

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

UNIVERSITE de TLEMCCEN
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers

Département Ecologie et Environnement

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

MEMOIRE

Présenté par

Mr. GHRIBI Tarik

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER

En HYDROBIOLOGIE MARINE ET CONTINENTALE
Spécialité : SCIENCES DE LA MER

Thème

Etude d'impact de la pisciculture marine en cages flottantes sur le développement et structuration phytoplanctonique. Cas de la région de Béni-Saf (Wilaya de Ain-tmouchent et de Tlemcen)

Soutenu le 28/06/2020, devant le jury composé de :

Président	MESLI Lotfi	Professeur	Université de Tlemcen
Encadreur	BENDIMERAD Med. El Amine	M.C.A	Université de Tlemcen
Examinatrice	BENMANSOUR Bouchra Salima	M.A.A	Université de Tlemcen

Année universitaire 2019/2020

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant de m'avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce travail surtout en cette période d'épidémie que Dieu nous protège.

En second lieu, je tiens à remercier mon encadreur Dr. BENDIMERAD Mohammed El Amine sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant ma préparation de ce mémoire ont été déterminants dans la réalisation de ce travail.

J'exprime mes sincères remerciements à Monsieur BENDIMERAD M.A, Monsieur MESLIL. Professeurs à l'Université Abou bekr Belkaid Tlemcen, et Madame DJEBARA.N ma chère épouse de m'avoir soutenus et encourager pour terminer mes études.

Mes vifs remerciements vont également à Madame BENMANSOUR Bouchra Salima d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Je remercie sincèrement Professeur MESLI Lotfi pour avoir accepté de présider le Jury.

Un très grand merci à mes collègues du CNRDPA de m'avoir aidé et tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué l'élaboration de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce travail à ma cher épouse qui n'a jamais cessé de m'encourager pour terminer mes études, et elle ma même aider à élaborer ce travail.

A mes très chers parents : Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être.

A mes sœurs: Meriem, Chahrazed et Djazia.

Mes enfants: Abderraouf, Ryam Ranim, et le petit porte bonheur Ryadh née durant l'élaboration de ce travail.

Sommaire

Introduction	01
--------------------	----

CHAPITRE I Synthèse Bibliographique

I.1. La mer Méditerranée un écosystème particulier.....	03
I.2.Caractéristiques générales du littoral algérien.....	03
I.2.1 .La circulations des eaux le long des côtes algériennes.....	04
I.3.L'Aquaculture.....	05
I.3.1. Définition.....	05
I.3.2. Le développement de l'aquaculture.....	06
I.3.3.L'aquaculture en Algérie.....	07
I.3.4. Les différents types d'élevages envisageables en Algérie.....	09
I.4.Principe d'élevage en CAGES.....	10
I.4.1.Cages flottantes (viviers flottants).....	11
I.5. Le plancton	12
I.5.1.Historique.....	12
I.5.2.Définition du plancton	12
I.5.3.Subdivisions du plancton.....	13
I.6. Le phytoplancton	13
I.6.1. Définition.....	13
I.6.2.Diversité spécifique et diversité éco- physiologique.....	14
I.6.3. Systématique du phytoplancton.....	14
I.6.4. Clés d'identification du phytoplancton.....	14
I.6.4.1. Cas des algues vraies.....	14
I.6.4.2. Cas des Cyanobactéries.....	15
I.6.5.Organisation du phytoplancton.....	15
I.7. la source du développement du phytoplancton.....	17
I.8. L'habitat du phytoplancton	17
I.9. Le cycle du phytoplancton.....	18
I.10. La localisation du phytoplancton sur la planète.....	18
I.11. Les conséquences de la présence du phytoplancton.....	18
I.11.1. Un rôle primordial.....	18
I.11.2. Effets nuisibles du phytoplancton.....	19

CHAPITRE II Zone d'étude

II.1. Généralités.....	20
II.2. Climatologie.....	21
II.3. Précipitations.....	21
II.4. Production primaire de la région.....	21
II.5.Les ressources halieutiques.....	22

II.5.1. La Pêche.....	22
II.5.2. Aquacultures.....	22
II.6. Les sites de prélèvement.....	23
II.6.1. Description du site de Honaine.....	23
II.6.1.1. Infrastructure.....	24
II.6.1.2. Cage flottante.....	24
II.6.2. Description du site de Madagh.....	24
II.6.2.1. Infrastructure.....	25
II.6.2.2. Cage flottante.....	25
II.6.3. Description du site l'île de Rechgoune(large de rachgoune).....	26
II.6.3.1. Localisation.....	26
II.6.3.2. Caractéristiques générales de la colonne d'eau.....	27

CHAPITRE III Matériel et Méthode

III.1. Echantillonnage et la localisation des stations.....	29
III.2. Echantillonnage.....	30
III.2.1. Matériels d'échantillonnage.....	30
III.2.2. Fixation et conservation des organismes phytoplanctoniques.....	31
III.2.3. Paramètres mesurés sur terrain.....	31
III.2.4. Les étapes de la mesure.....	32
III.3. Analyse du phytoplancton	33
III.3.1. Matériels.....	33
III.3.2. Méthodes utilisées.....	34
III.3.2.1 La présentation des étapes de la méthode Utermöhl (1958).....	34
III.3.2.2. Observation des échantillons, identification et dénombrement.....	36
III.4. Analyse des échantillons	38
III.4.1. Analyse qualitative.....	38
III.4.2. Analyse quantitative	39
a. Dominance (abondance).....	39
b. Densité.....	39
c. La Diversité Spécifique.....	39

CHAPITRE IV Résultats et Discussion

IV.1. Etude qualitative.....	41
IV.1.1. La Composition spécifiques et structure Phytoplonctonique.....	41
IV.1.2. Les espèces nuisibles et toxiques.....	43
IV.2. Etude quantitative	44
IV.2.1. L'Analyse des densités cellulaires.....	44
IV.2.2. L'abondance relative.....	44
IV.2.3. La Richesse spécifique	45
IV.2.4. Analyse de la richesse spécifique	45
IV.2.5. Indice de Shannon et indice de Simpson	46

IV.2.6. L'équitabilité ou la régularité.....	47
IV.3. Discussion Générale.....	48
Conclusion.....	51
Références bibliographiques.....	53
Annexe	57
Glossaire	
Résumé	

Liste des figures et tableaux

Liste des figures:

Figure 01 : Carte de la mer Méditerranée, avec ses cantons, les détroits, les îles et les pays bordant (CC BY-SA 4.0, 2015).

Figure 02 : Littoral algérien long de 1280 km (Google –Map, 2020).

Figure 03 : Eaux de l'Atlantique entrant dans la Méditerranée et se dirigeant vers l'Est en passant par les côtes algériennes (Millot 1985).

Figure 05 : Production mondiale de la pêche et l'aquaculture (FAO, 2017 in EthicOcean, 2017)

Figure 04 : Production mondiale de produits de la mer (en tonnes)FAO,2018

Figure 06 : photo de l'espèce *Pseudo-nitzschia*

Figure 07 : photos de l'espèce *Alexandrium* sp.

Figure 08: photos de l'espèce *Dinophysis* sp

Figure 09: représentation de la zone d'étude (googlemap 2020).

Figure 10: Représentation du site Honaine (googlemap 2020).

Figure 11: Cage flottante du site de Honaine (originale).

Figure 12: Représentation du site de Madagh (googlemap 2020).

Figure 13: Cage flottante de la ferme RAKH FISH (originale).

Figure 15: Représentation du site large de rachgoune (googlemap 2020).

Figure 14: L'île de Rachgoune (originale).

Figure 16 : Localisation géographique des stations d'échantillonnage.(googlemap)

Figure 1: photographies présentent l'étape de la filtration de l'échantillon par le filet à plancton(originale)

Figure 18: photo de la fixation au Lugol et l'étiquetage de l'échantillon(originale).

Figure 19: Photographies présentent l'appareil multi paramètre utilisé (originale)

Figure 20: photographies présentent les étapes de la mesure des paramètres physico chimique(originale)

Figure 2: photographies présentent la chambre de décantation, la lame d'observation et le microscope inversé(originale).

Figure 22: photographie présente le microscope inversé de type OPTIKA B500(originale).

Figure 23 : Exemple d'un relevé phytoplanctoniques(originale).

Figure 23: Photo sous microscop de *Alexandrium* sp. (originale)

Figure 24: Photo sous microscop de *Prorocentrum* mican.(originale)

Figure 25: Variation de la densité cellulaire par station par groupe et totale.

Figure 26: Variation de l'abondance relative par station par groupe.

Figure 27: La richesse spécifique de chaque station.

Figure 28: La richesse spécifique de chaque station par groupe phytoplanctonique.

Figure 30: L'indice d'équitabilité au niveau des différentes stations.

Figure 29: Evaluation d'indice de Shannon et Simpson au niveau des différentes stations.

Liste des tableaux:

Tableau 01 : coordonnées géographiques du site de Honaine.

Tableau 02 : coordonnées géographiques du site de Madagh.

Tableau 03: Coordonnées géographiques des stations de prélèvement.

Tableau 04 : Calendrier des sorties de terrain.

Tableau 05: les données général des paramètres mesurés en surface.

Tableau 06 : Liste de différentes espèces rencontrées au cours de notre étude.

Tableau 07 : Variations des indices de Shannon (H') et de Simpson(L), dans les différentes stations.

Introduction

Une goutte d'eau de mer est peuplée d'une foule d'animaux et de végétaux invisibles à l'œil nu. En découvrant cette multitude d'êtres minuscules grouillant dans l'objectif d'un microscope, on se prend à imaginer l'ampleur du monde planctonique abondant dans l'immensité des océans de la planète. Cette vie dense et intermittente se renouvelle en permanence. La masse du phytoplancton mondial peut se régénérer complètement en quelques jours. Cette production incessante est à l'origine de tous les réseaux trophiques marins, par le biais de la chaîne alimentaire. À sa base, le phytoplancton crée de la matière organique à partir des substances minérales qui proviennent de la terre par l'intermédiaire des rivières et par les activités humaines. La terre nourrit la mer, et la mer nourrit l'homme, qui, depuis des millénaires, profite de toute cette richesse biologique.

L'homme vit en étroite interaction avec l'océan qui lui apporte une partie de sa subsistance ainsi que les deux tiers de l'oxygène de l'atmosphère, produits par le phytoplancton. La population mondiale a sa part de responsabilité sur la santé de cet écosystème immense et fragile, les activités humaines représentant la principale menace pour les habitants de l'océan. L'influence de l'homme sur l'océan est égale à celle de l'océan sur sa vie et son devenir. La solution étant le respect de l'équilibre à commencer par celui du phytoplancton.

Avoir recours à l'aquaculture, est primordial vu la surexploitation des ressources halieutiques et la hausse de la demande de ces produits. En pratique, deux méthodes existent, la culture extensive et intensive, nécessitant l'apport de composés favorables à la croissance, donc l'apport de nourriture est substantiel. À la différence des organismes végétaux qui exploitent les ressources minérales en délivrant peu de rejets métaboliques dans le substrat, les poissons ont une activité physiologique dont les produits de dégradation seront excrétés dans le milieu qui les entoure et deviendront, entre autres, une source d'enrichissement, éventuellement de pollution. La pisciculture, depuis son intensification, tend à être considérée comme un facteur de dégradation.

Dans le milieu marin, peu d'études ont été encore réalisées en Algérie, et les résultats obtenus tendent à montrer que l'excès de nutriments n'a pas de conséquence visible sur la production primaire car l'aquaculture en mer ouverte est récente en Algérie, par contre les autres études à travers le monde ont montré que les rejets des élevages aquacoles stimulaient la croissance des algues, conduisant à l'eutrophisation du milieu, c'est-à-dire un déséquilibre du milieu.

L'eutrophisation dans ces zones aquacoles se sont accrues fortement durant ces dernières années. En effet il est impératif de disposer d'un outil pour l'évaluation et de quantifier l'état écologique de ces milieux, l'implantation grandissante des fermes dans les eaux côtières ne peut que contribuer à l'augmentation de ces phénomènes dont les élevages piscicoles sont les premières victimes.

Le phytoplancton est un excellent indicateur de l'état écologique du milieu aquatique, les évaluations comptent sur les variations des paramètres tels que : la biomasse phytoplanctonique, taxonomique, composition, l'abondance, et la prolifération des micro-algues.

Dans ce contexte, le présent travail s'inscrit dans une approche de connaissance de la structure phytoplanctonique porté sur des échantillons prélevés dans la zone Ouest de l'Algérie, le but de notre travail est de contribuer à comprendre l'influence des élevages aquacoles en plein mer sur le développement du phytoplancton.

Le présent travail se structure en cinq parties qui se résument comme suit:

- Un premier chapitre; généralités sur le phytoplancton(écologie, organisation, leurs rôle ...), l'Aquaculture.
- Un deuxième chapitre; porte sur la zone d'étude(généralités, climatologie, ressources naturelles, ...).
- Un troisième chapitre;matériel et méthodes (Echantillonnage, l'analyse des échantillons...).
- Un quatrième chapitre; résultats et discussion (étude qualitative et quantitative ...).
- Une conclusion générale clôture ce travail.

CHAPITRE I

Synthèse Bibliographique

I.1. La mer Méditerranée un écosystème particulier :

La mer Méditerranée représente près de 1 % de l'océan mondial, une superficie de $2,5.10^6$ km² et un volume de $3,7.10^6$ km³, Sa profondeur moyenne est de 1500 m, Les points les plus profonds se situent à 5121 m de profondeur dans les fosses Matapan au large de la Grèce et La Fosse Calypso à 5 267 m (**Gérard Claude 2006**). Quarante pour cent des 46 000 km de la ligne de côte sont constitués par les nombreuses îles méditerranéennes.

La Méditerranée est connectée, au Sud-est, à la mer Rouge par le canal de Suez, au Nord-est, à la mer de Marmara par le détroit des Dardanelles et à la mer Noire par le détroit du Bosphore, et au Sud-ouest, à l'Océan Atlantique par le détroit de Gibraltar (Figure 01).



Figure 01 : Carte de la mer Méditerranée, avec ses cantons, les détroits, les îles et les pays bordants (CC BY-SA 4.0, 2015).

I.2. Caractéristiques générales du littoral algérien :

De la frontière algéro-tunisienne à l'Est à la frontière algéro-marocaine à l'Ouest, L'Algérie dispose d'un littoral d'environ de 1280 Km, comme le montre la carte ci-après (Figure 02).

Le littoral algérien est caractérisé par un plateau continental réduit à l'exception des régions de Ghazaouet (wilaya de Tlemcen) à l'extrême Ouest et d'El Kala (wilaya d'El Taref) à l'extrême Est (**Zeghdoudi, 2006**).



Figure 02 : Littoral algérien long de 1280 km (Google –Map, 2020).

I.2.1 .La circulations des eaux le long des côtes algériennes :

Le flux d'eau d'origine atlantique venant du détroit de Gibraltar vient rejoindre les côtes algériennes aux environs d'Oran (ouest algérien) vers 0° d'où la grande influence du courant Atlantique sur la côte oranaise. Ce courant turbulent prend la dénomination de courant algérien à cause de son caractère spécifique d'écoulement le long des côtes algériennes (Millot, 1985).

L'eau atlantique pénètre dans la mer d'Alboran où ses caractéristiques initiales commencent à s'altérer, donnant ainsi naissance à l'eau atlantique modifiée (Benzohra, 1993). Ce même auteur signale cette eau dans le Bassin algérien où elle se reconnaît dans une couche superficielle de 150 m d'épaisseur, avec une température de 15 à 23°C en surface et de 13,5 à 14°C en profondeur et de salinités allant de 36,5 à 38‰ (Benzohra, 1993).

Le long des côtes algériennes, l'eau atlantique modifiée décrit un écoulement plus ou moins stable avant de se diviser en deux branches. Dans le bassin algérien, l'eau atlantique modifiée pénétrerait (Millot, 1987 ; Benzohra, 1993) sous forme d'une veine de courant étroit qui donne naissance à des méandres et tourbillons côtier associés à des upwellings (Taupier-Letage & Millot, 1988). Ces derniers favoriseraient une forte productivité biologique et par conséquent, augmentation des capacités trophiques du milieu. (Figure 03).

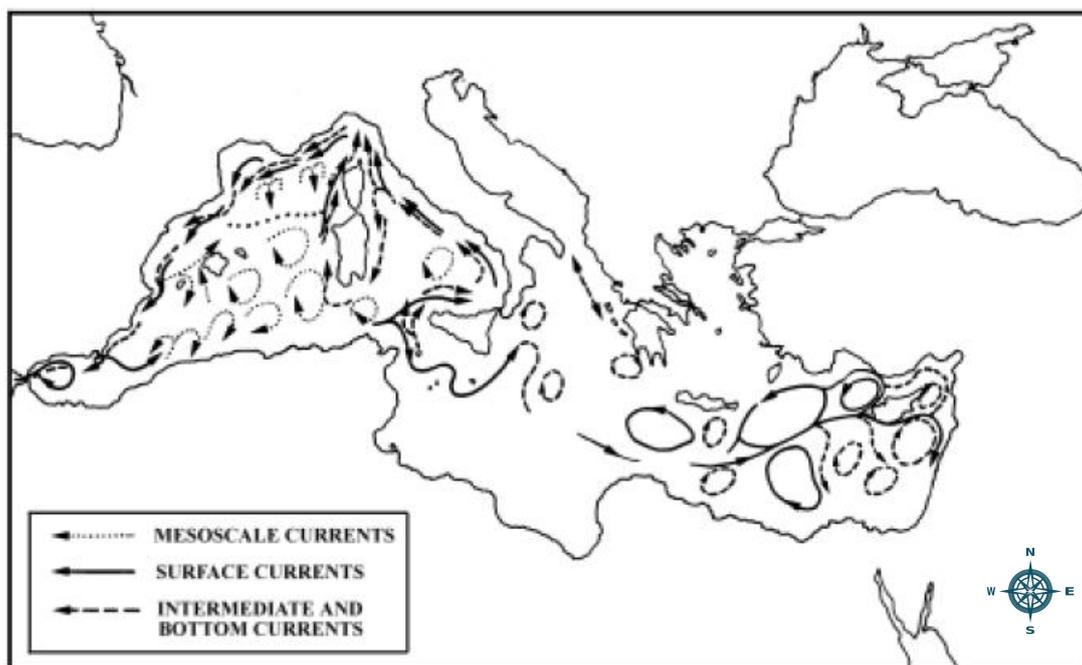


Figure 03 : Eaux de l'Atlantique entrant dans la Méditerranée et se dirigeant vers l'Est en passant par les côtes algériennes (Millot 1985).

I.3.L'Aquaculture:

I.3.1. Définition

L'aquaculture est un terme qui englobe toutes les activités d'élevage des espèces animales ou végétales en milieu aquatique pour un but commercial. L'aquaculteur est la personne qui exerce cette activité. Nous opterons dans notre document la définition du mot "aquaculture" émanant de la FAO : « Elevage d'organismes aquatiques (poissons, mollusques, crustacés, plantes aquatiques...) avec 2 conditions :

- une intervention humaine dans le processus d'augmentation de la production : mise en charge régulière, alimentation, protection ...
- une propriété individuelle ou juridique du stock en élevage ». Il existe trois types d'aquaculture (selon l'endroit où cette activité est pratiquée) :
 - l'aquaculture continentale, généralement en eau douce : cours d'eau, lacs, étangs, élevage hors sol, etc.
 - l'aquaculture en eau saumâtre : estuaires, mangroves, marais côtiers, etc.
 - l'aquaculture marine : estran, eaux côtières et hauturières.

L'aquaculture regroupe plusieurs domaines, à titre d'exemple on peut citer :

- la pisciculture : élevage des poissons,
- la conchyliculture : élevage des mollusques bivalves,

- la mytiliculture : élevage des mollusques bivalves de la famille Mytilidés,
- la carcinoculture : élevage des crustacés,
- l'échinoculture : élevage des oursins et holothurie,
- l'aquarioculture : élevage des poissons d'ornement,
- l'algoculture : culture des algues,
- l'aquaponie est un terme qui désigne la culture des végétaux en symbiose avec l'élevage des poissons. Ce mot vient de la fusion des deux mots : "Aquaculture" et "Hydroponique". Alors, ici, l'interaction entre les plantes et les poissons est de type symbiose, car les déjections riches en azote des poissons vont servir comme engrais pour les plantes et ces dernières épurent l'eau d'élevage par l'assimilation des racines.

I.3.2. Le développement de l'aquaculture

C'est à l'aquaculture que l'on doit la croissance impressionnante de l'offre de poisson destiné à la consommation humaine. Celle-ci a connu un développement rapide et important durant la dernière décennie. Dans le monde entier, plus d'un milliard de personnes dépendent du poisson comme source protéique et lipidique importante et essentielle à la santé humaine.

Elle représente 30 % de la production halieutique mondiale, soit 29 % du poisson destiné à l'alimentation. L'essentiel provient de l'eau douce (15 MT), le reste d'un environnement marin (10 MT) et d'eau saumâtre (1,6 MT), (LIAMS, 2002).

En 1950, la production mondiale des pêcheries était de 17,5 millions de tonnes (Figure 04). En 1995, elle atteignait 93,3 millions de tonnes, soit plus de 5 fois plus. Depuis cette date, les prises fluctuent autour de ce niveau, en dépit de l'augmentation des capacités de pêche.

Insignifiante en 1950, la production mondiale de l'aquaculture a connu une croissance vertigineuse. En 2012, l'aquaculture a produit 66 millions de tonnes d'animaux marins, soit 42% de la production mondiale (contre 25% en 2000). Cette production est composée de 44 millions de tonnes de poissons et de 22 millions de tonnes d'invertébrés (crustacés et mollusques principalement). Près de 600 espèces sont élevées (FAO, 2018).

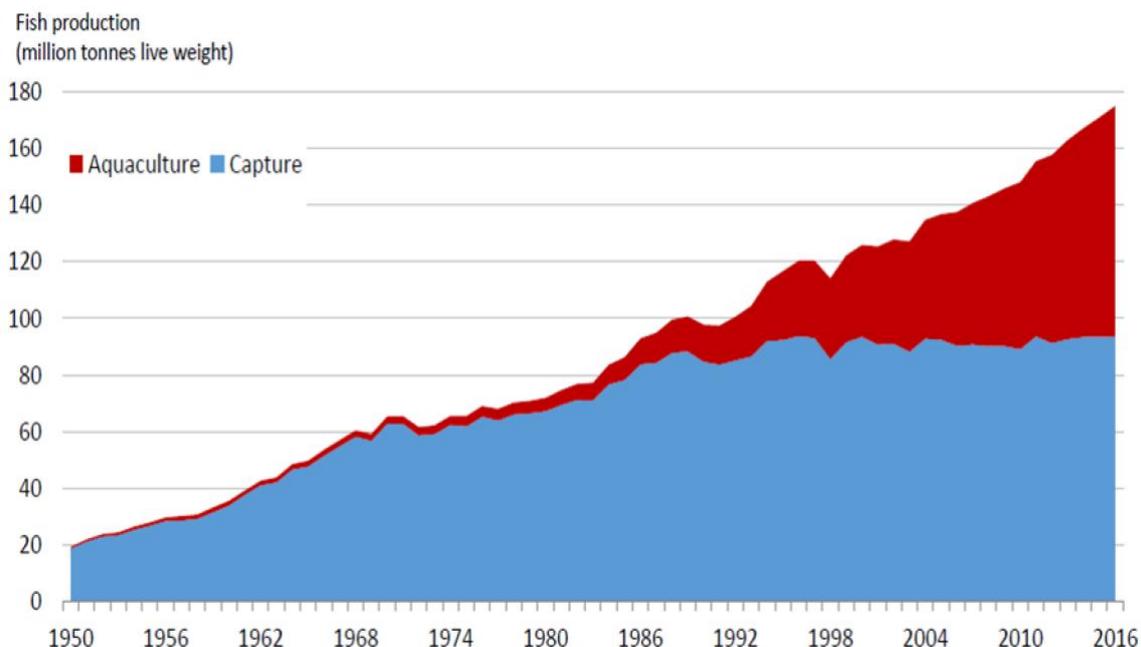


Figure 04 : Production mondiale de produits de la mer (en tonnes) **FAO, 2018**

La production aquacole mondiale d'animaux aquatiques représentait 44,1% de la production totale (y compris pour les utilisations non alimentaires) en 2014 à partir 42,1% en 2012 et 31,1% en 2004 (FAO, 2016). L'aquaculture est aujourd'hui le secteur de production alimentaire dont la croissance est la plus rapide. Ce secteur représente la source de 52 % de toutes les espèces aquatiques commercialisées pour la consommation humaine à travers le monde (Figure 05). Ce chiffre devrait atteindre 62 % dès l'horizon 2030 d'après les perspectives d'évolution de la FAO (**Ethic Ocean, 2017**).

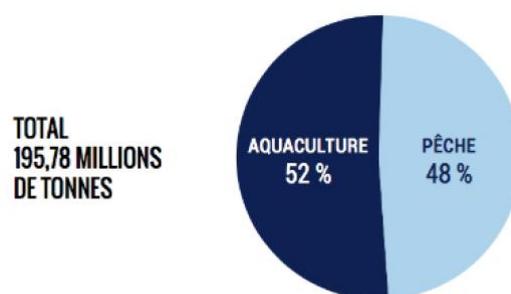


Figure 05 : Production mondiale de la pêche et l'aquaculture (**FAO, 2017 in Ethic Ocean, 2017**)

I.3.3.L'aquaculture en Algérie

Malgré l'existence d'un potentiel avéré des recherches sur la biologie et l'écologie des pénéidea sauvages des côtes algériennes (**Nouar, 1985**), (**Djabali, Bouchelaghem et al,1991**), (**Lahmar, 1994**), (**Kennouche, 2009**), (**Kennouche et Nouar, 2013**),(**Oudaynia.**

2018) l'aquaculture est encore peu développée. Historiquement, le développement de l'aquaculture peut se résumer comme suit:

En 1921, création de la station de Bou-Ismaïl (Est d'Alger) avec pour objectifs en matière d'aquaculture :

- Détermination des meilleures méthodes et lieux pour la pratique de l'ostréiculture (*Crassostrea gigas*) et de la mytiliculture (*Mytilus galloprovincialis*).
- Développement de l'élevage de poissons d'eau douces.

En 1937, création d'une station d'alevinage de poissons d'eau douce (*Oncorhynchus mykiss* et *Micropterus salmoides*), pour l'empoissonnement des retenues et d'oueds. Cette station a été fermée depuis.

En 1940, début de l'exploitation des lacs de l'Est du pays (Mellah, Oubeira et Tonga) avec installation de bordigues, pêche et exploitation de mollusques (*Mytilus galloprovincialis*, *Crassostrea gigas*, *Ruditapes decussatus*).

En 1947, création de la station de Mazafran (Est d'Alger) avec pour objectifs la recherche hydrobiologique, l'alevinage et l'empoissonnement des retenues.

En 1973, début de la mise en valeur du lac el Mellah par l'exécution, avec l'appui de la FAO, d'un programme comportant deux axes principaux:

- Amélioration des techniques de pêche.
- Essais de mytiliculture et d'ostréiculture.

En 1974, l'étude de mise en valeur du lac Oubeira conduit à un projet d'installation d'une unité de fumage de l'anguille. Ce projet a été abandonné par la suite.

En 1978, mise en place d'un programme de coopération avec la Chine, centré sur deux axes:

- Initiation aux techniques de reproduction et d'alevinage des carpes pour le repeuplement. Construction d'étangs et repeuplement de quelques retenues.
- Tentatives de production de larves de *Penaeus kerathurus*.

De 1982 à 1990, exploitation de l'anguille aux lacs Tonga, Oubeira et Mellah par un privé; production annuelle d'environ 80 tonnes exportée vers l'Italie.

Entre 1983 et 1984, premiers travaux en vue de la réalisation d'une éclosérie de bar européen (*Dicentrarchus labrax*) au lac el Mellah.

Entre 1985 et 1986, une quinzaine de retenues sont empoissonnées avec des carpes et des sandres (*Stizostedion lucioperca*) importés de Hongrie.

En 1991, dans le cadre de la valorisation de l'infrastructure hydrique par la pisciculture, une opération de repeuplement est initiée par l'office national de développement de la pêche et de l'aquaculture;. Les empoissonnements ont été effectués avec des alevins de carpes (*Cyprinus carpio*, *Ctenopharyngodon idellus*, *Hypophthalmichthys molitrix*, *Aristichthys nobilis*). Cependant toutes ces actions n'ont pas

donné les résultats escomptés pour la mise en place d'activités pouvant fournir une production aquacole susceptible de contribuer au développement d'une véritable industrie aquacole.

D'autres opérations d'importation ont suivie celle de 1991, dont celles de 2001 (importation de carpes argentée et herbivore de Hongrie), 2002 (importation de Tilapia d'Egypte) et 2006 (importation de carpes argentées et grandes bouches de Hongrie) à l'indicatif du Ministère de la Pêche et des Produits Halieutiques qui ont permis l'augmentation du stock de poissons dans les barrages et retenues collinaires et également les répercussions engendrées par l'augmentation du nombre d'exploitants aux niveau des plans d'eau et d'où l'augmentation de la production aquacole.

L'aquaculture reste un créneau d'avenir sur lequel la tutelle mise pour satisfaire les besoins nationaux en poissons. Les perspectives sont prometteuses car, il est attendu d'atteindre 10.000 tonnes de produits aquacoles à la fin de l'année 2019, soit 8% de la production globale en poissons.

La tutelle a validé quelques 400 études de projets parmi les 670 déposées, le financement reste un obstacle de taille pour le développement de ces projets, dont la majorité ont été autofinancés par les investisseurs, à l'horizon 2025, la production aquacole devrait atteindre les 38.000 tonnes par an, soit 22% de la production globale en poissons (**CNRDPA 2019**).

La production aquacole actuelle provient de :

- La pisciculture marine en bassin et en cages flottantes pratiquée par des opérateurs privés.
- La conchyliculture pratiquée par des opérateurs privés produisant quelques dizaines de tonnes de moules méditerranéennes et d'huîtres creuses.
- La pêche continentale exercée par des concessionnaires privés au niveau des barrages et des retenues collinaires, pour des espèces telles que la carpe commune, les carpes chinoises, le sandre, le black bass et le barbeau.
- La pisciculture intégrée à l'agriculture exercée au niveau des exploitations agricoles par des agriculteurs, pour des espèces telle que Tilapia
- La pêche lagunaire en eau saumâtre et en eau douce dans l'Est du pays est pratiquée par un concessionnaire privé, selon le cahier des charges signé par ce dernier, dans le cadre d'une préservation de la zone qui a un statut particulier. Les espèces capturées sont diverse (dorade royale, mullets, anguille, sole, bar européen, sar, palourde, huître, marbré, crevette caramote, carpes commune et chinoises)

I.3.4. Les différents types d'élevages envisageables en Algérie

En Algérie et selon le ministère de la pêche, plusieurs types d'élevages peuvent être réalisés, on résume certains d'entre eux:

- Les espèces pouvant être élevées en mode extensif:

- En eau douce: carpe, tilapia, mullet, sandre, black-bass, poisson chat.
- En eau saumâtre: mullet, bar, sole, daurade.
- Les espèces pouvant être élevées en mode semi-intensif à intensif en cage flottantes:
 - En eau douce: carpe
 - En eau de mer : bar, daurade.
- l'élevage intensif en bassins construits en dur: bar, daurade, turbot, crevette
- La conchyliculture: en filière: huitres, moules, palourdes

Ce qui nous intéresse dans notre travail c'est l'élevage dans les cages flottantes en Pisciculture semi-intensive en plein mer et leur impact sur le développement structurel du maillon de la chaîne alimentaire le Phytoplancton.

Dans ces systèmes, le contrôle humain de l'environnement de la ferme est plus moindre que dans le système intensif. Il peut simplement impliquer le peuplement dans des cages flottantes avec des juvéniles qui ont été en pré-grossissement dans le système intensif. Dans ce cas, il est aussi possible de fertiliser la zone d'élevage pour augmenter la disponibilité de nourriture naturelle.

I.4.Principe d'élevage en CAGES

De nombreux types de cages sont utilisés dans les fermes piscicoles et le choix est fonction de plusieurs facteurs:

L'emplacement: L'aspect le plus important à prendre en compte est le lieu où les cages seront installées et leur bonne adaptation:

- au risque de tempêtes en mer;
- aux conditions moyennes en mer
- aux considérations visuelles.

Un lieu exposé lié à un risque élevé de fortes tempêtes nécessite des cages, des filets et des systèmes d'ancrage conçus pour résister à la force maximum enregistrée des tempêtes. Si le lieu est très abrité, un système d'ancrage simplifié et des structures d'élevage plus légères peuvent réduire le coût de l'investissement initial. S'il y a des risques d'interactions négatives avec l'activité touristique sur la côte, les administrateurs chargés de délivrer la licence peuvent envisager et prescrire un modèle de cage.

Coût des cages:

Le coût de l'investissement initial représente un facteur contraignant, notamment pour les investisseurs qui gèrent un budget fixe. La solution la moins coûteuse peut amener à négliger la bonne adaptation des structures au site.

Plans de production:

La taille de la ferme et le modèle des cages peuvent varier selon l'objectif visé par les investisseurs. Par exemple, les pisciculteurs qui recherchent un créneau et essaient de diversifier leur offre en produisant diverses tailles de poissons ou cherchant à élever de nouvelles espèces, préfèrent installer un grand nombre de petites cages plutôt qu'un faible nombre de grandes cages.

I.4.1. Cages flottantes (viviers flottants) :

La cage flottante est constituée de 3 parties :

Partie émergée:

- rigide ou semi-rigide, elle détermine la forme de la cage et doit assurer une flottabilité suffisante ;
- elle doit pouvoir supporter les efforts de l'ancrage ;
- elle doit pouvoir supporter l'action des courants et de la houle ;
- elle doit permettre la circulation de personnes sur des passerelles pour la manutention (tri, pêche,...) ;
- il est possible d'y prévoir une aire de stockage et de distribution automatique de la nourriture.

Partie immergée :

Le plus souvent poche en filet, elle constitue le volume d'élevage. Les premiers essais étaient constitués de grillages métalliques empêchant la fuite des poissons. Les poches en filet sont plus faciles à entretenir, le maillage est adapté à la taille des poissons. Il faudrait avoir le maillage le plus large possible pour favoriser au maximum le renouvellement de l'eau ; les petits maillages peuvent se colmater facilement d'où la nécessité de les remplacer fréquemment. Cette poche est destinée à protéger les poissons élevés contre les prédateurs. Dans certains endroits, il faut se protéger contre les oiseaux prédateurs (cormorans,...) ; dans ce cas, un filet de protection doit être tendu au-dessus de la surface de la cage.

Système d'ancrage :

Pour fixer la cage dans la zone choisie, il faut l'ancrer au fond. A cet effet, il faut connaître :

- le poids de la cage flottante ;
- les endroits où seront fixées les lignes d'ancrage sur la structure ;
- la hauteur d'eau à pleine mer et à basse mer ;
- la direction et la vitesse du courant ;
- l'ampleur des vagues dans les plus mauvaises conditions ;
- la direction et la force des vents. Tous ces paramètres permettent de définir les efforts dans les lignes d'ancrage et de disposer les points d'ancrage.

En site protégé, il y a peu de difficultés à réaliser l'ancrage de la cage flottante, généralement il est formé d'une dalle de béton armé posée sur le fond ou en terre.

La technique des cages flottantes est utilisée dans les fermes marines au Japon, France, Norvège,... (Élevage du Saumon) ou en d'autres milieux aquatiques : lacs, estuaires, lagunes,... (Élevage du Loup, Dorade, Mulet,...).

L'utilisation de viviers flottants fournit au poisson les conditions du milieu naturel, l'éleveur n'a pas à se préoccuper des problèmes de renouvellement de l'eau par pompage. Les investissements ne sont pas très lourds. Les dépenses d'énergie sont très réduites. L'aquaculture en cages flottantes peut présenter une activité principale surtout si l'éleveur dispose d'une embarcation (barge) et connaissant bien le milieu marin ainsi que les conditions du site (courant, houle, marée,...). Les sites exposés à la houle directe sont à exclure pour ce type d'élevage. Tous les rivages abrités conviennent si la profondeur minimale est de 3 m au moins. sur ce point dans notre travail on vas contribuer à une étude d'impacte sur les populations phytoplanctonique par rapport à l'élevage dans les cages flottantes en mer.

I.5. Le plancton :

I.5.1.Historique :

La découverte du plancton est relativement récente et est directement liée aux avancées technologiques et notamment l'invention du microscope par **HOOK** en **1665**. Même si l'on supposait l'existence des organismes microscopiques flottants à la surface depuis le 18^{ème} siècle, les dessins restent fantaisistes et les premières descriptions scientifiques datent du 19^{ème} siècle avec **Hensen, Nitzsch, Grunow et Peragallo**, ce dernier proposant la première classification du phytoplancton.

Cependant, la diversité planctonique est très importante est variable à la fois dans le temps et l'espace. De ce fait, de nouvelles espèces sont découvertes régulièrement.

I.5.2.Définition du plancton :

Le mot plancton (du grec : planktos=errant) a été introduit par le biologiste allemand **Hensen** en 1887, se définit par "l'ensemble des organismes pélagiques susceptibles d'être entraînés par le déplacement des eaux" (Bougis, 1974a). Il comprend :

- Des végétaux, constituant le **phytoplancton** qui élabore sa matière vivante par photosynthèse et vit donc dans les strates superficielles ;
- Des animaux, constituant le **zooplancton** qui se nourrit soit de phytoplancton soit de zooplancton ;
- Du **bactérioplancton**, qui minéralise la matière organique dans toute la colonne d'eau.

I.5.3. Subdivisions du plancton :

La définition du plancton est extrêmement large ; son étude approfondie nécessite de le classer en catégories plus limitées, suivant différents critères tels qu'ils sont définis par Bougis (1974) :

- **Selon le mode de nutrition :**
 - Plancton végétal êtres autotrophes >**Phytoplancton.**
 - Êtres hétérotrophes >**Zooplancton.**
- **Selon la position dans la colonne d'eau :**
 - Couches superficielles >**Epiplancton.**
 - Couches intermédiaires >**Mésoplancton.**
 - Couches profondes >**Bathyplancton.**
- **Selon la position par rapport à la côte :**
 - Près des côtes >**Plancton néritique.**
 - Au large >**Plancton océanique.**
- **Selon le cycle biologique :**
 - Organismes planctoniques durant toute leur vie >**Holoplancton.**
 - Une partie de leur vie parmi le plancton >**Méropiancton.**
- **Selon la taille :**
 - Taille inférieure à 5 microns >**Ultrapancton.**
 - Taille comprise entre 5 et 50 µm >**Nanoplancton.**
 - Taille comprise entre 50µm et 1 mm >**Microplancton.**
 - Taille comprise entre 1 et 5 mm >**Mésoplancton.**
 - Taille supérieure à 5 mm >**Macroplancton.**

I.6. Le phytoplancton :

I.6.1. Définition :

Le phytoplancton (du grec phyton ou plante et planktos ou errant) est constitué par l'ensemble du plancton végétal, c'est-à-dire des microorganismes photosynthétiques qui sont libres, passifs et en suspension dans la colonne d'eau. Il s'agit de cellules, colonies ou filaments qui ne peuvent nager et dont les mouvements dépendent de ceux de l'environnement aquatique et/ou qui sont motiles (flagellés ou ciliés) mais dont les déplacements sont restreints.

La principale source d'acquisition de l'énergie s'effectue par phototrophe chez ces organismes, à partir de la lumière (photosynthèse = processus d'absorption des sels minéraux et du carbone sous forme de CO₂ et de rejet d'oxygène sous l'effet de la lumière). Les

organismes qui se procurent l'énergie nécessaire à leur croissance et à leur reproduction en combinant les modes de nutrition autotrophe et phagotrophe sont qualifiés de «mixotrophes» (Stickney *et al.* 2000).

De manière générale, leur taille varie de quelques microns (<20 µm) à quelques centaines de microns (200 µm). Leurs formes peuvent être extrêmement variées, la diversité morphologique étant souvent liée à une adaptation à la mobilité (flottaison et mouvements verticaux) (Zeitzschel, 1978 in Thèse de GAILHARD Isabelle, 2003).

I.6.2. Diversité spécifique et diversité éco- physiologique :

Les conséquences éco physiologiques associées à la richesse spécifique des populations phytoplanctoniques sont nombreuses. Les différentes espèces ne réagissent pas de la même manière aux facteurs du milieu, en particulier la turbulence.

Leurs taux de croissance, ainsi que leur dépendance vis-à-vis des nutriments, sont également variables. En outre, afin de faire face aux variations environnementales, les espèces phytoplanctoniques ont développé des stratégies adaptatives, telles que :

1. Différents mécanismes favorisant leur mobilité, et leur migration vers des zones riches en nutriments et en lumière (phototaxisme, migration verticale, nage, agrégation),
2. Le mode de nutrition mixotrophe,
3. La compétition interspécifique par production des substances allélochimiques,
4. Des mécanismes de défense contre la prédation.

Le cycle biologique de chaque espèce phytoplanctoniques participe ainsi à un réseau complexe de relations interspécifiques à l'intérieur d'un assemblage d'espèces.

I.6.3. Systématique du phytoplancton :

Le phytoplancton regroupe deux catégories bien marquées d'organismes en se basant sur un caractère cytologique, à savoir la présence ou l'absence de membrane nucléaire. Les individus qui en sont pourvus sont classés sous le nom d'eucaryotes ou algues vraies, ceux qui en sont dépourvus sous le nom de procaryotes ou Cyanobactéries (Coute et Chauveau, 1994).

I.6.4. Clés d'identification du phytoplancton :

Selon qu'il s'agit d'algues vraies ou de Cyanobactéries, les clés permettant l'identification du phytoplancton peuvent être résumées comme suit :

I.6.4.1. Cas des algues vraies :

Dans la systématique des algues vraies, les critères de classification proposée par (Bourelly, 1985) sont :

- La nature chimique des chlorophylles, des autres pigments et des réserves.
- La cytologie du noyau et de l'appareil flagellaire.

- Les caractères cytologiques.
- Le mode de reproduction et la complexité structurale.
- Les caractères morphologiques.

I.6.4.2. Cas des Cyanobactéries :

Dans la systématique des Cyanobactéries, les caractères morphologiques représentent les clés essentielles d'identification, dont les critères proposés par (**Bourelly, 1985**) sont :

- La structure de la micro-algue « cellulaire ou filamenteuse ».
- La forme de la colonie ou du trichome.
- La taille des cellules.
- La gaine gélatineuse « couleur et aspect ».
- La présence ou non, de structures cellulaires caractéristiques « akinètes, hétérocystes

et vacuoles gazeuses ».

I.6.5. Organisation du phytoplancton

Le phytoplancton se répartit principalement sous trois grandes classes (**Bougis, 1974a**) :

- **Les Bacillariophycées ou Diatomées**, ont un exosquelette composé de pectine et de silicium appelé frustule. Pour lutter contre la sédimentation, les cellules sont souvent munies d'extensions qui leur permettent d'accroître leur surface, augmentant ainsi le phénomène de frottement. De plus, la formation de colonie peut contribuer à la diminution de la vitesse de sédimentation, notamment pour des espèces formant des chaînes spiralées (**Peperzak et al. 2003**). Le groupe des diatomées regroupe plus de 100 000 espèces dont près de 15 000 sont identifiées à ce jour (**Germain, 1981**).
- **Les Dinophycées ou Dinoflagellés**, Les individus sont composés d'une paroi qui peut être nue ou recouverte de plaques cellulodiques. La majorité des espèces possèdent 2 flagelles qui leur permettent de se maintenir dans la couche supérieure de la colonne d'eau. Ils regroupent près de 300 espèces, la plupart sont mobiles (**Bourelly, 1985**).
- **Les Coccolithophoridés**, Cette classe est composée d'individus qui ont la particularité d'être ornements par une structure complexe d'éléments calcaires appelés coccolites. La forme sphérique adoptée par plusieurs espèces ainsi que la présence de flagelles constituent leur stratégie de flottaison.

Des individus d'autres classes ont également été répertoriés. Parmi ces classes se retrouvent :

- **Les Chrysophycées**, sont des algues unicellulaires ou coloniales (rarement filamenteuses), dont certaines vivent dans une enveloppe protectrice appelée lorique. Leurs cellules possèdent un ou plusieurs plastes jaunes ou bruns à cause de la forte

concentration en xanthophylles (lutéine, fucoxanthine, diadinoxanthine) et caroténoïdes (β -carotène) masquant la couleur due aux chlorophylles a etc. (**Wetzel et al. 2001**). La plupart de ces cellules obtiennent leur énergie par mixotrophie, c'est dire qu'elles sont capables d'autotrophie et d'hétérotrophie.

- **Les Euglénophycées**, sont réparties en 13 genres et plus de 2000 espèces. Ils sont presque tous unicellulaires, sans paroi cellulaire, possèdent un, deux ou trois flagelles qui émanent d'une invagination de la membrane cellulaire, une vacuole contractile et un stigma (« eyespot ») orange à rouge composé de globules de caroténoïdes (**Rosowski 2003**). Bien que certaines euglènes soient non pigmentées, phagotrophes (capable d'ingérer des particules solides) et par conséquent considérés comme des protistes animaux (ex protozoaires), la plupart sont photosynthétiques et parfois hétérotrophes.
- **Les Prasinophycées**, Ces algues possèdent une cellule et des flagelles (de 1 à 8 généralement, atteignant parfois 16) recouverts de 1 à 5 couches d'écailles rattachées à la membrane cellulaire.
- **Les Chlorophycées**, forment un groupe extrêmement vaste et morphologiquement très diversifié. Elles sont réparties en 4 classes : les Euchlorophycées, les Ulothricophycées, les Zygothricophycées et les Charophycées. Celles-ci comportent environ 500 genres, représentant plus de 15000 espèces (John 1994). Toutefois, la plupart des algues vertes planctoniques lacustres appartiennent à l'ordre des Volvocales et à celui des Chlorococcales qui font partie de la classe des Euchlorophycées (**Bourelly 1985 b**).
- **Les Cyanophycées**, organismes, procaryotes, regroupent plus de 110 genres et environ 1000 espèces dulçaquicoles. La plupart des cyanobactéries sphériques appartiennent à la famille des Chroococcacées et les filamenteuses aux familles des Nostocacées et Oscillatoriacées (**Bourelly 1985a**). Les cellules appartenant à cette classe se caractérisent par l'absence de noyau, de plaste et de reproduction sexuée. Les cyanobactéries (ou « algues bleues ») se distinguent des procaryotes hétérotrophes par la présence de chlorophylle a et de pigments accessoires (phycocyanine, phycoérythrine, caroténoïdes) (**Ganf et al. 1991; Schagerl et Donabaum 2003; Colyer et al. 2005**).
- **Les Xanthophycées**, regroupent plus de 100 genres et environ 600 espèces dulçaquicoles. Elles vivent à l'état unicellulaire, colonial ou de filament et sont caractérisées par une plus grande proportion de pigments caroténoïdes (β -carotène) que de chlorophylle, ce qui peut expliquer leur couleur jaune-verte (**Ettl 1978**). Les cellules mobiles possèdent deux flagelles de taille différente. La paroi cellulaire est souvent absente et quand elle est présente, elle contient une grande quantité de pectinées peut être siliceuse chez plusieurs espèces. Les xanthophycées se divisent essentiellement par fission binaire mais peuvent également former des zoo spores. La reproduction sexuée, quand elle a lieu, est le plus souvent isogame (**Ott et Oldham- Ott 2003**).

- **Les Cryptophycées**, sont unicellulaires, mobiles de par la présence de deux flagelles (de taille égale) et dépourvues de paroi cellulaire. En effet, l'enveloppe qui les entoure est appelée péri plaste et est composé de deux couches distinctes, le péri plaste interne (succession de plaques protéiques) et le péri plaste externe (membrane protéique unique) qui entourent la membrane plasmique (**Kugrens et Clay 2003**). Les cellules sont aplaties dorso-ventralement et sont pourvues d'une invagination antérieure qui porte les deux flagelles. Les cellules contiennent une variété de pigments dont la phycoérythrine qui leur donne une couleur rougeâtre caractéristique. La reproduction se fait par fission binaire (**Starmach 1974; Bourelly 1985a**).

I.7. la source du développement du phytoplancton

Comme tous les êtres vivants, les microalgues se développent dans les milieux où elles trouvent ce dont elles ont besoin pour vivre.

Le phytoplancton vit là où les éléments de la photosynthèse sont réunis :

- **La lumière**

Dans l'océan, les rayons solaires ne pénètrent que jusqu'à une certaine profondeur. C'est pourquoi le phytoplancton est abondant surtout dans les eaux de surface où il reçoit suffisamment de lumière pour réaliser la photosynthèse. Cette zone est la couche euphotique, dont l'épaisseur varie de plusieurs mètres dans les estuaires jusqu'à environ 200 mètres en haute mer. Le plancton végétal est particulièrement foisonnant près des côtes où les hauteurs d'eau sont faibles et où la lumière se diffuse pleinement. C'est le cas des baies, des estuaires, des marais salants...

- **Les sels minéraux**

Les sels minéraux sont présents partout où l'eau douce vient rejoindre la mer, mais pour qu'ils soient accessibles au phytoplancton, ils doivent, comme lui, rester en suspension dans les eaux de surface où se trouvent tous les éléments de la photosynthèse. Pour cela, ils dépendent des vents et des courants qui brassent de l'eau leur évitant de tomber ou de rester sur les fonds où ils s'ajoutent aux sédiments.

- **Le gaz carbonique**

Dissous dans l'eau, il entre dans le processus de la photosynthèse. Le CO₂ vient des échanges gazeux (CO₂ – O₂) avec l'atmosphère et il est présent partout.

I.8. L'habitat du phytoplancton

Le phytoplancton peut vivre partout où il y a de l'eau. On le trouve aussi bien dans les eaux douces, marines que saumâtres (mélange d'eau douce et d'eau salée comme les estuaires).

Les êtres planctoniques ont colonisé tous les milieux : la mer, les fleuves et ruisseaux, les lacs et étangs, les marais, les eaux souterraines, les gouttières, les fossés, les tourbières... Le plancton est également présent dans des endroits plus surprenants tels que les embruns, les mares, les lavoirs et les fontaines, on en trouve même

dans les suintements de roches. Il se développe mieux dans les eaux plutôt calmes et riches en sels nutritifs : rivières, estuaires, marais... Ainsi, la concentration de phytoplancton est jusqu'à dix fois plus forte dans les eaux continentales qu'en haute mer.

I.9. Le cycle du phytoplancton

Pour vivre, le plancton végétal a besoin d'eau, de lumière, de sels minéraux (nitrate, phosphore, silicate, potassium...), d'oligoéléments (magnésium, fer...) et de CO₂. Ainsi, son existence est étroitement liée aux conditions régnant dans son milieu : température et turbidité (degré d'opacité) de l'eau, précipitations, ensoleillement, pollution, etc. À l'échelle d'une année, il présente donc une grande variabilité saisonnière.

En théorie, le phytoplancton se développe de préférence au printemps et à l'automne, lorsque les conditions sont optimales. Aujourd'hui, ce rythme annuel est de moins en moins respecté en raison de l'évolution du milieu (excès d'apports en nutriments, réchauffement climatique) et certaines espèces peuvent proliférer tout au long de l'année.

I.10. La localisation du phytoplancton sur la planète

Localisée sur une mappemonde, la présence marine du phytoplancton apparaît majoritairement aux abords du littoral des continents où des conditions de vie favorables (lumière, nutriments) sont réunies.

En effet, les lieux propices au développement de la grande diversité du plancton végétal sont :

- les embouchures des fleuves et des rivières, estuaires qui réceptionnent les apports nutritifs véhiculés par les bassins versants ;
- les côtes de certaines zones de la planète enrichies par la circulation d'eaux porteuses de sels minéraux, grâce aux courants et Upwellings.

I.11. Les conséquences de la présence du phytoplancton

Le développement du plancton végétal dans un milieu y permet la vie des animaux marins dont il est l'aliment essentiel. Ces consommateurs sont le plancton animal (dont les larves de poissons, de crustacés et de coquillages) et les coquillages filtreurs. De plus, la production primaire (phytoplancton) puis secondaire (zooplancton) alimente la ressource (poissons, crustacés).

C'est pourquoi les professionnels de la mer installent leurs exploitations ou choisissent leur zone d'activité dans ces endroits stratégiques où la nourriture est naturellement présente dans la mer. Ainsi, les lieux riches en plancton sont favorables aux :

- élevages de coquillages ou de poissons : ostréiculture, mytiliculture, pisciculture... ;
- métiers de la pêche : pêche côtière ou hauturière et pêche à pied professionnelle de coquillages (tellines, coques, palourdes...).

I.11.1. Un rôle primordial

Le phytoplancton est appelé « producteur primaire » car il a la capacité de transformer la matière inorganique (CO₂, sels minéraux, eau) en matière organique qui est consommable ensuite par les autres organismes vivants. Biomasse la plus considérable sur la

planète, c'est en quelque sorte le principal « fourrage » des milieux aquatiques. De sa santé va dépendre celle de l'ensemble de l'écosystème. Base de toutes les chaînes alimentaires marines, le phytoplancton nourrit un monde animal qui n'existerait pas sans lui, et en premier lieu le zooplancton.

I.11.2. Effets nuisibles du phytoplancton :

Certaines espèces phytoplanctoniques produisent des phycotoxines, qui sont accumulées par les organismes phytoplanctonophages « les mollusques bivalves, gastéropodes, crustacés, ainsi que certains poissons ». Ces organismes jouent le rôle de vecteurs sains. Ils ne sont pas affectés par ces toxines, mais sont toxiques pour les consommateurs secondaires dont l'Homme (**Gailhard, 2003**).

Les différents types d'intoxications associées à des efflorescences algales toxigènes est les suivants :

- Intoxications amnésiantes par les fruits de mer (ASP). Causée par la prolifération des Diatomées Pénales du genre *Pseudo-nitzschia* (**figure 6**).



Figure06 : photo de l'espèce *Pseudo-nitzschia*

- Intoxications paralysantes par les fruits de mer (PSP). Intoxication causée par des Dinoflagellés du genre *Alexandrium* (**figure 7**).



Figure 07 : photo de l'espèce *Alexandrium sp.*

- Intoxications neurologiques par les fruits de mer (NSP). Intoxication associée à l'espèce de Dinoflagellés *Karenia brevis*.
- Intoxications diarrhéiques par les fruits de mer (DSP). Les toxines responsables sont produit par des Dinoflagellés appartenant, principalement, aux genres *Dinophysis* et *Procentrum* (**figure 8**)



Figure 08: photo de l'espèces *Dinophysis sp*

- Toxines cyanobactériennes. Les principales espèces responsables des blooms cyanobactériens sont : *Trichodesmium thiebautii*, *T. erythraeum* et *Oscillatoria sp.*

CHAPITRE II

Zone d'étude

II.1. Généralités

La zone sur laquelle porte notre étude fait partie intégrante de la région littorale qui s'étend de Madegh vers Honaine (Wilaya de Ain Témouchent, Wilaya de Tlemcen), c'est une région située sur la côte Ouest algérienne . La région est formée par un substratum primaire granitique. Des mouvements tectoniques profonds ont créé un important métamorphisme régional (P.D.A.U, 2005).

Sa position géostratégique lui permet de jouer un rôle très important dans l'économie du pays en matière d'investissement, du tourisme et de l'agriculture. larégion dispose d'importantes infrastructures portuaires qui la placent en position d'ouverture méditerranéenne avec une façade maritime d'une longueur plus de 90 km.

cetterégion occupe du point de vue géographique, une situation privilégiée en raison de sa proximité par rapport à trois grandes villes à savoir :

- Oran au Nord-est,
- Sidi Bel Abbés au Sud-est,
- Tlemcen au Sud-ouest plus précisément ghazaouete,

Source : SRAT



Figure 09: Représentation de la zone d'étude (google map 2020).

II.2. Climatologie :

Le climat est un facteur déterminant qui se place en amont de toute étude relative au fonctionnement des écosystèmes, dont les facteurs climatiques jouent un rôle prépondérant dans la distribution spatiale des espèces animales et végétales (Dreux, 1980).

Il se définit par l'action combinée de plusieurs facteurs, la température, les précipitations, l'humidité, l'évaporation, le vent, la lumière et la pression atmosphérique. Il varie en fonction du relief (altitude) et l'éloignement par rapport à la mer (**CLAUDE *et al.*, 1998; RAMADE, 2003**).

La zone présente un climat méditerranéen, Qui est caractérisé par deux saisons :

1/ saison semi humide Octobre à Mai, précipitation irrégulière

2/saison sèche, Juin au Septembre

La température varie entre 10° et 15° en hivers et entre 20° et 30° en été.

- En hiver, la température moyenne oscille autour de 10° C avec un minimum de 6° C. On note l'absence de gelée, et une humidité importante de l'air due à l'influence maritime.
- En revanche en été, la température oscille autour de 26° C avec une température variant de 20 à 30° C. Elle peut exceptionnellement atteindre un maximum de 40° C. (**Bensaid, 2010**).

II.3. Précipitations

La pluviométrie constitue un facteur écologique fondamental, non seulement pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres mais aussi pour certains écosystèmes aquatiques (**Ramade, 2003**)

La zone présente une pluviométrie moyenne de l'ordre de 350 à 400 mm/an et de 500 mm/an les meilleures années. La période la plus arrosée s'étale de novembre à avril avec 80% des précipitations totales et 48 jours de pluies. La zone connaît en moyenne 20 jours de brouillard par ans. (**Bensaid, 2010**).

II.4. Production primaire de la région

La région présente une richesse halieutique, grâce au courant atlantique. Ce hydrodynamisme crée les conditions naturelles favorables à une richesse halieutique forte et estimable. Ainsi, cette partie occidentale abrite un grand gisement halieutique et des espèces prisées telles la sardine, l'anchois etc.

La région fait partie de la portion de la côte algérienne qui donne sur la mer d'Alboran. La limite Est de cette dernière est la ligne joignant le cap de Gate en Espagne au cap Figalo en Algérie (**Bureau Hydrographique International, 1953**).

Carte et al., (2002 in Taleb Bendiab, 2014) considèrent que la mer d'Alboran possède une production primaire exceptionnellement élevée par rapport à d'autres secteurs méditerranéens, ou la forte influence des courants atlantiques entrant en Méditerranée par le détroit du Gibraltar fournit un scénario environnemental idéal à l'enrichissement des eaux profondes algériennes.

Les tourbillons du bassin algérien sont les zones méditerranéennes les plus riches en chlorophylle en février-mars, avant que le bloom phytoplanctonique ne se développe dans la partie Nord occidentale (**Taupier-Letageet al. 2003**) et son prévisible d'une année à l'autre (**Cotté, 2005**). Le bloom phytoplanctonique saisonnier n'intervient pas de façon homogène à l'échelle du bassin, car il est modulé par la dynamique de moyenne échelle. Le schéma qui semble se dégager est le suivant :

- En décembre janvier, le bloom est établi et limité au Courant algérien, et/ou à une bande côtière.
- En février, le bloom s'établi dans les tourbillons côtier.
- En mars, le bloom s'établi dans les tourbillons du large.
- En règle générale, le bloom est très peu prononcé dans la zone du large, en dehors des tourbillons (**Millot& Taupier-Letage, 2005**).

Selon **Boutiba (1992)**, la biomasse phytoplanctonique est constituée essentiellement de Flagellés calcaires (70% du volume total de nannoplancton par litre en surface), de Dinoflagellés (20% du volume total), de Diatomées (3% du volume total). Le reste du plancton est représenté par des petits flagellés nus et par des Cyanophycées.

II.5. Les ressources halieutiques

II.5.1. La Pêche

La région de notre étude regroupetrois principaux ports de pêche (Béni Saf ,Bouzedjar et Honaine) renferme d'énormes potentialités dans le domaine de la pêche et une zone pêchable de 9 miles marins (1 mile marin = 1,8288 Km) et un stock pêchable de plus de 25000 Tonnes :La production halieutique réalisée durant l'année 2018 est de 23 115,030T (**DPRH AïnTémouchent**).

II.5.2. Aquacultures

Une zone d'activité aquacole d'une superficie de huit (08) Ha non viabilisée. Quatre (04) fermes piscicoles réalisés dont :

- Aquacole à S'biaat avec une production de 1 600 tonnes/an ;(à l'arrêt en ce moment)
- Aqua-Tafna à Rechgoune avec une production de 700 tonnes/an ;(à l'arrêt en ce moment)
- RCKH Fish à Madagh avec une production de 400-560 tonnes/an.
- AQUADORA à honaine avec une production de 600 tonne /ans.

II.6. Les sites de prélèvement:

II.6.1. Description du site de Honaine:

Honaine est une ville historique se situant à 69 Km du chef lieu de la wilaya de Tlemcen, située à mi-distance entre les deux sites de Ghazaouet et de Béni-Saf, elle se trouve à 40 Km de la frontière marocaine et 150 Km de la ville d'Oran.

Le site (LA FERME AQUACOLE AQUADORA) se trouve à 01 km du port de Honaine, La superficie de la concession est de 6 ha ce qui permet l'installation de 2 réseaux de 6 cages chacune.

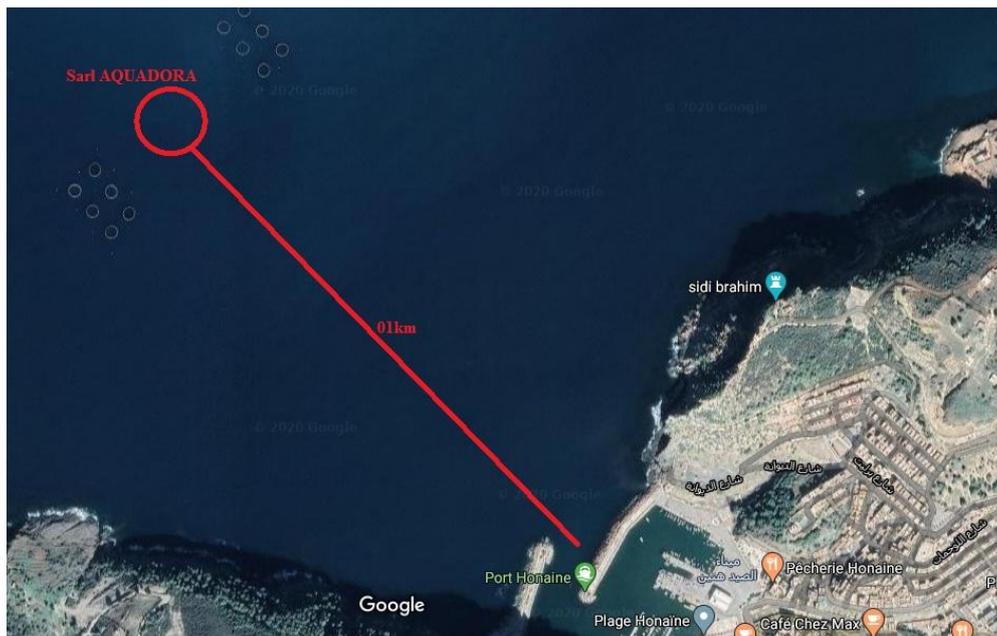


Figure 10: Représentation du site Honaine (google map 2020).

Tableau 01 : coordonnées géographiques du site de Honaine

Site	Latitude	longitude
Cage flottante	35°11'7.63"N	1°40'9.13"O

II.6.1.1. Infrastructure

Le projet a bénéficié pour sa réalisation d'une concession maritime en terre ferme et 6ha en mer, La ferme a pour objectif de 50 tonnes /ans par cage entre le loup de mer et la daurade royale, équivalents de 600 tonne /ans.

II.6.1.2. Cage flottante

La ferme aquacole « AQUADORA » possède 12 cages dont 08 sont exploitées (4 cages destinées à l'élevage de la daurade et 4 cage destinée au loup de mer). Ces cages sont désignées par des chiffres (cage 1, cage 2, cage 3..., cage12) avec un diamètre de 22 m pour chaque cage.

La cage flottante composé de : Passerelle, Chandelier ,14 Ancres ,12 bouées (qui assurent la flottaison des cages), Corde.



Figure 11: Cage flottante du site de Honaine (originale).

II.6.2. Description du site de Madagh:

Madaghest réputée pour son cadre idyllique; une belle anse bordée d'une forêt sauvage et la montagne. Un petit ruisseau sépare les deux plages. Il sert aussi de séparation administrative entre la wilaya d'Oran et la wilaya d'AïnTémouchent. Au large, dessinant leurs contours déchiquetés, on peut voir les Îles Habibas.

Le site (Ferme piscicole de la SARL RAKH FISH) se trouve à 03km du port de Madagh02, La superficie de la concession est de 20 ha ce qui permet l'installation de 8 grandes cages.

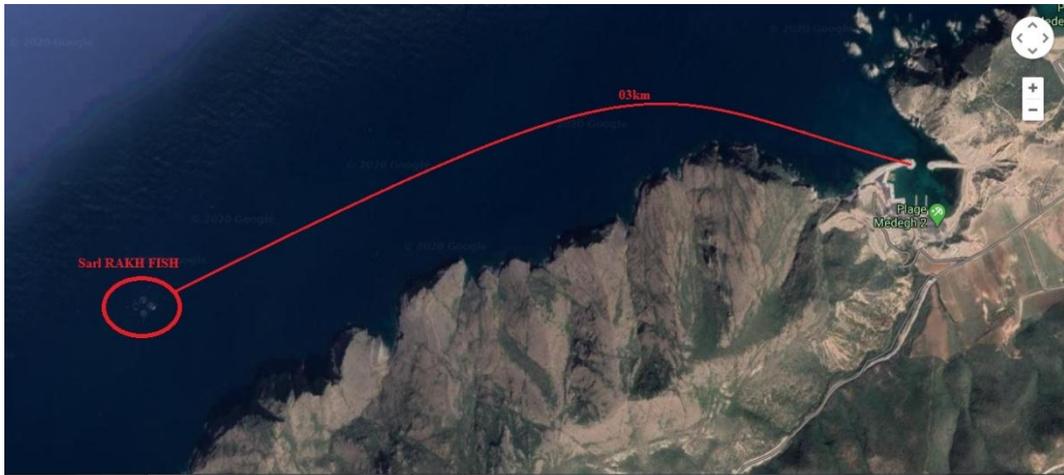


Figure 12: Représentation du site de Madagh (googlemap 2020).

Tableau 02 : coordonnées géographiques du site de Madagh

Site	Latitude	longitude
Cage flottante	35°37'54.26" N	1° 6'15.92" O

II.6.2.1. Infrastructure

Le projet a bénéficié pour sa réalisation d'une concession maritime en terre ferme de 1500 m² à **Sbéat**, et 20 Ha en mer, La ferme a pour objectif de produire 560 tonne /an de daurade royale (sarl RAKH FISH).

II.6.2.2. Cage flottante

La ferme aquacole « RAKH FISH » possède 08 cages dont 4 sont exploitées (4 cages destinées à l'élevage de la daurade). Ces cages sont désignées par des chiffres (cage 1, cage 2, cage 3..., cage 08) avec un diamètre de 30 m et 12m de profondeur pour chaque cage.

La cage flottante composée de : Passerelle, Chandelier, 16 Ancres, 08 bouées (qui assurent la flottaison des cages), Corde.



Figure 13: Cage flottante de la ferme RAKH FISH (originale).

II.6.3. Description du site l'île de Rachgoun (large de rachgoun):

Historiquement, l'île de Rachgoun, appelée aussi « Ras Achegoun » ou encore « Layella » a été vers 1200 ans av. J.-C., un lieu de transit et de séjour pour les commerçants phéniciens. Des ruines et pièces de monnaie trouvées sur les berges de la Tafna et sur l'île de Rachgoun témoignent également de la présence romaine sur les lieux.

L'île fût colonisée par les Français en 1835. (**Remini, 1986**). En 1879, la construction du phare au même lieu que la nécropole a bouleversé une partie des anciens vestiges. En 1902, Milsom, ingénieur des mines à Beni Saf et Angelvy, maire de Beni-Saf, ont projeté de ressusciter un port à Rachgoun pour contrôler les îles de Méditerranée et surveiller Gibraltar (**Bulletin de la sociale des vieux amis de Tlemcen, 1954**). L'île a continué durant des siècles à jouer son rôle de vigie pour les grandes puissances navales méditerranéennes, comme en témoignent encore ce pan de mur d'une bâtisse de la douane ou le magnifique phare, construit durant le XIXe siècle, qui la surplombe.

II.6.3.1. Localisation:

L'île est approximativement longue de 950 m pour une largeur de 500 m sur la partie la plus large. La superficie approximative est de 28,5 ha. L'île de Rachgoun est située à 8 km au nord-est du port de Béni-Saf et se trouve sur le plateau continental du golfe de Ghazaouet. Elle appartient à la localité de Rachgoun, circonscription administrative de la commune d'OulhaçaGheraba, Daïra de Béni-Saf, Wilaya d' AinTémouchent.

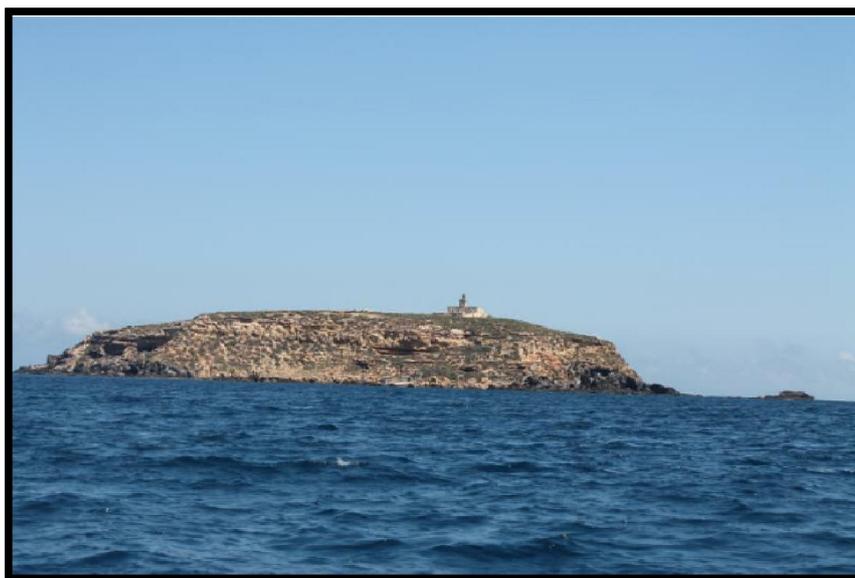


Figure 14:L'île de Rachgoune (**originale**).

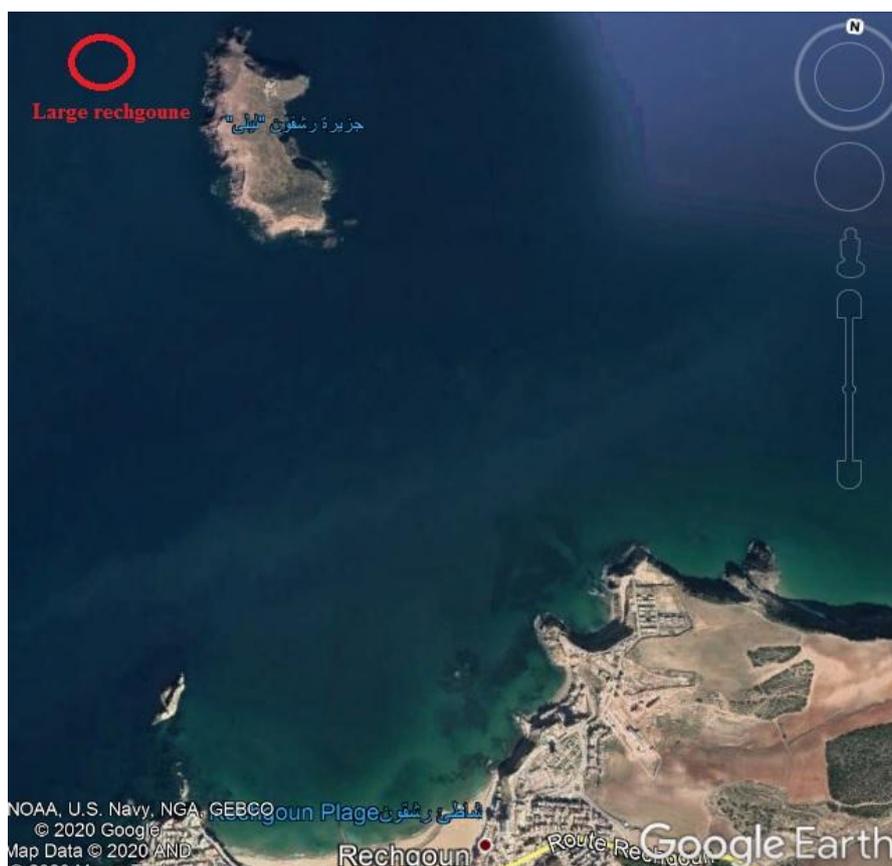


Figure 15:Représentation du site large de rachgoun (google map 2020).

II.6.3.2. Caractéristiques générales de la colonne d'eau:

La température des eaux de l'île varie entre 21.6 et 25.2 °C en été et 13-14 °C en hiver, pour des moyennes respectives de 24.59 ± 0.41 en surface et 23.06 ± 0.92 au fond. Les

eaux du versant nord, plus exposées et plus profondes sont plus froides ; celles du versant sud sont plus chaudes. L'influence atlantique se fait ressentir sur la salinité des eaux autour de l'île (surface : 35.39-36.75, moy : 36.00 ± 0.38 ; fond : 35.65-36.90 et 36.44 ± 0.7). Ces salinités sont comparables à celles trouvées au large de Beni-Saf (**Folkardet *al.*, 1994**) et aux îles Habibas (**Boudjellal in Grimes *et al.*, 2000**). L'oxygène dissous varie de 7.2 à 8.6 mg/l en surface (7.87 ± 0.36 mg/l) et [7.40 – 8.90 mg/l] (8.44 ± 0.39 mg/l) au fond. Le brassage des eaux de l'île avec celles du large explique la bonne oxygénation de ce milieu, ce qui le rend favorable à la croissance et la reproduction des organismes marins (**Sournia, 1973**).

Les eaux de l'île présentent un pH alcalin, relativement stable (8.28 et 8.36 et moy : de 8.33 ± 0.02 en surface ; 8.34 ± 0.06 au fond. Les teneurs en MES mesurées dans la colonne d'eau oscillent considérablement : [1.95- 27.30 mg/l en surface] et [3 à 32.24 mg/l au fond]. En surface, les eaux du large du versant nord sont moins chargées en MES ; alors que de fortes teneurs sont relevées au Sud et à l'ouest de l'île.

La chlorophylle dans la colonne d'eau est significative (0.22 ± 0.15 mg/m³ en surface ; 0.41 ± 0.20 mg/m³ au fond). En surface, le maximum est mesuré au nord de l'île alors qu'au fond, ce sont, les eaux des versants sud et ouest qui sont les plus riches en chlorophylle. D'une manière générale, les eaux de l'île présentent un indice de fertilité révélant une production primaire importante (0.33 ± 0.21 mg/m³). Ce niveau de fertilité confirme les conclusions relatives au bassin algérien (campagne MEDIPROD VI en 1990 ; **Raimbault *et al.*, 1993**) et ceux du front Almeria-Oran (campagne Almofront en 1991 ; **Prieur & Sournia 1994**).

Pour ce qui est des éléments minéraux (sels nutritifs), les concentrations de nitrate à la surface des eaux de l'île sont très faibles. Les maxima sont observés dans les eaux immédiates de l'île ; les pics de NO₃⁻ coïncident avec les valeurs faibles valeurs en oxygène. Cette accumulation résulte probablement de l'oxydation de l'ammonium lors de la régénération biologique.

CHAPITRE III

Matériel et Méthode

III.1. Echantillonnage et la localisation des stations :

Trois échantillons respectifs à trois stations localisées dans la zone étendue de madagh (Ain Temouchent) vers honaine (Tlemcen) ont fait l'objet d'un traitement des peuplements phytoplanctoniques. Les données relatives à chaque station sont représentées sur **le tableau 03**.

Des trois échantillons objets de cette étude deux ont été prélevés au niveau des deux ferme piscicoles marines RCKH Fish à Madagh et AQUADORA à Honaine et une au près de la côte de la zone de Béni saf l'Ile de Rchgoune comme zone témoin (Figure 16).

Tableau 03: Coordonnées géographiques des stations de prélèvement:

N° station	Latitude	Longitude
FT(RCKH fish)	35°37'54.26" N	1° 6'15.92" O
LR (large Ile de rechgoune)	35°19'25.0"N	1°29'07.1" O
FH (Aquadora)	35°11'7.63"N	1°40'9.13"O



Figure 16 : Localisation géographique des stations d'échantillonnage.(google map)

La date exacte d'échantillonnage est liée à la météorologie, la journée pour effectuer le prélèvement doit être calme, avec peu de vent, et peu de vagues.

III.2. Echantillonnage :

III.2.1. Matériels d'échantillonnage :

L'échantillonnage du phytoplancton a été réalisé par les matériels suivants :

- Filet à plancton (20 μ m) pour le prélèvement qualitatif du phytoplancton.
- Bouteille en plastique de 1.5 L.
- Un seau.
- Un appareil multi paramètre de terrain.
- De l'eau distillée.
- Du Lugol.
- Embarcation (flottille de déplacement en mer).

NB : La composition de la solution lugol concentré est rapportée en (annexe 04).

- Echantillonnage qualitatif du phytoplancton : il a été fait à l'aide d'un filet à plancton d'où on a filtré l'eau de mer au moyen du filet afin de récupérer le filtrat pour le renverser dans une bouteille (figure 17).



Figure 1: photographies présentant l'étape de la filtration de l'échantillon par le filet à plancton(**originale**).

- Echantillonnage quantitatif du phytoplancton : il a été fait par le prélèvement de l'eau à l'aide d'un seau pour la renverser dans une bouteille en plastique.

III.2.2. Fixation et conservation des organismes phytoplanctoniques :

La fixation des échantillons a été réalisée immédiatement après leur prélèvement, avec un volume de lugol concentré qui est ajoutée (10 gouttes), afin de fixer les structures phytoplanctoniques contenues dans l'échantillon. Le volume de ce fixateur doit être suffisant pour donner à l'échantillon une légère coloration brune. Afin d'identifier les échantillons on a noté la date et le site de prélèvement sur la bouteille. (Figure 18).



Figure 18: photo de la fixation au Lugol et l'étiquetage de l'échantillon(**originale**).

III.2.3. Paramètres mesurés sur terrain :

Sur site, des mesures sont effectuées à l'aide d'un appareil multi-paramètre à chaque station, durant le prélèvement(Figure 19) :

- La température de l'eau (C°).
- La salinité (PSU).
- L'oxygène dissous (mg/l).
- Le pH.
- La turbidité.



Figure 19: Photographies présentent l'appareil multi paramètre utilisé (**originale**).

III.2.4. Les étapes de la mesure :

Après le prélèvement des échantillons d'eau, nous avons procédé à la mesure des paramètres physico-chimiques ;

- On a déposé une bouteille dans l'eau de mer et on a la remplir ;
- Faire plonger la sonde appropriée dans la bouteille ;
- La lecture s'effectue après la stabilisation de l'affichage sur l'écran ;

Le rinçage des sondes avec de l'eau distillée est obligatoire avant et après chaque usage. (Figure20).



Figure 20: photographies présentent les étapes de la mesure des paramètres physico chimiques (**originale**).

D'autre part, la météo du jour de prélèvement est relevée, une fiche de terrain a été produite et remplie à chaque sortie (tableau 04).

Tableau 04 : Calendrier des sorties de terrain:

Dates	LR 24/03/2020	FT 25/03/2020	FH 24/03/2020
Vent	Faible	Moyen	Faible
Météo	Soleil	Soleil	Soleil
Surface de l'eau	calme	Faiblement agitée	calme
Bloom algal	non	non	non

Tableau 05: les données général des paramètres mesurés en surface:

Stations	Dates	Profondeur (m)	Paramètres				Ville Côtière
			Salinité	Turbidité	O₂	Température	
LR	24/03/2020	85	35.11	0.5	6.12	14.5	Rachgoune
FT	25/03/2020	45	35.58	0.7	5.90	15.02	Bouzedjar
FH	24/03/2020	40	35.63	0.7	5.35	15.4	Honaine

Les échantillons prélevés au niveau de chaque site sont destinés pour l'observation au laboratoire de la station de recherche annexe CNRDPA (Benisaf).

III.3. Analyse du phytoplancton :

III.3.1. Matériels :

- Un microscope optique pour l'observation qualitative des cellules phytoplanctoniques.
- Lame et lamelles.
- Becher.
- Pipette.
- Microscope inversé de type OPTIKA B 500 équipés d'oculaires de 15X et d'objectifs de 10, 20, 40 et 60X.
- Tubes de sédimentation pour chambre d'Utermöhl (50 et 100 ml).
- Lamelles de verre pour recouvrir la chambre d'Utermöhl.
- Appareil photo numérique (téléphone portable).

III.3.2. Méthodes utilisées :

L'observation, l'identification et le dénombrement des échantillons sont réalisés selon la **méthode Utermöhl (1958)** à l'aide d'un microscope inversé de type OPTIKA B500.

III.3.2.1 La présentation des étapes de la méthode Utermöhl (1958) :

➤ **Nettoyage du matériel :**

- Les chambres de sédimentation doivent être nettoyées et séchées entre deux utilisations.
- Elles sont rincées à l'eau distillée.
- Les chambres sont ensuite laissées à sécher. Il est fait de même pour les lames de verre rondes et carrées.

➤ **Homogénéisation de l'échantillon :**

- agiter le flacon contenant l'échantillon à traiter manuellement pendant une 15aine de secondes, et comprends une 15aine de mouvements verticaux et horizontaux.

➤ **Préparation du sous-échantillon à faire sédimenter :**

- Après l'homogénéisation de l'échantillon, un volume connu est versé en une seule fois dans la chambre de sédimentation.
- On a choisi une taille de 100 **ml** de la colonne de sédimentation en rapport avec la concentration en particules de l'échantillon.
- La chambre de sédimentation aura été posée sur une surface plane sans vibrations (sur la paillasse du laboratoire).
- Dans le cas de milieux fortement concentrés en particules, il peut être effectué des dilutions. Pour cela, une pipette avec embouts amovibles peut être utilisée (embouts de volume **1 ml**). Un volume connu de l'échantillon est alors introduit dans une chambre de sédimentation de **10 ml**. Il est ensuite ajouté de l'eau distillée pour compléter à **10 ml** avec une pissette d'eau distillée.
- Le volume de sous-échantillon sédimenté doit être repris sur le cahier de comptage.

- Après le remplissage de la chambre de sédimentation, une lame de verre ronde est mise au sommet de la chambre de sédimentation, pour éviter de piéger des bulles d'air.
- la préparation du sous-échantillon à faire sédimenter a été réalisée le soir pour que l'échantillon passe la nuit (obscurité) au laboratoire.
- Le temps de sédimentation dans les cuves à décantation est variable, des temps de **24, 18** heures ou moins. Pour notre étude on a fait la sédimentation pendant **24 h**.
- Après la sédimentation, déposer de chaque côté de la colonne de sédimentation une goutte d'eau distillée.
- Placer une lame de verre rectangulaire à côté de la colonne de sédimentation.
- Pousser la colonne de sédimentation avec la lame rectangulaire afin de placer la lame au-dessus des points de sédimentation.
- Si des bulles d'air apparaissent, effectuer un va et vient avec la colonne et la lame rectangulaire afin de chasser les bulles dans la colonne.
- Après cette opération, déplacer la préparation vers le microscope inversé.



Figure 2: photographies présentent la chambre de décantation, la lame d'observation et le microscope inversé(**originale**).

III.3.2.2. Observation des échantillons, identification et dénombrement :

L'analyse des échantillons se fait au microscope inversé en utilisant les différents grossissements (X20, X40 et X60), qui a permis de caractériser la composition taxinomique et la richesse des espèces où nombre de taxon présents dans les échantillons. (Figure22).



Figure 22: photographie présente le microscope inversé de type OPTIKA B500(**originale**).

A. **L'observation** doit s'effectuer par étape pour permettre de dénombrer les différentes organisations cellulaires (unicellulaire, filament ou colonie) et ainsi obtenir une meilleure fiabilité.

Avant de procéder au comptage, il faut attendre une meilleure sédimentation avant de procéder à l'observation. De plus, une inspection visuelle de la chambre doit être faite à faible grossissement avec le microscope inversé avant le comptage pour vérifier que la sédimentation s'est effectuée de façon aléatoire.

B. **le dénombrement** est effectué sur une surface adéquate (toute la surface de la chambre, ($\frac{1}{2}$ ou $\frac{1}{4}$ de la chambre selon le cas pour les colonies et sur $\frac{1}{4}$ de la chambre). Dans notre étude, Il est effectué avec les objectifs de 20X ou 40X avec un bon balayage de toute la cuve en notant les noms des taxons et leurs effectifs trouvée sur un cahier un Relevé phytoplanctoniques(figure 23)(annexe 01).

Le résultat final du dénombrement dans la chambre de sédimentation est converti pour obtenir une concentration en nombre de cellule par litre.

C. **L'identification** des cellules repose sur l'observation visuelle des caractères généraux et des attributs morphologiques remarquables des cellules, soit par comparaison aux documents de

référence en s'appuyant aussi sur les textes d'accompagnement des illustrations, soit à l'aide de clés d'identification.

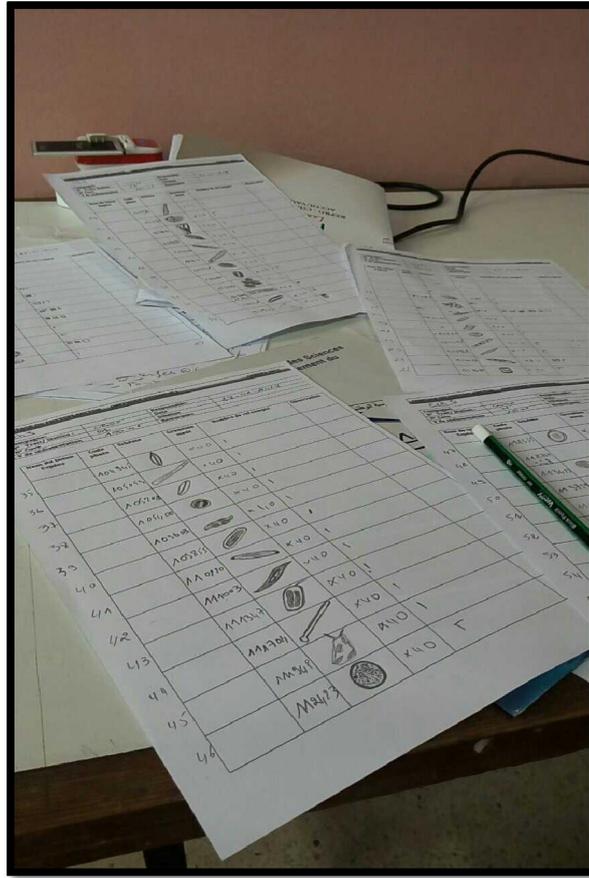


Figure 23 : Exemple d'un relevé phytoplanctoniques(**originale**).

III.4. Analyse des échantillons :

III.4.1. Analyse qualitative :

L'identification taxinomique des différentes espèces phytoplanctoniques a été faite jusqu'à l'espèce quand cela était possible selon les clés d'identification proposées par Bourrelly, basées sur les caractères morphologiques (**Bourrelly, 1966, 1968, 1970 et 1985**), ainsi que différents ouvrages et publications traitant la taxonomie du phytoplancton disponibles au niveau du laboratoire du CNRDPA, tels que : **Trégouboffet Rose (1978), Straub (1984), Nezanet al. 1997), Hansen et al. (2001), Pierre (2001), Straub et al. (2004), et Bafu (2007).**

III.4.2. Analyse quantitative :

Les comptages ont été réalisés en considérant pour chaque organisme, qu'il soit sous forme unicellulaire, colonial ou filamenteux, le nombre réel de cellules par individu.

Pour évaluer la structure de la communauté phytoplanctonique de la zone d'étude, les indices écologiques suivant ont été utilisés :

a. Dominance (abondance)

En tant que concept écologique, l'abondance est une composante importante de la diversité (**Hurlbert, 1971**). C'est une caractéristique d'une population et qui permet de connaître l'importance d'une espèce dans une communauté. Elle représente le rapport, du nombre d'individus (Q_i) d'une espèce donnée, sur le nombre totale d'individus (Q) présent dans un échantillon donné. Elle est exprimée en pourcentage.

b. Densité

C'est un paramètre quantitatif important pour la description de la structure des peuplements phytoplanctoniques, il est calculé selon la méthode de comptage d'UTERMÖL et est exprimé en Nombre de cellules par litre.

c. La Diversité Spécifique :

➤ Richesse spécifique :

C'est le nombre total des diverses catégories taxonomiques auxquelles appartiennent les organismes prélevés à une station d'échantillonnage. Elle mesure la diversité la plus élémentaire, fondée directement sur le nombre total d'espèces dans un site. Un grand nombre d'espèces fait augmenter la diversité spécifique. (**Ngansoumana, 2006**).

➤ Indice de Shannon (H') :

L'indice de Shannon permet d'exprimer la diversité en prenant en compte le nombre d'espèces et l'abondance des individus au sein de chacune de ces espèces. Ainsi, une communauté dominée par une seule espèce aura un Coefficient moindre qu'une communauté dont toutes les espèces sont codominances. (**Boudjenah, 2012**).

$H' > 4.5$ une diversité exceptionnelle

$1.5 > H' > 4.5$ une diversité moyenne

$H' < 1.5$ une diversité faible

Il est donné par la formule suivante :

$$H' = - \sum_{i=1}^{s'} p_i \log p_i$$

Ou' :

-Pi : abondance proportionnelle ou pourcentage d'importance de l'espèce : $p_i = n_i/N$;

-S : nombre total d'espèces ;

-ni : nombre d'individus d'une espèce dans l'échantillon ;

-N : nombre total d'individus de toutes les espèces dans l'échantillon.

➤ **Indice d'équitabilité de Piérou(J')** :

L'indice d'équitabilité permet de mesurer la répartition des individus au sein des espèces, indépendamment de la richesse spécifique. Sa valeur varie de 0 (dominance d'une des espèces) à 1 (équirépartition des individus dans les espèces).

L'indice de Shannon est souvent accompagné par l'indice d'équitabilité de Piérou dont la formule est la suivante :

$$J' = H' / H'_{\max}$$

Avec :

$H'_{\max} = \log S$ (S : nombre total d'espèces).

Ces deux indices restent dépendant de la taille des échantillons et dépendant du type d'habitat.

Leur valeur est relativement basse dans les eaux de transition comme les lagunes, deltas ou estuaires, même lorsqu'ils ne sont pas perturbés. Il reste ainsi, difficile d'en faire un descripteur de l'état d'un milieu, à moins de déterminer au préalable des valeurs seuils pour chaque type d'habitat et pour une surface échantillonnée donnée, ainsi que l'ont proposé (Simboura et Zenetos 2002). (Boudjenah, 2012).

➤ **Indice de Simpson et indice de diversité de Simpson :**

Cet indice a été proposé par (Simpson 1965). Il mesure la probabilité que deux individus sélectionnés au hasard appartiennent à la même espèce. Pour un échantillon fini, l'indice est donné par :

$$L = \sum [n_i (n_i - 1)] / [N (N - 1)]$$

Ou' :

n_i : nombre d'individus dans l'espèce i ;

N : nombre total d'individus ;

Lorsque la diversité est maximale, sa valeur est 0, lorsque la diversité est minimale la valeur tend vers 1.

CHAPITRE IV

Résultats et Discussion

IV.1. Etude qualitative:

IV.1.1. La Composition spécifiques et structure Phytoplanctonique :

Durant notre étude, l'analyse de la composition spécifique des échantillons nous a permis de répertorier **50** taxons, elles se répartissent dans deux principaux groupes floristiques prépondérants: les Diatomées avec **17** genres et les Dinoflagellés avec **16** genres. Aussi, nous avons remarqué que les deux groupes sont présents dans toutes les stations avec des proportions plus au moins différentes une richesse spécifique presque équivalente,

Ces résultats montre que la population phytoplanctoniques au niveau de ces trois stations sont structurées bien diversifier au sein des deux groupes taxonomiques.

Nous constatons aussi la présence d'une unique espèce de la classe des Coccolithophoridés, une seule espèce de Raphidophyceae, et une seule espèce de Euglenophyceae dans le globale des échantillons de notre étude(**Tableau 06**).

Tableau 06 :Liste de différentes espèces rencontrées au cours de notre étude:

Dinoflagellés	
<i>Acumunata sp</i>	<i>Dissodinium pseudocalani</i>
<i>Alixandrium sp</i>	<i>Goniochloris mutica</i>
<i>Archaeoperidinium saanichi</i>	<i>Gymnodinium microreticulatum</i>
<i>Ceratium furca</i>	<i>Impagidinium plicatum</i>
<i>Ceratium fusus</i>	<i>Mesodinium rubun</i>
<i>Ceratium horridum</i>	<i>Mesoporosper foratus</i>
<i>Ceratium pentagonum</i>	<i>Nematosphaeropsis labyrinthus</i>
<i>Ceratium teres</i>	<i>Noctiluca scintillans</i>
<i>Cochlodinium fulvescens</i>	<i>Phalacroma rotundata</i>
<i>Prorocentrum ehrenberg</i>	<i>Protoperidinium sp</i>
<i>Prorocentrum mexicanum</i>	<i>Protoplast sp</i>
<i>Prorocentrum micans</i>	<i>Pyrophacushoro logicum</i>
<i>Prorocentrum minimum.</i>	<i>Prorocentrum rolundalum</i>
<i>Prorocentrum norrisianum</i>	<i>Prorocentrum triestinum</i>
<i>Prorocentrum panamensis</i>	

Diatomées	
<i>Biddulphia alternans</i>	<i>Scripsella sp</i>
<i>Biddulphia vesiculosa</i>	<i>Teilungs stadium</i>
<i>Coscinodiscus sp.</i>	<i>Licomophora Ehrenbergi</i>
<i>Gonyaulax sp</i>	<i>Stephanodiscus sp</i>
<i>Minidiscustrio culatus</i>	<i>Melosira sp</i>
<i>Oodinium pouchetii</i>	<i>Haematococcus pluvialis</i>
<i>Rhizosolenia imbricata</i>	<i>Mesoporos perforatus</i>
<i>Schalena nsicht</i>	<i>Protoplast sp</i>
<i>Schalenansicht sp</i>	<i>Scrippsiellatro choida</i>
AUTRE	
<i>Thalassionema nitschioides</i>	<i>Euglena sp</i>
<i>Phaeocyst sp</i>	<i>Fibrocapsa sp</i>

Selon l'identification et le dénombrement de nos échantillons, la classe des Dinoflagellés est représentée par près de **58%** du total des espèces phytoplanctonique répertoriées. Elle est composée de **29** espèces les plus dominantes sont:

- Genre *Ceratium* : avec **5** espèces dont : *C. furca*, la plus fréquente, *C. horridum*, *C. fusus*, *C. pentagonum*, et *C. teres*.
- Genre *Prorocentrum* : il est présent avec **8** espèces : *P. panamensis* , *P. minimum*, *P. rolundalum*, *P. triestinum*, *P. mexicanum*, *P. micans*, *P. norrisianum*, et *P. ehrenberg*.

La classe des Diatomées présente **36%** du total des espèces. Elles sont dans **17** genres regroupant chacun d'eux une seule espèce. Les genres *Coscinodiscus sp* et le genre *Schalenansicht sp* sont les plus dominants.

En outre, le reste des espèces se présente avec des pourcentages égaux. Les Coccolithoforidées, Raphidophyceae, et les Euglenophyceae n'ont jamais représenté plus de **2%** de la densité totale quelle que soit la station considérée. En conséquence, ils n'ont pas été pris en compte dans les différentes analyses et représentations graphiques.

IV.1.2. Les espèces nuisibles et toxiques :

Au cours de notre étude deux espèces phytoplanctoniques toxiques ont été observées, d'une très faible densité :

- *Alexandrium sp.*: genre *Alexandrium*, appartenant à la famille des GoniDOMATAceae, ordre des Péridiniales, classe des Dinophycées (ou dinoflagellés). *Alexandrium minutum* a été décrit par (HALIM 1960), à la suite d'une eau rouge dans le port d'Alexandrie. Une dizaine d'espèces d'*Alexandrium* sont connues au niveau mondial pour produire des toxines paralysantes, dites PSP (Paralytic Shellfish Poison).

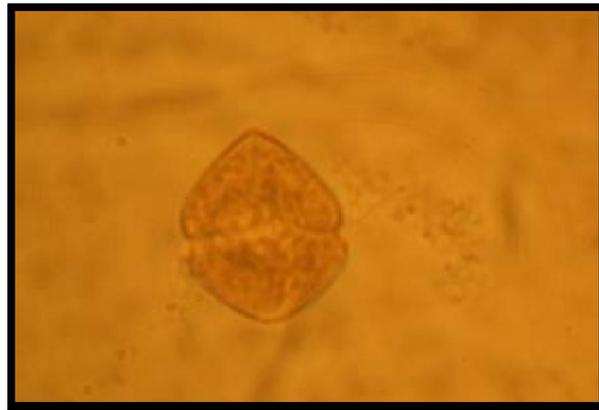


Figure23:Photo sous microscope d'*Alexandrium sp.* (Originale)

- *Prorocentrum micans* : c'est une espèce cosmopolite, vivant aussi bien dans les aires néritique que dans les eaux du large, dans les mers tropicales que les dans les eaux froide. Elle forme des eaux colorées dans beaucoup de région du monde (Jacques 2006). Les eaux de couleur rouge-brun. Mortalités des moules. La forte diminution d'oxygène dissous, peut expliquer les mortalités (ICES, 1988).



Figure24: Photo sous microscop de *Prorocentrum mican.* (Originale)

IV.2. Etude quantitative :

IV.2.1. L'Analyse des densités cellulaires:

La (figure 25) représente la distribution comparative des densités cellulaires au niveau de chaque station. Il en ressort que tous les groupes sont presque égaux par rapport à la densité totale au niveau des trois stations. Les Diatomées avec densité cellulaire légèrement faible par rapport au Dinoflagellés au niveau de chaque station.

Nous avons marqué des faibles variations observées au niveau des sites étudiés durant la période d'étude, en effet, la densité maximale a été observée dans l'échantillon au niveau de la station de Hounaine avec **2910 cells/L.** par contre la densité minimale a été enregistrée dans l'échantillon au niveau de la station de Madaghavec **2770 cells/L.**

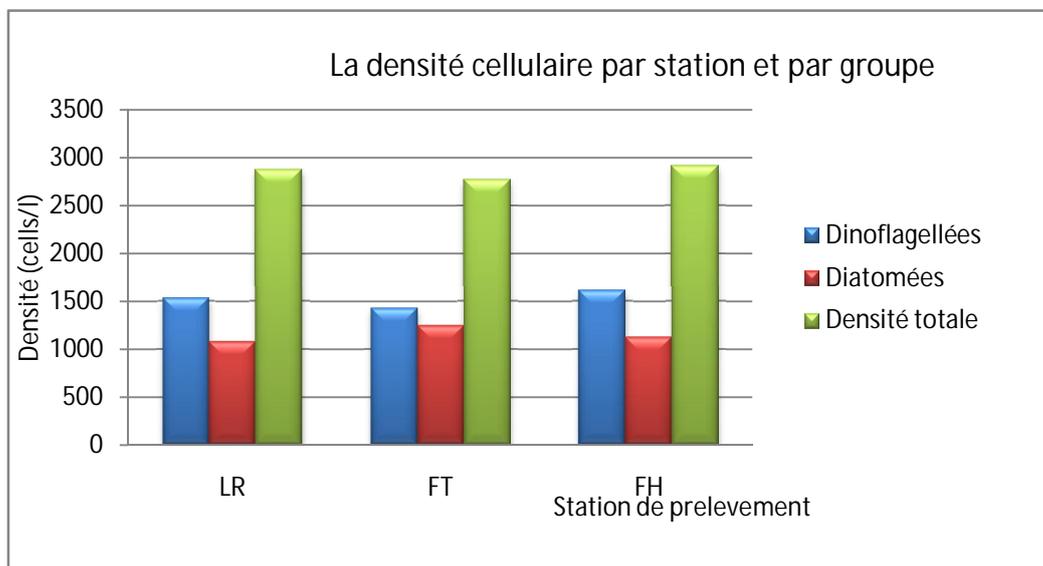


Figure 25: Variation de la densité cellulaire par station par groupe et totale.

IV.2.2. L'abondance relative :

La répartition de l'abondance des Diatomées, Dinoflagellés, au niveau des trois stations est représentée dans la (figure 26). Dans les trois stations il y'a une dominance nette de la classe des Dinoflagellés. Par contre dans la station du large de Rachgoune il se trouve que les pourcentages des autres espèces sont nettement plus grands que dans les deux autres stations avec **9%**, Ceci est probablement dû à la position géographique de la station de la zone de Rachgoune.

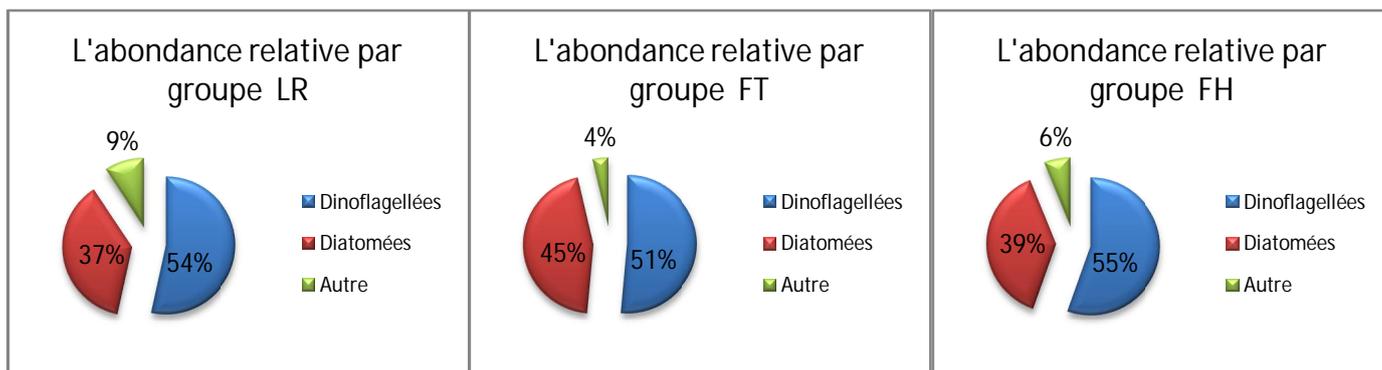


Figure 26: Variation de l'abondance relative par station par groupe.

IV.2.3. La Richesse spécifique :

Dans cette partie, on s'est intéressé à la description de la variation de la richesse spécifique du phytoplancton au niveau de toutes les stations (Figure 27). Le phytoplancton de la zone d'étude est caractérisé par une richesse spécifique modeste avec (50 taxons) regroupés en 36 genres. En moyenne, 44 espèces différentes ont été recensées par station.

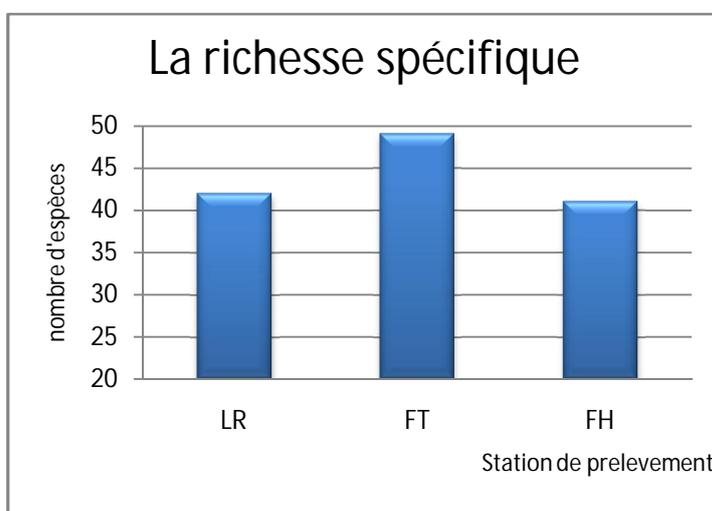


Figure 27: La richesse spécifique de chaque station.

IV.2.4. Analyse de la richesse spécifique :

Dans le présent travail, la comparaison est basé sur la variation du nombre d'espèces qui concerne exclusivement les Diatomées et les Dinoflagellés, la plus grande diversité d'espèces est observée chez les Dinoflagellés par rapport aux Diatomée au niveau de la station de Madagh, par contre une légère différence entre les deux groupe au niveau de la station de Honaine et le large de Rachgoune (Figure 28).

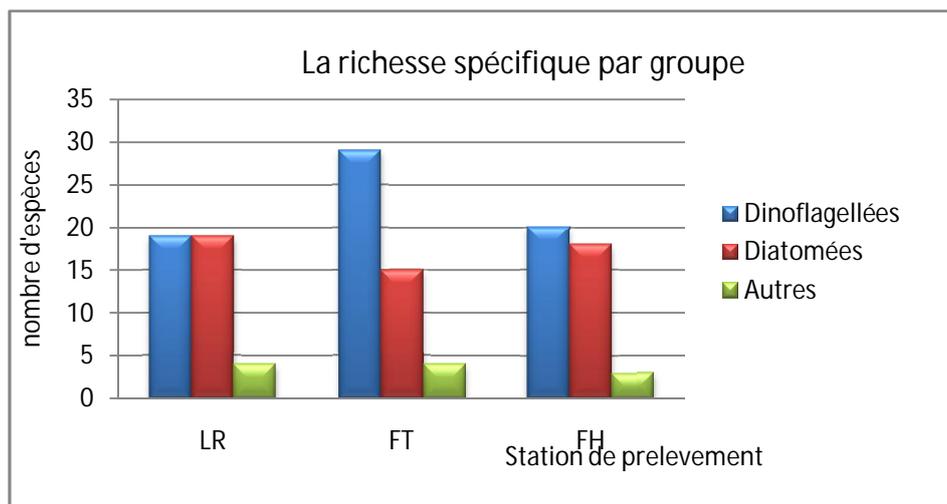


Figure 28: La richesse spécifique de chaque station par groupe phytoplanctonique.

IV.2.5. Indice de Shannon et indice de Simpson :

Tableau 07 : Variations des indices de Shannon (H') et de Simpson(L), dans les différentes stations:

Station	Indice de Shannon (H')	Log(S) = H'max	Indice de Simpson (L)
LR	1.35	1.62	0.007
FT	1.21	1.69	0.13
FH	0.68	1.61	0.31

Le calcul de l'indice de diversité de Shannon H' des trois stations, donne des valeurs comprises entre **0.68bit/ind** et **1.35bit/ind**. La valeur maximale est au niveau de la station Large de Rachgoune, Ceci est confirmé par l'indice de Simpson L qui prend la valeur de **0,007**.

Alors l'indice de Simson est considéré comme point de confirmation des résultats obtenue par l'indice de diversité de Shannon H' . Après l'analyse des résultats obtenu par cet indice, nous avons des valeurs qui tendent vers **0**, qui indique la présence de grand nombre des taxons phytoplanctoniques et une forte diversité en général.

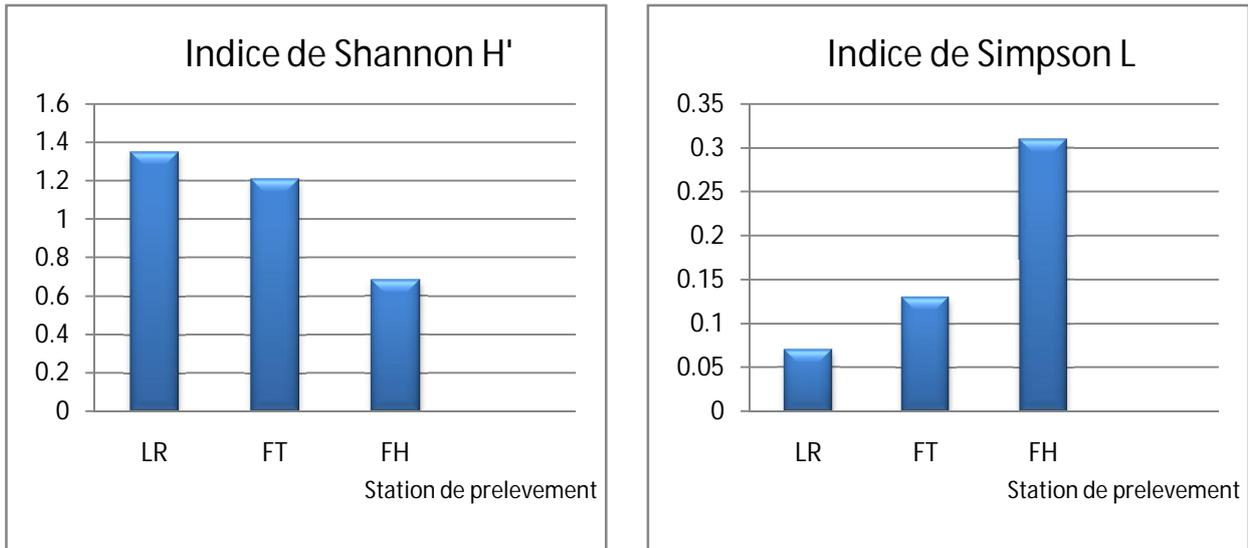


Figure 29: Evaluation d'indice de Shannon et Simpson au niveau des différentes stations.

IV.2.6. L'équitabilité ou la régularité :

Dans notre cas la répartition des espèces dans les stations du Large de Rachgoune et de Madagh est plus au moins équilibrée l'indice J' tend vers **1**, mais dans la station de Honaine et égale à **0.42** qui tend vers **0** alors la répartition des espèces est moins équilibrée.

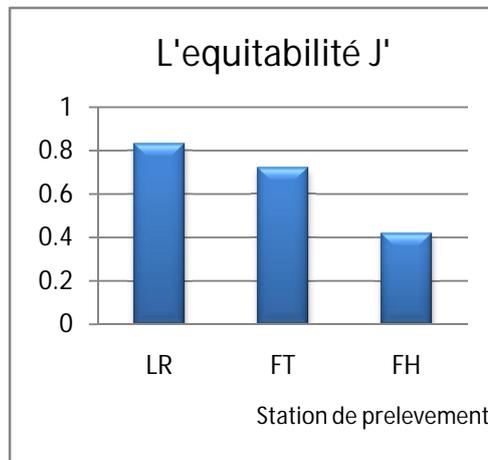


Figure 30: L'indice d'équitabilité au niveau des différentes stations.

IV.3. Discussion Générale :

La connaissance de la composition taxonomique et l'organisation des peuplements phytoplanctonique est considéré comme une information très importante pour la compréhension de l'état et du fonctionnement d'un écosystème et c'est un indice de la biodiversité écologique, ces derniers son influencés par les conditions environnementales, liées aux facteurs physiques qui contribue à la croissance du phytoplancton comme l'ont montré différents travaux. selon (**Lalami-Taleb 1971**) les dinoflagellés tolèrent des températures biens spécifiques, supérieures à 16-17°C, alors que les diatomées sont favorisées par des températures entre 15 et 22°C (**Collignon 1991**).

Dans notre travail qui porte sur l'analyse quantitative et qualitative des communautés phytoplanctoniques de trois stations au niveau des côtes de Béni-Saf dans l'extrême ouest algérien, l'inventaire des espèces rencontrées porte sur le phytoplancton (essentiellement les Diatomées et les Dinoflagellés).

Les taxons identifiés sont répertoriés sans prétendre à l'exactitude parfaite des déterminations, ainsi la marge d'incertitude qu'implique les observations au microscope optique vue la non disponibilité du matériel, il a été recensé au cours de cette étude **50** espèces regroupées dans **36** genres au niveau des trois stations.

Les résultats de notre travail et les valeurs obtenues restent indicatrices d'un état d'oligotrophie, état typique de la mer Méditerranée, qui se traduit par une richesse spécifique modeste et appréciable et témoigne de la présence d'une production primaire moyenne dans notre zone d'étude, en termes de nombre d'espèces, les dinoflagellés sont les plus représentées avec **58%** d'espèces suivies par les diatomées qui représentent **36 %**.

La comparaison de la variation du nombre d'espèces qui concerne exclusivement les Dinoflagellés et les Diatomées, révèle des fluctuations importantes constatées par une plus grande diversité d'espèces chez les Dinoflagellés par rapport à celle des Diatomées, notamment dans le site de Madagh où la richesse spécifique est la plus diversifiée fortement due à la position des cages flottantes dans une zone vierge en activité humaine, par contre la richesse est moindre dans le site de Honaine où les cages sont installées à l'entrée du port qui signifie une zone à forte activité, et le site du Large de Rachgoune peut se traduire par l'apport de l'embouchure de Tafna qui peut être la source d'enrichissement du milieu en éléments nutritifs qui peut influencer la diversité.

En ce qui concerne la variation des densités cellulaires par station;

La classe des Dinoflagellés typiquement marine (**Tolomioet al. 1999**), est plus abondante au niveau de la station de Honaine, cela peut être traduit par le niveau d'activité au niveau de la région et l'apport en éléments nutritifs qui provient sûrement de l'alimentation de l'élevage aquacole des **12 cages** installées du loup et de la daurade, mais on constate presque le même cas dans les deux autres stations cela est dû aussi à l'enrichissement du milieu soit par l'élevage aquacole dans le cas du site de Madagh avec **06 cages** installées, soit par le flux de l'oued de tafna dans le site du Large de Rachgoune.

Elles se concentrent au niveau de ces zones, vu leur possibilité de déplacement, les Dinoflagellés se mobilisent pour utiliser les sels nutritifs dans la colonne d'eau même lorsque les concentrations sont faibles, cependant, elles sont gênées par l'instabilité des courants et le brassage, alors elles se déplacent pour rejoindre les conditions favorables qui assurent la survie et le développement de phytoplancton.

L'analyse de la richesse spécifique de notre travail nous révèle que:

- Les indices de Shannon **H'** et de Simpson **L** indiquent qu'en général dans les trois stations la diversité est faible avec des valeurs de **H'** moins de **1.5**, et au niveau du site de Honaine elle est moins diversifiée en comparaison avec les deux autres stations, ce qui confirme la présence et la dominance des deux groupes phytoplanctoniques, car les conditions favorables sont réunies pour développer un certain genre spécifique pionnière du phytoplancton.
- L'équitabilité **J'** vaut (**0**) quand un seul taxon domine et (**1**) quand tous les taxons ont la même abondance, dans notre étude l'indice **J'** tend vers **1** dans les échantillons du site de Madagh et le Large de Rachgoune, qui signifie que la répartition des peuplements phytoplanctoniques au sein des groupes est équilibrée, dans le site de Honaine le **J' = 0.42** qui se traduit aussi par une équitabilité des espèces mais par contre il tend un peu vers le **0** vu la dominance du groupe des Dinoflagellés, et qui est due forcément à l'activité aquacole et la position en face du port (le milieu est riche en éléments nutritifs).
- Au niveau de la station de Madagh le nombre d'espèces de Dinoflagellés est nettement supérieur aux Diatomées, car la plupart des Dinoflagellés peuvent réagir aux variations de l'éclairement (la ferme de Madagh est entrée en activité en 2018 qui signifie une faible turbidité et bon éclairage), grâce à l'augmentation, ou à la réduction de la taille et/ ou du nombre de leur unité photosynthétique, ou par la

quantité de péridinien « pigment caractéristique des Dinoflagellé » qui peut être régulée plus rapidement que celle de la chlorophylle . La croissance des Diatomées est, en revanche, favorisée par des faibles taux d'éclairement(**Smayda 1997**) qui est le cas dans les deux autres stations.

Conclusion

Cette étude des sites aquacoles de la zone de Béni-saf, centrée sur les fermes RACKFISH et AQUADORA, fait partie d'une contribution à une étude sur les relations entre la pisciculture marine en cages flottantes et l'environnement concernant l'impact sur la structuration des populations phytoplanctoniques, Il s'agit d'une observation de trois échantillons de trois station un témoin au large de Rachgoune et les deux au niveau des deux fermes marines, prenant en compte, par une approche sur l'analyse qualitative et quantitative.

Les paramètres retenus sont : la flore totale (nombre total de cellules végétales présentes dans les échantillons), la biodiversité des populations phytoplanctoniques ainsi la richesse spécifique des espèces phytoplanctoniques, ces résultats appellent les commentaires suivants :

- En général, une légère variation de la **richesse spécifique** entre les cages et le point témoin (large de rachgoune) car dans notre étude le flux de l'oued de la Tafna n'est pas pris en compte, ce dernier peut influencer les résultats de la structure du phytoplancton (le flux de l'oued peut atteindre le point l'ile de rachgoune) .

- **L'équitabilité** des deux groupes phytoplanctoniques due essentiellement à l'apport dans la colonne d'eau des produits des rejets solubles, comme l'ammonium ou le phosphore, qui a un impact direct sur les producteurs primaires en leur fournissant le substrat minéral nécessaire à leur croissance et développement, ainsi le broutage du phytoplancton par les zooplanctons masque l'augmentation de la production primaire en maintenant **constant** le stock algal.

- La quantité d'énergie lumineuse nécessaire à la photosynthèse peut être limitée par la turbidité de l'eau, créée par les nombreuses particules en suspension, qui engendre **l'abondance** de quelque taxons (Dinoflagellés, Diatomées).

-Il est évident que dans des sites relativement fermés le cas des cage du site de Honaine, le faible renouvellement de l'eau ne pourra assurer l'exportation des nutriments et des cellules phytoplanctoniques qui se développeront sur place et qui favorisera le développement d'espèces à croissance lente comme la plupart des espèces de **Dinoflagellés**, dont certaines sont toxiques.

- L'augmentation de l'abondance relative des autres groupes que les Dinoflagellés et Diatomées dans le point témoin (Large de Rachgoune) induit que Les rejets des élevages n'apportent pas que des sels minéraux mais aussi de la matière organique en grande

abondance qui peut stimuler la croissance du phytoplancton, soit en apportant les vitamines qui leur sont nécessaires, qui sont contenues dans la nourriture des poissons, soit par des produits de dégradation.

- Compte-tenu de la spécificité physiologique des algues phytoplanctoniques, ces apports peuvent modifier la composition de ces communautés en favorisant, en particulier, le développement des dinoflagellés.

Ces remarques ne doivent pas entraîner de conclusion hâtive sur une éventuelle "nocivité" de l'élevage vis à vis du phytoplancton habituellement présent dans la zone, ni sur son impact, le développement du phytoplancton n'est, en effet, pas homogène dans l'espace, alors notre travail doit se compléter par d'autres approches, et comme recommandation nous proposons:

- L'ensemble des apports décrits précédemment qu'ils soient liés à l'activité biologique des poissons ou à la production et à l'entretien de l'élevage ne sont pas sans conséquence sur l'environnement proche des installations aquacoles, l'impact de celles-ci sur le milieu environnant concernera aussi bien les masses d'eau avoisinantes que les sédiments sous-jacents, à cette effet l'échantillonnage doit être fait même pour le sédiment, les poissons, les couches de la colonne d'eau, en discutant le rapport avec le développement phytoplanctonique.

- Les apports massifs de déchets minéraux et organiques, solubles et solides, ne sont pas seuls en cause, les installations elles-mêmes provoquent des modifications dans la structuration du phytoplancton, faut les prendre en considération.

- Notre étude devrait se poursuivre par une surveillance des paramètres fondamentaux ainsi déterminés, qui influence le développement du phytoplancton, la comparaison avec d'autres sites vierges car le site témoin du Large de Rachgoune n'est pas favorable, éventuellement des études particulières sur des points sauvages non couverts par des activités urbaines.

- La mise en évidence des paramètres essentiels pour une surveillance ultérieure du développement du phytoplancton, si nécessaire, un ajustement des pratiques permettant de concilier la pisciculture et le milieu.

Références bibliographiques

- **Anda, V.D., Jaeger, J., Lam, J., Leon, K., Ostowari, M., Soberon, E., and Noren, A., 2014**-Phytoplankton Biological Community Assessment: Case Study at the Ballona Wetlands Ecological Reserve. 47p.
- **Belinn., 1991; Fritz et al., 1993; Basse et al., 1995; Bloum et al.,2003; Beisl et al.,2011.**
- **Boudjenah M., 2012**- Etude de la structure et de la dynamique des populations phytoplanctoniques des eaux marines côtières de la région de Mostaganem et d'Alger .Mémoire de Magister de l'université de MOSTAGANEM : 86p.
- **Bougis P., 1974**- Ecologie du Plancton marins, Tome 1 : Le Phytoplancton : 38, 61, 81-84p.
- **Bourrelly P., 1985.** Les algues d'eau douce. Initiation à la systématique. III. Les algues bleues et rouges, les Eulériens, Péridiniens et Cryptomonadines. 2e éd., Soc. Nouv. Ed. Boudée, Paris, 606 pp.
- **Bourrelly P., 1970.** Les algues d'eau douces. Algues bleues et rouges. Edition Boubée et Cie. Paris : 572p.
- **Braïk D J., 1989**- Etude de la dynamique sédimentaire devant Bou Ismail - Sédimentologie-Problèmes d'érosion du littoral-Aménagement. Thèse Magistère en Géologie. Alger : U.S.T.H.B.174p.
- **Cloutier, S., 1984**- Influence de la salinite sur la productivite du phytoplancton du fjord du Saguenay. Université du Québec à Chicoutimi.
- **Colyer, C.L., Kinkade, C.S., Viskari, P.J. et Landers, J.P., 2005**-Analysis ofcyanobacterial pigments and proteins by electrophoretic and chromatographicmethods. Analytical and Bioanalytical Chemistry.382 :pp.559-569.
- **Faust, M.A., and Gullede, R.A., 2002**- Identifying Harmful Marine Dinoflagellates. pp.1-144.
- **Findley DL., Klingh HJ., 1994**- protocole de mesure de la biodiversité : Lephytoplancton d'eau douce. Ministère des pêches et océans Institut des eauxdouces. 501 University Crescent Winnipeg (Manitoba) R3T2N6 Canada. 17p.
- **Frontier, S., 1976**- Utilisation de diagrammes rang-fréquence dans l'analyse des écosystèmes.
- **Ganf, G.G., Heaney, S.I. and Corry. J., 1991**- Light absorption and pigment content in natural populations and cultures of a non-gas vacuolate cyanobacterium

Oscillatoria bourrellyi (= *Tychomema bourrellyi*). Journal of Plankton Research.13 :pp.1101-1121.

- **Hansen G., Turquet J., Quod J.P., Ten Hage L., Lugomela C., Kyewalyanga M., Hurbungs M., Wawiye P., Ogongo B., Tunje S. et Rakotoarinjanahary H., 2001.** Potentially Harmful Microalgae of the Western Indian Ocean. Manuals and Guides 41. pp.5- 79.
- **Hoppenrath, M., Elbrächter, M., and Drebes, G., 2009-** Marine phytoplankton: selected microphytoplankton species from the North Sea around Helgoland and Sylt (Stuttgart: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchh).
- **Houari, A., 2009-** Diversité saisonnière des assemblages phytoplanctoniques dans la retenue de barrage de Sidi-Yacoub (Chlef), Impact des facteurs biotiques et abiotiques sur l'évolution de la qualité de l'eau.
- **Hurlbert S. H., 1971-**The non-concept of species diversity : A critique and alternative parameters. Ecology, 52: pp.577-586.
- **Iglesias-Rodriguez, M.D., Schofield, O.M., Batley, J., Medlin, L.K. et Hayes, P.K., 2006-** Intraspecific genetic diversity in the marine coccolithophore *Emiliana huxleyi* (Prymnesiophyceae): The use of microsatellite analysis in marine phytoplankton population studies. Journal of phycology.42 :pp.526-536.
- **Iwai, M., and Winter, D., 2002-**DATA REPORT: TAXONOMIC NOTES OF NEOGENE DIATOMS FROM THE WESTERN ANTARCTIC PENINSULA: OCEAN DRILLING PROGRAM LEG 178. 57p.
- **Jeffrey S.W., Mantoura R.F.C., Wright S.W., 1997-** Phytoplankton pigments in oceanography: guidelines to modern methods. Monographs on oceanographic methodology, UNESCO publishing. 61p.
- **John, D.M., 1994-** Alternation of generations in algae: its complexity, maintenance and evolution. Biology Review. 69: pp.275-291.
- **Le Cohu, R., and Maillard, R., 1986-** Diatomées d'eau douce des îles Kerguelen (à l'exclusion des Monoraphidées). Ann. Limnol. 22, pp.99–118.
- **Mann K.H. et Lazier J.R.N., 1966-**Dynamics of marine's ecosystems. Blackwell Science Inc. 394p.
- **Margulis L., Schwartz K., 1998-** Five kingdoms. An Illustrated Guide to the Phyla of Life on Earth, W.H. Freeman, New York, 448p.

- **Neaud-Masson, N., 2015-** Observation et dénombrement du phytoplancton marin par microscopie optique photonique-Spécifications techniques et méthodologiques appliquées au REPHY. Document de méthode.
- **NEZAN, E., 1997-** Guide pratique à l'usage des analystes du Réseau National de Surveillance du phytoplancton. 31p.
- **Noël Grogan, 2012-** Structure, fonctionnement et dynamique du phytoplancton dans le lac de Taabo (Côte d'Ivoire) / Thèse d'écologie fonctionnelle Université de Toulouse, INP-Ensat. 141p.
- **Pauc H., 1989-** L'Intrusion saline et la dynamique des matériaux en suspension au contact fluvio-marin : Régime de crue et régime d'étiage dans l'Oued Mazafran (OuestAlgérois). Elsevier science publishers. Marine Geology. 1989, Vol. 87, pp.95-102.
- **Peperzak L., Colijn F., Koeman R., Gieskes W.W.C., Joordens J.C.A., 2003-** Phytoplankton sinking rates in the Rhine region of fresh water influence. *J. Plankton Res.* **25**: pp.365-383.
- **Prescott, L.M., Harley, J.P. et Klein, D.A., 2003-** Microbiologie, 2ème édition. De boeck Université, Bruxelles.
- **Reynolds C.S., 1998-** What factors influence the species composition of phytoplankton in lakes of different trophic status. *Hydrobiologia*. **11** (26): pp.369-370.
- **Simboura N., Zenetos A., 2002-** Benthic indicators to use in ecological quality classification of Mediterranean soft bottom marine ecosystems, including a new biotic index. *Med. Mar. Sci.*, 3(2) : pp.77-111.
- **Sournia, A., 1995** Diatomées planctoniques du canal de Mozambique et de l'île Maurice. 139p.
- **Smayda T.J., 1998-** Patterns of variability characterizing marine phytoplankton, with examples from Narragansett Bay. *ICES Journal of Marine Science Vol.55, Issue4, pp.562-573.*
- **SMITH, W., 1853-** THE BRITISH DIATOMACEE.
- **Starmach, K., 1974-** Cryptophyceae, Dinophyceae, Raphidophyceae. FloraSłodkowodna Polski. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- **Stickney HL, Hood RR, Stoecker DK., 2000-** The impact of mixotrophy on planktonic marine ecosystems. *Ecol. Model.*, 125 (2-3): pp.203-230.

- **Stockner J.G., Antia, N.J.**, 1986- Algal phytoplankton from marine and freshwater ecosystems: A multidisciplinary perspective. *Can. J. Fish.Aquat. Sci.* 43 :pp.2472-2503.
- **Teapisut, K., and Patarajinda, S.** Species Diversity of Marine Planktonic Diatoms at Chang Islands, Trat Province. 12p.
- **Thatcher, J.,2003-** *Stephanodiscus hantzschii* var *delicatula* 1000X Bunch 9-16-03 pres.
- **Van Den Hoek C., Mann D.G., Jahns H.M., 1995-** Algae: An introduction to phycology. Cambridge University Press Publ., United Kingdom, 623p.
- **Vidal, L.A., Ospino-Acosta, K., Linares-Vargas, K., and García-Urueña, R.,2017-** DIATOMEAS ASOCIADAS A MACROALGAS EN PLACAS PERMANENTES DE LA COLECCIÓN DEL PROFESOR GERMÁN BULA MEYER, UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA, COLOMBIA. *Bull. Mar. Coast. Res.* 46p.
- **Wetzel R.G. et Likens G. E., 2001-** *Limnological Analyses*, 3rd edition. Springer-Verlag. 429p.
- **Y. del Amo.,2014-** LE PHYTOPLANCTON et la CHLOROPHYLLE.
- **Zeitzschel B., 1978-** Why study phytoplankton ? In: Sournia A (ed) *Phytoplankton manual*. Monographs on oceanographic methodology - UNESCO: pp.1-6.

- **Recherche sur internet:**

Mémoire sur les phytoplanctons - Recherche Google.

- Algae-base : Listing the World's Algae.
- classification des micro-algues..
- L'identification du phytolpancton.
- Illustration des microphytes planctoniques et benthiques des côtes algériennes
- Algaebase.org.
- Etude d'impacte environnementale en eau de mer.
- L'aquaculture marine

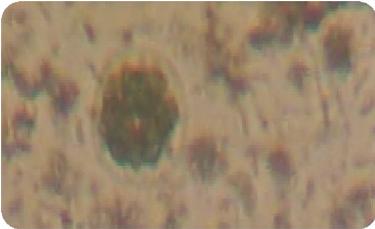
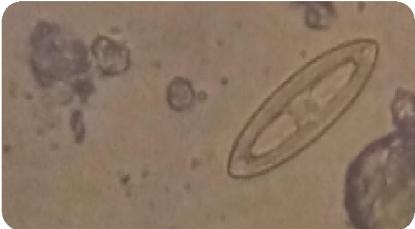
Annexe

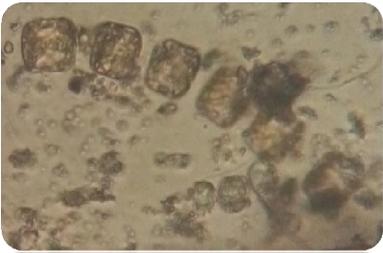
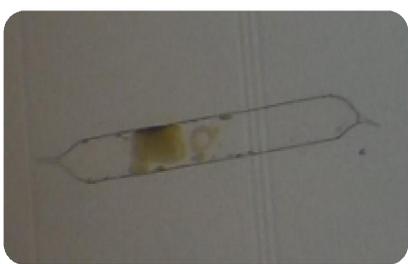
Annexe 02: Données générales d'analyse quantitatif des populations phytoplanctonique.

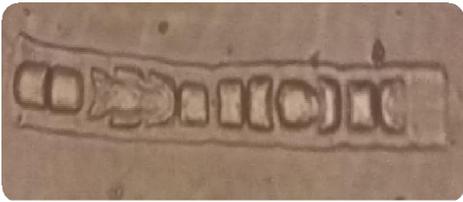
	LR (Large de Rechgoune)			FT (Ferme de Madagh)			FH (ferme de Honaine)		
Richesse spécifique S	42			49			41		
Dino/ Diato/ Autre	19	19	4	29	16	4	20	18	3
H' Shannon	1.35			1.21			0.68		
H'max	1.62			1.69			1.61		
Piérrou J'	0.83			0.72			0.42		
Lsimpson	0.07			0.13			0.31		
Densité total	2880			2770			2910		
Dinof / Diatom	1530		1075	1425		1245	1612		1121
Dino/Diato/Autre	53.40%	37.32%	9.27%	51.44%	44.94%	3.61%	55.39%	38.52%	6.09%

Annexe 03 : Photos de quelques espèces rencontrées au cours de notre étude.

Remarque: les photos ont été faites par un collègue spécialisé dans l'audio visuel.

Classe des diatomées		
		
<i>Gomphoneis</i> sp	<i>Lindavia</i> sp	<i>Navicula</i> sp
		
<i>Licmophora ehrenbergii</i>	<i>craticulahalophila</i>	<i>Pinnularia</i> sp

		
<i>Thalassiosira hyalina</i>	<i>Coscinodiscus</i>	<i>Rhizosolenia</i> Schuttsp. Ehrenb.
Classe des dinophyceae		
		
<i>Noctiluca scintillans</i>	<i>Protoperdinium pentagonum</i>	<i>Actinocyclus</i>
		
<i>Neoceratium fusus</i>	<i>Procerentrum</i>	<i>Ceratium</i> SP
Classe des Chlorophyceae		
		
<i>Chlorococcum</i> sp.	<i>Pleurococcus</i> sp.	

Classe des Cyanophyceae		
		
<i>Stigonemasp</i>	<i>Microchaeteuberrima</i>	
Classe des Euglenophyceae		
		
<i>Euglenasp</i>	<i>Euglenasp</i>	<i>Euglenasp</i>
Classe des prymnesiophyceae	Classe des Dictyochophyceae	
		
<i>Phaeocystisglobosa</i>	<i>Dictyochasp</i>	
Divers		
		
Foraminifères		

Annexe 04 : la composition du Lugol.

La composition chimique de Lugol acide	
• Iode	50 g
• Iodure de potassium	100 g
• Eau distillée	1000 ml
• Acide acétique glacial.....	100 g

GLOSSAIRE

Aérobic Se dit des micro-organismes, telles certaines bactéries, qui ont besoin d'oxygène pour vivre.

Anaérobic Se dit des micro-organismes qui n'ont pas besoin d'oxygène pour se développer, c'est le cas de certaines bactéries ou cellules qui ne peuvent vivre au contact de l'air.

Aquaculture Activité professionnelle d'élevage de poissons, coquillages, crustacés.

Autotrophe Qualifie un organisme capable de synthétiser de la matière organique à partir de matière minérale en utilisant l'énergie lumineuse et la chlorophylle (photosynthèse).

Azote L'azote, élément chimique (N), désigne dans le langage courant le gaz diatomique diazote (N₂), constituant majoritaire de l'atmosphère terrestre (78 %, l'oxygène représentant 21 %). L'azote est le 34^e élément composant la croûte terrestre par ordre d'importance. Les minéraux contenant de l'azote sont essentiellement les nitrates, comme le nitrate de potassium (constituant du salpêtre), qui servait autrefois à faire des poudres explosives, ou le nitrate de sodium.

Bactérie Être vivant unicellulaire de très petite taille (de l'ordre du micron).

Bassin versant Territoire associé à une rivière et regroupant tous les terrains sur lesquels ruissellent, s'infiltrent et courent les eaux qui alimentent cette rivière.

Biodiversité Diversité naturelle des organismes vivants. La biodiversité s'apprécie en considérant la diversité des écosystèmes, des espèces et des populations dans l'espace et dans le temps.

Efflorescence ou bloom

Développement important et rapide de la concentration d'une espèce (ou de quelques espèces) de phytoplancton dans un milieu aquatique, qui se traduit généralement par une coloration de l'eau (rouge, brun-jaune ou verte). Cette prolifération, végétale puis bactérienne, provoque une asphyxie du milieu. Ce phénomène peut concerner des eaux douces ou marines. On considère généralement le seuil de l'efflorescence algale à 10 000 cellules par millilitre ; dans certains cas, la concentration peut atteindre plusieurs millions de cellules par millilitre.

Estran Partie du littoral qui se découvre au rythme des marées.

Eutrophisation Déséquilibre d'un écosystème, dû à un excès de nutriments, qui se traduit par une croissance excessive d'algues et/ou de micro-algues et une diminution de l'oxygène dissous dans l'eau.

Flagelle Filament mobile et organe locomoteur.

Fossile vivant On parle de fossiles « vivants » car les diatomées, nées il y a des centaines de millions d'années, existent encore aujourd'hui, contrairement, par exemple, aux dinosaures qui ont disparu il y a 65 millions d'années et dont on retrouve des fossiles « morts ».

Gaz à effet de serre Gaz qui, dans l'atmosphère d'une planète, absorbent les radiations solaires infrarouges et les redirigent vers la surface, contribuant ainsi à augmenter la température de surface de cette planète. Dans l'atmosphère terrestre, l'un des principaux gaz à effet de serre est le dioxyde de carbone (CO₂).

Gulf Stream Puissant courant océanique de surface né dans le golfe du Mexique qui traverse l'océan Atlantique et assure à l'Europe de l'Ouest un climat doux.

Hétérotrophe Se dit d'un organisme qui a besoin de substances biochimiques, qu'il trouve dans son milieu, pour assurer l'édification de sa propre substance vivante.

Biomasse Quantité de matière vivante présente à un instant donné dans un espace ou un volume donnés.

Cellule Le plus petit élément organisé de tout être vivant.

Chlorophylle Molécule permettant aux végétaux de capter l'énergie lumineuse et de la transformer en énergie chimique pour fabriquer des molécules organiques.

Diatomite Roche de couleur claire formée entièrement ou presque de «squelettes» de diatomées. La diatomite est extrêmement légère et friable.

Division cellulaire Mode de multiplication de toute cellule. Lors du processus de division cellulaire, une cellule mère se divise en plusieurs cellules filles (deux le plus souvent). C'est un processus fondamental dans le monde vivant, puisqu'il est nécessaire au développement de tout organisme.

Écloserie Établissement aquacole dans lequel est réalisé le premier stade de l'élevage, à savoir la production de juvéniles, naissains dans le cas des huîtres, alevins dans le cas des poissons. C'est l'endroit où se pratiquent la reproduction artificielle, l'éclosion et l'élevage des larves de poissons, de coquillages et de crustacés, qui sont la base de

L'aquaculture : conchyliculture, pisciculture, algoculture.

Écosystème Ensemble formé par une communauté d'organismes vivant en interaction avec leur environnement (le biotope).

Effet de serre Mécanisme naturel par lequel la surface d'une planète est réchauffée grâce à l'absorption des radiations solaires infrarouges par les gaz de son atmosphère.

Photosynthèse Processus au cours duquel les végétaux convertissent l'énergie lumineuse en énergie chimique. Ils utilisent l'énergie solaire, le CO₂, des sels minéraux et l'eau pour élaborer, dans leurs tissus, les matières organiques nécessaires à leur métabolisme et à leur croissance.

Potentiel hydrogène (pH) Le pH mesure l'acidité ou la basicité d'une solution. Ainsi, dans un milieu aqueux à 25 °C, une solution avec un pH inférieur à 7 est acide ; avec un pH supérieur à 7, elle est basique ; avec un pH égal à 7, elle est neutre.

Sédiments Particules en suspension dans l'eau qui se déposent au fond des océans.

Sels minéraux Substances provenant des roches (érosion) ou de la décomposition de la matière organique par les bactéries. Indispensables à la vie, ils entrent dans la composition des organismes et sont présents dans l'alimentation animale et végétale.

Silice La silice est un composé chimique minéral (dioxyde de silicium SiO₂) qui entre dans la composition de nombreux minéraux, comme le quartz ou l'opale. La silice est le constituant principal de la croûte terrestre. Elle sert de matière première pour la fabrication du verre.

Unicellulaire Un organisme unicellulaire est un organisme de nature végétale ou animale constitué d'une unique cellule capable d'assurer ses multiples fonctions vitales. Le phytoplancton marin se compose de plus de 6 000 espèces d'algues unicellulaires.

Zone morte Secteur sans vie à la suite d'eutrophisations répétées ayant privé le milieu de son oxygène.

Hydrogène sulfuré Corps composé gazeux, incolore, à l'odeur d'œuf pourri, soluble dans l'eau et toxique, dont la molécule (H₂S) est formée d'un atome de soufre et de deux atomes d'hydrogène.

Juvénile Jeune poisson.

Marée La marée est le mouvement montant (flux) puis descendant (reflux) des eaux des mers et des océans causé par l'effet conjugué des forces de gravitation de la Lune.

Matière organique Matière carbonée composée d'organismes vivants, de résidus de végétaux et d'animaux et de produits en décomposition.

Molécule Groupement stable constitué d'un nombre fini d'atomes liés entre eux et ayant une individualité propre.

Nutriments Divers éléments minéraux indispensables à la croissance des plantes. Les phosphates (contenant du phosphore), les nitrates (contenant de l'azote), les sels de

potassium, de calcium et la silice sont des nutriments majeurs pour le phytoplancton. Les phosphates et les nitrates sont utilisés dans de nombreux produits de synthèse tels que les engrais, les détergents et les insecticides.

Oligoélément Substance présente en très faible quantité (quelques microgrammes) dans l'organisme humain, mais néanmoins indispensable à celui-ci. Les principaux oligoéléments sont le cobalt, le cuivre, le fer, le fluor, l'iode, le manganèse, le molybdène et le zinc.

Phosphore Corps simple, solide, constitué d'atomes de phosphore (P). Dans la nature, le phosphore est combiné à d'autres substances, les composés les plus répandus étant les phosphates. L'atome de phosphore entre dans la composition de certains engrais, détergents et insecticides (le plus souvent sous la forme de phosphates).

Résumé:

Cette étude porte sur une contribution à l'étude d'impact de l'aquaculture marine en cages flottantes sur la structuration et composition phytoplanctonique au niveau de la côte de Béni-Saf. Des prélèvements ont été réalisés durant le mois de mars 2020 au niveau de deux fermes marines et au large de l'île de Rachgoune. L'identification et le dénombrement du phytoplancton ont été réalisés selon la méthode d'Utermöhl (1958) au niveau des laboratoires du Centre Nationale de Recherche et Développement de la Pêche et l'Aquaculture et son annexe de Beni-saf. L'inventaire a permis de recenser 36 genres importants dont 16 genres appartiennent aux Dinoflagellés et 12 genres de Diatomées en totalité 50 taxons. Les résultats obtenus montrent que les Dinoflagellés dominent avec 58%, les diatomées avec 36% l'autre groupe avec 6%, et en général c'est les caractéristiques des eaux des côtes algériennes Ouest.

Mots clés : Phytoplancton, Aquaculture marine, Richesse spécifique, Diversité.

ملخص:

تتعلق هذه الدراسة بمساهمة في دراسة تأثير تربية الأحياء المائية البحرية في الأقفاس العائمة على بنية العوالق النباتية و تكوينها على مستوى ساحل بني صاف. تم أخذ عينات خلال شهر مارس 2020 من مزرعتين بحريتين وعلى مستوى جزيرة رشقون. تم تحديد العوالق النباتية و إحصائها وفقا لطريقة Utermöhl 1958 في مختبرات المركز الوطني للبحث والتنمية في الصيد البحري و تربية المائيات وملحقته بني صاف. الدراسة مكنتنا من تحديد 36 جنسًا مهمًا، ينتمي 16 جنسًا إلى دينوفلاجيلات Dinoflagellates و 12 جنسًا من الدياتومات Diatoms، بعدد إجمالي 50 نوع من العوالق النباتية. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن دينوفلاجيلات تهيمن على 58%، الدياتومات بنسبة 36% على المجموعة الأخرى بنسبة 6%، والتي تمثل بصفة عامة خصائص مياه السواحل الغربية الجزائرية.

الكلمات المفتاحية : العوالق النباتية، تربية المائيات البحرية، الثراء النوعي، التنوع البيولوجي.

Abstract:

This study covers a contribution to the study of impacts of marine aquaculture in floating cages on structuring and phytoplankton composition at the coast at Beni-Saf. Sampling was conducted during the month of March 2020 at two marine farms and off Island Rachgoune. The identification and enumeration of phytoplankton are produced according to the method Utermöhl (1958) at the laboratories of the National Center for Research and Development of Fisheries and Aquaculture and its annex Beni-saf. The inventory has identified 36 important genres including 16 genera belong to 12 genera Dinoflagellates and Diatoms totally 50 species. The results obtained show that the Dinoflagellates dominate with 58%, the diatoms with 36% the other group with 6%, and in general it is the characteristics of the waters of the west Algerian coasts.

Keywords: Phytoplankton, Marine aquaculture, Specific richness, Diversity.