



DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA MER ET DE L' AQUACULTURE

## MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

**Charef Aissa Fethi**

Pour l' obtention du diplôme de

**MASTER EN HYDROBIOLOGIE MARINE ET CONTINENTALE**

**Spécialité: Bioressources Marines**

THÈME

**Contribution à l'étude des variations de la production primaire  
au niveau de deux stations côtières de la côte de Mostaganem**

Soutenu le /08/2020

DEVANT LE JURY

Président:	Mr BOUZAZA Zoheir	MCB	U. Mostaganem
Encadreur :	Mme SOUALILI Dina Lila	Pr	U. Mostaganem
Examineur:	Mr BEKADA Djamel Eddine	MCB	U. Mostaganem
Invitée:	Mlle SAAD Mansouria Doctorante /enseignante vacataire		U. Mostaganem

*Année universitaire 2019/2020*

## Remerciements

Au terme de ce travail, je tiens à exprimer ma profonde gratitude, avant tout à Dieu, le tout puissant qui m'a aidé et m' a donné le courage pour mener à terme ce modeste travail.

Je tiens à exprimer mes vifs remerciements à mon encadreur Madame SOUALILI Dina Lila Professeur au département des sciences de la mer, et la doyenne de la FSNV/UMAB, de m' avoir encadré et suivi mon travail de près avec sa rigueur scientifique, ses conseils ainsi que sa gentillesse qui m' ont permis de réaliser au mieux ce modeste travail.

Mes remerciements les plus sincères s' adressent à ma Co-encadreur Melle SAAD Mansouria doctorante en Bioressources Marines, département des sciences de la mer, pour m' avoir orienté vers ce thème et surtout pour m' avoir guidé dans la réalisation de ce mémoire. Je la remercie pour son aide et ses encouragements.

Enfin, tous mes remerciements vont à l' ensemble des membres du jury à commencer :

Par le président Dr Bouzaza Zoheir, Maitre de Conférences et enseignants et adjoint du chef de département SMA pour avoir accepté de présider ce jury ;

Par son examinatrice Dr Bekada Djamel, Maitre de Conférences et enseignants au niveau du département SMA

Je n' oublierai pas de remercier tous les enseignants et responsables du département des sciences de la mer de la FSNV/UMAB pour tous ce qu' ils m' ont appris durant tous mon cursus universitaire.

## *Dédicace*

*Je remercie Dieu tout puissant de m' avoir donné l' énergie pour achever ce modeste travail que je dédie :*

*À mes parents; a mes cousines, sans leurs aide, je ne n' aurais pas pu terminer mon mémoire.*

*À tous ceux que j' aime et qui m' ont aidé et épaulé d' une façon ou d' une autre.*

*A mes très chères amies.*

*A tout le département des Sciences de la Mer et de l' Aquaculture et surtout mes collègues sans exception.*

# Résumé

Notre étude est basée sur l'analyse des données physico-chimiques, hydro-biologique de l'embouchure de l'Oued chélif et l'eau de mer de Sonactère plage, qui a permis de mener une étude comparative durant la période printanière de manière à caractériser les écosystèmes où opèrent les apports d'Oued Chélif. Nous avons enregistré une température moyenne saisonnière au niveau des sites d'étude de  $18 \pm 0,24$  ° C à Sonactère plage et de  $16,87 \pm 0,29$  ° C au niveau de l'embouchure de l'Oued Chélif. On n'a pas noté de différences significatives entre les deux sites. Cependant, on a quantifié des teneurs très élevées en sels nutritifs suivantes à savoir : un taux 6 à 11 mg /l les nitrates au niveau de l'embouchure de l'Oued Chélif et de 8 à 14.5 mg/l au niveau de Sonactère plage et un taux de 0,4 à 0,19 mg/l des nitrites au niveau de l'embouchure de l'Oued Chélif et de 0.05mg/l à 0.5mg/l à Sonactère plage. Aussi, on a évalué le taux de la production primaire (chlorophylle a) qui est très élevé au mois d'avril avec des concentrations allant de 24 à 27  $\mu$ g /l ; respectivement dans les sites de Sonactère plage et de l'embouchure de l'oued Chélif. Nos résultats ont été dans la plupart des cas conformes aux travaux déjà réalisés dans le bassin occidental de la méditerranée.

**Mots clés :** Nutriments, Production primaire, Oued Chélif, Phytoplancton, Écosystème côtier et Baie de Mostaganem

## Introduction

Les eaux de surface occupent la plus grande partie du globe terrestre. Environ 98% de ces eaux sont des eaux marines. Les 2% restant constituent les eaux continentales représentées par les rivières, les lacs, les étangs....

Les écosystèmes marins côtiers abritent près d'un tiers des richesses écologiques de notre biosphère. Ces écosystèmes ont des rôles écologiques et économiques majeurs: réserve naturelle, pêche, aquaculture . . . Les pressions anthropiques et l'eutrophisation dans ces zones se sont accrues fortement durant les 50 dernières années. Ces pressions incluent un accroissement local et global des forçages physiques, chimiques et biologiques.

Dans ce contexte, il est impératif de disposer d'un outil pour l'évaluation et de quantifier l'état écologique de ces milieux. Un des éléments d'évaluation de la qualité des eaux ; c'est la quantification de la production primaire. Ce compartiment joue un rôle important dans les écosystèmes pélagiques côtiers. En effet, de part sa position de principal producteur primaire des océans, il est en général, à la base des réseaux trophiques et surtout intègre rapidement les impacts de la variabilité climatique et des pressions anthropiques subies par le milieu.

L'évaluation et la modélisation des flux de nutriments (N, P, Si) et la production primaire ainsi qu'une meilleure compréhension des écosystèmes marins côtiers sont devenues aujourd'hui des outils essentiels pour l'aide à la décision des gestionnaires.

Le phytoplancton est constitué de microorganismes unicellulaires autotrophes, capables de réaliser la photosynthèse et de produire tous les constituants nécessaires à la cellule en utilisant l'énergie lumineuse et des nutriments inorganiques. La matière organique produite est alors rapidement transférée aux échelons supérieurs. L'indicateur phytoplancton est l'un des excellents éléments de qualité biologique utilisé, pour évaluer l'état écologique dans les programmes et réseaux de surveillances des différents écosystèmes aquatiques et principalement des eaux des zones côtières. Ces évaluations comptent sur les variations des paramètres tels que: la biomasse phytoplanctonique (mesure du taux de chlorophylle a ), taxonomique,

composition, l'abondance, la fréquence et l'intensité de la prolifération des microalgues.

Depuis des décennies, l'Oued Chélif reçoit des eaux usées non traitées résultant de l'activité industrielle, agricole et urbaine de neuf (09) Wilayas du pays qui les achemine jusqu'à la Mer pour les déverser au niveau de l'embouchure (DEM, 2011). Les rejets aqueux industriels et agricoles de l'Oued Chélif dans l'environnement marin de la wilaya de Mostaganem, constituent un apport important de matières organiques [Chlorophylle (a), Demande Biologique en Oxygène (DBO5), Matière en suspension (MES), etc...] et minérales (spécialement les sels nutritifs) qui sont les substances azotées, phosphorées et silicatées (N, P, Si) (DEM, Kies, 2012). Il est donc nécessaire de connaître le flux quantitatif entrant, ainsi que la dissipation de cette pollution dans la partie liquide afin d'obtenir une bonne appréciation de la qualité des eaux naturelles réceptrices (Oued Chélif, Estuaire de Chélif et la baie de Mostaganem).

Les flux de nutriments (N, P, Si) provenant de l'Oued Chélif et leurs relation dans le développement des organismes phytoplanctonique et nectoniques. Notre objectif principal dans cette étude c'est de comparer entre la production primaire et la qualité de l'eau de mer au niveau de l'embouchure de l'Oued Chélif et celles de la plage de Sonacter

Pour ce faire, quatre parties sont développées et structurées de la manière suivante:

Dans le premier chapitre, on a traité les paramètres qui caractérisent la mer Méditerranée, et la cote Algérienne;

Le deuxième chapitre, matériels et méthodes où on a décrit la zone d'étude, et les méthodes utilisées pour réaliser ce travail ;

Le troisième chapitre, on a exposé les résultats et discussion (étude hydrobiologique et physique- chimique .....).

Enfin une conclusion générale.

# Chapitre I: Recherche bibliographique

## I.1 Généralités sur la Méditerranée

La Méditerranée est une mer intérieure, qui présente une superficie de  $2,5.10^6 \text{ km}^2$ , un volume de  $3,7.10^6 \text{ km}^3$ , et une profondeur moyenne de 1500m, elle est, située à la frontière entre l'Afrique et l'Europe, est influencée par un climat tempéré au Nord et par un climat aride au Sud et à l'Est. Elle se divise en deux principaux bassins : la Méditerranée Occidentale et la Méditerranée Orientale. Elle 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 (Rossi, 2008).

Dans l'ensemble, la mer méditerranée est caractérisée par des faibles marées avec une amplitude moyenne inférieure à 60 cm (Millot, 1979 ; Jones et al, 1984 ; Helburn, 1995).

Elle présente une moyenne annuelle de la production primaire de moins de 100 g de carbone par mètre carré, évaluée de 1997 à 2001. Ce qui indique que le bassin oriental est une zone de faible production (en raison d'une concentration très faible en phytoplancton) et les secteurs les plus productifs sont : la mer d'Alboran (sortie du détroit de Gibraltar) ; la mer Ligure et les zones côtières (Quéguiner et al., 2011).

### I.1.1. Origine de la mer Méditerranée

La mer Méditerranée, est liée au système alpin, et est de genèse récente, Mio-Pliocène, après la collision entre l'Afrique chevauchant l'Europe à l'Ouest et l'Europe chevauchant l'Afrique à l'Est, collision qui a donné naissance aux chaînes alpines. Le bassin occidental est interne aux chaînes alpines, tandis que le bassin oriental leur est externe, avec une vergence africaine arabique-indienne presque exclusive.

Le bassin méditerranéen occidental, a une structure particulière avec ses contours compliqués, ses côtes généralement abruptes et ses grandes îles qui le subdivisent en bassins qui prennent parfois le nom de "mer". Les auteurs s'accordent à compartimenter le bassin occidental en six bassins : la mer d'Alboran, le bassin Algérien, la mer des Baléares, le bassin nord-occidental, la mer Ligure et la mer Tyrrhénienne (Figure 1).

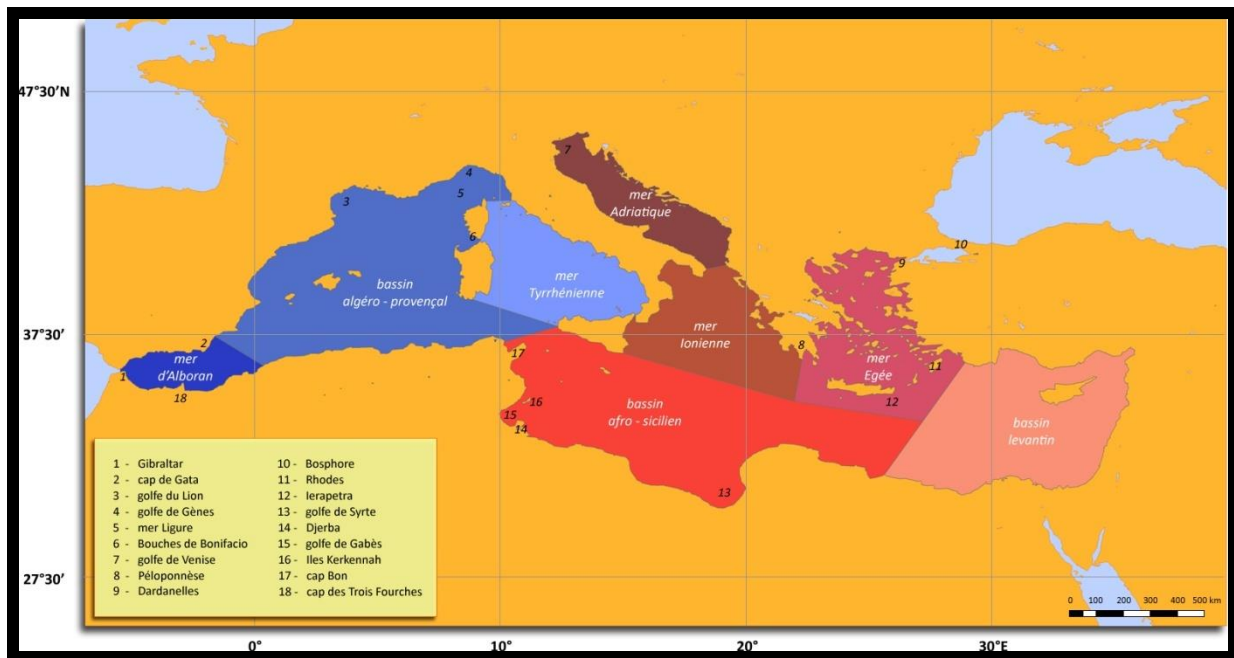


Figure 1: Carte du bassin méditerranéen avec et localisation des principaux sous-bassins (Millot et Taupier-Letage, 2005).

### I.1.2. Description de la circulation générale de surface au niveau de la mer méditerranéenne.

La circulation de surface en Méditerranée suit une boucle anticyclonique. L'eau atlantique peu salée pénètre en surface par le détroit de Gibraltar. Au cours de son cheminement dans le bassin, elle est transformée en eau méditerranéenne plus dense qui ressort à son tour par Gibraltar, avec un temps de renouvellement qui en moyenne varie de 50 à 100 ans (Millot et Taupier-Letage,

2005). Les courants de surface influencés par la météorologie et les saisons présentent des variabilités temporelles allant de la journée à la saison et suivent des trajectoires tortueuses (Figure 2). Ils peuvent former de grands tourbillons de quelques centaines de kilomètres, dont la durée de vie varie de quelques mois à quelques années.



**Figure 2.** Circulation générale de surface dans la mer méditerranée (d'après Millot et Taupier-letage, 2005).

### I.1.3. La mer méditerranée et la disponibilité des nutriments

En Méditerranée, les concentrations de chlorophylle présente une aptitude à l'eutrophisation accrue au niveau des zones côtières et zones d'enrichissement directe comme les estuaires. (UNEP/FAO/WHO, 1996). En effet, La disponibilité des nutriments influe sur la structure des communautés phytoplanctoniques. La problématique au niveau de ces zones côtières en mé

diterranée est, le changement des ratios d' azote, de phosphore et de silicium. Entre 1960 et 2000, les apports de phosphates et de nitrates ont été multipliés par 3 en Méditerranée ; ce qui a eu pour conséquence de multiplier par 2,7 la production biologique avec des floraisons phytoplanctoniques de plus en plus fréquentes (Béthoux et al., 2002).

Le bilan siliceux montre que les apports en mer diminuent du fait de l' eutrophisation des cours d' eau dans lesquels l' acide orthosilicique est mobilisé (Tréguer et al., 1995). Ce qui provoque une diminution de l' épaisseur des frustules des Diatomées (Pondaven et al., 1999). En définitive, l' enrichissement au niveau des estuaires provoque une forte production phytoplanctonique en apportant plus de phosphore et d' azote. mais, le manque d' acide orthosilicique induit des changements dans la structure des communautés favorisant ainsi le développement des organismes non-siliceux (Humborg et al., 1997).

## **I.2. Généralités sur la production primaire**

### **I.2.1. Production primaire en mer Méditerranée**

La mer méditerranée est oligotrophe ; la forte production primaire observée en Méditerranée nord-occidentale ainsi que sa variabilité s' expliquent tout d' abord par la circulation océanique caractéristique de la zone. En effet, le mélange de la colonne d' eau induit par les épisodes hivernaux de convection profonde provoque la remontée d' eaux riches en nutriments vers la zone euphotique (la couche de surface où la lumière est suffisante pour la photosynthèse) généralement appauvrie en nutriments. Pendant cette période, la colonne d' eau s' enrichit donc en nutriments, mais l' activité biologique est faible, les forts mouvements verticaux empêchant le phytoplancton de se maintenir dans la zone euphotique, donc de se développer. Au printemps, la convection cesse, la colonne d' eau se stratifie progressivement et le phytoplancton peut se développer dans les eaux de surface stables et riches en nutriments. Ceci donne lieu à des épisodes printaniers d' efflorescence, ou bloom, phytoplanctonique (Figure 3).

La zone euphotique s' appauvrit ensuite progressivement en nutriments pendant l' été et la concentration en phytoplancton (chlorophylle) diminue sensiblement en surface.

Le phytoplancton tient la place de producteur primaire dans le réseau trophique. Il produit le carbone indispensable aux niveaux trophiques supérieurs grâce à la photosynthèse, mécanisme qui, sous l' effet de l' énergie lumineuse, permet la production de glucides et la libération d' oxygène à partir d' eau et de dioxyde de carbone. Il évolue de façon saisonnière aussi bien en milieu lacustre (Amblard, 1987) qu' en milieu marin (Margalef, 1958). Ce qui a pour conséquence de structurer le réseau trophique, les niveaux trophiques supérieurs dépendant directement ou indirectement de cette saisonnalité (Rossi, 2008).

Dans les écosystèmes océaniques hauturiers, généralement oligotrophes, les efflorescences phytoplanctoniques sont observées au printemps, lorsque les conditions sont favorables à la formation d' une couche de mélange. Ceci permet au phytoplancton de se maintenir dans les eaux de surface, riches en nutriments d' une part, et où la disponibilité en énergie lumineuse est importante d' autre part. En milieu côtier, les apports terrigènes permettent le maintien des concentrations élevées en sels nutritifs dans le milieu et plusieurs blooms successifs peuvent être observés. La dynamique du phytoplancton est ainsi plus complexe en domaine côtier, plusieurs facteurs pouvant agir sur la croissance de sa biomasse (Gailhard, 2003).

### **I.2.2. Variabilité saisonnière du phytoplancton**

Le taux de variation de la biomasse phytoplanctonique dépend de l' équilibre entre les processus de gains et de pertes de biomasses phytoplanctoniques (i.e. croissance du phytoplancton vs respiration du phytoplancton et broutage par le zooplancton). Riley [1946] avait déjà identifié six principales variables environnementales influençant cet équilibre : la quantité de lumière, la transparence de l' eau, la température, la concentration en nutriments, la quantité de zooplancton et la profondeur de la couche de mélange.

En Méditerranée, la succession saisonnière phytoplanctonique s'articule en trois stades (Margalef, 1958):

- Stade 1 : A la fin de l'hiver, la colonne d'eau se mélange du fait du refroidissement de l'eau de surface qui devient alors plus dense que celle du fond, permettant la remise à disposition des nutriments dans la couche de surface. Un développement phytoplanctonique important a lieu, avec un pic principal de densité en février et des pics secondaires en novembre-décembre et mars-avril. Les espèces de petite taille (rapport surface/volume  $\sim 1$ ) capables de se multiplier rapidement (stratégie r) sont favorisées. Les Bacillariophycées prédominent ce stade. Les espèces présentes appartiennent aux genres *Chaetoceros*, *Thalassiothrix*, *Thalassionema* et *Asterionella*. La diversité est globalement faible ;

- Stade 2 : Il est caractérisé par la présence de Bacillariophycées de tailles plus importantes (rapport surface/volume  $\sim 0,5$ ) et l'apparition en proportions non négligeables de Dinophycées. Les taux de croissance ainsi que les densités de populations sont plus faibles qu'au stade 1. Dans le schéma global méditerranéen, les genres *Rhizolenia*, *Guinardia* et *Bacteriastrum* représentent la communauté de Bacillariophycées. Les Dinophycées s'illustrent à travers les genres *Prorocentrum*, *Phalacroma*, *Dinophysis*, *Peridinium* et *Ceratium*. La diversité atteint généralement son maximum à ce stade ;

- Stade 3 : La masse d'eau devient pauvre en nutriments. Les Dinoflagellés augmentent, favorisés par leur taux de croissance faible (stratégie K) et leur capacité à se diriger dans la masse d'eau grâce à leurs flagelles. De plus, certaines Dinophycées sont capables d'hétérotrophie, ce qui leur permet de survivre lorsque les nutriments deviennent vraiment insuffisants. Ce troisième stade a notamment lieu l'été, lors de la stratification de la masse d'eau. Les genres *Ceratium*, *Peridinium*, *Dinophysis*, *Gymnodinium*, *Gonyaulax* et *Prorocentrum* sont prépondérants lors de ce troisième stade. La diversité est inférieure à celle du stade 2 mais reste néanmoins supérieure à celle du stade 1. Même, si globalement cette évolution saisonnière se retrouve dans l'ensemble de la Méditerranée, à savoir une floraison printanière et une floraison automnale, des nuances apparaissent selon les sites d'étude.

### **I.2.3. Variabilité spatiale et temporelle des facteurs environnementaux impactant la saisonnalité du phytoplancton**

Le développement phytoplanctonique dépend de plusieurs facteurs environnementaux, pouvant intervenir à des moments spécifiques de l'année. Les forçages environnementaux et leurs intensités n'étant pas équivalents en fonction des régions océaniques (Yentsch et Garside, 1986), la saisonnalité de la production phytoplanctonique présente une variabilité spatiale importante.

Longhurst (2010), résuma cette variabilité spatiale en divisant l'océan ouvert en trois grandes unités géographiques et biogéochimiques appelées biomes. Un biome polaire aux hautes latitudes, dans lequel le pic de production phytoplanctonique a lieu l'été, quand la quantité de lumière augmente. Un biome de vent d'ouest aux latitudes tempérées, dont la production phytoplanctonique suit le modèle de Sverdrup (1953). Enfin, un biome de vent d'est, aux latitudes subtropicales et tropicales, où le développement phytoplanctonique est fortement limité par la disponibilité en nutriments. Dans la classification de Longhurst (2010), ce qui est implicite est que la saisonnalité du phytoplancton (et des forçages l'influençant) génère des différences géographiques.

# CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

## II- MATERIEL ET METHODES

### II-1- Présentation des sites étudiés

#### *II-1-1- SITUATION GÉOGRAPHIQUE*

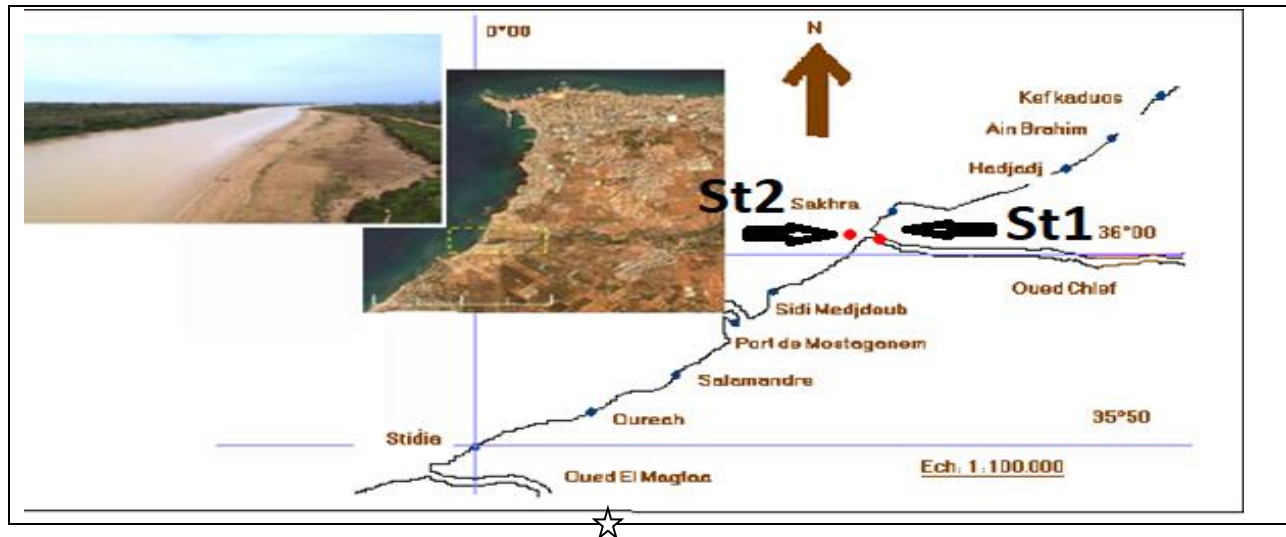
L' Algérie dispose d' un littoral d' environ de 1280 Km, de la frontière Algéro-Marocaine à l' Ouest à la frontière Algéro-Tunisienne à l' Est, comme le montre la figure 3. La baie de Bou-Ismaïl est située dans la région centre, à 45 km l' Ouest d' Alger entre  $2^{\circ} 20' E$  et  $2^{\circ} 55' E$ , et s' étend du Mont Chenoua à l' Ouest à Ras Caxine à l' Est. Elle couvre une superficie de  $350 \text{ Km}^2$ , avec une ouverture de la baie de l' ordre de 40 Km, orientée du sud Est au nord Est. Deux sites ont été choisis dans la baie de Mostaganem.



Figure 3. Localisation de la cote Algérienne au sein du bassin méditerranéen (Source Google earth).

### II.1.2. DESCRIPTION DES SITES DE PRÉLÈVEMENT

Pour notre étude, on a choisi deux sites au niveau de la baie de Mostaganem station 1 appelée **Embouchure de l'Oued Chélif** et la station 2 appelée **Sonactère plage** (Figure 4).



**Figure 4** : Localisation des deux stations d'études (points rouge) dans la baie de Mostaganem (photos à gauche, google earth et présent travail) et la baie de Mostaganem (Mezali, 2007).

### II-2- Échantillonnage

Les prélèvements d'eau de mer et la mesure des paramètres physicochimique ont été effectués au niveau des deux stations station 1 : l'embouchure de l'Oued Chélif et la station 2 : Sonactère plage .

Les échantillons *d'eau de mer* destinés aux analyses physico-chimiques et hydrobiologiques ont été effectués à différentes périodes de l'année 2015. Leurs analyses ont été confiées à l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques d'ORAN (ANRH).

*Les prélèvements, analyses et résultats d'eau douce des stations situées à l'Oued Chélif, ont été de même réalisés par l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques d'Oran (ANRH) qui suit un contrôle régulier de l'oued au niveau des deux stations Sidi Belaatar (S.B) et So*

### **II.3. Le Multiparamètre**

C' est un appareil utilisé pour la mesure des variables physicochimiques suivants : le pH, la salinité, l' oxygène dissous, la température.

#### **II.3.1. ETUDE DES PARAMÈTRES PHYSICO-CHIMIQUES**

La mesure des variables physicochimiques ; le pH, la salinité, l' oxygène dissous, la température a été effectuée à l' aide d' un Multiparamètre de type 556MPS (Figure 11).

##### **II.3.1.1. DOSAGE DES PARAMÈTRES CHIMIQUES**

Le dosage des paramètres chimiques (ammonium, nitrites, nitrates, et orthophosphates)a été réalisé par la méthode spectrophotométrique (Aminot et chaussepied, 1983).

Cette méthode est basée sur une réaction de coloration. En effet, les sels réagissent dans certaines conditions (température, pH, présence de catalyseurs, ...) avec des réactifs pour donner une coloration absorbant la lumière à une certaine longueur d'onde (ë).

L'absorption de l'énergie lumineuse dépend de l'intensité de la coloration. Cette dernière est d'autant plus importante que la solution est concentrée en sel dosé.

La quantité de lumière absorbée par la solution, appelée absorbance (A) ou densité optique (D.O), obéit à la loi de BEER LAMBERT qui est exprimée par l'expression suivante :

$$A = D.O = \log (I_0/I) = \epsilon.l.C$$

$I_0$  et  $I$  : sont respectivement l'intensité lumineuse incidente et émergente du milieu absorbant ;

$\epsilon$  : le coefficient d'extinction molaire (varie en fonction de la température et de la longueur d'onde) ;

$l$  : la longueur du milieu traversée exprimée en cm ;

$C$  : concentration de la solution absorbante exprimée en mol/l.  $A$  : absorbance de la solution ;

D.O : densité optique de la solution.

### **II.3.1.2. Azote ammoniacal**

#### **● Principe**

Le dosage de l'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) est réalisé en suivant la méthode (Koroleff, 1969 *in* Aminot et Chaussepied, 1983). En milieu alcalin ( $8 < \text{pH} < 11,5$ ), l'ammonium dissous réagit sur l'hypochlorite pour former une monochloramine. Ce composé, en présence de phénol et d'un excès d'hypochlorite (milieu oxydant) donne lieu à la formation d'un bleu d'indophénol. La réaction est catalysée par le nitroprussiate de sodium. Le maximum d'absorption se fait sur une longueur d'onde de 630 nm.

#### **Mode opératoire**

Nous introduisons dans des fioles jaugées 100 ml d'échantillons, après nous ajoutons 3 ml de Phénol-Nitroprussiate de sodium. Les fioles sont convenablement bouchées et agitées à l'aide d'un agitateur magnétique, pour bien homogénéiser les solutions. Nous ajoutons tout de suite 3 ml d'alcaline d'hypochlorite. Les fioles sont convenablement bouchées et agitées pour la deuxième fois. Ensuite, les échantillons sont placés immédiatement à l'abri de la lumière pendant 6 à 8 h jusqu'à 24h.

### **Expression des résultats**

La lecture de l'absorbance est réalisée sur un spectrophotomètre qui a un maximum d'absorption de 630 nm en utilisant des cuves de un cm de trajet optique. La courbe d'étalonnage donne la teneur en ammonium, exprimée en milligrammes pour la prise d'essai.

#### **II.3.1.3. Les Nitrites**

##### **Principe**

Les nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) forment un diazoïque par action avec la sulfanilamide en milieu acide  $\text{pH} < 2$ . Ce composé formera ensuite en présence de N-naphtylethylènediamine un composé azoïque de couleur rose absorbant la lumière à 540 nm

##### **Mode opératoire**

Nous introduisons dans des fioles jaugées 50 ml d'échantillons, après nous ajoutons 1 ml de Sulfanilamide, les fioles sont bien mélangées, nous laissons ces dernières 2 à 8 mn. Nous ajoutons 1 ml de N-Naphtyléthylènediamine, puis les fioles sont mélangées à nouveau. La lecture des absorbances sera faite après 10 minutes jusqu'à 2 h.

### **Expression des résultats**

La lecture de l'absorbance est réalisée à 543 nm, par rapport à l'eau distillée, en cuves de 1 cm de trajet optique. Pour une prise d'essai de 50 ml, la courbe donne directement la teneur en azote nitreux, qui est exprimée en microgrammes par litre d'eau de mer (Rodier, 1996).

#### **II.3.1.4. Les Nitrates**

La méthode est basée sur la réduction des nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) en nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) par passage de l'échantillon sur une colonne de cadmium traité au cuivre. Les nitrites (en réalité  $\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$  réduits) seront ensuite dosés par colorimétrie selon la méthode précédemment décrite. Il suffira alors d'en déduire la concentration des nitrites déterminée directement (dosage des nitrites) pour trouver les concentrations des nitrates (Rodier, 1996).

### **Mode opératoire**

Le processus général de ce dosage se divise en deux :

**Premièrement** : Pour le dosage des nitrites seuls : nous introduisons dans chacune des fioles jaugées 50 ml d' échantillons, après nous ajoutons 1ml de Chlorure d' ammonium concentré ;

**Deuxièmement** : Pour le dosage des nitrites totaux : 100ml d' échantillons sont introduits dans des fioles jaugées après nous ajoutons 2 ml de chlorure d' ammonium concentré, nous passons l' échantillon par une colonne de cadmium, afin de réduire les nitrates en nitrites, nous récupérons ces derniers pour terminer le dosage.

Après ces deux analyses, l' échantillon des nitrites totaux et l' échantillon des nitrites seuls sont dosés par les mêmes solutions que le dosage des nitrites.

### **Expression des résultats**

La lecture de l' absorbance est réalisée à 543 nm, par rapport à l' eau distillée, en cuves de 1 cm de trajet optique. La teneur en azote nitrique de l' échantillon est obtenue par la différence entre l' azote nitreux total ainsi déterminée et l' azote nitreux seuls.

### **II.3.1.5. Le Phosphore**

#### **Principe**

En milieu acide et en présence de molybdate d' ammonium, les orthophosphates donnent un complexe phosphomolybdique qui est réduit par l' acide ascorbique, développe une coloration bleu intense susceptible d' un dosage spectrophotométrique. Certaines formes organiques pouvant être hydrolysées au cours de l' établissement de la coloration est accélérée par l' utilisation d' un catalyseur, le tartrate double d' antimoine et de potassium.

#### **Mode opératoire**

La température des échantillons doit être comprise entre 15 et 30° C. Nous introduisons dans des fioles jaugées 100 ml d' échantillons, après nous ajoutons 10 ml d' un mélange de réactifs

(R<sub>1</sub>) dans chaque fiole et nous homogénéisons aussitôt sans oublier l' agitation. Ce dernier est composé de molybdate d' ammonium, d' acide sulfurique, d' acide ascorbique, d' oxyttrate de potassium et d' antimoine, la lecture est réalisée après 5 minutes.

### **Expression des résultats**

La lecture de l' absorbance est réalisée dans un spectrophotomètre qui a un maximum d' absorption de 885 nm, par rapport à l' eau distillée, en cuves de 1 cm du trajet optique. La courbe donne la teneur en phosphore, exprimée en milligrammes pour la prise d' essai.

#### **II.3.1.6. quantification de la Matière en suspension(MES)**

Les MES influent directement sur les autres paramètres environnementales tel que la transformation des sels nutritifs (N, P, Si) (Garnier *et al.*, 2008 ; 2010). Pour connaître le poids de MES par unité de volume d'eau, on doit préparer un papier filtre qu'on rince à l'eau distillée pour éliminer le sel. Celui-ci est séché dans une étuve à 105°C pendant 1h, puis refroidit dans un dessiccateur. Sa masse (m<sub>1</sub>) est obtenue par pesée. On place après le papier filtre dans un système de filtration pour filtrer l'échantillon. Une fois le filtrat obtenu, il est séché à 105°C/ 1h, puis refroidit dans un dessiccateur et le tout est pesé (m<sub>2</sub>). Le poids de MES est obtenu par la formule suivante (Aminot &Chausspied, 1983;Rodier, 1996; Angelier, 2000; Ramade, 2000).

$$[M.E.S] = \frac{m_2 - m_1}{Volume} = mg/l$$

#### **II.3.1.7. Mesure de la Demande Biologique en Oxygène (DBO<sub>5</sub>)**

C'est la mesure de l'oxygène nécessaire à la décomposition des produits organiques et non organiques dans les écoulements des rejets industriels. On l'appelle « Demande en Oxygène Biochimique » parce que les bactéries dans l'échantillon sont des catalyseurs principaux pour la conversion des matières organiques et la consommation d'oxygène dans l'échantillonnage.

Des taux élevés de DBO<sub>5</sub> dans les rejets industriels sont dus à une chute de concentration en oxygène dissous, inhibant souvent la vie aquatique. La DBO<sub>5</sub> est la valeur de la demande biologique en cinq jours qui représente le nombre de milligrammes d'oxygènes nécessaires aux

micro-organismes mis en incubation avec les résidus, à métaboliser les matières assimilables organiques et minérales (Rodier, 1996; Garnier *et al.*, 2008 ; 2010) contenues dans un litre de milieu de dispersion homogène à 20 °C et dans l'obscurité.

### **II.3.2. Détermination de la Chlorophylle (a)**

La méthode de détermination de la chlorophylle utilisée par les phytoplanctonologistes repose sur plusieurs étapes dont, la fixation et l'extraction de la chlorophylle (a) est effectuée à l'aide de l'acétone (90%). La concentration de la chlorophylle (a) est assurée par la centrifugation, suivie par une filtration ou sédimentation. L'absorbance de l'extrait est déterminée au spectrophotomètre de type UV/VIS aux longueurs d'ondes 665, 645 et 630 nm (Aminot &Chausspied, 1983; Rodier, 1996).

# CHAPITRE III :RESULTATS ET DISCUSSION

## III.a. RESULTATS ET DISCUSSION

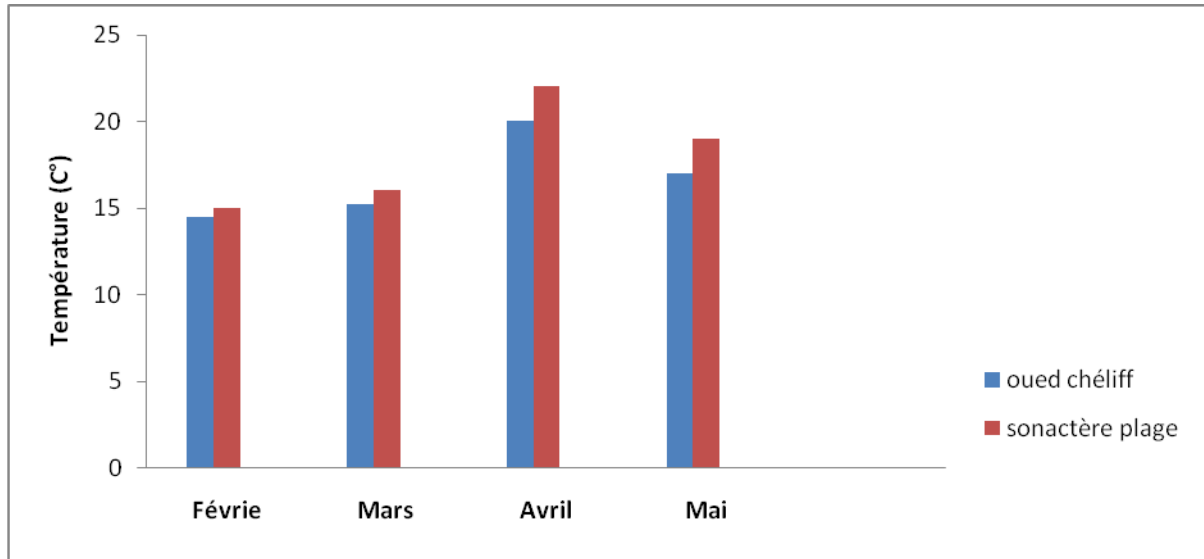
Les résultats sont représentés et illustrés sous forme de graphiques en fonction du temps, couvrant la période printanière pour les paramètres physico-chimiques et hydro-biologiques.

### III.1. Analyses des résultats du suivi du taux des paramètres physico-chimiques.

#### III.1.1 Analyse de la variation du degré de température.

La figure 5 ci-dessus représente, les différentes valeurs de la température dans les deux stations de prélèvement mesurées au niveau de l'embouchure de l'Oued Chéllif et Sonactère plage pendant la période printanière.

La température de la zone étudiée est comprise entre 14.5° à 20°C à l'Oued Chéllif et elle varie de 15 à 23°C au niveau de Sonactère plage. On remarque que la température, la plus élevée au niveau de Sonactère plage a été relevée durant le mois d'avril par rapport aux autres mois (Fig 5). Par ailleurs, les températures les plus faibles sont enregistrées au niveau de l'embouchure de l'Oued Chéllif. Cependant, durant la durée d'étude, les températures restent toujours stables pour la saison avec une fluctuation ne dépassant pas 1,05°C pour les deux stations d'étude. Nous notons une moyenne de températures au niveau de Sonactère plage de  $18 \pm 0,24$  °C et de  $16,87 \pm 0,29$  °C au niveau de l'embouchure de l'Oued Chéllif. Globalement, les températures durant les deux mois (Février, Mars) dans les deux sites d'étude sont d'environ 16 °C. Il n'y a pas de différences significatives entre les températures de l'eau de mer de Sonactère plage et les températures dans l'embouchure de l'Oued Chéllif, et concernant les mois d'Avril et Mai, on note que la température est plus élevée dans la station 2 par rapport la station 1.

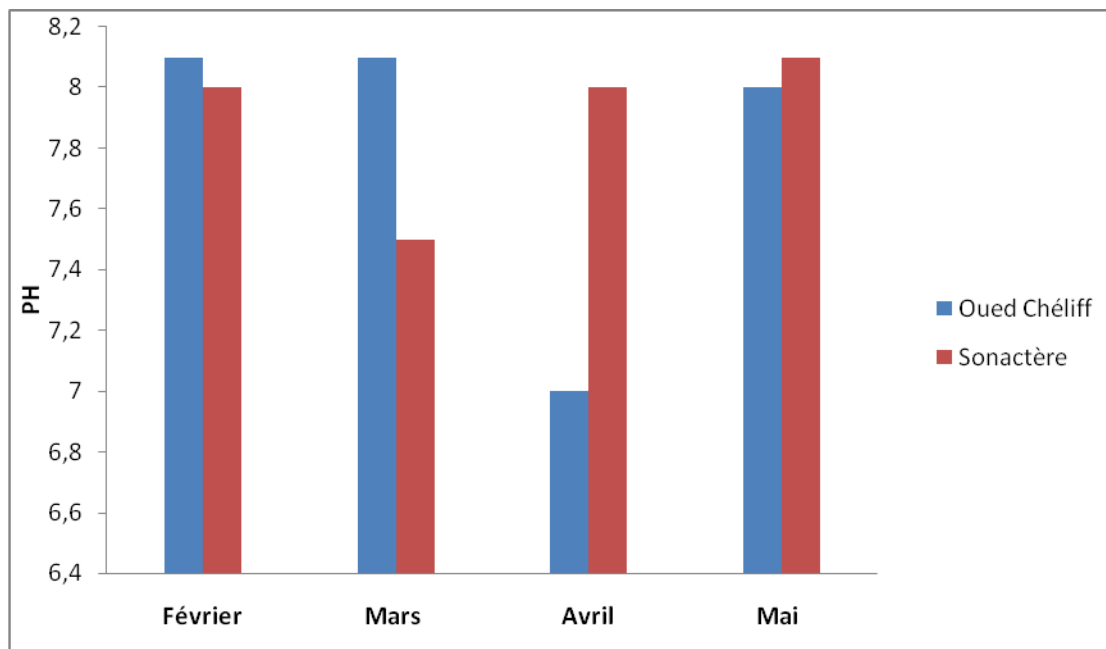


**Figure 5 :** Représentation graphique des variations des valeurs de la température d'eau de mer au niveau de (S1) embouchure de l'Oued Chélif, et de (S2) Sonactère plage

### III.1.2. Analyse de la variation de la valeur du potentiel de l'hydrogène (pH):

La figure 6 ci-dessus représente les valeurs du PH dans les deux stations du prélèvement l'embouchure de l'Oued Chélif et Sonactère plage pendant la période printanière.

La mesure du pH donne approximativement la même valeur pour deux points de prélèvements et elle est comprise entre 7 et 8,1 en eau d'Oued Chélif et elle varie de 7,5 à 8,1 en eau de Mer de Sonactère plage (Fig.6). La moyenne en eau de Mer est de 7,88 pendant la saison printanière. Oued-Mer et de 8,02 pendant la même période périodes. Le pH alcalin est dû à la présence d'éléments basiques transportés par l'oued Chélif. Pour que la vie aquatique soit possible en eau douce, le pH du milieu doit se situer entre 7 et 8. Dans l'eau de Mer, le pH favorable à la vie est de 8,2 à 8,3, ce qui correspond à des valeurs normales. Les mesures du pH relevées dans les deux sites indiquent un milieu récepteur possédant un équilibre en système de gaz carbonique (CO<sub>2</sub>).



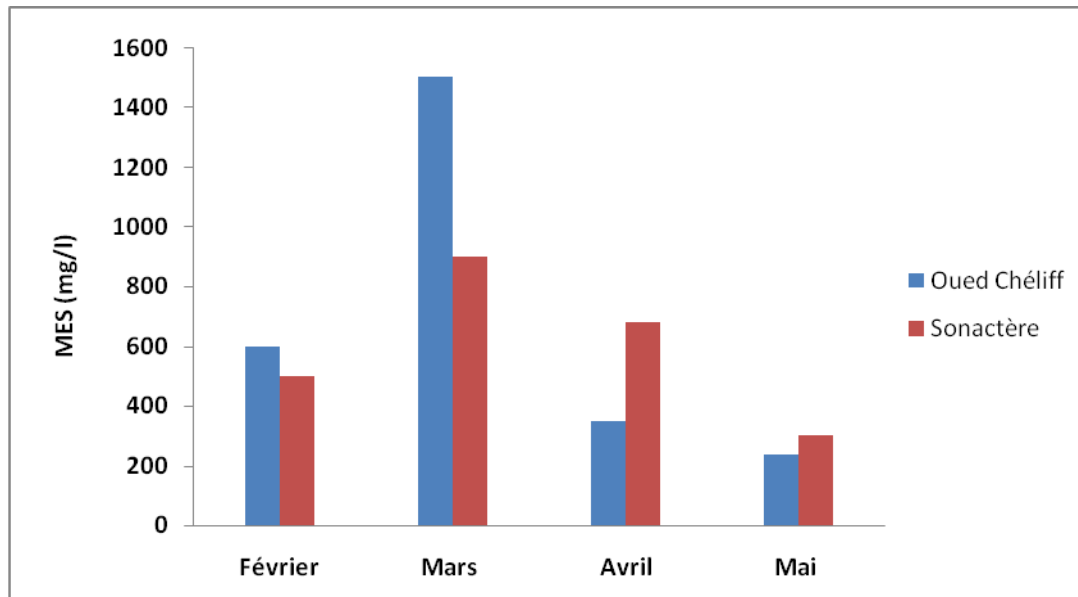
**Figure 6.** Représentation graphique des variations de la valeur du PH de l'eau de mer de (S1) embouchure de l'Oued Chélif , et de (S2) Sonactère pplage

### III.1.3. Analyse de la variation du taux de la Matière en suspension (MES):

La figure 7 ci- dessus représente les teneurs de matière en suspension dans les deux stations de prélèvement l'embouchure de l'Oued Chélif et Sonactère plage pendant la période printanière.

La teneur en matière en suspension est presque toujours supérieure à 200 mg/l) dans les deux sites de prélèvement. On peut considérer qu'à partir de 300 mg/l, la situation est particulière ou anormale. Dans la station située à l'embouchure de l'Oued Chélif, l'eau de mer dépasse les 1400 mg/l en MES, au mois de mars. Par ailleurs, des valeurs en MES sont très élevées et dépassent largement les normes et ceci durant toute la période d'étude : elles sont comprises entre  $235 \pm 350$  et  $600 \pm 1500$  mg/l (Fig.7). Pour les échantillons d'eau de mer, les analyses effectuées montrent que la concentration des matières en suspensions varie entre  $300 \pm 500$  valeurs minimales enregistrées au niveau du site (S2).

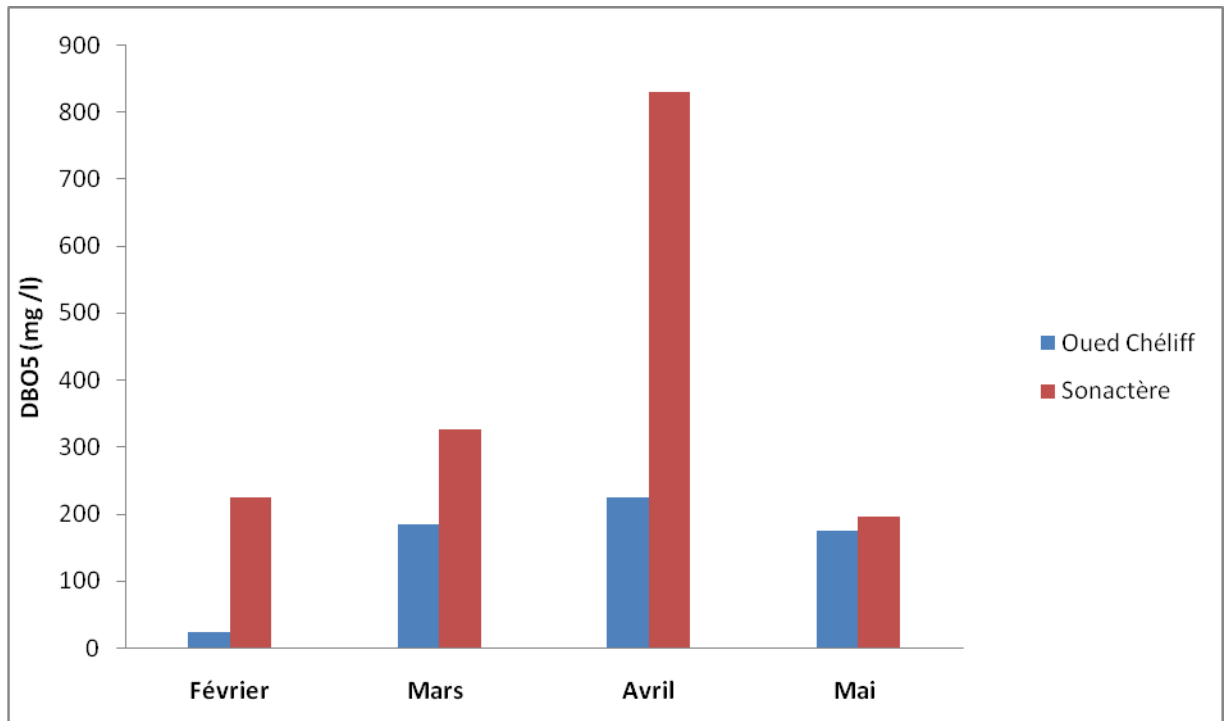
La comparaison entre les valeurs obtenues au niveau de l'embouchure de l'Oued Chélif celles mesurées au niveau de l'eau de mer de Sonactère montrent que les eaux d'Oued Chélif contiennent des concentrations, en matières en suspensions supérieures, à celles trouvées dans l'eau de mer.



**Figure 7 :** Représentation graphique des variations du taux de MES au niveau de (S1) embouchure de l'Oued Chélif et de (S2) Sonactère plage

#### **III.1.4. Analyse de la variation du taux de la Demande biologique en oxygène (DBO5):**

L'analyse de la figure 8, montre des valeurs de la Demande Biologique en Oxygène DBO5 dépassant la norme pour les mois d'Avril et Mars dans la station 2 de Sonactère plage, avec des valeurs respectives de 225 à 897 mg/l. Au niveau de l'embouchure de l'Oued Chélif, qui est à l'Est de Sonactère plage, les valeurs de la DBO5 varient de 225 à 185 mg/l ; Ce qui pourrait correspondre donc à une eau de mer perturbée ou de mauvaise qualité. L'augmentation de la charge en matière biodégradable (DBO) entraîne une augmentation des bactéries et Cyanophycées qui sont hétérotrophes, qui exigent de la matière organique pour se développer. Il est aussi à noter que la biodégradabilité est activée surtout à partir de l'embouchure soit avec la même concentration comme c'est le cas au mois d'avril (225 mg/l à l'embouchure, soit au mois de Mars avec une DBO5 de 897 mg/l à Sonactère plage). Les teneurs de la demande biologique en oxygène (DBO 5) dans l'eau de mer de Sonactère plage sont plus élevées à celles de l'eau d'embouchure de l'Oued Chélif.



**Figure 8 :** Représentation graphique des variations du taux de la DBO5 au niveau de (S1) embouchure de l’Oued Chélif , et de (S2) Sonactère plage

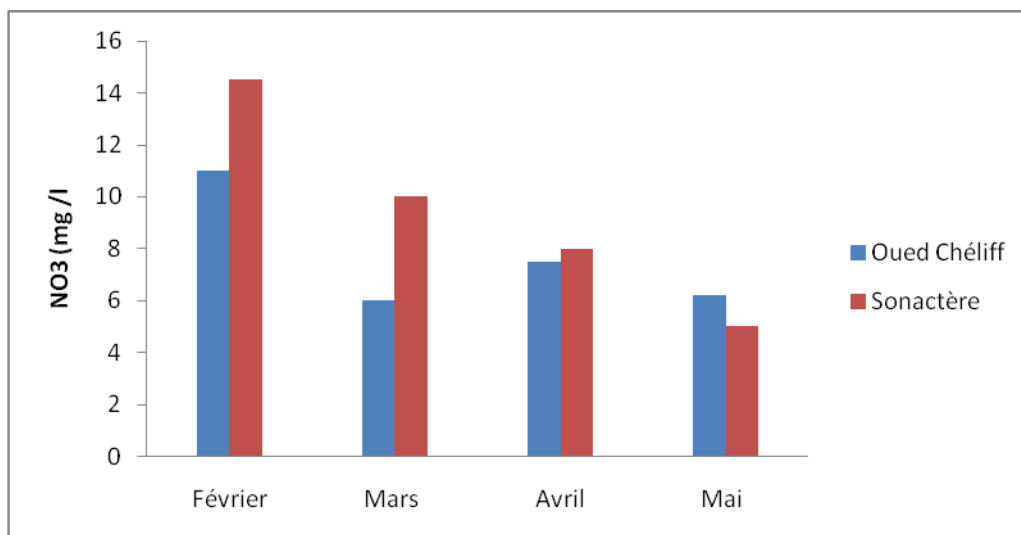
### III.1.5. Analyse de la variation du taux de sels nutritifs

#### ➤ Variations des Nitrates (NO<sub>3</sub>-)

La figure 9 ci- dessus représente les apports en nitrates dans les deux stations du prélèvement l’embouchure de l’Oued Chélif et Sonactère plage pendant la période printanière.

Les apports en nitrates (Fig. 9) sont très élevés et dépassent la norme. Les valeurs laissent supposer que c’est le lessivage des sols qui a conduit à l’enrichissement de l’Oued Chélif par les nitrates surtout au mois de février (14.5 mg/l). Au mois d’avril, la concentration atteint 11 mg/l à l’embouchure et 8 à 10 mg/l à Sonactère plage. De ce fait, on peut dire que la consommation de l’azote sous forme de nitrates est activée vers l’Ouest durant toute la période de l’étude.

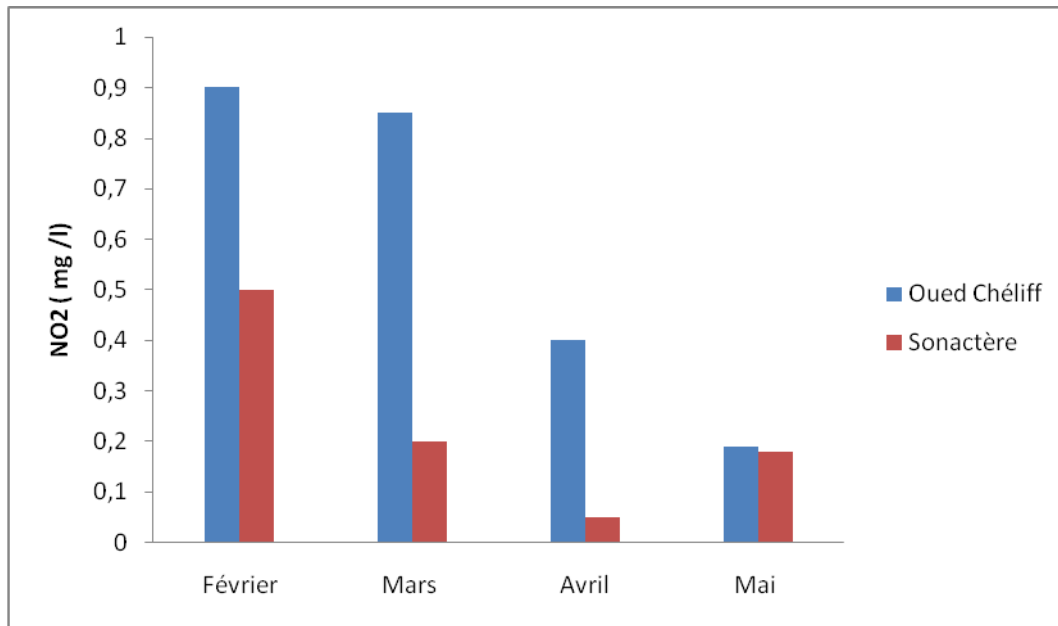
On relève des pics de concentration des Nitrates au niveau des deux stations où les concentrations les plus importantes dépassent les 10 mg/l le mois de Février. Ces fortes concentrations pourraient être dues à la proximité des stations de prélèvement, avec des sources de contaminations telles que: l’embouchure d’oued qui déverse de l’eau de mer et enrichie le milieu marin par des sels nutritifs



**Figure 9:** Représentation graphique des variations du taux de nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) de l'eau de mer de (S1) embouchure d'Oued Chélif, et de (S2) Sonactère plage.

### ➤ Variations des Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )

Comme pour les nitrates ; les valeurs des nitrites (Fig. 10) dépassent aussi la norme (0,002 mg/l) pour les échantillons prélevés à l'embouchure et à Sonactère plage, avec des valeurs respectives de 0,96 mg/l au mois de février et de 0,90mg/l au mois de mars. La concentration mesurée des nitrites est comprise entre un minimum de 0.1mg/let un maximum de 0,96mg/l à Sonactère plage tandis qu'elle est comprise entre 0 et 1,49 mg/l en eau d'Oued Chélif. Cette variation est due à la richesse de la zone en matières azotées provenant des terres agricoles qui s'étendent sur 7.620 hectares, selon la direction de l'environnement de la wilaya de Mostaganem. Les nitrites proviennent des engrais utilisés pour fertiliser les terrains agricoles. Lorsque ces terrains sont lessivés par l'action du ruissellement des eaux de pluie, les nitrites sont transportés par l'oued jusqu'à la Mer. Selon les Figures (8,9 et 10), on peut déduire que le taux des nitrites augmente lorsque le taux de l'ammoniaque diminue. Cela est dû à la transformation de l'ammoniaque en nitrites.

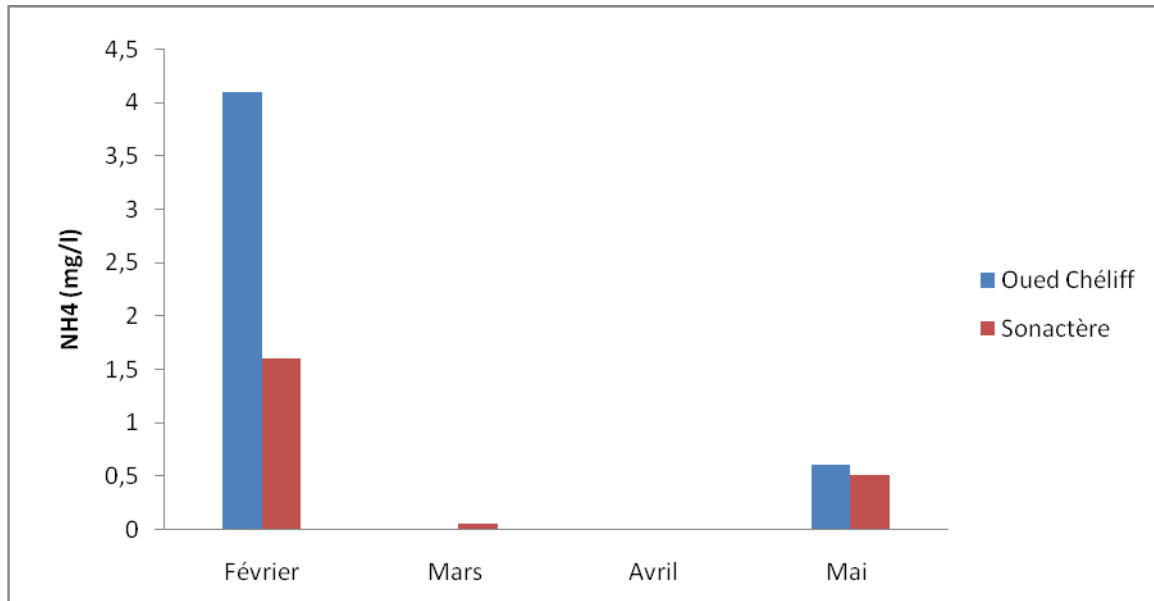


**Figure 10 :** Représentation graphique des variations du taux des nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) de l'eau de mer de (S1) embouchure de l'Oued Chélif, et de (S2) Sonactère plage

### ➤ Variation de l' ammonium ( $\text{NH}_4$ ):

La figure 11 confirme que les apports en ammonium dus à l'apport de l'Oued Chélif car la valeur enregistrée à l'embouchure ( $4.1\text{mg/l}$  au mois février). On remarque l'épuisement d'ammonium en période printanière ( $\text{NH}_4+\text{NO}_2-\text{NO}_3^-$ ) car l'apport en nitrates est faible. A partir du mois de mars et avec l'apparition du bloom phytoplanctonique printanier et la diminution du débit et de l'apport de l'Oued Chélif en ammonium, on remarque l'épuisement de cet élément à Sonactère plage.

L'ammonium dans l'eau de Mer, en période printanière est très élevée à l'embouchure de l'Oued Cheliff et est évaluée à  $1,6\text{ mg/l}$ . Cela s'explique par le fait que l'Oued Chélif est chargé en matières organiques et azotés juste avant de se déverser en Mer. Une fois que les eaux déversées se mélangent avec ceux de la Mer, les substances organiques et azotés se diluent et sont réparties dans le milieu marin par les courants verticaux et horizontaux, conduisant ainsi à la diminution de leur concentration. Cependant, les échantillons prélevés durant le mois d'avril présentent un taux très faible d'ammoniaque d'une part et d'autre part au niveau de l'embouchure, à cause des déchets produits lors de la prolifération des espèces phytoplanctoniques; on observe une grande productivité.

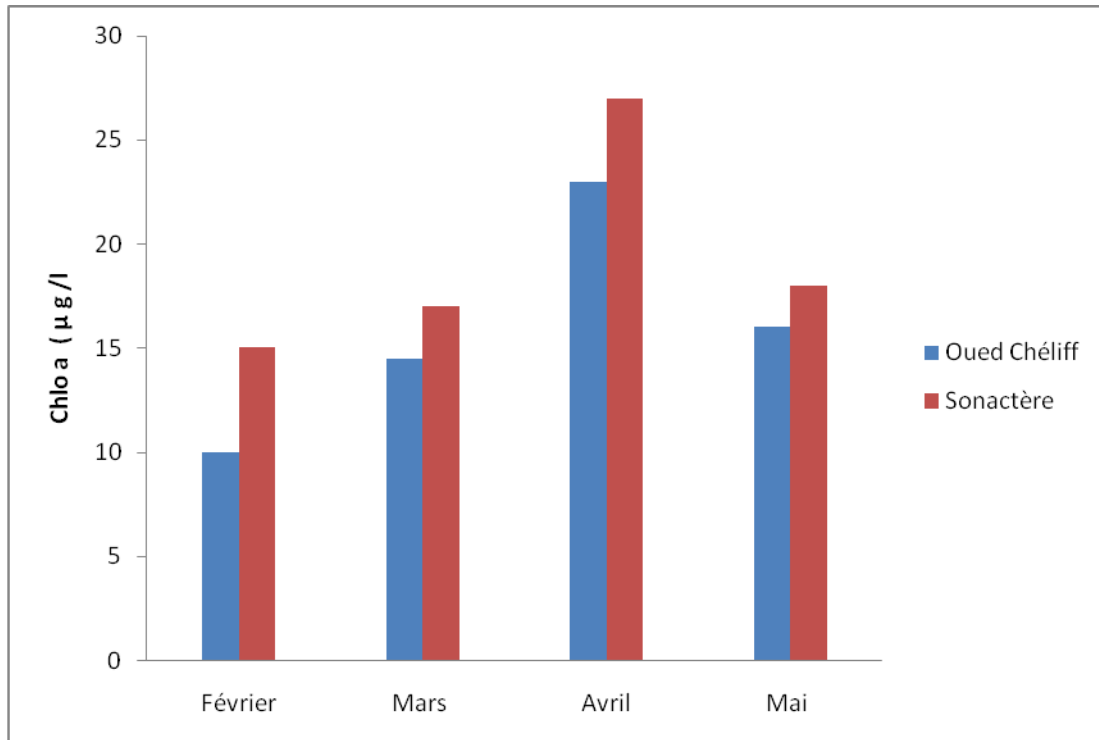


**Figure 11 :** Représentation graphique des variations du taux d’ammonium de l’eau de mer de la station (S1) embouchure de l’Oued Chélif , et de (S2) Sonactère plage

### III.2. Analyse de la variation du taux de Chlorophylle (a)

La chlorophylle (a) de la zone étudiée est comprise entre 10 à 23  $\mu\text{g/l}$  à l’Oued Chélif et elle est de 15 à 27  $\mu\text{g/l}$  en eau de mer de la côte de Mostaganem. Par ailleurs, durant toute la période de prélèvement, la valeur moyenne de la chlorophylle (a) en eau de mer Sonactère plage est de 19.25  $\mu\text{g/l}$  et de 15.87  $\mu\text{g/l}$  en eau d’Oued Chélif pendant la période printanière (Fig.18). On observe des teneurs de chlorophylle très élevés au mois d’avril les concentrations enregistrées sont 24 à 27  $\mu\text{g/l}$  Cela s’explique une forte production primaire.

L’augmentation de la concentration en sels nutritifs (N, P, Si) entraîne une augmentation de la biomasse de la chlorophylle (a) (Fig.12). Les valeurs des sels nutritifs (N, P, Si) varient en fonction du débit de l’Oued Chélif et du lessivage des sols, elles sont élevées lorsque le débit est fort et elles atteignent leur minimum lorsqu’il est faible.



**Figure 12 :** Représentation graphique de la variation du taux de chlorophylle a de l'eau de mer de la station (S1) embouchure de l'Oued Chélif , et de (S2) Sonactère plage

# DISCUSSION GENERALE

Dans ce modeste travail, on a voulu comparer la production primaire relevée dans deux sites proches Sonactère plage et embouchure de l'Oued Chélif. Cette analyse tient compte des paramètres du milieu mais, aussi des conditions générales de la baie de Mostaganem, de la circulation des courants et des zones d'enrichissement. On a enregistré une température moyenne saisonnière au niveau de Sonactère plage  $18 \pm 0,24$  °C pour la période de printemps, et on n'a pas noté de différences significatives entre la température relevée au niveau de l'eau de mer Sonactère et de l'embouchure de l'Oued Chélif. Les pics des températures enregistrés sont restreints aux zones plus ou moins protégées et sous influence des zones estuariennes. Ces résultats sont conformes aux travaux déjà réalisés dans la région, comme ceux de Kies en 2012 ; de Ignatiades et al, (2009), qui trouvent une température de  $17,84 \pm 3,5$ °C dans le bassin algérien, alors que Rossi, (2008) trouve une température moyenne de  $13,6 \pm 1,7$ °C en méditerranée occidentale, ainsi que Koukaras, et Nikolaidis, (2004) qui trouvent une température de  $17,64 \pm 6,5$ °C en (2000) et de  $14,8 \pm 4,9$ °C en (2002) toujours en méditerranée occidentale. En ce qui concerne le PH, ce dernier est alcalin en raison de la présence d'éléments basiques transportés par l'oued Chélif. Pour que la vie aquatique soit possible en eau douce, le pH du milieu doit se situer entre 7 et 8. Dans l'eau de Mer, le pH favorable à la vie est de 8,2 à 8,3, ce qui correspond à des valeurs normales. Les mesures du pH relevées dans les deux sites indiquent un milieu récepteur possédant un équilibre en système de gaz carbonique (CO<sub>2</sub>). Ces résultats concordent avec les travaux d'autres auteurs comme, Grimes et Bakalem, (1993); Grimes et Boudjakdji, (1996); Boutiba *et al.*, (2003) ; Grimes *et al.*, (2010) qui trouvent des PH variant de 7,9 à 8 en 2001, et de 8,1 à 8,2 en 2004 dans la méditerranée occidentale, Ignatiades *et al.*, (2009), dans les estuaires et le pH varie toujours entre 7,5 à 8,2 dans le bassin algérien comme l'ont signalé Berland *et al.*, (1988) et Bethoux *et al.*, (1998).

Concernant les sels nutritifs, des valeurs très élevés de nitrites et nitrates ont été enregistrées au printemps au niveau de l'embouchure de l'Oued Chélif. Aussi, des pics de concentrations de Nitrates, ont été relevés au niveau d deux stations et qui dépassent les 10 mg/l au mois de février. Ces fortes concentrations pourraient être dues à la proximité des stations de prélèvement avec des sources de contaminations telles que: L'embouchure de l'oued qui se déverse dans le site de Sonactère plage et qui enrichie le milieu marin par les sels nutritifs.

La concentration mesurée des nitrites est comprise entre un minimum de 0.1mg/l et un maximum de 0,96mg/l en eau de mer tandis qu'elle est comprise entre 0 et 1,49 mg/l en eau d'Oued Chélif. Cette variation est due à la richesse de la zone en matières azotées provenant des terres agricoles qui s'étendent sur 7.620 hectares, selon la direction de l'environnement de la wilaya de Mostaganem. Les nitrites proviennent des engrais utilisés pour fertiliser les terrains agricoles. Lorsque ces terrains sont lessivés par l'action du ruissellement des eaux de pluie, les nitrites sont transportés par l'oued jusqu'à l'eau de mer. On peut déduire que le taux des nitrites augmente, lorsque le taux de l'ammoniac diminue, Cela est dû à la transformation de l'ammoniac

en nitrites. Ces résultats concordent avec les travaux d'autres auteurs comme Rodier, (1984), Jaffe et Walters, (1977) et Benemessaoud, (2007).

Au premier échelon de la chaîne alimentaire, le développement du phytoplancton est conditionné par la présence des éléments nutritifs, essentiellement l'azote et le phosphore nécessaires à toutes les espèces, mais également le silicium, indispensable aux algues à squelette siliceux, telles que les diatomées (Aminot *et al.*, 1985; Aminot & Guillaud, 1990; Turner *et al.*, 1998; Rousseau *et al.*, 2002; Wu & Chou, 2003; Humborget *et al.*, 2008; Garnier *et al.*, 2010; Gohin *et al.*, 2010). Dans les eaux côtières, les apports continentaux peuvent enrichir considérablement le milieu en azote et en phosphore (rejets industriels, urbains et agricoles). Un enrichissement excessif en un ou plusieurs éléments peut avoir des conséquences sur l'équilibre et la densité des populations naturelles (Aminot & Guillaud, 1990; Rousseau *et al.*, 2002; Garnier *et al.*, 2010; Gohin *et al.*, 2010). La Baie de Mostaganem représente un exemple de domaine côtier influencé par d'importants apports continentaux. Il est donc intéressant de connaître la répartition des différents éléments nutritifs à plusieurs périodes de l'année. On s'intéresse principalement aux éléments nutritifs minéraux à l'état dissous, qui représentent la majorité des éléments chimiques disponibles pour le phytoplancton. Nous examinerons l'influence des eaux douces (Oued Chélif) sur la Baie de Mostaganem en étudiant leur dilution pendant la période printanière. L'étude des concentrations en azote minéral dissous et en phosphate montre qu'au sein de l'estuaire, ce rapport se trouve à des valeurs élevées, ces fortes valeurs durant les périodes étudiées sont essentiellement dues à l'importance des apports fluviaux en nitrates (Aminot *et al.*, 1994; 1998; Angelier, 2000; Ramade, 2008). L'ensemble de ces valeurs tendent à montrer qu'au sein de l'estuaire et surtout vers l'Ouest, les rapports restent élevés et traduisent une influence nette de la qualité des eaux du bassin versant sur les caractéristiques des eaux estuariennes. En ce qui concerne l'équilibre des sels azotés, les fortes valeurs du N, en comparaison à la valeur théorique optimale (Rapport de Redfield) pour la croissance du phytoplancton, tendent à montrer que le phytoplancton pourrait être limité dans l'estuaire par le phosphore (Aminot *et al.* 1994; 1998; Angelier, 2000; Belin *et al.* 2001; Billen & Garnier, 2007). Néanmoins, les concentrations en phosphore au sein de l'estuaire ne tombent jamais à des valeurs suffisamment basses pour être limitant. Les résultats obtenus montrent qu'il y a une augmentation des sels nutritifs dans l'eau de Mer de la région de Mostaganem, surtout en ce qui concerne les nitrites. Cette concentration est due à plusieurs facteurs tels que : l'apport de l'Oued Chélif, les courants horizontaux et les courants verticaux, les échanges entre les différentes interfaces (atmosphère-Mer, terre-Mer et sédiment-Mer) (In Boubenia, 2011). Ces facteurs contribuent à l'enrichissement de l'eau de mer en sels nutritifs, sans oublier la dégradation des déchets par les bactéries et le lessivage des roches. Tout cela a conduit au développement de la biodiversité du phytoplancton marin représentée par les valeurs de la Chlorophylle a.

# Conclusion

Le travail exposé ici représente permet de mieux comprendre l' état du phytoplancton au niveau de l' estuaire d' Oued Chélif et Sonactère plage pendant le début de la saison printanière. Ce travail a été réalisé durant quatre mois. Les résultats, ont permis de contribuer à expliquer l' état de l' évolution de la production primaire et aussi l' effets des nutriments sur la répartition phytoplanctonique.

On a déterminé aussi, le taux de la production primaire (chlorophylle a), nos résultats ont été dans la plupart des cas conformes aux travaux déjà réalisés dans le bassin occidental de la méditerranée et le bassin algérien.

A travers cette étude, on a évalué l' état de milieu estuarien ' l' embouchure de l' Oued de Chélif' et celui de Sonactère plage, localisées dans la région de Mostaganem, en focalisant notre étude sur certaines de leurs propriétés ou composantes. Les résultats d' analyses physico-chimiques, hydro-biologiques des eaux en provenance de l' Oued Cheliff pendant la période printanière ont montré que, l' Oued Cheliff déverse une quantité considérable de polluants de diverses origines, dans la zone de l' embouchure. Aussi, la présence de fortes concentrations en nutriments [NO<sub>2</sub> (nitrites), NO<sub>3</sub> (nitrates), NH<sub>4</sub>(ammoniaque), favorise le développement du phytoplancton en cette période, mais la présence de la matière en suspension en excès et les taux élevés de la matière organique (DBO<sub>5</sub> élevée) doivent forcément favoriser le développement de certains espèces phytoplanctoniques et la régression d' autres espèces.

Enfin, notre travail apporte une contribution complémentaire par rapport aux travaux antérieurs, réalisés dans la région, par l' étendue de la zone d' étude concernée, et qui mérite d' être approfondie en passant par l' identification des espèces phytoplanctoniques et en augmentant les points ou stations d' échantillonnage pour mieux cerner le transport des apports et les zones d' enrichissement en nutriments. Une analyse microbiologique et métallique est préconisée afin de déterminer la qualité du milieu de ces deux stations.

## Références bibliographiques

**AMBLARD C., 1987.** Les successions phytoplanctoniques en milieu lacustre. Ann. Biol. 26: 1-34.

**AMINOT A., CHAUSSEPIED M., (1983).** Manuel des analyses chimiques en milieu marin CNEXO, 395 p.

**ANNEVILLE, O., KAIBLINGER, C., TADONLEKE, R.D., DRUART, J.C. ET DOKULIL, M.T., 2008.** Contribution of Long-Term Monitoring to the European Water Framework Directive Implementation. Proceedings of Taal 2007: The 12th World Lake Conference. Sengupta, M. et Dalwani, R. (eds). p 1122-1131.

**ARFI R., BOUVY M., CECCHI P., PAGANO M. ET THOMAS S., 1982.** Factors limiting phytoplankton productivity in 49 shallow reservoirs of North Côte d' Ivoire (WestAfrica). Aquatic Ecosystem Health and Management Society. 4: 123-138.

**BELHADJ M., 2001.** Etude de la pollution des eaux du bassin de Cheliff et son impact sur l' environnement. Mémoire de Magister en Chimie de l' Environnement, Université de Mostaganem, 142 p.

**BA N., 2006.** La communauté Phytoplanctonique du lac de Guiers (Sénégal): Types d' associations fonctionnelles et approches expérimentales des factures de régulation. (Thèse de Doctorat de 3<sup>ème</sup> cycle. Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal). P: 10, 22.

**BAFU B.F.U., 2007.** Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Kieselgen Stufe F (Flächendeckend).

**BARTH H. ET FEGAHL., 1990.** Eutrophisation related phenomena in the Adriatic sea in other Mediterranean coastal zones proceeding of a workshop held in rome. 2830 may 1990, water pollution. Research Rapport. 16. C.E.C (EUR12978) : 1-255. Blandin P., 1986. Bioindicateurs et diagnostic des syst èmes écologiques. Bulletin d' écologie, 17 : 215-307.

**BLOMQUIST P., PETTERSSON A. ET HYENSTRAND P., 1994.** Ammonium-nitrogen: A key regulatory factor causing dominance of non-nitrogen - fixing Cyanobacteria in aquatic systems. Arch. Hydrobiol. 72: 331-340.

**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' universit é de MOSTAGANEM 86p.

**BOSC. E., 2002.** Variations saisonnières et interannuelles de la biomasse phytoplanctonique et de la production primaire en Méditerranée : Evaluation et utilisation des données satellitales de couleur de l' océan (SeaWiFS, POLDER et OCTS) » thèse de doctorat université de toulon et du var, 360p.

**BIANCHI C. N. et MORRI C., 2000**, Marine biodiversity of the Mediterranean Sea: situation, problems and prospects for future research. *Mar. Pollut. Bull.*, 40, 367 – 376.

**COSTE, B., LE CORREP., H. J. MINAS H.J., 1988**. Re-evaluation of the nutrient exchanges in the Strait of Gibraltar, *Deep Sea Research Part A. Oceanographic Research Papers*, 35(5), 767-775.

**CHAOUTI A., BAYED A., 2005**. Diversité taxonomique et structure de la macrofaune benthique des substrats meubles de la lagune de Smir. *Travaux de l'Institut Scientifique, Rabat, série générale, n° 4*, 33-42.

**CLOERN J.E., 2001**. Our evolving conceptual model of the coastal autrophication problem. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 210: 223-253. Cloutier, S., 1984. influences de la salinité sur la productivité du phytoplancton du Fjord du Saguenay. *Mémoire de maîtrise, université du quebec à chicoutimi*. 81p.

**CHAMPIAT D., LARPENT J.P., 1994**. *Biologie des eaux: Méthodes & Techniques*, 2 tirages. P: 24, 37, 39.

**CHAOCACHI B., BEN HASSINE O.K., LEMOALLE J., 2002**. Impact du vent sur la transparence des eaux de la lagune de l' ICHKEUL .*Bull. Inst. Natu. Scien. Tech. Mer de Salammbö*.Vol. 29 .P: 87-93.

**CLEMENT J.-C., 1987**. Impact des conditions hydrologiques et nutritionnelles sur l' évolution de la production primaire en baie de Vilaine, synthèse des données acquises sur la période 1982-1985, 21. *Association Halieutique du Mor-Bras, Affaires Maritimes Publ., Vannes*, 267 pp.

**CHARPY-ROUBAUD C.J., CHARPY L.J., MAESTRINI S.Y., 1982**. Fertilité des eaux côtières nord-patagoniques: facteurs limi-tant la production du phytoplancton et potentialités d' exploitation mytilicole. *Oceanologica Acta*, 5:179-188.

**CHRETIENNOT-DINET M.-J., SOURNIA A., RICARD M., BILLARD C., 1993**. A classification of the marine phytoplankton of the world from class to genus. *Phycologia*, 32:159-179. DENIGES G., 1940.Sur une capitale d'erreur possible dans la recherche des azotites en hydrologie, *C. R. Acad. des Sci.* Pp 159; 160.

**DUGDALE R.C., 1967**. Nutrient limitation in the sea : dynamics, identification and significance. *Limnology and Ocea-nography*, 12, 685-695.

**DE JONG D.J., DE JONGEV.N., 1995**. dynamics and distribution of microphytobenthic chlorophyll-a in the Western Sheldt estuary (SW Netherlands). *Hydrobiologia*, 311:2130.

**DODGE J.D., 1971**. A dinoflagellate with both a mesocaryotic and a eucaryotic nucleus I. Fine structure of the nuclei. *Protoplasma*, 73:145-157.

**DEMERS S., THERRIAULT T., BOURGET E., BAH A., 1987**. Resuspension in the shallow sub littoral zone of a macrotidal estuarine environment: Wind influence. *Limnol. Oceanogr.* 32: 327-39.

**DILLON P.J., RIGLER F.H., 1974.** The phosphorus chlorophyll relationship in lakes. *Limnology and oceanography* 19: 767-773.

**EPPLEY R.W., 1972.** Temperature and phytoplankton growth in the sea. *Fisheries Bulletin*, 70:1063-1085. Eppley R.W., Peterson B.J., 1979. Particulate organic matter flux and planktonic new production in the deep ocean. *Nature*, 282:677-680.

**FEKI-SAHNOUN W., 2013.** Analyse de la variabilité spatio-temporelle des populations phytoplanctoniques observées dans le réseau national de surveillance du phytoplancton dans le golfe de Gabés. Thèse de doctorat, Faculté des Sciences de Sfax.

**FLEMING R.H., 1957.** General features of the ocean. In: Hedgpeth J.W. (ed) *Treatise on Marine Ecology and Paleocology*, Vol 67. Geological Society of America Memoir, pp. 87-107.

**FURNAS M.J., 1991.** Net in situ growth rates of phytoplankton in an oligotrophic, tropical shelf ecosystem. *Limnol. Oceanogr.*, 36: 13-29.

**DHIB A., 2015.** Contribution à l'étude des successions écologiques du phytoplancton dans la lagune de Ghar El Melh. Biodiversité et Ecologie. Université de Franche-Comté.

**DJELLAB S., 1993.** Inventaire et écologie des Syrphidés (Ordre Diptera) dans le Parc National d'El Kala. Thèse de Magister, Université d'Annaba, 183 p.

**FRONTIER S., PICHOT-VIALE D., LEPRETRE A., DAVOULT D., LUCZAK C., 2004.** Ecosystèmes : Structure, Fonctionnement, Evolution. Dunod, Paris, 549 p.

**GAUJONS G., 1995.** La pollution des milieux aquatiques : aide mémoire. 2ème édition. Lavoisier, Paris 217p.

**GERMAIN H., 1981.** Flore des diatomées : eaux douces et saumâtres. Société nouvelle des éditions Boubée, Paris.

**GIACOMINI V., BERTINO S., TIBALDI E., 1984.** La nature : mers et cotes la faune des rivages. Volume 3, Paris.

**GAILHARD I., 2003.** Analyse de la variabilité spatio-temporelle des populations microalgales côtières observées Par le « Réseau de surveillance du Phytoplancton et des phycotoxines » (REPHY). Thèse de Doctorat. Université de la Méditerranée (Aix - Marseille II). P : 1,14.

**GIRARD C., 2005.** Étude du comportement d'orientation d'espèces pélagiques tropicales vis-à-vis d'attracteurs. Thèse de Doctorat, Université de la Réunion, 244 p.

**GRIMES S., BOUTIBA Z., BOUKALEM A., BOUDERBALA M., BOUDJELLAL B., BOUMAZA S., BOUTIBA M., GUEDIOURA A., HAFFERSSAS A., HEMIDA F., KAIDI N., KHELIFI H., KERZABI F., MERZOUG A., NOUAR A., SELLALI B., SELLALI-MERABTINE H., SEMROUD**

**R., SERIDI H., TALEB M-Z., TOUHRIA T., 2003.** Biodiversité marine et littorale Algérienne. Sonatrach-Université d'Es Sénia Oran. 362 p.

**GUILLAUD J-F., AMINOT A., 1990.** Devenir des éléments nutritifs en zone littorale, IFREMER Centre de Brest. Actes de colloque La Mer et les Rejets Urbains. Bendor 11, pp:27-34.

**GOHIN F., TRABELSI A., DANIELOU M-M., 2010.** Mise au point de méthodes pour la surveillance du phytoplancton. Rapport Ifremer, 63 p.

**GRAY J.S., MCINTYRE A.D., STIRN J., 1992.** Manuel des méthodes de recherche sur l'environnement aquatique. Onzième partie. Evaluation biologique de la pollution marine, eu égard en particulier au benthos. FAO Document technique sur les pêches, N° 324, 53.

**HENRY M-T., BEAUDRY J., 1992.** Chimie des eaux, Ed le Griffon d'Argenteuil in Canada. 537p.

**HERRMANN M., 2007.** Formation et devenir des masses d'eau en Méditerranée nord-occidentale Influence sur l'écosystème planctonique pélagique Variabilité interannuelle et changement climatique These de Doctorat Délivré par : l' Université Toulouse 3 Paul Sabatier.

**HOLLIGAN P.M., VIOLLIER M., HARBOUR D.S., CAMUS P., CHAMPAGNE-PHILIPPE M., 1983.** Satellite and ship studies of coccolithophore production along a continental shelf edge. Nature, 304:339-342.

**HOLLIGAN P. M., 1987.** The physical environment of phytoplankton blooms in the N.E. Atlantic. Rapp. P.-v. Cons. Perm. Int. Explor. Mer, 187, 9-18.

**HUTCHINSON G.E., 1957.** A treatise on Limnology. Vol 1. Geography, Phsico and Chemistry. John Wilcy and Sono. Inc. New York. P: 1115.

**HOPP E.H.A., 1979.** Marine algae and their products and constituents in pharmacy. In Hoppe HA, Levering T, Tanaka Y (Eds), Marine Algae in Pharmaceutical Science. Walter de Gruyter, Berlin -New York, pp 25-119.

**IGNATIADES L., GOTSIS-SKRETAS O., PAGOU. K., KRASAKOPOULOU E., 2009.** Diversification of phytoplankton community structure and related parameters along a large-scale longitudinal east-west transect of the Mediter-ranean Sea. Journal of Plankton Research, 31: 411 - 428.

**IWASAKI., 1979.,** pht/ysiological ecologie of red tide flagellates in biochimisttry and physicology of protozoa, and., vol1, by, M levandowsky academie. Press, new York .pp. 357-393.

**JOHN D.M., 1994.** Alternation of generations in algae: its complexity, maintenance and evolution. Biology Review. 69: 275-291.

**JEAN-CLAUDE D., FREDRIC R., 2008.** Protocoles d'analyse du phytoplancton de l' INRA : prélèvement, dénombrement et biovolumes. INRA-Thono, rapport SHL 283, 96p.

**JOELG., 2003.** La qualité de l'eau potable, technique et responsabilités, Paris, Novembre.

**KHELLOU M., 2012.** Flux de l' azote et du phosphore minéraux à l' embouchure d' oued seyhouse. Mémoire Présenté en vue de l' obtention du diplôme de Magister « Ecole Doctorale », Annaba. Université Badji Mokhtar Annaba. Faculté des sciences. Département : Biologie, 125.

**LAKKIS S., 2011.** Le phytoplancton marin de Liban (méditerranée orientale) biologie, biodiversité, biogéographie. Ed Aracne, P 15-17.

**LIGHTFOOT N.F., 2002.** Analyse microbiologiques des aliments et de l' eau. directives pour l' assurance qualité. France, 387p.

**LORENZEN C.J., 1967.** Determination of chlorophyll and pheopigments: Spectrophotometric equations. Limnol. Oceanogr. 12 : 343-346.

**MESSIKH S., 2016.** Etude Bioécologique des Hydra-cariens de la région d' El Kala. Thèse en vue de l' obtention d' un diplôme de doctorat. Annaba: Université Badji Mokhtar - Annaba, p105.

**NEFFARF., 1991.** Contribution à l' analyse phytoécologique du Lac Bleu (Vieille Calle). Thèse. ING, Spécialité, écologie, Université Annaba, 71 p.

**NISBET M., VERNEAUX J., 1970.** Composantes chimiques des eaux courantes. Discussion et proposition des classes en tant que bases d' interprétations des analyses chimiques. Annales de limnologie, 1.6, Fasc. 2, PP. 161-199.

**OFFICER C-B., RYTHER J-H., 1980.** The possible importance of silicon in marine eutrophication. Marine Ecology Progress, 3:83-91.

**PESSON P., LEYNAUD G., RIVIERE J., CABRIDENC R., BOVARD P., TUFFERY G., VIVIER P., LAURENT P., ANGELY N., DESCY J-P., WATTEZ J-R., VERMEAUX J., 1976.** La pollution des eaux continentales. Incidence sur les biocénoses aquatiques, Edition Bordas, Paris, 285 p.

**PRICE N.M., AHNER B.A., MOREL F.M.M., 1994.** The equatorial Pacific Ocean: grazer-controlled phytoplankton in an iron-limited ecosystem. Limnology and Oceanography, 69:520-534.

**PAERL H.W., 1997.** Coastal eutrophication and harmful algal bloom: Importance of atmospheric deposition and groundwater as ' new ' nitrogen and other nutrient sources. Limnology and Oceanography. 42: 1154 - 1165.

**PIERRE J.F., 2001.** Bulletin de l' académie lorraine des sciences : catalogue des algues (du Nord - Est de la France et des régions attenantes 1959-2001). P : 45-46.

**PASCALL., 2010.** Analyse quantitative des cyanotoxines d' eau douce par LDTD-APCI-MS/MS, Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures en vue de l' obtention du grade de Maîtrès sciences (M. Sc.) en Chimie, Université de Montréal, p88.

**PELLETIER L., GAGNON E., 2009.**Présentation des documents fournis par la physiologie écologie des phytoplanctons. Blackwell, Oxford, p 493-570. Phytoplankton single cell fluorescence and vertical mixing in the surface oceans.

**RAMADE F., 2003.**Éléments d'écologie fondamentale. Ed. Dunod, Paris, 690 p.

**RAMADE F., 2005.**Éléments d'écologie : écologie appliquée. Edit Dunod. 6<sup>ème</sup> édition. Paris, 863p.

**RAMADE F., 2009.** Éléments d'écologie, écologie fondamentale. Ed. Dunod, Paris, 689p.

**RODIER J., BAZIN C., BROUTIN JC., CHAMBON P., CHAMPSAUR H., RODIER J., 1996.** L'Analyse de l'Eau (8<sup>ème</sup> éd). Dunod, Paris, p 1383.

**STRAUB F., 1984.** Note algologique I : Observation de quelques Diatomées (Bacillariophyceae). Extrait du Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences naturelles 1. 107: 5-9.

**STRAUB F., POKORNI B., MISEREZ J.J. ET MONTANDON P.E., 2004.** Note algologique III: Nuisances algales dans le Jura Suisse en 2003,2004. Bulletin de la Société Neuchâteloise des sciences naturelles. 127 : 57-67.

**TREGOUBOFF G., ROSE M., 1978.** Manuel de Planctonologie Méditerranéenne. Tome 1. CNRS, P: 128. Travers M., 1971. Diversité du phytoplancton du golfe de Marseille en 1964. Mar. Biol., 8 (4) : 308-343.

**UTERMÖHL H., 1958.** Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. Mitt. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol.9: 1-38.

**VILLAREAL T.A., 1987.** Evaluation of nitrogen fixation in the diatom genus *Rhizosolenia* Ehr. in the absence of its cyano-bacterial symbiont *Richelia intracellularis* Schmidt. Journal of Plankton Research, 9:965-971.

**WETZEL R.G., LIKENS G. E., 2001.** Limnologia Analyses, 3rd edition. Springer - Verlag. P: 429.

**WILLIAMS P.J. LE B., VON BODUNGEN B., 1989.** Export productivity from the photic zone. In: Berger W.H., Smetacek V.S., Wefer G. (eds) Productivity of the Ocean: Present and Past. Wiley-Interscience, Chichester, pp. 99-115.

**WINTER D.F., BANSE K., ANDERSON G.C., 1975.** The dynamics of phytoplankton blooms in Puget Sound, a fjord in the northwestern United States. Marine Biology, 29:139-176.

**YOUNG J.R., GEISEN M., CROS L., KLEIJNE A., SPRENGEL C., PROBERT I., ØSTERGAARD J., 2003.** A guide to extant coccolithophore taxonomy. Journal of Nannoplankton Research, Special Issue: 1-125.