par un corps très voisin du glycogène dispersé en particulier très petites .Elles prennent une teinte acajou au contact d'une solution iodo-iodurée .C'est un groupe d'algues très abondant dans les eaux douces africaines(CANTIML.,2010).

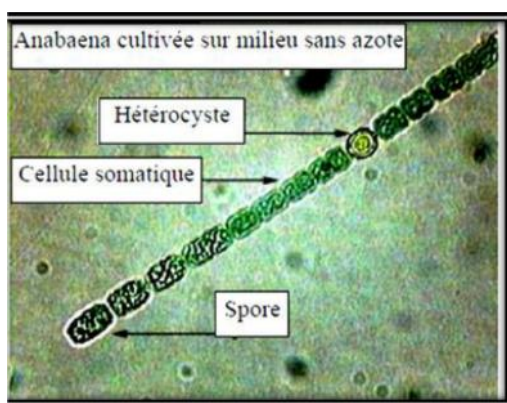


Figure 4: Les Cyanobactéries

(MICHEL.C., 2000).

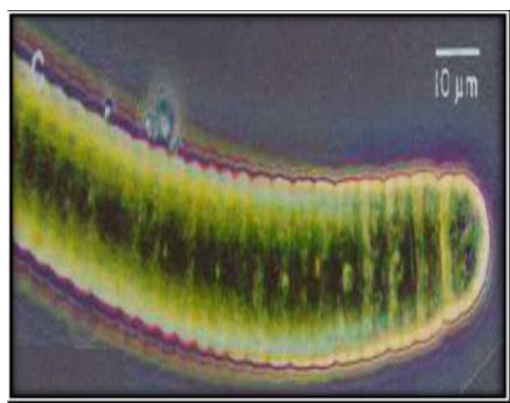


Figure 5: les cyanophycées

(JEAN.D., 2010).

a.les Systématiques des cyanophycées

Tableaux 2: systématique des cyanophycées (PIEERE .P;GRASSE.,1978).

Règne	Monère			
Embranchement	Schizophyte			
Classe	Cyanophycées			
Ordre	chamaesiphonale	Chroococcales	Hormogonales	
			Groupes	
			Homocystées	hétérocystées
Genre	Dermocarpa	Chroocarpa Microcystis Gloecapsa Dermocarpa	Oscillatoria	Nostoc

b. la reproduction

les procaryotes se reproduisent rapidement par un mode de division cellulaire appelé scissiparité. Beaucoup produisent des endospores, qui peuvent demeurer sous une forme de dormance dans des conditions inhospitalières durant des siècles. La rapidité de la reproduction et le transfert des gènes horizontal facilitent l'adaptation évolutive des procaryotes aux modifications de l'environnement. (PIERE.P;GRASSE.,1978).

II.3. Les eucaryotes**II.3.1. Les dinoflagellés**

C'est le second groupe en importance du phytoplancton regroupant près de 2 000 espèces. Ce sont des organismes unicellulaires dont la taille est comprise entre quelques μm et quelques mm .

On les rencontre donc aussi bien parmi les nanoflagellés que dans le microplancton. Contrairement aux diatomées, les individus sont très rarement regroupés en colonies. (QUEGUINER B., 2013).

II.3.1.1. Structure cellulaires des dinoflagellés

Le terme "dinoflagellé" signifie littéralement "flagelle tournoyant". Les cellules possèdent deux flagelles, de nature protéique et capables de mouvements. Ces deux flagelles sont disposés à angle droit à l'intérieur de deux sillons; ils ont des structures et des rôles différents. Le premier flagelle est situé dans un sillon longitudinal : le sulcus, qui passe, sur l'un des côtés de la cellule, entre les plaques thécales du centre vers la partie postérieure (antapex) ; lorsqu'il bat d'avant en arrière, ce flagelle propulse le dinoflagellé vers la direction opposée, c'est-à-dire vers l'avant. L'autre flagelle est aplati en forme de ruban et se trouve placé dans le sillon transversal : le cingulum, qui entoure la cellule et la divise en deux parties (épithèque et hypothèque) ; ce flagelle permet au dinoflagellé de tourner et de manoeuvrer, assurant également le mouvement vers l'avant. L'action combinée des deux flagelles provoque une lente rotation de la cellule sur son axe lors du déplacement dans l'eau, la faisant ainsi "tournoyer" (QUÉGUINER B., 2013).

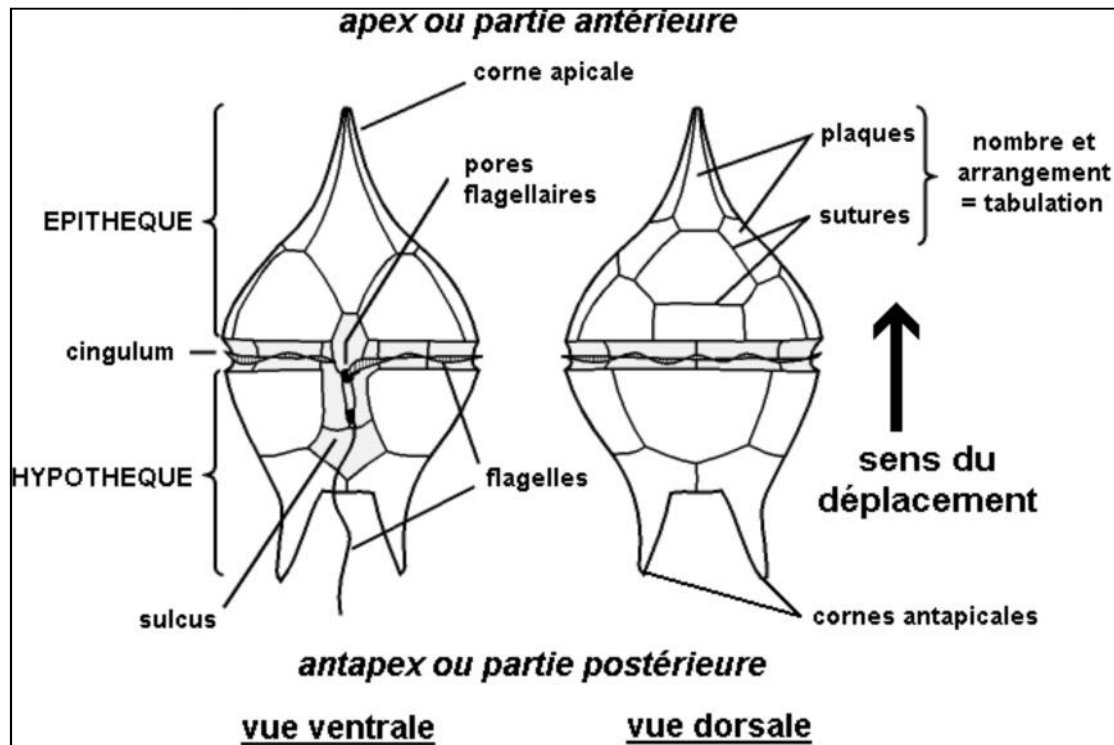


Figure 6: principaux caractères morphologiques du stade mobile d'un dinoflagellé moderne typique (R.A.FESOME, R.A.MACRAE AND G.L.WILLAMS).

Les dinoflagellés sont entourés d'une structure complexe : l'amphiesma, formée d'une membrane interne et d'une membrane externe entre lesquelles est disposée une série de vésicules aplaties.

Chez les dinoflagellés armés, ces vésicules contiennent les plaques de cellulose formant la thèque. Cette thèque peut manquer en permanence chez les dinoflagellés nus tandis que, chez certaines espèces, la thèque disparaît dans certaines conditions environnementales. Les dinoflagellés armés possèdent deux ensembles de plaques composés de deux à 100 unités. Les bords des plaques se superposent et peuvent s'écarter, permettant ainsi l'expansion de la cellule. Les plaques sont agencées en formes variées, sphériques comme chez les Péridiniales ou encore allongées en forme de cornes chez les Cérat ales. Chez les dinoflagellés armés, la forme et la disposition des plaques cellulodiques sont à la base de la classification (QUEGUINER B., 2013).

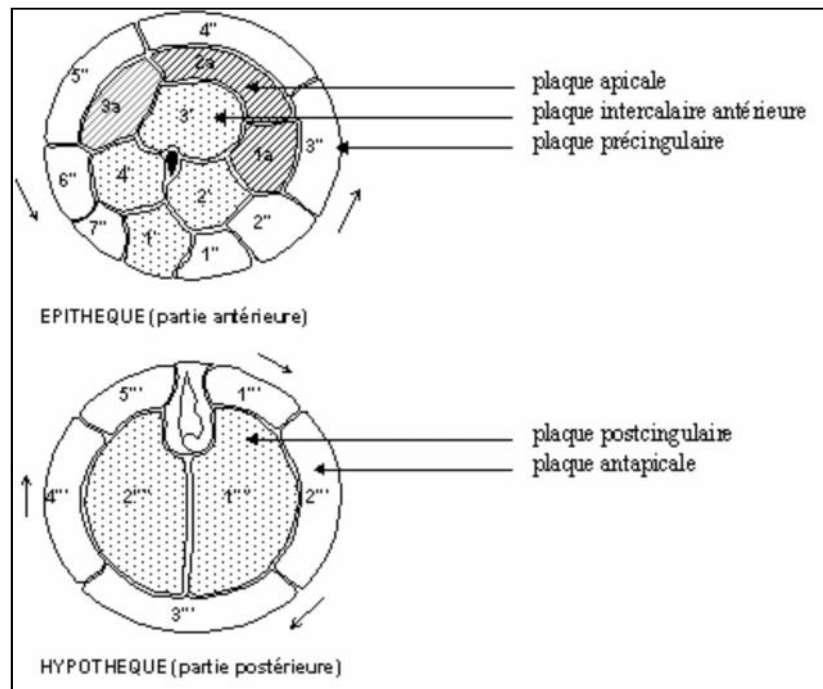


Figure 7: Principe de numérotation des plaques cellulodiques (= tabulation) chez les dinoflagellés armés (le pore apical apparaît en noir).

La plupart des dinoflagellés sont de couleur brune mais certains peuvent être d'un vert brillant. L'analyse des pigments révèle la présence de chlorophylle *a* et *c* ainsi que de caroténoïdes divers : la dinoxanthine et la diadinoxanthine, notamment, ainsi que la péricidine qui est responsable de la coloration brune plus ou moins foncée de plusieurs espèces et qui est caractéristique de la classe. Les produits de réserve sont constitués d'amidon extra-plastidial et de globules lipidiques. (QUEGUINER B., 2013).

II.3.2. Les Euglénophycées

Il existe plus de 800 espèces d'euglénophycées qui sont retrouvées généralement dans les eaux saumâtres et douces. Les principales réserves de ces algues sont constituées de par amylo, une substance glucidique, et d'huiles. Les études réalisées à partir des euglénophycées démontrent que celle-ci possèdent une nutrition complexe et qu'il est difficile de définir des besoins nutritionnels communs pour plusieurs espèces. Une espèce en particulier, *Euglenagracilis*, peut croître en mode autotrophe et hétérotrophe. Lorsque cultivée en absence de lumière, un substrat contenant acétate, acides organiques, alcool ou sucres peut être utilisé ; Cette espèce possède d'ailleurs un intérêt particulier quant à la production d'acides gras (PERSON J., 2011).

[HTTP://HIRC.BOTANIC.HR/BOTANIKA/PREDAVANJA/BOTANIKA-MB-03-%20EUGLENOPHYTA.PDF](http://HIRC.BOTANIC.HR/BOTANIKA/PREDAVANJA/BOTANIKA-MB-03-%20EUGLENOPHYTA.PDF)).



Figure 8: les euglephycées

([HTTP://HIRC.BOTANIC.HR/BOTANIKA/PREDAVANJA/BOTANIKA-MB-03-%20EUGLENOPHYTA.PDF](http://HIRC.BOTANIC.HR/BOTANIKA/PREDAVANJA/BOTANIKA-MB-03-%20EUGLENOPHYTA.PDF).)

II.3.3. Les Chrysophycées (« algues dorées »)

Les Chrysophycées ou algues dorées sont généralement présentes dans les eaux douces. Cette classe est représentée par 150 genres et environ 800 espèces. Le mode de nutrition de ces algues est très varié, mais certaines d'entre elles possèdent un mode de nutrition hétérotrophe comme *Ochromonadanica* qui comprend un pourcentage de 27,4 en acides gras et dont la source de carbone assimilée est glucose (<http://www.microscopy-uk.org.uk/mag/indexmag.html>).



Figure 9: *Dinobryon* sp. Le trait d'échelle = 30 μ m.

(<http://www.microscopy-uk.org.uk/mag/indexmag.html>).

II.3.4. Les Bacillariophycées (diatomées)

Aussi appelées diatomées, les bacillariophycées sont des microorganismes unicellulaires photosynthétiques, aujourd'hui placées dans le clade des hétérodontes (ou straménopiles), qui comprend aussi, en particulier, les algues brunes (phéophycées). Leur taille varie de 20 à 200 µm environ, quoique certaines puissent atteindre 2 mm. Elles peuvent se présenter en cellules isolées ou regroupées en colonie (GUILIANA PET BECERRA C., 2012).

Elles se caractèrent par une paroi rigide faite d'une couche de silice hydratée insérée dans une matrice organique, le frustule. Cette paroi finement ornée (pores, excroissances, épines, etc.) est divisée en deux valves emboîtées de taille différente, l'hypothèque, la plus petite des deux valves, vient s'emboîter dans l'épithèque (à la façon d'une boîte de pétri). La bordure verticale de l'épithèque, appelée l'épithèque, recouvre et cache le bord de l'hypothèque, ou hypoépithèque (GUILIANA PET BECERRA C., 2012).

Chez de nombreuses espèces, les deux valves présentent également des ornements différents (GUILIANA PET BECERRA C., 2012).



Figure 10: Diatomée.

(a): (*Thalassiosira anguste-lineata*); (b): (*Striatella unipunctata*)

(LIZETH BOTES., 2006).

a. Cycle de vie

Les Diatomées ont un cycle de vie essentiellement diphasique. Les cellules diploïdes se multiplient par mitose pendant plusieurs mois, voire plusieurs années. Chacune des valves de la cellule parente devient l'épithèque d'une cellule-fille, qui sécrète l'hypothèque correspondante. En conséquence, l'une des deux diatomées filles inférieure à la diatomée initiale, alors que l'autre fille est de même taille. Par conséquent, au cours des divisions successives, des Diatomées plus petites apparaissent et l'une des lignées de descendantes voit sa taille diminuer à chaque génération (CYRIL LANGLOIS., 2006).

cette diminution ne dure pas indéfiniment. En dessous d'un certain seuil, ces cellules entrent en méiose et produisent des gamètes (le gamète male est la seule cellule flagellée du cycle), dont la paroi cellulaire ne comporte pas de frustule siliceux. Le zygote issu de la fusion des gamètes (auxospore) croît jusqu'à la taille maximale propre à l'espèce ou à la population avant de former un nouveau frustule (CYRIL LANGLOIS., 2006).

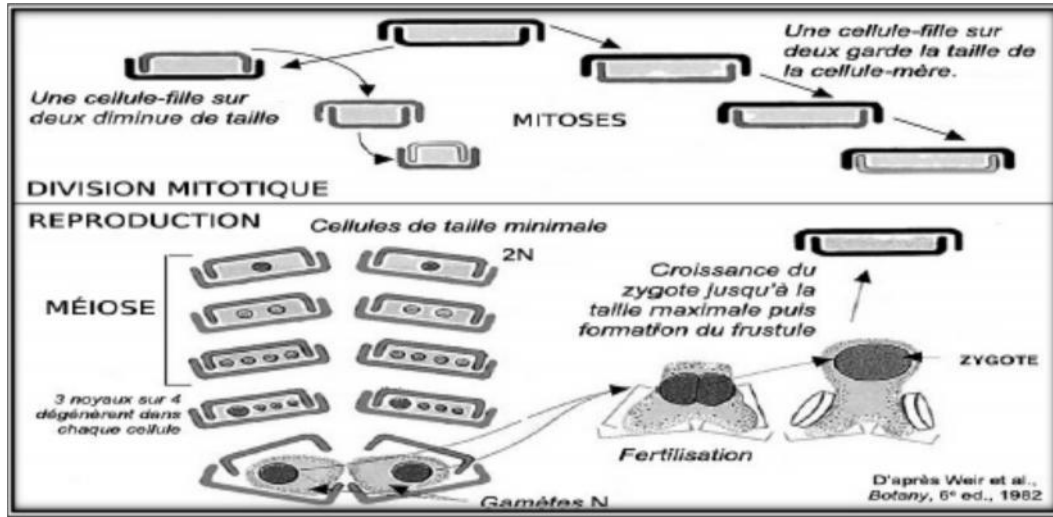


Figure11: Schéma de la division mitotique et de la reproduction méiotique des Diatomées.

(CYRIL LANLOIS., 2006)

b. Classification des diatomées

On distingue deux catégories de diatomées selon la géométrie de leur frustule :

❖ **les Diatomées centrales:** à symétrie radiale, le frustule circulaire porte des stries, rayonnant depuis un point ou une aréole (qui n'est pas forcément situé au centre de la valve), ou une réticulation (BRASIER., 1980).

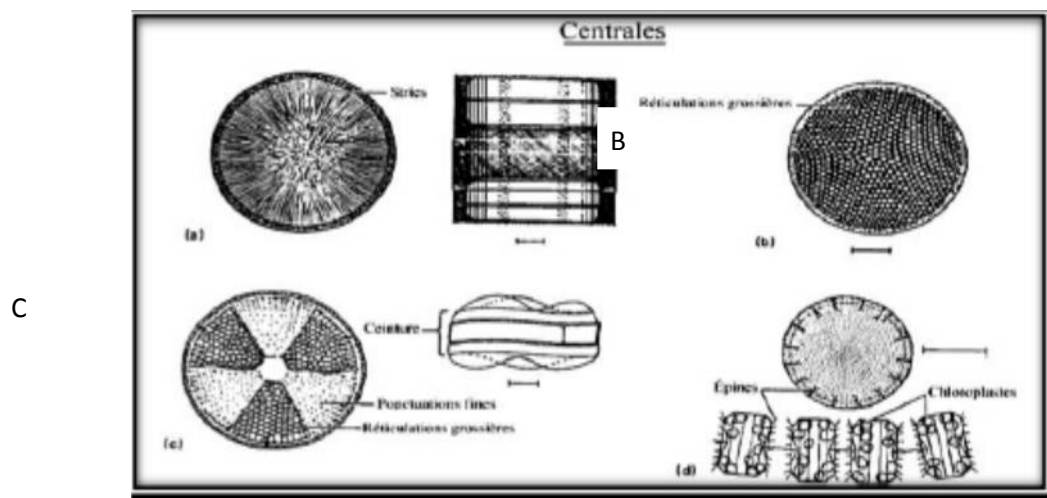


Figure12: Diatomées centrales.

(a) *Melosira*: vue de la valve (à gauche) et vue cingulaire d'une colonie (à droite);

(b) *Coscinodiscus*, vue de la valve;

(c) *Actinopteryx*, vue de la valve (à gauche) et valve cingulaire (à droite);

(d) *Thalassiosira*: vue de la valve (en haut) et vue cingulaire d'une colonie (en bas). Échelle = 10 μm (BRASIER.,1980).

❖ **les Diatomées pennales**: à symétrie bilatérale, le frustule allongé présente des stries disposées autour d'un plan de symétrie bilatérale. De nombreuses Diatomées Pennales présente sur ce plan de symétrie une fente, le raphé, interrompue par un nodule de silice central (BRASIER.,1980).

Elle permet une communication avec le milieu extérieur et l'excrétion de mucilage. Si cette fente est atrophiée ou peu marquée, on parle de pseudo-raphé. Les Pennales sans raphé sont appelées Diatomées araphidées ou crypto-raphides (BRASIER.,1980).

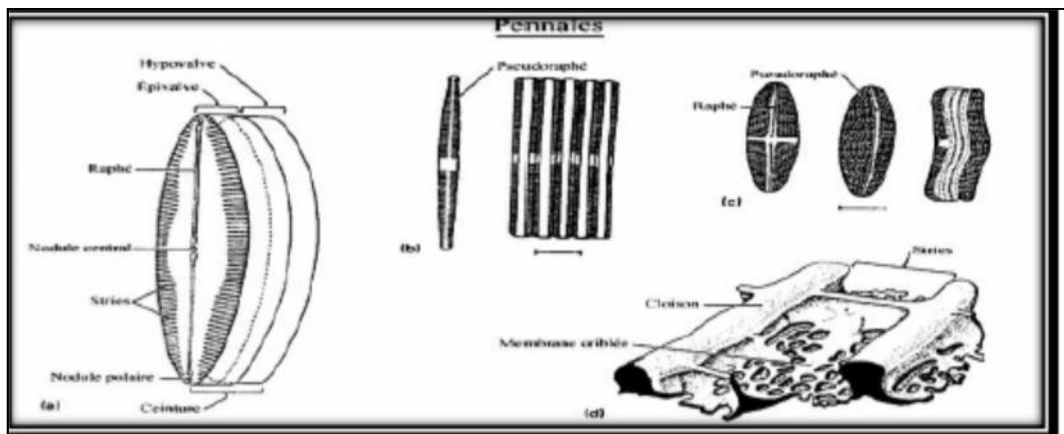


Figure13: Diatomées pennales.

(a) *Pinnularia*: vue oblique montrant le raphé;

(b) *Flagellaria*: valve avec le pseudoraphe (à gauche) et colonie en vue cingulaire (à droite)

(c) *Achanthes*: vue de l'hypovalve avec le raphé (à gauche), vue de l'épivalve avec le pseudoraphe (au centre) et vue de la ceinture (à droite).

(d) détail d'un aréole d'une diatomée. Échelle = 10 μm . D'après M. D (BRASIER.,1980).

✓ **Systématiques des diatomées****Tableau 03:** classification des diatomées (PIERRE. P; GRASS.,1978)

Règne	Protiste	
Phylum	Pyrrophcophytes	
Classe	Diatomophtcées	
Sous classe	Centrophcées	Pennatophycidées
Ordres	Coscinodiscales Rhizosoléniales Biddulphiales	Diatomales
Genre	Coscinodiscus Rhizosoléniales Biddulphia	Asterionella Eunotia Achantes Navicula

II.3.5. Les Chlorophycées (« algues vertes »)

Les Chlorophycées sont des algues vertes des eaux douces ou marines. Elles sont unicellulaires ou pluricellulaires, constituant alors des thalles d'aspects variés qui forment soit des filaments cellulaires simples ou ramifiés (*Cladophora*), en lame (ulves) ou en tube (entéromorphes), soit des filaments siphonnés souvent associés entre eux pour former des thalles de formes diverses (*Codium*, *Halimeda*).

La classe des Chlorophycées constitue le groupe le plus important et le plus varié de l'embranchement des Algues vertes ou Chlorophycophytes. Elle s'y distingue des Zygothécées par la présence de cellules reproductrices flagellées et par le mode de reproduction sexuée ; les Charophycées doivent aussi en être séparées en raison de la morphologie plus complexe de leur appareil végétatif et de leurs organes reproducteurs.

En outre, on a détaché des Chlorophycées les Prasinophycées dont les flagelles, pourvus de fines fibrilles, les mastigonèmes, s'insèrent dans une invagination (cratère vestibulaire) au sommet de la cellule et non sur une papille saillante, traits qui les rapprochent des Chromophytes (*Codium*, *Halimeda*).

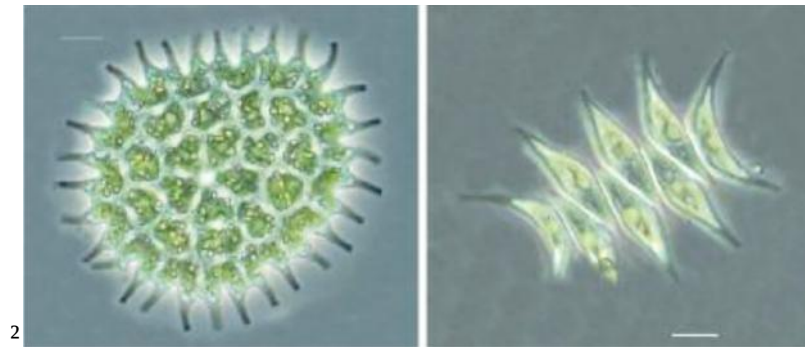


Figure 14 : *Pediastrum boryanum* var. *longicorne* (à gauche) et *Scenedesmus acuminatus* (à droite). (DRUART & BALVAY.,2007). Le trait d'échelle = 10 μ m.



Figure 15 : *Closterium parvulum* (Druart & Balvay.,2007) et *Micrasterias radiosa*. Le trait d'échelle = 10 μ m. (photo : Dr. Monika Engels provided for the alga of the year 2008 which was chosen by the Phycology Section at [HTTP://WWW.DBG-PHYKOLOGIE.DE/PAGES/22PRESSRELEASE_ALGAEYEAR2008.HTM](http://www.dbg-phykologie.de/pages/22PRESSRELEASE_ALGAEYEAR2008.html)L).

Il ya plusieurs type de classe des Chlorophycées sont:

- * *Chlamydomonas reinhardtii*
- * *Ostreococcus* sp.
- * *Tetraselmis* sp
- * *Botryococcus braunii*
- * *Dunaliella* sp.
- * *Haematococcus pluvialis*
- * *Chlorococcum* sp.
- * *Neochloris oleoabundans*

- * *Scenedesmus* sp.
- * *Desmodesmus* sp.
- * *Chlorella* sp.
- * *Parietochloris incisa*
- * *Prototheca* sp.

on étudie principalement sur *dunaliella*

II.3.5.1.Dunaliella

a.Description de *dunaliella*

Cellule ovoïde, ellipsoïdale, régulière, à section circulaire, souvent métabolique et pourvue de 2 fouets égaux ; chromatophore de forme variable, en urne, ou en plaque pariétale, avec ou sans pyrénoïde, parfois même chromatophore étoilé. Stigma le plus souvent présent.

Les *Dunaliella*, organisme abondants surtout dans les eaux saumâtres, sont souvent colorés en rouges-organé par le carotène. Les quatre espèces d'eau douce, rarissimes, ont formes de chromatophores assez variées, possèdent deux vacuoles contractiles, mais sont dépourvues des carotène. Elles atteignent 20µ de longueur. Les *Dunaliella* sont des Chlamydomonas sans membrane différenciée. (OZGUR B et al., 2013).

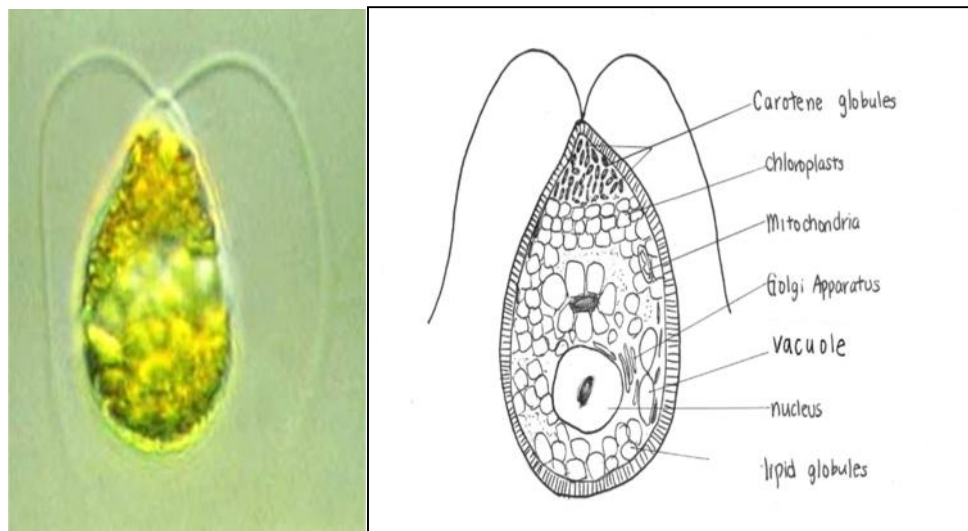


Figure 16: *Dunaliella salina*. (OZGUR ET AL., 2013).

b. Classification des *Dunaliella*

Classification des <i>Dunaliella</i>	
Embranchement	Chlorophytes
Classe	Chlorophyceae
Ordre	Chlamydomonadales
Famille	Dunaliellaceae
Genre	<i>Dunaliella</i>
Quelque espèce	<i>Dunaliella bardawil</i> , <i>Dunaliella parda</i> , <i>Dunaliella salina</i> , <i>Dunaliella gracilis</i> .

Tableau 04: classification des *Dunaliella* (LECHEVANTION M ., 2013)**c. Intérêt de *Dunaliella***

Dunaliella est le genre le plus étudié quant à sa culture en masse. En effet, *Dunaliella* est l'espèce dominante parmi celles les plus utilisées en aquaculture. Elle peut pousser dans des milieux hypersalins et il s'agit de l'un des micro-organismes ayant la plus grande osmotolérance connue. Elle présente des contenus élevés en β -carotène, l'un des pigments le plus demandé dans l'industrie alimentaire. En outre, grâce à la présence de provitamine A, elle possède aussi d'importantes applications dans l'industrie pharmaceutique. Les milieux hypersalins où l'on cultive la *Dunaliella salina* permettent son exploitation dans des systèmes ouverts, aussi bien intensifs que semi-extensifs sans aucun risque de pollution avec d'autres espèces. *Dunaliella salina* a été la première micro-algue cultivée pour la production commerciale de substances d'application industrielle en chimie fine pour l'obtention de $\beta\beta$ -carotène et de glycérol (OZGUR B et al ., 2013).

Chapitre III

Les zones humides d'Algérie

III.1. Notion des zones humides

Les zones humides sont généralement définies comme des espaces de transition entre terre et eau, elles constituent en effet une catégorie particulière de systèmes écologiques ou écosystèmes qui se différencient par leurs caractéristiques et leurs propriétés des deux autres grandes catégories représentées par les écosystèmes terrestres et les écosystèmes aquatiques (BARNAUD & FUSTEC., 2007).

Cette situation d'interface entre la terre et l'eau se rencontre dans de nombreuses situations : bords de lacs, d'étangs, de ruisseaux, rivières, fleuves, deltas ou baies... etc; Le terme générique « zones humides » désigne donc un ensemble de milieux naturels extrêmement différents mais possédant tous le point commun d'avoir un fonctionnement intimement lié à l'eau (BARNAUD & FUSTEC., 2007).

En fonction du référentiel considéré (Ramsar, loi sur l'eau, ...), le terme « zones humides » ne désigne pas exactement les mêmes milieux naturels, certaines définitions étant plus larges que d'autres (BARNAUD & FUSTEC., 2007).

III.2. Définition des zones humides d'après la convention de Ramsar

D'après cette convention internationale ratifiée par l'Etat français en 1986, les zones humides sont « des étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres » (BARNAUD & FUSTEC., 2007)..

Elle prend donc en compte des milieux tels que les récifs coralliens ou les herbiers marins ainsi que les cours d'eau et milieux souterrains, qui sont en revanche exclus de la définition établie par le code de l'environnement (BARNAUD & FUSTEC., 2007).

III.3. Définition des zones humides d'après le code de l'environnement

Selon le code de l'environnement, les zones humides sont des « terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire; la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année » (BARNAUD & FUSTEC., 2007).

Les zones humides ou milieux humides sont des écosystèmes particuliers : ce sont des intermédiaires entre les écosystèmes terrestres et les écosystèmes aquatiques. Il existe une grande variété de milieux humides sur la planète. L'eau qui les alimente peut être douce, saumâtre ou salée. Les conditions climatiques et géologiques, le pH et les conditions d'hydromorphologie sont très variables. Leur sol peut être submergé en permanence ou seulement lorsqu'il subit des battements de nappes ou les cycles de marée. Les zones humides

sont plus ou moins reliées entre elles et avec les autres écosystèmes aquatiques (BARNAUD & FUSTEC., 2007).

III.4. Convention de Ramsar

La Convention sur les zones humides est un traité intergouvernemental qui a été adopté le 2 février 1971 dans la ville iranienne de Ramsar, celle-ci est plus connue du grand public sous son nom de « Convention de Ramsar »; Il s'agit du premier traité intergouvernemental moderne, d'envergure mondiale (RAMSAR., 2013).

Le nom officiel du traité, Convention sur les zones humides d'importance internationale, particulièrement comme habitats des oiseaux d'eau, traduit l'accent mis, à l'origine, sur la conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides avant tout dans leur fonction d'habitats pour les oiseaux d'eau. Avec le temps, toutefois, la Convention a élargi son champ d'application pour couvrir tous les aspects de la conservation et de l'utilisation rationnelle des zones humides, reconnaissant celles-ci comme des écosystèmes extrêmement importants pour la conservation de la biodiversité et le bien-être des sociétés humaines et remplissant ainsi pleinement la mission énoncée dans le texte de la Convention (RAMSAR., 2013).

La Convention est entrée en vigueur en 1975 et compte en janvier 2013, 163 Parties contractantes, ou États membres, partout dans le monde. Bien que le message central porté par Ramsar soit la nécessité de recourir à l'utilisation durable des zones humides, l'étendard de la Convention est la Liste des zones humides d'importance internationale (ou Liste de Ramsar). Actuellement, les Parties ont inscrit sur cette Liste plus de 2060 zones humides (ou Sites Ramsar) méritant une protection spéciale: elles couvrent 197 millions d'hectares (1,97 million de kilomètres carrés) (RAMSAR., 2013).

La mission de la Convention de Ramsar, définie par les Parties en 1999 et affinée en 2002, est la suivante: « La conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides par des actions locales, régionales et nationales et par la coopération internationale, en tant que contribution à la réalisation du développement durable dans le monde entier » (RAMSAR., 2013).

III.5.Classification Ramsar

L'actuelle classification adoptée par la convention Ramsar couvre les types des zones humides du monde entier. Elle est basée sur la classification développée aux États-Unis (COWARDIN *et al.*,1979). Cette classification se divise en 3 classes principales et chaque classe est subdivisée en types (RAMSAR.,2007). Le Tableau 01 présente la classification détaillée adoptée par la convention Ramsar (HECKER & TOMAS VIVES.,1995; RAMSAR., 2007) avec certaines caractéristiques de chaque type de zone humide (RAMSAR., 2007).

III.6. Les fonctions des zones humides

Il est d'usage de distinguer trois grandes classes de fonctions des zones humides

- Les fonctions « hydrologiques » influençant le régime des eaux.
- Les fonctions « biogéochimiques » modifiant la qualité des eaux.
- La fonction « diversité d'habitats, de flore et de faune » contribuant à la valeur patrimoniale et écosystémique des milieux (RAMSAR., 2013)

III.6.1. fonctions hydrologiques

Les zones humides, de par leur structure, sont capables d'emmagasinier des volumes d'eau plus ou moins importants et de les reléguer plus ou moins rapidement. Cette fonction de stockage des eaux participe ainsi au maintien des débits d'étiage sous certaines conditions. De la même manière, l'eau stockée dans certaines zones humides peut participer à la recharge des nappes souterraines par infiltration de l'eau à travers le substrat, L'existence et l'intensité de ces fonctions hydrologiques dépendent des caractéristiques de la zone humide (perméabilité du sol, volume potentiel de stockage,...) et des conditions géographiques globales (climat, configuration du bassin versant,...) (RAMSAR., 2013).

De plus, les zones humides permettent de limiter la vitesse de ruissellement et contribuent à la diminution de l'érosion des sols. La réduction du courant, lors du passage de l'eau à travers une zone humide, dépend de sa topographie et de la structure de la végétation présente, qui fait office d'obstacles. Cette réduction s'accompagne d'une augmentation de la sédimentation des particules, la végétation agissant comme un filtre. La rétention de matière en suspension (MES) favorise le piégeage de particules avec éléments associés (phosphore, ion ammonium, éléments traces métalliques, composés organiques). Cette capacité d'immobilisation des MES conduit à l'exhaussement progressif de la surface de certaines zones humides mais surtout à une réelle amélioration de la qualité des eaux à l'aval, par réduction de leur charge solide et donc de leur turbidité (LISE., 2012) .

III.6.2. Les fonctions biogéochimiques

Au sein des zones humides, différents processus participent au maintien de la qualité des eaux dans la zone et en aval de celle-ci. Outre des processus d'ordre physique (sédimentation, adsorption) mentionnés précédemment, des processus biologiques interviennent (assimilation végétale, dénitrification microbiologique,...). Ils participent à la régulation des flux de nutriments (azote, phosphore) et de toxiques. La réalisation de ces fonctions dépend des caractéristiques biologiques et physico-chimiques de la zone. En effet, selon le type de végétation, les conditions d'oxydoréduction liées aux phases d'anoxie et d'oxygénation du sol, de pH ou de températures, les zones humides réalisent des fonctions

biogéochimiques de manière plus ou moins efficace et durable. La régulation des flux de nutriments et des toxiques (éléments traces métalliques, micropolluants) est influencée par différents facteurs (physiques, chimiques, biologiques); Les formes particulières du phosphore et des polluants sédimentent. Les formes dissoutes peuvent être adsorbées sur des argiles ou de la matière organique présente dans les sols. Lorsque les conditions sont favorables (température, conditions Redox), les microorganismes peuvent dégrader certains composants pour réaliser leur métabolisme (RAMSAR., 2013).

La dénitrification qui aboutit à l'émission d'azote atmosphérique par dégradation des nitrates, relève des capacités biogéochimiques de ces milieux humides. Enfin, la végétation participe à la régulation en assimilant certaines formes, utiles à leur croissance. Le stockage par les végétaux étant plus ou moins pérenne, les polluants peuvent être restitués au milieu lors de la chute des feuilles ou à la mort du végétal (LISE., 2012).

III.6.3. La fonction diversité d'habitats, de flore et de faune

Le terme biodiversité regroupe plusieurs notions telles que le nombre d'espèces et d'habitats observés mais aussi leur rareté et la diversité génétique des populations, Trop souvent pris dans ce sens restrictif, la biodiversité comprend pourtant les écosystèmes et les sociétés humaines selon la définition de 1992. Ici, on s'intéresse à des fonctions liées à la présence d'espèces et à leurs conditions de vie (diversité, abondance, productivité). La localisation des zones humides à l'interface entre milieux aquatiques et terrestres leur confère des conditions favorables à la diversité spécifique. En effet, la large gamme de conditions physico-chimiques observée au sein des zones humides, est propice à l'implantation de végétations diversifiées. Celles-ci servent d'habitat à une grande variété d'espèces animales (invertébrés, amphibiens, reptiles, poissons, oiseaux, mammifères), qui y réalisent tout ou partie de leur cycle de vie ; Toutefois, tous les milieux humides ne sont pas riches en espèces, certains se distinguent par leur nombre réduit d'espèces très spécialisées et adaptées aux conditions physico-chimiques stressantes (tourbières, prés salés,...); La multitude de zones humides aux caractéristiques chimiques, physiques et biologiques différentes, explique que l'intensité des fonctions réalisées (hydrologique, biogéochimique, diversité des habitats, de la flore et de la faune) varie selon le milieu considéré ; Cette diversité fait des milieux humides des écosystèmes en majorité riches d'un point de vue patrimonial et à préserver (LISE., 2012).

Les zones humides assument dans leur globalité les différentes fonctions essentielles à la vie des organismes qui y sont inféodés:

- fonction d'alimentation : découlant de la richesse et de la concentration en éléments nutritifs observées dans ces zones, les marais assurent ainsi une mise à disposition de ressources alimentaires pour de nombreuses espèces animales localement et à distance par exportation de matière organique.

- fonction de reproduction : la présence de ressources alimentaires variées et la diversité des habitats constituent des éléments essentiels conditionnant la reproduction des organismes vivants (RAMSAR., 2013).

- fonction d'abri, de refuge et de repos notamment pour les poissons et les oiseaux. Ces fonctions biologiques confèrent aux zones humides une extraordinaire capacité à produire de la matière vivante; elles se caractérisent ainsi par une productivité biologique nettement plus élevée que les autres milieux (RAMSAR., 2013).

Tableau 05: Caractéristiques des types de zones humides selon la classification Ramsar (RAMSAR., 2007).

Zones humides marines / côtières			Code
Eau sale	Permanente	- 6 m de profondeur	A
		Végétation submergée	B
		Récifs coralliens	C
	Rivage	Rocheux	D
		Sable fin, grossier ou galets	E
Eau salée ou saumâtre	Étendue intertidale	Vasière, banc de sable ou terre salée	G
		Marais	H
		Zone boisée	I
	Lagunes		J
	Eaux estuariennes		F
Eau, salée, saumâtre ou douce	Souterraine		Zk(a)
Eau douce	La gunes		K

	Ensuite le tableau			
Zones humides continentales :				Code
Eau douce	Eau courante	Permanente	Rivières, cours d'eau, ruisseaux	M
			Deltas	L
			Sources, oasis	Y
		Saisonnaire, intermittent	Rivières, cours d'eau, ruisseaux	N
	Lacs et mares	Permanents	>8ha	0
			<8ha	Tp
		Saisonniers/intermittents	>8ha	P
			<8ha	Ts
	Marais sur sols	Permanents	Dominés par des plantes	Tp
	Inorganiques		herbacées	
		Permanents/Saisonniers/intermittents	Dominés par des buissons	W
			Dominés par des arbres	Xf
			Saisonniers/intermittents	Dominés par des plantes herbacées
	Marais sur sols tourbeux	Permanents	Non boisés	U
			Boisés	Xp
	Mirais sur sols inorganiques ou tourbeux	Haute altitude (alpins)		Va
		Toundra		Vt
	Eau salée, saumâtre ou alcaline	Lacs	Permanents	0
Saisonniers/intermittents			R	
Marais & mares		Permanents	Sp	
		Saisonniers /intermittents	Ss	
Eau douce, salée, saumâtre ou alcaline	Géothermique			ZH
	Souterraine			Zk(b)

III.7. Fonctions des zones humides

Les milieux humides ont de nombreuses fonctions qui leur donnent un intérêt particulier, et qui permettent de participer à la gestion de la ressource en eau et des milieux aquatiques sur le territoire, ce sont donc des services rendus aux sociétés (ANONYME., 2007).

III.7.1. Fonctions qualitatives

Les zones humides remplissent des fonctions biogéochimiques par la régulation des pollutions azotées diffuses si les conditions nécessaires sont réunies. En effet l'absorption de l'azote par les végétaux et la dénitrification sont caractéristiques du cycle de l'azote en milieu humide. Cependant ces processus varient dans le temps et l'espace (PINAY *et al.*, 2000 in MEROT *et al.*, 2000).

L'étude menée par Clément, (2010) a montré qu'au sein d'une zone humide existaient des différences de performances pour un processus établi comme la dénitrification; Ceci est la résultante de variations existant au sein d'une même zone humide, induites par des types de sols différents; Cette mosaïque d'entités, homogènes en leur sein, est appelée unité hydro géo morphologique (HGMU). Elle permet de caractériser l'efficacité d'une zone humide pour un paramètre donné (PINAY *et al.*, 2000 in MEROT *et al.*, 2000).

III.7.2. Fonctions quantitatives

Les zones humides constituent, à l'échelle du bassin versant, un outil de régulation du débit d'un cours d'eau; Elles permettent de ralentir l'eau en période de fortes précipitations et ainsi d'éviter les phénomènes de crues trop intenses et rapides. Cet écrêtement permet de protéger les personnes et les biens des potentielles inondations. Elles contribuent également à la recharge des nappes d'eau souterraines. Lorsque la capacité de stockage de l'eau par la zone humide est dépassée, celle-ci va s'écouler vers l'aval, vers le cours d'eau. Il en va de même en période plus sèche où les zones humides soutiennent les débits d'étiage en restituant l'eau, ce qui présente un avantage pour la faune et la flore, dépendantes de ces milieux, et pour l'agriculture, en permettant une alimentation continue en eau. Les modifications de ces espaces par des pratiques inadéquates ou des aménagements (réseaux de fossés, drainages) impactent les fonctions des zones humides et peuvent avoir des répercussions en aval du bassin versant, notamment en termes de qualité et de quantité d'eau (DURAND *et al.*, 2000).

III.7.3. Fonctions écologiques

Une contribution majeure à la biodiversité de plus, les milieux humides sont des réserves de biodiversité importantes. Des macros aux micros habitats, les zones humides sont un lieu privilégié pour les animaux et les plantes, car elles recèlent de nombreuses ressources nutritives et sont le siège d'une production de biomasse importante. Elles représentent des

lieux de refuge, d'habitat et de reproduction pour les animaux et les végétaux. (BARNAUD & FUSTEC., 2007).

III.8. Diversités des zones humides algériennes d'importance internationale:

L'adhésion de l'Algérie à la convention de Ramsar a été effective en novembre 1982 avec l'inscription de deux sites sur la liste des zones humides d'importance internationale : Le Lac Tonga et le Lac Oubeïra situés tous deux dans le complexe des zones humides d'El –Kala (wilaya d'El Tarf) (Anonyme., 2001).

L'autorité de la Convention de Ramsar en Algérie, la Direction Générale des Forêts, a procédé au classement de 47 sites au total sur la liste de la Convention de Ramsar des zones humides d'importance internationale, Le classement de ces sites est intervenu entre 1982 et 2011., les derniers à être classées sur la liste sont : Garaet Timerganine (Oum El Bouaghi), Sebkha et Ezzmoul (Oum El Bouaghi), Lac Boulhilet (Oum El Bouaghi), Vallée de l'Oued Soummam (Kabylie) (Anonyme, 2010). Ile de Rachgoun (Ain Timouchente) (Anonyme., 2011).

La position géographique de l'Algérie, sa configuration physique et la diversité de son climat lui confèrent une importante richesse de zones humides. Sa configuration physique s'est traduite par l'existence de plusieurs types de climats sur lesquels l'influence méditerranéenne s'atténue au fur et à mesure qu'on s'éloigne de la mer. Cette diversité de climat a engendré une grande diversité d'écosystèmes ; de zones humides (Anonyme., 2004). Ainsi dans la partie Nord-est de l'Algérie, la plus arrosée, renferme un complexe lacustre particulièrement important, le complexe d'El –Kala La frange Nord-ouest soumise à un régime pluviométrique moins important se caractérise surtout par des plans d'eau salée tels que les marais de la Macta et la sebkha d'Oran (Anonyme., 2001).

Dans les hautes plaines steppiques on rencontre principalement des chotts et des sebkhas. Ce sont des lacs continentaux salés de très faible profondeur qui se sont formés au Pléistocène et s'étendent sur de très grandes superficies en millions de km carrés, tel que Chott El Hodna, Chott Chergui et Chott Melghir (Anonyme., 2004).

Le Sahara renferme de nombreuses zones humides (les oasis). Les massifs montagneux de l'Ahaggar et du Tassili renferment dans leur réseau hydrographique de nombreuses zones humides permanentes appelées gueltats qui témoignent encore d'une période humide du Sahara (Anonyme., 2001).

III.9. Valeurs des zones humides**III.9.1. Valeurs culturelles et sociales**

Ces écosystèmes participent à l'image de marque des régions où se trouve la zone humide. Leurs paysages de qualités et leurs richesses font d'elles un pôle d'attraction où se développent diverses activités récréatives et pédagogiques susceptibles de favoriser le développement local. Elles représentent un fantastique atout touristique (Fustec *et al.*, 2000).

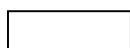
III.9.2. Valeurs économiques

Outre leur aspect patrimonial et écologique, les zones humides sont également des zones très productives ayant permis le développement de nombreuses activités professionnelles : saliculture, la pêche, la conchyliculture,...et une importante production agricole : herbages, pâturage, élevage, rizières ...ect (Fustec *et al.*, 2000).

Partie
Expérimental

Chapitre I

Matériel et méthodes



I. matériel et méthodes

I.1. présentation des zones d'études "chott Marouane "

Le chott Marouane et oued khrouf est une zone humide situé sur le long de l'axe Sud Est de Djamaa au Nord Est d'el Meghaier .Il est limité par les localisés suivantes: au Nord "Oum Thiour et Still ",à l'est "Hamraïa et Reguiba ", à l'Ouest "El Méghaier" et au Sud "Side-Khelil".

I.1.1. Caractéristiques principales du site

Tableau 06 : Caractéristiques principales du site (ATLAS., 2002).

Nom du site	chott Marouane et oued khrouf(partie Nord de l'oued Righ)
Communes	El Meghair, Djamaa, Sidi Khelil, Tendla
cordonnées géologique	Longitudes Est: 06°00 à 06° 20'altitude Nord :33° 50'à 34° 00'
Superficie	337.700hectares
Nature du site	Chott- Cours d'eau
Caractéristiques physiques et chimique	Eau salée
Caractéristiques écologiques	Flore: Roselière, Joncs, palmeraies, Tamarix, Galica , Foulques ,etc... Faune: Oiseaux: canard Colverts, Flamants Roses(3000en 1997),Barge à queue, Faucon, Buse, Aligle Mammifères: Chacal, hyène, Sanglier,(importante population) Reptiles: vipère ,couleuvre ,lézard, etc...
Activités et impacts	Extaction de sel (ENASEL)

I.1.1.a. Descriptif: le chott Marouane et oued khrouf est une zones humide dont les salées et permanentes proviennent d'apports de l'oued-khrouf , exutoire des eaux d'évacuation d'apports issues des eaux de drainage des palmeraies(excès d'irrgation)et de rejets d'eaux usées des communes de Touggourt et Djamaa (remontée de la nappe phréatique).situé en région steppique caractérisée par un climat aride ,le Chott est un biotope adéquat pour l'avifaune

sédentaire et de passage d'importance internationale. C'est également une source d'alimentation importante pour des poissons indigènes encore peu connus et de poissons exogènes .Enfin c'est un lieu de frayère et d'alevinage (ATLAS., 2002).

I.1.2.Type de zone humide : Continental : M. Q . Sp .Y

Artificiel: 3Terres irriguées; compris canaux d'irrigation

Types des zones humides par ordres décroissPant (en commençant par celui qui domine):

- ✓ 1-cour d'eau permanent (M);
- ✓ 2-lacs salés et saumâtre permanent (Q);
- ✓ 3-Mares et maris saumâtre permanent (Sp);
- ✓ 4- Mares et maris saumâtre intermittent (Ss);
- ✓ 5-Sources d'eaux douces (y);
- ✓ 6- Terres irriguées avec canaux d'irrigation(3);
- ✓ 7-Marias salants, salines (5)(exploitation de sel);
- ✓ 8-canaux et fossé de drainage(9) (ATLAS 2002).

I.1.1.3. critères de Ramsar 5.6 :(Critères qui caractérise de mieux le site:5)

I.1.1.4. justification de critères 5 et 6: chott Marouane répond parfaitement aux deux critère spécifiques 5et6 ,tenant compte



Figure17 : chott merouane



Figure18: Carte de situation géographique du Chott Merouane (ATLAS., 2002).

des oiseaux d'eau .Non seulement il héberge habituellement quelque 20.000 oiseaux d'eau et plus ,mais il héberge aussi plus de 1 de population Ouest-méditerranéenne de flamants roses (*phoenicopterus ruber roseus*).Par ailleurs, il semble héberger un nombre proche et/ou dépassant le 1 de la population Ouest-méditerranéenne (30 individus)d'une espèce vulnérable , la sarselle marbrée (*marmonetta angus triostris*) .Ce serait également le cas pour la Tadorne casarca (*Tadorna ferruginea*). Il répondrait également aux critère 7 et 8 spécifique aux poisson (ATLAS., 2002).

I.1.1.5. caractéristique physique

I.1.1.5.1. Géologie et géomorphologie: le bassin versant de l'oued-Righ présent des terrains du type quaternaire continental récents ,composés d'alluvions ancien constituant Les seul sols valables pour une mise valeurs agricoles ,la vallé de la zone humide est constituée de calcaires ,de grés et d'argiles (ATLAS., 2002).

I.1.1.5.1.1. Relief: Le chott Merouane ,quant à lui, a la forme d'une cuvette avec une pente très accentuée vers de basses altitudes pouvant aller jusqu'à 40 mètres au dessous du niveau de la mère d'où son ancien nom de "mer intérieure.

I.1.1.6.Caractéristiques écologique : le site comprend les habitats suivants représentés par:

❖ (divers plans d'eau libre salée ,stagnante et mouvante et caractérisé par de faibles fluctuation des niveaux d'eau .Cet habitat est représenté par les sebkhas proprement dites et dépourvues de toute végétation (ATLAS., 2002).

- ❖ les berges des sebkhas appelées chott (ou littoral de la sebkhas) :cet habitat se caractérise par une fluctuation plus ou moins forte du niveau d'eau suivant les raisons et le degré des apports externes liés à la pluviométrie.
- ❖ Le sol est couvert d'une végétation halophile et représentée notamment par des Salsolacées .
- ❖ les roselières (phragmitaires ,typhaies , scirpaies et jonchées)caractérisé par une forte fluctuation du niveau d'eau .
- ❖ les prairies humides servant de zones de paturage maigre, éparpillée autour du site.
- ❖ Les palmeraies éparpillées autour du chott et, ici et là, par des terrains cultivées en maraîchage .cette distribution spatiale de la végétation est conditionnée par les paramètres liés à l'hydrophilie (pérennité de l'eau)et à la salinité du sol (ATLAS., 2002).
- ❖ **Flore remarquable:** la distribution de la flore conditionnée par l'hydrophilie et la salinité du sol qui génère la stratification spatiale suivante la végétation: les phragmitaires représentées par phragmites australis, typha elephantina et juncus sp, cette végétation est plus ou moins broutée par les troupeaux , mais surtout utilisée par les riverains pour la toiture des maisons et pour la production d'ombrières; l'Atriplex , espèce fourragère appréciée par le troupeaux ; retam et le jujubier utilisés également comme fourrage ; le tamarix utilisé pour la fixation des dunes de sable et pour le bois de feu et immenses plages de salsolacées Encore peu étudiée , cette flore est représentée notamment par les espèces suivantes : typha elephantina , cydon dactylon lymoniastrum guyoninaum atriplex halimus et juncus sp (ATLAS., 2002).
- ❖ **Faune remarquable :**Le chott Merouane abrite une diversité avifaunistique remarquable. En 1999 ,on y a recensé plus de 28.000 oiseaux, dont plus de 14.000 flamants roses .Cette avifaune est notamment représentée sur le plan qualitatif par des Anatidés : C.colvert, C. sifflaur ,C. pilel, Tadorné casarca et Sarcelle marbrée et, sur un plan quantitatif, par le flamant rose .Quoique les données soient peu nombreuses ,le chott merouane contient une population importante de flamant rose ,certainement leur destination la plus préférée d'algerie .les dénombrements effectués arrivent à plus de 14.000 individus avec une présence certaine en saison estivale qui justifierait une nidification .Il est noté également la présence du Busard des roseaux et du Balbusard pêcheur , cette dernière espèce étant certainement de passage .par ailleurs ,la faune est représentée essentiellement par le sanglier (Sus scrofa),par le chacal doré (Canis aureus),le lièvre (Lepus capensis) et le Fennec (Canis zerda).L'ichtyofaune ,L'herpétofaune et l'entomofaune sont encore peu connues (ATLAS.,2002).

I.1.2. Présentation d'étude de chott Halloufa

I.1.2.1. Chott halloufa : Chott Halloufa est un écosystème aquatique, depuis qu'il est alimenté par les eaux de rejet du canal, il abrite une multitude d'espèces faunistiques et floristiques, et il constitue aussi un milieu naturel dans lequel les eaux de rejet déjà épurées et diluées dans les eaux de drainage, subissent un traitement tertiaire naturel par le mode de filtration Rhizosphère aux moyens de la prolifération des roseaux (*Phragmites communis*); A 12 km au nord du canal de transfert, alimenté par les eaux de rejet en suivant le sens d'écoulement des eaux, s'est formé un grand lac au milieu des dunes dont les eaux sont très claires et limpides. Aussi, lors de notre visite aucune nuisance olfactive n'a été constatée aux environs immédiats du point de rejet. Un échantillon de terre prélevé en surface, et en contact de l'effluent, a une odeur de terre mouillée.

La station est une zone humide type (lacs salés et saumâtres permanents) qui s'étend sur une superficie de 20 ha. Elle est située au Nord de la région du Oued Souf. Sa profondeur d'eau faible (0,5m) avec une qualité saumâtre rouble (C F du oued 2014)



Figure 19: station de chott Halloufa (BOUSKAYA et AL ., 2015)

I.1.2.2. L'évaluation qualitative des eaux

La préservation de la qualité des eaux de surface est un enjeu majeur du fait de leur intérêt biologique (faune, flore, ...), mais aussi compte tenu des usages de cette ressource (production d'eau potable, loisirs aquatiques...) (ATLAS., 2002).

La qualité d'une eau est caractérisée par les diverses substances qu'elle contient, leur

quantité et leur effet sur les écosystèmes aquatiques et la santé humaine. Ces substances peuvent être, soit d'origine naturelle (bicarbonates, sulfates, sodium, calcium, magnésium, potassium, azote, phosphore, aluminium, fer,...), soit découler de la présence humaine (eaux usées) ou des activités industrielles et agricoles (substances toxiques, métaux, pesticides). C'est la concentration en ces différents éléments qui détermine la qualité d'une eau et permet de savoir si celle-ci convient à un usage particulier; Le suivi systématique de la qualité des eaux de surface et de son évolution repose sur plusieurs axes de mesure (ATLAS., 2002).

I.2. Méthodologie

I.2.1. Matériel

I.2.1.1. les matériels d'échantillonnage

- ❖ La blouse
- ❖ Le Filée
- ❖ Les flacon
- ❖ La glacière
- ❖ L'étiquette
- ❖ La glace
- ❖ Les botte

I.2.1.2. réactifs d'échantillonnage

- ❖ le formol 10ml
- ❖ l'eau distillés 1l

I.2.2. les matériels de laboratoire

I.2.2.a. les instrument

- ❖ La Pipete
- ❖ La blouse
- ❖ Les lame
- ❖ La Melle

I.2.2.b. Les appareils

- ❖ Le Microscope
- ❖ Appareil photos

I.2.2.c. Réactifs de laboratoire

- ❖ Lugole (une goutte)

I.2.3.L'échantillonnage

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté ; il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée (Rodier., 2005).

L'évaluation des caractéristiques se fait sur des échantillons qui ont été correctement prélevés. Les analyses du laboratoire n'ont guère de valeur, si l'échantillon n'est pas vraiment représentatif des conditions ou de la qualité existant réellement dans la pratique.

Ainsi nous avons essayé de répondre aux critères suivants :

- Types des échantillons prélevés (eaux de surface ...).
- Lieux d'échantillonnage (chott ...).
- Périodes d'échantillonnage (à Avril).

I.2.3.1. Choix de la méthode de prélèvement

L'objectif d'identification et démembrement de chott Merouane au cours de leurs cycles géochimiques globaux, afin de faire une comparaison objective entre ces de milieu. Pour cela, nous avons procédé à la méthode suivante :

Un échantillonnage dans le chotts, depuis le mois de mai (MERABET S.,2011)

I.2.3.2. Choix des sites de prélèvements

La localisation des stations est une étape du plan d'échantillonnage qui est déterminante pour la réussite et la validité du suivi. Le choix des sites de prélèvement, est basé sur la structure du plan d'eau et la représentativité des caractères généraux du milieu dans les deux chotts. Notre région d'étude renferme de zones (Chotts) distinctes, pour faciliter les travaux analytiques et suivants la structure de plan d'eau nous avons échantillonné des stations d'études déterminées dans le chott Merouane (MERABET S., 2011).



Figure 20 : chott marouane (ACHAB A et al .,2015)

Chott Merouane qui est caractérisé par un plan d'eau continue comme un grand lac d'une structure homogène, pour cela on a déterminé deux stations pour

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être l'échantillonnage d'eau (MERABET S.,2011).

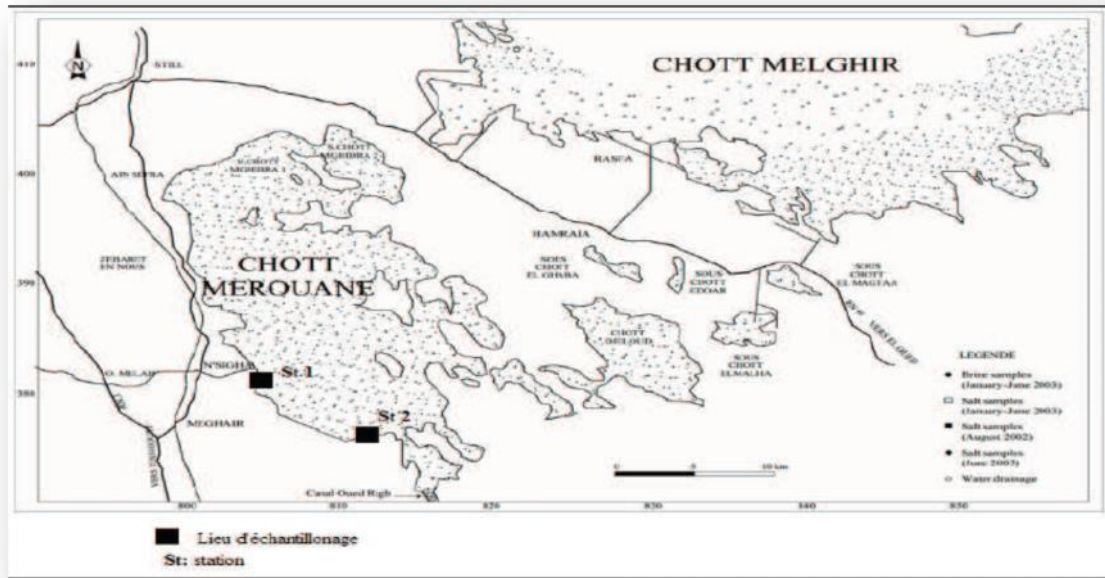


Figure21: Les pions d'échantillonnage dans le chott Merouane (MERABET S.,2011)

I.2.3.3.Prélèvements et identification du phytoplancton

Les prélèvements des échantillons d'eau et du matériel biologique sont réalisés De mois **Avril 2015**.

L'échantillonnage des micro algues est réalisé à l'aide d'un filet à phytoplancton de 20µm de vide de maille L'opération consiste à filtrer 50 litre d'eau de surface (à 20cm en dessous de la surface de l'eau), le produit collecte est verse dans une bouteille en verre ombré de 125ml contenant 5ml de formol à 10%.

Les échantillons doivent être transportés dans une glacière au frais et à l'obscurité. S'ils ne sont pas analyses immédiatement, les échantillons peuvent être conservés au réfrigérateur pendant 24 à 48 h après le prélèvement (DJABOURABI A.,2014)

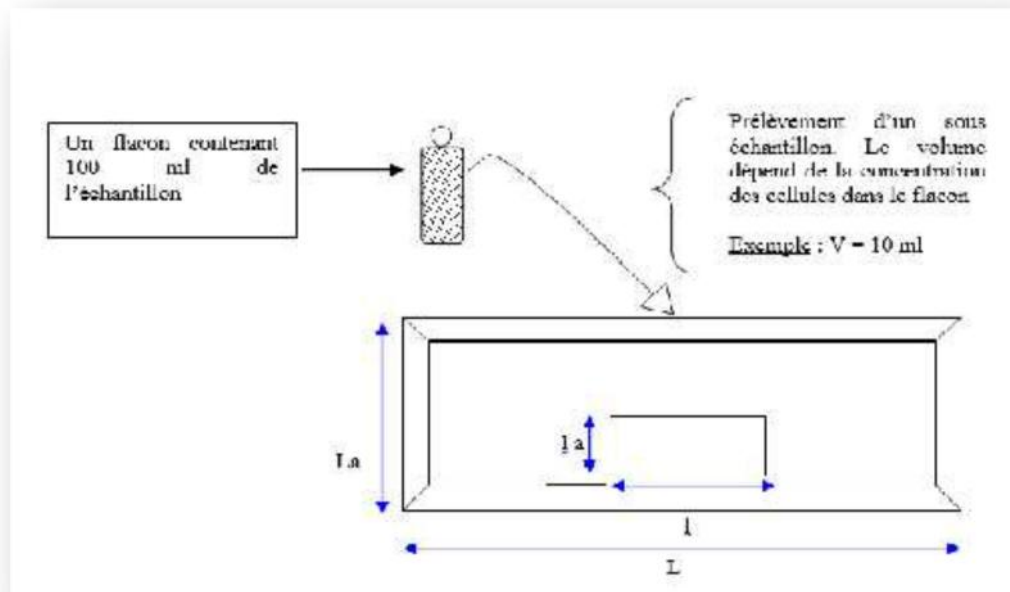


Figure 22: Schéma synthétique du dispositif de comptage du phytoplancton.
(DJABOURABI A.,2014)

I.2.3.4. Identification phénotypique des micro algues d'intérêts nutritionnels

Enlève d'une pipette un volume de 0,1 ml d'échantillon d'eau et mettre entre lame et ajouter une goutte de Les gaule et lamelle. Le dénombrement des micro algues est réalisé dont le principe consiste à l'observation au microscope photonique au grossissement (X10) puis au grossissement (X40) sur les parcours horizontaux de toute la longueur et la largeur de la lamelle, Et observé des photos micro algues pour classification par livre bourrelly 1990 (les micro algues d'eau douce" des micro algues vert ")

Chapitre II

Résultat et discussion

II. Résultat et discussion

II.1. Résultat de chott Marouane

le résultat du chott Marouane il une absence. (SAOUD et Al.,2015).

II.2. résultat du chott Hallofa

II.2.1. Description des genres scenedesmus

unicellulaires ou coloniale unique Thalli, formant de 2 à 32 alvéoles, généralement à 4 ou 8 alvéoles coenobia; Les cellules disposées linéairement, ou en alternant les lignes 2-3, presque sphérique à ellipsoïdale ou fusiforme allongé à fusiforme allongé; pôles de la cellule effilées capité, obtus, aiguë ou longue. La paroi cellulaire avec hémi cellulósique et la couche sporopolleninic (ZEMRI K.,2013).

II.2.1.1. Taxonomie des genres scenedesmus

Embranchement : Chlorophytat

Classe : Chlorophycophyceae

Ordre : Sphaeropleales

Famille : Scenedesmaceae

Genre : Scenedesmus

Especie : *scendesmus ellipticus*

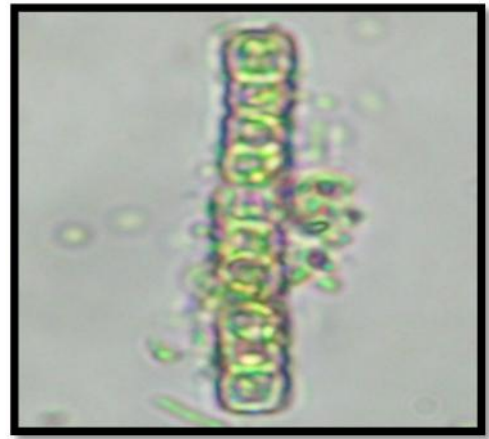


FIGURE 23: de *scendesmus ellipticus*

(BOUSKAYA et AL ., 2015)

Embranchement : Chlorophyta

Classe : Chlorophycophyceae

Ordre : Sphaeropleales

Famille : Scenedsmaceae

Genre : *scendesmus*

Especie : *scendesmus ellipticus*



FIGURE 24 : de *scendesmus ellipticus* ((BOUSKAYA et AL ., 2015).

Emrachment : Chlorophyta

Classe : Chlorophyceae

Ordre : Sphaeropleales

Famille : Scenedesmaceae

Genre : Scenedesmus

Espèce : *scendesmus ellipticus*

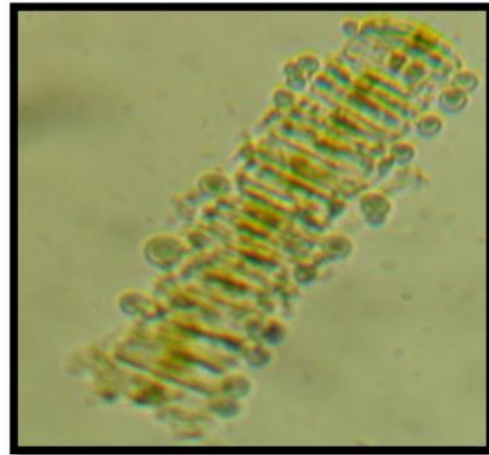


FIGURE 25 : de *scendesmus ellipticus* (BOUSKAYA et AL ., 2015).

II.2.2.Genres Chlamydomonas

II.2.2.1. Description des genres Chlamydomonas

Cellule solitaire, libre, de forme régulière ou à dorsiventralité plus ou moins marquée, ovoïde, ellipsoïdale, globuleuse, fusiforme (mais non très effilée), portant 2 fouets égaux, La section transversale est toujours ronde, rarement un peu elliptique; les fouets naissent l'un près de l'autre, la membrane est bien marquée et porte parfois une papille entre les fouets; elle est presque toujours lisse. Le chromatophore est de forme très variée. Le stigma peut être présent ou absent ; il y a une, deux ou plusieurs vacuoles contractiles. Les pyrénoides, lorsqu'ils sont présents, varient de un à plusieurs. La reproduction est soit végétative, soit sexuée. Les stades palmelloïdes et gloécystoïdes sont fréquents (ZEMRI K.,2013).

Emrachment: Chlorophyta

Classe : Chlorophyceae

Ordre : Chlamydomonadales

Famille : Chlamydomonadaceae

Genre : chlamydomonas

Especie : *chlamydomonas sp*

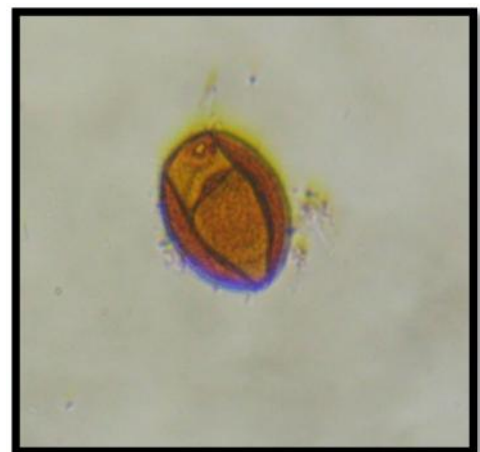


FIGURE26: *chlamydomonas sp* (BOUSKAYA et AL ., 2015).

L'absence totale des micro algues d'intérêt nutritionnel est due à la variation de la température qui influence sur la multiplication des micro algue (RHEE G. Y. et GOTHMAN I. J. (1981) et EL HACHEMI O.,2012). la salinité élevée de chott Marouane a permis la croissance d'artémia qui utilise les micro algue comme sources d' aliment (MERABET S.,2011); chott Merouane contient de une concentration élevée de chlorure qui inhibe la croissances des micro algues d'intérêts nutritionnel peut être liées principalement à la nature des terrains (DEBBAKH A.,2012).

Conclusion



Dans ces eaux continentales, le phytoplancton constitue la base de la chaîne trophique. Ce phytoplancton peut former des efflorescences par suite de prolifération d'une ou de quelques espèces dans des conditions hydro-climatique favorables et en particulier le déséquilibre du contrôle par la ressource nutritive ou par broutage.

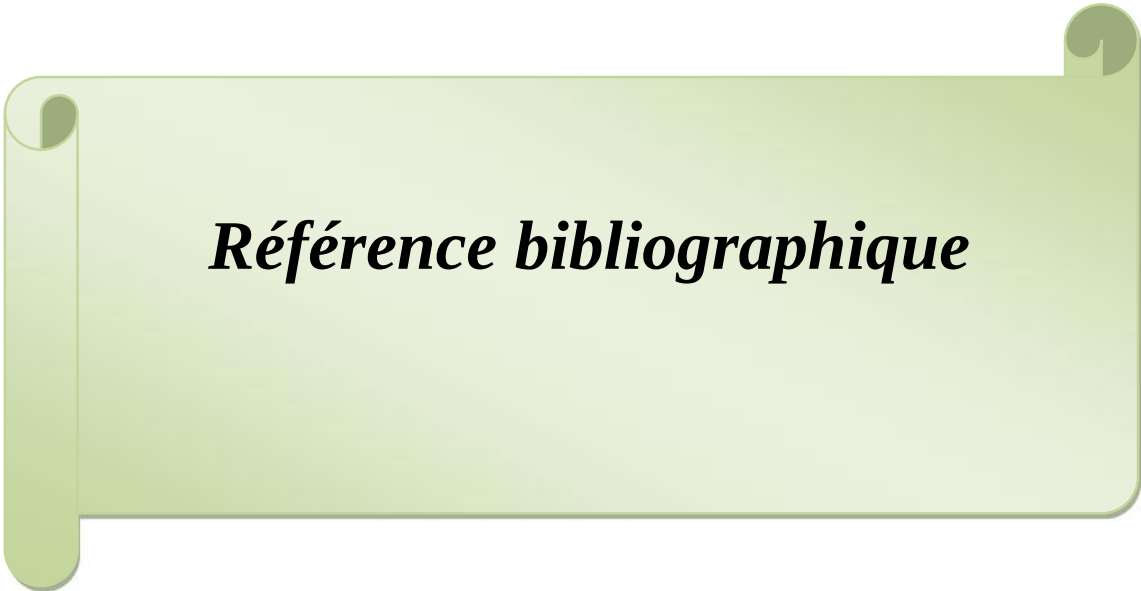
les algues sont des producteurs primaires, c'est-à-dire qu'elles sont le premier maillon de la chaîne alimentaire ; elles sont capables de convertir l'énergie lumineuse et les éléments nutritifs en composés organiques. Ainsi, elles constituent, pour un grand nombre d'organismes (poissons et petits animaux aquatiques), une source importante de nourriture.(HADE, A., 2002.)

Dans notre étude de contribution à l'inventaire des micro algues dans les zones humide de **chott Marouane** et **chott halofa** de la wilaya d'**El Oued** a fin d'identifié l'espèce *dunaliella sp* nos résultats révèlent l'absence de cette dernière au niveau de **chott Marouane** et **chott halofa** .En outre on a constaté la présence des diatomées et cyanophycées au niveau de ce dernier.

Enfin on peut expliquer l'absence de notre espèce *dunaliella sp* dans notre site d'étude par la présence importante de leur prédateur l'artémia .

En fin , en perspective nous recommandons :

- Le changement de la période d'échantillonnage afin de voir l'influence des conditions climatiques sur la présence de *dunaliella sp*;
- Le changement de site d'échantillonnage pour bien cerner l'effet des milieux sur la présence de notre espèce.
- bien connaître le taux de renouvellement des eaux de lac ; car une connaissance approfondie des apports hydriques par les oueds et du volume des échanges.
- Procéder au suivi des paramètres physico-chimiques de l'eau.
- Procéder au suivi de la structure de la communauté micro algale peuplant le plan d'eau.



Référence bibliographique

1. **ANDRE ILTIS**.- les algues-

ANONYME, (2007). Les zones humides : valeurs et fonctions. Document interne, Ramsar, Suisse.

2. **ANRH, (2005)**; Zones humides au Sahara septentrional, Caractérisation et propositions d'aménagement. C I R E S S. Ouargla. p 4.

3.

4. **Baldouf S .,(2008)**. Les microalgues . laboratoire physiologie et biotechnologie des algues, 14-17

5. **Barberousse H.** (2006). Etude des la diversité des algues et des cyanobactéries colonisant les revêtement de facade en France et recherche des factures favorisant leur implantation. These magistère. France, MND'HN,180P

6. **BARNAUD & FUSTEC, 2007**. Conserver les zones humides: pourquoi ? comment ? Editions Quae P 296.

7. **-BERDALET. E; ESTRADA. M; (1993)**. - Effects of turbulence on several biovolume des cyanobactéries et des algues

9. **BROCK. T. D; 1973**. - Lower pH limit for the existence of bleu green algaeevolutionary and ecological implications .science, Vol 179, pp 480 -483

10. **C; DAWSON. R; FUNARI. E., (1999)**. - Effete of N: P: Si ratios and

11. **Camelo R. Tomas** (Identifying marin Phytoplankton)

12. **CAVALLA M .(2010)** .les algues- les microalgues de boeck université: paris . vol.(12) : 49-57

13. de mer. DUNOD. Paris. 80p.

14. **Derron M, 2000** ; Géochimie des eaux de sources et interaction eau roche dans les alpes Q uanterra. Lausanne et Genève. pp.1-1

15. dinoflagellates species. In Toxic Phytoplankton Blooms in the Sea, Smayda T. J. and

16. Dinoflagellés et variation de leur diversité dans le temps.

17. **DURAND P, GASCUEL-ODOUX C, KAO C & MEROT P. 2000**. Une typologie hydrologique des petites zones humides ripariennes. Etude et gestion des sols, 7, 3, INRA, CEMAGREF. 207-218 p.

18. **FILALI . R ;2012**- Estimation et commande robustes de culture de microalgues pour la valorisation biologique de CO2. Doc .p 221.

19. **FRANK F .(2010)**. la production de biodiesel à partir des microalgues: une technologie immature mais promotrice. université de liège. France, 11p

20. **FUSTEC E & LEFEUVRE J.C.(2000)**. Fonctions et valeurs des zones humides. Ed. Dunod. Paris. 426p.

21. **Giuliana P** . ET Becerra C . (2009) . production de strategies de commande pour la culture des microalgues dans un photobioreacteur continu . thèse doctorat . paris : ECA 265P
22. **GOUGA H**, 2014-Biodiversité faunistique à Sebkha Bazer (Sud de Sétif) connaissance et conservation. Thèse MAGISTER EN BIOLOGIE ANIMALE.UNIVERSITIE FERHAT ABBAS Sétif.153P
23. **GRANÉLI. E; CARLSSON. P; TURNER. J. T; TESTER. P; BECHEMIN.**
24. **GYRIL. L., 2006.-** Diatomées.
25. <http://www.algaebase.org>AlgaeBase is a database of information on algae that includes terrestrial, marine and freshwater organisms.
26. Nutrients, phytoplankton biomass, and polysaccharide production. Aqua
27. **ILE TATIHO.**- planctonologie classification et identification-
28. **JEAN. D., 2010.-** algues bleu-vertes, cyanophycées, cyanobactéries, kézaco
29. **LIZETH. B., 2001.-** phytoplankton identification catalogue
30. **MA-800-CYA. ALG1.0., 2012.-** identification, dénombrement et estimation du
31. **MICHEL. C., 2000.-** les algues les micro-algues-
32. Microbe Ecol 18: 37-54
33. **OUDIHAT K , 2010 - 2011** - Ecologie et structure des Anatidés de la zone humide de Dayet El Ferd (Tlemcen) .thèse de Magister. UNIVERSITE ABOUBEKR BELKAID TLEMCEN. 89p
34. **-PINARY, DECAMPS, CHAUVET & FUSTEC. 1990.** Functions of ecotones in fluvial systems. Ecology and management of aquatic terrestrial ecotones. Naiman & Décamp, 141-169.
35. **R.A. FENSOME; R. A. MACRAE AND G. L. WILLIAMS.-** evolution des
36. **RAMSAR. (2007).** Wise use of wetlands: A Conceptual Framework for the wise use of wetlands. Ramsar handbooks for the wise use of wetlands, 3rd edition, vol. 1. Ramsar Convention Secretariat, Gland, Switzerland, 26p.
37. **-Rodier et Coll, 2005;** l'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau
38. **ROLAND. B., 2005.-** Introduction à l'aquaculture. p86.
39. **ROLAND. B., 2005.-** Introduction à l'aquaculture. p86.-
40. **Salmez M** . (2009) . promouvoir la maîtrise de l'énergies et l'utilisation rationnelle des énergies renouvelables, et préserver les ressources naturelles locale dans une perspective de développement durable et d'adaptation aux changements climatique perspective de développement de la filière microalgues. E. d . France ,
41. Shimizu Y, eds, pp. 737-740.
42. **-SKULBERG O. M; G. A. CODD & W. W. CARMICHAEL., (1984).** - Toxic bluegreen algal blooms in Europe: A growing problem. Ambio 13: 244-247.
43. zooplankton grazing on phytoplankton communities in the northern Adriatic Sea.

المفتاحية : الطحالب المجهرية ،

Résumé

résumé

Ce travail porte sur la détermination d'un inventaire des micro algues du genre ***dunaliella sp*** peuplant notre deux sites d'études **chott de merouane et chott haloufa**

L'observation microscopique des micro algues révèlent l'absence de cette dernière au niveau de **chott Marouane** et **chott halofa** .En outre on a constaté la présence des diatomées et cyanophycées au niveau de ce dernier. Enfin on peut expliquer l'absence du notre espèce *dunaliella sp* dans notre site d'étude par la présence importante de leur prédateur l'artémia

Mots clés : les micro algues ,chott Marouane ; chott halofa; *dunaliella sp*; les zones humides