

Higher National School of Hydraulic

The Library

Digital Repository of ENSH



المدرسة الوطنية العليا للري

المكتبة

المستودع الرقمي للمدرسة العليا للري



The title (العنوان):

Etat de la pollution par matières particulaires et dissoutes dans le système fluvio-marin d'Oued Mazafran- embouchure (baie de Bousmail) .

The paper document Shelf mark (الشفرة) : 6-0018-17

APA Citation (توثيق APA):

Ouahil, Amina (2017). Etat de la pollution par matières particulaires et dissoutes dans le système fluvio-marin d'Oued Mazafran- embouchure (baie de Bousmail)[Thèse de master, ENSH].

The digital repository of the Higher National School for Hydraulics "Digital Repository of ENSH" is a platform for valuing the scientific production of the school's teachers and researchers.

Digital Repository of ENSH aims to limit scientific production, whether published or unpublished (theses, pedagogical publications, periodical articles, books...) and broadcasting it online.

Digital Repository of ENSH is built on the open DSpace software platform and is managed by the Library of the National Higher School for Hydraulics. <http://dspace.ensh.dz/jspui/>

المستودع الرقمي للمدرسة الوطنية العليا للري هو منصة خاصة بتقييم الإنتاج العلمي لأساتذة و باحثي المدرسة.

يهدف المستودع الرقمي للمدرسة إلى حصر الإنتاج العلمي سواء كان منشورا أو غير منشور (أطروحات، مطبوعات، مبداعات، مقالات، البوريات، كتب....) و بنه على الخط.

المستودع الرقمي للمدرسة مبني على المنصة المفتوحة DSpace و يتم إدارته من طرف مديرية المكتبة للمدرسة العليا للري.

كل الحقوق محفوظة للمدرسة الوطنية العليا للري.



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE



MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-  
DEPARTEMENT : HYDRAULIQUE URBAINE

## MEMOIRE DE MASTER

*En vue de l'obtention du diplôme de Master en Hydraulique*

**Option : Alimentation en eau potable**

### **THEME DU PROJET**

**Etat de la pollution par matières particulaires et dissoutes dans le  
système fluvio-marin d'Oued Mazafran- embouchure  
(baie deBousmail)**

**PRESENTE PAR :**

**M<sup>lle</sup> OUAHIL Amina**

**Devant les membres du jury**

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
<b>M<sup>me</sup> MEDDI Hind</b>	<b>M.C.A</b>	<b>Présidente</b>
<b>Mr AMMARI Abdelhadi</b>	<b>M.C.B</b>	<b>Examinateur</b>
<b>Mr BOUFEKANE Abdelmadjid</b>	<b>M.A.A</b>	<b>Examinateur</b>
<b>M<sup>me</sup> HOULI Samia</b>	<b>M.A.A</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>M<sup>me</sup> DJOUDAR Dahbia</b>	<b>M.C.B</b>	<b>Promotrice</b>

**Mai 2017**

# Dédicace

*Avec un énorme plaisir, un cœur ouvert et une immense joie, que je dédie ce mémoire de master à mes chers, respectueux et magnifique parents qui m'ont soutenus tout au long de ma vie ainsi qu'à ma sœur Meriem à mes frères Sid Ali et Youcef et ma nièce Yasmine.*

❖ *A mes amies « Katia, Khadidja, Amel, Khouloud,*

*... ».*

❖ *A tous qui m'ont aidé et à mes amis de l'ENPH.*

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

❖ *Et à tous ceux qui me sont chers.*

*Amina*

## *Remerciement*

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

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

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

*Je tiens à remercier aussi :*

- ❖ Les membres de jury pour avoir accepté d'évaluer mon travail.*
- ❖ Le corps d'enseignants et les étudiants de l'ENSH.*
- ❖ Tous ceux qui ont contribué de près ou de loin dans l'élaboration de mon mémoire.*

*Enfin je remercie tous mes amis, et mes camarades de m'avoir accompagnée jusqu'ici.*

*Merci..*

### ملخص

إن الغرض الرئيسي من هذه الدراسة هو محاولة تقديم مجموعة من البيانات الخاصة بالوضع الحالي للتلوث الناتج عن الجسيمات والمواد المنحلة في نظام النهر- البحري في مكان تلاقي وادي مازافران - خليج بوسماعيل. أولاً قمنا بمجموعة من البحوث الببليوغرافية حول التلوث البحري. بعد ذلك قمنا بتحليل إحصائي مفصل لنتائج الحملات الميدانية التي وضعتها منظمات مختلفة وللخراط المنشأة استناداً على أداة نظم المعلومات الجغرافية.

### Résumé :

L'objectif principal de cette étude est de faire un constat sur l'état actuel de la pollution par matière particulaire et dissoute dans le système fluvio-marin oued Mazafran-embouchure (Baie de Bousmail). En premier lieu, nous avons fait une recherche bibliographique sur la pollution marine dans la zone d'étude.

Par la suite, une analyse statistique approfondie des résultats obtenus par des campagnes de terrain établies par différents organismes a été faite. L'établissement des cartes a été basé sur l'utilisation de l'outil SIG.

### Abstract :

The main objective of this study is to report on the current state of pollution by particulate matter and dissolved in the Mazafran-outlet waterway (Bousmail Bay) river system. First, we conducted a bibliographic research on marine pollution in the study area.

Subsequently, statistical analysis of the results of field surveys carried out by different agencies was carried out. The mapping was based on the use of the GIS tool.

## Sommaire

Introduction .....	11
<u>Chapitre I</u>	
1-Introduction :.....	2
2- Propriétés de l'eau de mer :.....	2
2-1- Propriétés physicochimiques de l'eau de mer : .....	2
2-1-1- Température : .....	3
2-1-2- Salinité :.....	3
2-1-3- Conductivité électrique : .....	4
2-1-4- Potentiel d'hydrogène ( <i>pH</i> ). .....	4
2-1-5-Oxygène dissous (O.D) : .....	5
2-1-6 Transparence de l'eau :.....	6
3-Paramètre de pollution :.....	6
3-1 Turbidité :.....	6
3-2- Matières en suspension :.....	7
3-3-La demande biochimique en oxygène ( <b>DB05</b> ): .....	8
3-4-La demande chimique en oxygène (DCO) : .....	8
3-5-Matière organique particulaire : .....	9
3-6-Les sels nutritifs (azote et phosphore) : .....	9
3-7- Oligo-éléments et les toxiques minéraux : .....	11
3-8- Les paramètres bactériologiques : .....	11
4-Téledétection et la couleur de l'eau de mer : .....	11
4-1-Intérêt de la téledétection pour l'étude de la mer : .....	11
4-2 Téledétection de la qualité de l'eau : .....	12
4-3-Les paramètres de l'étude de la qualité de l'eau de mer.....	12
5-Devenir et évolution d'une pollution bactérienne en milieu marin .....	12
Conclusion :.....	14
<u>Chapitre II</u>	
1-Introduction :.....	15
2-Localisation géographique de la baie de Bousmail : .....	15
3-Sédimentologie de la Baie de Bousmail : .....	16
4-Réseau hydrographique :.....	16

5-Topographie de la baie :.....	18
6-Condition météorologiques :.....	18
6-1-Climat : .....	18
6-2-Vents :.....	19
6-3-Température et précipitation :.....	19
6-4-Pluviométrie : .....	19
7-Facteurs hydrodynamiques : .....	21
8- Géomorphologie de la baie :.....	21
9-Etat de la pollution de la baie de Bousmail : .....	22
9-1-Sources de pollution : .....	22
9-2-Stations d'épuration.....	25
Conclusion :.....	26
 <a href="#"><u>Chapitre III</u></a>	
1-Introduction :.....	27
2-Présentation des points de prélèvement : .....	27
3 -Les prélèvements .....	27
4- Méthodes d'analyses .....	28
 <a href="#"><u>Chapitre VI</u></a>	
1-Introduction :.....	38
2- Distribution et variations des différents paramètres mesurés .....	38
2-1- La température .....	38
2-2- La salinité .....	39
2-3- L'Oxygène dissous .....	40
2-4- La MES.....	41
2-5- LA Matière Organique Particulaire .....	42
2-6- Les sels nutritifs.....	43
Conclusion.....	49
Conclusion générale : .....	50

## Liste des tableaux

<b>Tableau I-1</b> : constituants majeurs de l'eau de mer.....	4
<b>Tableau II-1</b> : Température mensuelles moyenne de la baie de Bousmail pour la période 1976-2005.....	19
<b>Tableau II-2</b> : les rejets d'eaux usées dans la wilaya de Tipaza (étude d'aménagement du littorale.....	22
<b>Tableau II-3</b> : principaux industries dans la région de Bousmail.....	23
<b>Tableau II-4</b> : les principales industries.....	24
<b>Tableau VI-1</b> : Intervalle des résultats obtenus de Température, salinité et l'O <sub>2</sub> .....	38
<b>Tableau VI-2</b> : Intervalle des résultats obtenus de la MES, MOP et chlorophylle.....	41
<b>Tableau VI- 3</b> : Intervalle des résultats obtenus des sels nutritifs.....	43
<b>Tableau VI-4</b> : Intervalle des résultats obtenus pour le pH.....	47
<b>Tableau IV-5</b> : Normes de rejets de l'OMS appliqué par l'Algérie.....	49
<b>Tableau IV-6</b> : Analyse statistique des résultats d'analyse des eaux de rejetées dans le milieu naturel et la variation des différents paramètres physicochimiques.....	49

## Liste des figures

<b>Figure II-1</b> : Carte sédimentologique de la baie de Bou-Ismaïl.....	16
<b>Figure II-2</b> : Réseau hydrographique du bassin versant de l'oued Mazafran.....	17
<b>Figure II-3</b> : topographie de bassin versant-Oued Mazafran.....	18
<b>Figure II-4</b> : Carte du réseau hydro climatologique et de la surveillance de la qualité des eaux dans le bassin versant du Mazafran.....	20
<b>Figure II-5</b> : les principaux rejets dans la baie de Bousmail.....	25
<b>Figure II-6</b> : Localisation des stations d'épuration des eaux dans le bassin versant du Mazafran.....	25
<b>Figure III-1</b> : Image satellitaire de l'Oued Mazafran , de la baie de Bousmail et le positionnement des stations échantillonnées.....	27
<b>Figure III-2</b> : pH-mètre.....	28
<b>Figure III-3</b> : conductimètre.....	29
<b>Figure III-4</b> :Oxymètre.....	30
<b>Figure III-5</b> : Dispositif de l'appareil de filtration sur membrane.....	31
<b>Figure IV-1</b> : Carte de la distribution horizontale de la température en (°C) dans les eaux de surface.....	39
<b>Figure IV- 2</b> : carte de la distribution horizontale de la salinité dans les eaux de surface.....	40
<b>Figure IV-3</b> : Caret de la distribution horizontale de l'oxygène dissous en ( $\mu\text{mol/kg}$ ) dans les eaux de surface.....	41
<b>Figure IV- 4</b> : carte de la distribution horizontale des MES en (mg/l) dans les eaux de surface.....	42
<b>FigureIV-5</b> : carte de la distribution horizontale de la MOP en ( $\mu\text{mol/kg}$ ) dans les eaux de surface .....	43
<b>Figure IV-6</b> : carte de la distribution horizontale de l'ammonium en ( $\mu\text{mol/l}$ ) dans les eaux de surface.....	44
<b>Figure IV-7</b> : carte de la distribution horizontale des nitrites en ( $\mu\text{mol/l}$ ) dans les eaux de surface.....	45
<b>FigureIV- 8</b> : carte de la distribution horizontale des nitrates en ( $\mu\text{mol/l}$ ) dans les eaux de surface.....	45
<b>Figure IV-9</b> : carte de la distribution horizontale des Phosphates en ( $\mu\text{mol/l}$ ) dans les eaux de surface.....	46
<b>FigureIV-10</b> : carte de la distribution des Silicates en ( $\mu\text{mol/l}$ ) dans les eaux de surfac.....	47
<b>Figure IV-11</b> : carte de distribution horizontale du pH dans les eaux de surface.....	48

## Liste des abréviations

**ANRH** : Agence Nationale des Ressources Hydraulique.

**ABH** : Agence des Bassins Hydrographique.

**°C** : Degré Celsius.

**CNRDPA** : Centre National de Recherche et de Développement de la Pêche et l'Aquaculture.

**DBO** : Demande biologique en oxygène.

**DCO** : Demande chimique en oxygène.

**MES** : Matière En Suspension.

**OD** : Oxygène dissout.

**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé.

**ONM** : Office National de la Météo.

**pH** : Potentiel d'Hydrogène

**PNUE** : Programme des Nations unis pour l'Environnement.

**ZET** : Zone d'Expansion Touristique.

# **Introduction Générale**

### Introduction

Le milieu marin représente un enjeu considérable en termes de développement socio-économique. Ces dernières décennies, la pollution des océans à travers le monde est devenue un sujet de préoccupation croissante à l'échelle internationale. La mer méditerranée est soumise à un problème grave de pollution dû à l'accroissement des apports anthropogéniques côtiers de ses pays riverains en voie d'industrialisation. La civilisation moderne et l'activité de l'homme sont indéniablement les causes principales de la contamination de l'hydrosphère. (Salomon, 2003; Houma et al, 2005(a); Lambert et al.1981)

La baie de Bou-Ismaïl est une zone qui est en voie d'anthropisation, avec la mise en place d'un pôle industriel, l'importance des terres agricoles qui s'y trouvent ainsi que les rejets d'eaux usées sans aucun traitement préalable.

Notre étude concerne donc l'oued Mazafran baie de Bousmail dont la superficie du bassin versant est d'environ 1900 Km<sup>2</sup>. L'objectif de cette étude est de quantifier les concentrations des matières particulaires et dissoutes par l'oued.

Le mémoire est scindé en quatre chapitres, comme suit :

- Dans le premier chapitre on a fait une étude bibliographique sur les différents paramètres de la pollution des eaux de mer.
- Le deuxième chapitre a porté sur une présentation de la zone d'étude ,la Baie de Bousmail et le bassin versant du Mazafran,
- Pour le troisième chapitre on a exposé les méthodes de mesure par des tests bactériologiques, dosage des sels nutritifs, paramètres physico-chimiques, matière en suspension et matière organique,
- Enfin dans le quatrième chapitre on a attaché des cartes existantes dans des travaux antérieurs, pour faire une analyse statistique et une interprétation de l'état de la pollution dans la zone étudiée.
- Pour finir une conclusion générale donnant l'essentiel du constat établi.

# **Chapitre I :**

# **Etude bibliographique**

## **1-Introduction**

Les rivières, les estuaires, les mers côtières et les abysses forment un continuum écologique où les polluants transitent. D'après le Programme des Nations unies pour l'Environnement (PNUE), plus de 80 % de la pollution des mers proviennent de la terre via les fleuves ou par ruissellement et déversement à partir des zones côtières. C'est donc pour beaucoup très en amont du littoral que se détermine une part importante de la qualité des eaux côtières et de la haute-mer. Près de 20 % des pollutions marines ont pour origine les activités en mer dont les rejets d'hydrocarbures ou d'autres substances chimiques, les pertes de cargaison ou les immersions de déchets et les rejets atmosphériques. Ces derniers correspondent surtout à la combustion des moteurs (plomb, soufre...) et des incinérateurs (composés aromatiques). (L Mignaux, MEDDTL, 2010).

## **2- Propriétés de l'eau de mer**

### **2-1- Propriétés physicochimiques de l'eau de mer**

Les propriétés de l'eau de mer que ce soit physiques, chimiques ou biologiques ou même optiques interviennent de façon décisive dans la régulation des mouvements de cette eau vis-à-vis de l'atmosphère ou l'environnement tout entier ou encore vis-à-vis la vie des êtres vivants qu'elle inclut. Les principales propriétés physicochimiques répandues dans le domaine de l'océanographie sont en général la température, la salinité, la turbidité, la transparence de l'eau que nous allons évoquer ainsi que d'autres paramètres. Ces paramètres peuvent être dépendant les uns des autres et la variabilité de chaque paramètre influe sur une caractéristique déterminée de l'eau de la mer.

L'eau de mer contient de nombreux composés chimiques en solution, parmi lesquels les chlorures, notamment le chlorure de sodium le sel de cuisine, et les sulfates sont particulièrement abondants. La teneur globale en tous ses éléments détermine la salinité. Celle-ci varie peu dans les océans, étant en moyenne de 35‰ (35 grammes par kilogramme d'eau). A l'inverse, la température peut aller, de la surface vers le fond et des tropiques aux pôles, de 28-30 ° à moins de 0 °C. Ensemble, température et salinité déterminent la densité de l'eau et contrôlent en partie sa circulation (Lefèvre-Balleydier, 2006)

### **2-1-1- Température**

La température est un facteur écologique important du milieu. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique). Certains rejets présentent des écarts de température importants avec le milieu récepteur : ce sont par exemple, les eaux de refroidissement des centrales nucléaires thermiques induisant ainsi une forte perturbation du milieu. La température est mesurée par thermosonde (ou par thermomètre). (Gaujous, 1995).

Il est important de connaître la température de l'eau avec précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels, etc. (Rodier et al, 2005)

Les activités humaines ne devraient pas modifier la température de l'eau, en dehors des fluctuations saisonnières naturelles, au risque de bouleverser les écosystèmes aquatiques. La température affecte la solubilité de l'oxygène et menace alors la survie des poissons. Les températures adéquates dépendent du type d'eau que vous étudiez (Seed, 2003) in (ACHICHE Krime, LARBI Samir, 2010)

### **2-1-2- Salinité**

La salinité est importante dans le milieu marin, par son influence sur la densité de l'eau de mer, elle permet de connaître la circulation océanique, d'identifier les masses d'eaux d'origines différentes et de suivre leurs mélanges au large comme à la cote ou dans les estuaires. La salinité est une propriété de l'eau de mer qui est fondamentale à l'étude du milieu marin, elle forme avec la température deux descripteurs de base des masses d'eaux (bon traceur du mélange des eaux) (Aminot & Chausse-Pied, 1983). Elle correspond à la teneur en sels dissous de l'eau de mer, elle peut être mesurée et exprimée de différentes manières suivant que l'on considère l'ensemble des corps, ou seulement les sels dominants. (Rodier, 1996)

La salinité moyenne des océans est de 34,71 milligrammes de sel par gramme d'eau. L'eau océanique est une solution chimique comportant de l'eau ( $H_2O$ ) et un certain nombre de sels dissous, éléments majeurs et mineurs, de nutriments organiques et d'éléments en trace. Dix éléments chimiques, dits majeurs, représentent 99% des sels dissous. Ces éléments majeurs sont en proportions relatives remarquablement constantes. (Bachari Houma, 2009).

On donne dans le tableau suivant les principaux composants d'une eau de mer de salinité 35 :

**Tableau I-1** : constituants majeurs de l'eau de mer (Le Calvé, 2004)

Anions (en g/kg)		Cations (en g/kg)	
Chlore $Cl^-$	18,9799	Sodium $Na^+$	10,5561
Sulfate $SO_4^{--}$	2,6486	Magnésium $Mg^{++}$	1,2720
Bicarbonate $HCO_3^-$	0,1397	Calcium $Ca^{++}$	0,4001
Brome $Br^-$	0,0646	Potassium $K^+$	0,3800
Fluor $F^-$	0,0013	Strontium $Sr^{++}$	0,0135

### 2-1-3- Conductivité électrique

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques (Rodier, 2005). La conductivité de l'eau de mer est très élevée en raison de la forte concentration en sels dissous (Aminot&Kérouel, 2004), du fait qu'elle permet d'évaluer la charge totale en électrolytes d'une eau (Ramade, 2000). La conductivité est également fonction de la température de l'eau. Les résultats de mesure doivent donc être présentés en termes de conductivité équivalente à 20 ou 25°C. Mesuré sur le terrain, ce paramètre permet de caractériser l'eau. La conductivité d'un échantillon peut être déterminée par comparaison avec la conductivité d'une eau de mer standard (eau de mer normale) dont la salinité est de 35 % (Rodier, 2005).

### 2-1-4- Potentiel d'hydrogène (pH)

C'est un paramètre chimique caractérisant l'acidité ou la basicité d'un milieu. Il résulte de la composition ionique de l'eau, et essentiellement de la présence des carbonates issus de l'échange de dioxyde de carbone ( $CO_2$ ) à l'interface air-mer, ainsi que de la dissolution du calcaire (Aminot&Kérouel, 2004). En théorie, le *pH* est défini comme le cologarithme

décimal de l'activité de l'ion  $H^+$ . Le *pH* dépend de la teneur en dioxyde de carbone; c'est à dire une modification de  $CO_2$  (Respiration, photosynthèse, échange air- océan) entraînera donc une modification du *pH*. (Ramade, 2000).

En plus des processus physiques, chimiques, biologiques, l'accumulation de matières organiques d'origine continentale et la contamination par des rejets urbains ou industriels contribuent à la modification du *pH* naturel. En l'absence d'influences externes, le *pH* est le reflet des équilibres entre les espèces chimiques majeures du milieu, mais il est également l'indicateur de certaines pollutions directes ou indirectes (Aminot&Kérouel, 2004).

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

#### **2-1-5-Oxygène dissous (O.D)**

Ce paramètre détermine la qualité du milieu (Aminot et Chausse-pied, 1983), et gouverne la plus part des processus biologiques des écosystèmes aquatiques (Amino et kérouel, 2004). La mesure de ce paramètre concerne exclusivement la mesure de l'oxygène moléculaire ( $O_2$ ) en solution. Sa concentration et sa saturation dans l'eau de mer est régie par plusieurs processus physiques, chimiques et biologiques :

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

Les processus biologiques permettent soit :

- Sa saturation dans les zones eutrophies (accroissement important du phytoplancton) ;
- Ou sa sous-saturation dans les zones riches en matières carbonées (oxydation de la matières organique, nitrification de l'azote ammoniacal) (Aminot et Chausse-pied, 1983).

Dans le cas de leur absence, sa concentration dans l'eau de mer en contact de l'air n'est qu'en fonction de la pression atmosphérique, la température et de la salinité de l'eau, on parle de la concentration d'équilibre ou saturation (Aminot et Kéouel, 2004).

Le processus de purification naturelle des cours d'eau requiert des niveaux d'oxygène adéquats pour assurer la vie aérobie dans l'eau. Lorsque les niveaux d'oxygène dissous dans l'eau tombent au-dessous de 5,0 mg/l, la vie aquatique est menacée.

### **2-1-6 Transparence de l'eau**

Pour une description complète et satisfaisante d'une masse d'eau, la mesure de la transparence du milieu est indispensable, c'est-à-dire la pénétration de la lumière (Aminot&Chausse-Pied, 1983). La connaissance de ce facteur a une double importance, il détermine l'intensité lumineuse pénétrant sous la surface, donc l'épaisseur de la couche photosynthétique productive, où s'élabore la matière vivante grâce à la photosynthèse. Il permet également une approche de la quantité de particules en suspension (Aminot& Chausse-Pied, 1983).

Son principe repose sur la mesure de la profondeur de disparition du disque de *Secchi*, ce dernier détermine la "profondeur de Secchi" (Rodier, 2005). Cette méthode sert à évaluer la profondeur de pénétration verticale de lumière dans l'eau.

Ainsi la transparence permet de définir la turbidité du milieu, qui selon la norme ISO7027 (AFNOR, 1999 in Aminot& Chausse-Pied, 1983) c'est la réduction de transparence d'un liquide due à la présence de substances non dissoutes.

## **3-Paramètre de pollution**

### **3-1 Turbidité**

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

- Soit visuellement par la hauteur d'eau à travers laquelle on ne distingue plus un objet (disque de Secchi, fil platine), elle est alors exprimée en mètre.
- Soit électroniquement (néphélométrie) par comparaison avec une gamme de solution de référence (silice, mastic, formazine), elle est alors exprimé en mg/l de silice, de

mastic, ... ou en unité (NTU, Néphélométric Turbidity Unit, ou JTU Jackson ou FTU, Formazine) (Gaujous, 1995).

- La turbidité varie suivant les matières en suspension (MES) de l'eau.

La turbidité mesure la quantité de particules suspendues dans l'eau. Les algues, les sédiments en suspension et les matières organiques augmentent la turbidité de l'eau jusqu'à des niveaux nuisibles pour certains organismes. La turbidité est élément important, car une forte présence de particules suspendues dans les rivières diffuse davantage de lumière solaire et absorbe de la chaleur, augmentant ainsi la température et réduisant la lumière bénéfique aux plantes. La turbidité s'accroît avec l'érosion des berges, la croissance excessive des algues et les modifications du courant des rivières.

### **3-2- Matières en suspension**

En plus des substances dissous, les eaux de mer contiennent des matières en suspension de toutes tailles et de toutes formes, minérales ou organiques, vivantes ou détritiques, de nature, soit biogénique (bactéries, phytoplancton, poissons), soit terrigène (apports fluviaux, produits de l'érosion des côtes, débris déversés par l'homme), soit éolienne (particules transportées par les courants atmosphériques et tombant dans la mer), soit enfin météorique (Invanoff, 1972).

La détermination des matières en suspension (MES) est essentielle pour évaluer la répartition de la charge polluante entre pollution dissoute et pollution sédimentable, car le devenir de ces deux composantes est très différent, tant dans le milieu naturel que dans les systèmes d'épuration.

Dans une eau usée urbaine, près de 50% de la pollution organique se trouve sous forme de matières en suspension. Les résultats pour les eaux industrielles sont très variables, il est de même pour les eaux naturelles où la nature des MES est souvent minérale et leur taux est relativement bas, sauf en période de crue des cours d'eau.

La composition des matières en suspension peut être appréciée par analyse directe : plus souvent, elle est obtenue par différence des caractéristiques des eaux brutes et des eaux filtrées. Les erreurs sur les valeurs résultantes sont alors élevées (Bontoux, 1993).

Les matières en suspension sont exprimées en mg/l.

### **3-3-La demande biochimique en oxygène ( $DBO_5$ )**

La demande biochimique en oxygène, exprimée en mg d'oxygène par litre, permet l'évaluation des matières organiques biodégradables dans les eaux (Bontoux, 1993).

Plus précisément, ce paramètre mesure la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction des matières organiques grâce aux phénomènes d'oxydation par voie aérobie.

Pour la mesure, on prend comme référence la quantité d'oxygène consommée au bout de 5 jours.

Berne et Cordonnier (1991) définissent la  $DBO_5$  comme étant la quantité d'oxygène consommée par les bactéries, à 20°C à l'obscurité et pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablementensemencé, temps qui assure l'oxydation biologique d'une fraction de matière organique carbonée.

La  $DBO_5$  est un paramètre intéressant pour l'appréciation de la qualité des eaux : dans les eaux pures elle est inférieure à 1 mg/d'( $O_2$ )/l, et quand elle dépasse les 9 mg/l l'eau est considérée comme étant impropre (Gomella et Guerre, 1978).

### **3-4-La demande chimique en oxygène (DCO)**

La demande chimique en oxygène (DCO), exprimée en mg d' ( $O_2$ )/l, correspond à la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation par voie chimique est dans des conditions définies de la matière organique ou inorganique contenue dans l'eau (Grosclaude, 1999). Elle représente donc, la teneur totale de l'eau en matières oxydables.

### **3-5-Matière organique particulière**

Les facteurs physiques, biologiques et chimiques (disponibilité d'éléments nutritifs) contrôlent l'activité biologique des espèces trophiques primaires de l'environnement marin.

Les nutriments sont assimilés par le phytoplancton pendant la photosynthèse et produisent la matière organique considérée comme une source d'énergie et de nutriments pour les microorganismes (bactéries, protozoaires), elle correspond à la fraction endogène qui est facilement dégradée.

La fraction endogène correspond à la matière organique produite par l'assimilation des nutriments par le phytoplancton lors de la photosynthèse. Cette matière organique qui est facilement dégradable sera source d'énergie et de nutriments pour les microorganismes (bactéries, protozoaires) (Boulaïdid, 1987). Reste la fraction exogène formée par les débris des animaux et des végétaux possède une certaine résistance à la dégradation bactérienne. Cette fraction est nécessaire au fonctionnement des cycles biogéochimiques par la régénération des sels nutritifs (Lacaze, 1980) in (Aminot&Kérouel, 2004).

### **3-6-Les sels nutritifs (azote et phosphore)**

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

#### **3-6-1 L'azote ammoniacal**

Il est présent sous deux formes en solution, l'ammoniaque ( $\text{NH}_3$ ) et l'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) dont les proportions dépendent du pH et de la température. L'azote ammoniacal provient des excréments animaux et de la décomposition bactérienne des composés organiques azotés; il est utilisé par le phytoplancton comme source d'azote et oxydé par les bactéries nitrifiantes (Aminot et Chaussepied, 1983).

Dans certains cas, les teneurs peuvent atteindre des seuils toxiques, variables pour chaque espèce, et liés au pH et à l'oxygénation des eaux (Alzieu, 1989).

- **Les nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)**

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

(Aminot et Chaussepied, 1983).

- **Les nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)**

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

### **3-6-2- Phosphore**

Le phosphore est présent dans l'eau sous plusieurs formes : phosphates, polyphosphates, phosphore organique, les apports les plus importants proviennent des déjections humaines et animales, et surtout des produits de lavage.

C'est un agent d'eutrophisation gênant dans le milieu naturel (Bontoux, 1993).

### **3-6-3- La silice dissoute**

L'élément nutritif silicium entre dans la composition des squelettes de certaines espèces phytoplanctoniques (Diatomées, Radiolaires...) (Aminot & Chausse-Pied, 1983).

A pH moyen de l'eau de mer (~8.2), les formes majoritaires dissoutes dans l'eau de mer étant à 95 % sous les formes d'acide orthosilicique, Si(OH)<sub>4</sub>, 5 % Si(OH)<sub>3</sub><sup>-</sup> (Aminot & Kérrouel, 2004).

La distribution verticale de l'acide silicique diffère de celle du phosphore ou de l'azote. Les concentrations augmentent lentement avec la profondeur pour atteindre généralement leur maximum au fond (Guy, 2006). Les silicates sont régénérés à différentes vitesses et par différents processus et, à présent, il y a toujours une incertitude sur les facteurs qui contrôlent le budget marin des silicates (Jacques & Tréguer, 1986).

Les méthodes utilisées pour le dosage des sels nutritifs (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, SiO<sub>2</sub> et NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) est le dosage par colorimétrie à flux continu et automatisé sur l'appareil « Auto Analyser San Plus » S.F.A.S troisième génération selon les protocoles définis par SKALAR 1998

### **3-7- Oligo-éléments et les toxiques minéraux**

Les oligo-éléments sont toujours présents dans l'eau en quantités très faibles. Leur présence est généralement indispensable au développement des êtres vivants, et leur absence peut entraîner des carences. A plus fortes concentration, ils deviennent toxiques.

La plupart sont désignés comme étant « métaux lourds », bien que tous ne soient pas des métaux ; ces éléments sont soumis à des normes, particulièrement en eau potable, mais aussi en rejets industriels, pour les boues d'épuration valorisables en agriculture, pour les épandages de boues de curage de rivières... (Gaujous, 1995).

### **3-8- Les paramètres bactériologiques**

Les bactéries sont couramment recherchées dans l'eau, principalement comme témoins de contamination fécale (Gaujous, 1995).

L'OMS (1979) a choisi plusieurs témoins répondant à certaines exigences ; il s'agit des coliformes, des streptocoques fécaux du groupe D.

La raison de ce choix réside dans le fait que la numération de ces bactéries est beaucoup plus simple et rapide entre 24 et 48h, que celle des germes pathogènes, généralement plusieurs jours avec nécessité d'identification sérologique (Gauthier et pietri, 1989).

## **4-Téledétection et la couleur de l'eau de mer**

### **4-1-Intérêt de la téledétection pour l'étude de la mer**

De grands progrès dans la connaissance des océans ont été accomplis lorsque des satellites ont pu enregistrer des informations en continu sur l'ensemble des océans. Jusqu'alors seuls les navires pouvaient mesurer les températures, les courants...et entre leurs routes et leurs passages, il fallait interpoler. (Hervré et Tabeaud, 1999)

La téledétection permet d'effectuer des études fiables et vastes dans les milieux marins qui ne peuvent être établis sur de grandes étendues par d'autres méthodes que la téledétection (Bonn et Rochon, 1996).

#### **4-2 Télédétection de la qualité de l'eau**

L'utilisation de la télédétection comme un outil pour évaluer la qualité des eaux est très prometteuse car elle permet de couvrir une superficie importante et à peu de frais, et les images apportées par la télédétection révèlent l'état du milieu marin à un moment précis avec la dynamique de ce dernier, ce qui va permettre des études à long terme, et donc des informations continues sur la variation de la qualité des eaux et donc l'état de santé de la mer, ainsi ces informations peuvent compléter et confirmer les travaux réalisés sur le terrain. (Bonn et Rochon, 1996).

#### **4-3-Les paramètres de l'étude de la qualité de l'eau de mer**

##### **A-La chlorophylle**

Les biocénoses végétales aquatiques contiennent de nombreux pigments, dont celui qui nous intéresse, la chlorophylle, qui constitue leur photorécepteur principal. La présence de la chlorophylle dans les différents groupements de végétaux aquatiques peut aider à l'estimation de plusieurs phénomènes dans le milieu marin, donc la concentration en chlorophylle peut être utilisée comme indice de l'état de santé d'un écosystème marin.

En télédétection, les analyses portant sur la chlorophylle sont souvent appelées « couleur de l'océan » (Bonn et Rochon, 1996).

##### **B-Les matières en suspension**

Les matières en suspension est composée de matières organiques et inorganiques, leurs proportions peuvent être mesurées par différentes méthodes. Une forte teneur en matières en suspension peut être un indice de pollution des estuaires ou des zones côtières dans la mesure où celles-ci peuvent recevoir de grandes quantités de matières en suspension empêchant la pénétration de la lumière dans l'eau, nuisant ainsi à la photosynthèse et la prolifération des organismes marins. (Bonn, 1996).

#### **5-Devenir et évolution d'une pollution bactérienne en milieu marin**

De nombreuses études ont été menées afin d'apporter des précisions concernant le devenir des bactéries entériques rejetées dans le milieu marin. Elles sont réalisées soit in situ soit au laboratoire pour tenter de mettre en évidence les facteurs et les paramètres

intervenant dans la décroissance bactérienne dans le milieu marin (CRANE et MORE, 1986 in POMMEPUY, 1990).

### **5-1 La contamination de l'eau**

Elle peut se faire d'une manière directe par les rejets d'eaux usées ou indirecte par la remise en suspension des particules décantées, la contamination sera dépendante de la qualité physicochimique de l'eau de mer qui conditionnera la survie ou la mort des germes.

Selon POMMEPUY et al (1990), les paramètres qui déterminent la mortalité des microorganismes ou leur survie dans l'eau de mer sont :

- La présence de composés organiques osmoprotecteurs qui permettent à la cellule de supporter le choc osmotique lors du passage de l'eau usée douce à l'eau de mer salée.
- La présence de matière organique assimilable
- La température de l'eau et l'effet bactéricide de l'ensoleillement car il suffit d'une exposition d'une à deux heures à l'ensoleillement pour qu'une suspension bactérienne ne devienne plus cultivable.

### **5-2 La décantation des bactéries**

Les bactéries issues des rejets se présentent sous forme libre ou agglomérée. La décantation des bactéries est un phénomène lent car il faut en moyenne 10 heures pour que les concentrations bactériennes diminuent d'un logarithme.

Cependant cette décantation est sélective dans le sens où elle est conditionnée par la taille et la forme que peuvent prendre certaines bactéries. Par exemple les streptocoques se disposent en chaînettes de 20 à 40  $\mu\text{m}$  ; ils auront tendance à se concentrer plus au fond que les coliformes 1 à 2  $\mu\text{m}$ . ANONYME (1980) in (AIT KACI Maliket HAMDI Mohamed Salim, 2008)

### **5.3 La contamination du sédiment**

Les dépôts des particules chargées de bactéries seront fonction de l'hydrodynamisme et se feront dans les zones peu profondes, abritées des courants et des clapots. Plus le sédiment est riche en matière organique plus les bactéries fécales survivront plus longtemps.

Dans le sédiment les bactéries d'origine fécale peuvent acquérir une résistance vis-à-vis des facteurs inhibiteurs par l'échange de gènes avec les bactéries autochtones (GAUTHIER, 1989).

Le sédiment peut être considéré comme un réservoir de bactéries, les temps de survie y sont très élevés et les **T90** (temps nécessaire pour que 90 % des bactéries disparaissent) peuvent atteindre les 14 jours et exceptionnellement 40 jours lorsque les conditions y sont favorables (LE GUYARDDER *et al*, 1990 in POMMEPUY, 1990). Lorsqu'il est remis en suspension, il peut recontaminer l'eau surnageant.

### **Conclusion**

Les eaux usées se caractérisent par des paramètres physico-chimiques et bactériologiques, qui permettent de déterminer leur éventuelle origine et de connaître l'importance de leur charge polluante.

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

Dans les chapitres suivants, la baie de Bousmail fera l'objet de notre étude et les différentes menaces de pollution seront détaillées.

**Chapitre II :**  
**Présentation de la zone  
d'étude**

### **1-Introduction**

La baie de Bou-Ismaïl est le réceptacle d'oueds à régime irrégulier, avec un apport des particules dissoutes ou particulaires très importantes d'origine terrigènes, trois oueds déversent dans cette baie : l'oued Mazafran-l'oued Nador-l'oued de Beni-Messous.

Le Mazafran est un oued côtier Méditerranéen, parmi les plus importants de la région algéroise. Il se situe à environ 30 Km à l'ouest d'Alger et son bassin versant (sans ses affluents) possède une superficie d'environ 427,5 Km<sup>2</sup> et une longueur de 24 km. (Houma, 2009)

### **2-Localisation géographique de la baie de Bousmail**

La baie de Bousmail est située à l'ouest d'Alger du Ras Acras jusqu'au Cap Mont Chenoua entre longitude 2°54'E et 2° 24'E latitude 36°48'N et 36°38'N, d'une superficie de 350 Km<sup>2</sup>, est délimitée à l'Ouest par le massif du Chenoua et à l'Est par le massif de Bouzeréah. L'ouverture de la baie s'oriente selon un axe nord-ouest d'environ 40 Km.

La baie de Bousmail peut être divisée en quatre zones géographiques :

-La baie d'El Djemila limitée à l'Est par Ras Arcata et à l'Ouest par la presqu'île de Sidi Fredj est caractérisée par une cote basse sableuse et de nombreuses formations dunaires.

-Le secteur Sidi Fredj-Oued Mazafran constitué sur environ 12 Km de plage de sables fins.

-Une côte rocheuse ; faisant suite au secteur ci-dessus, longue de 30Km dont la limite à l'Ouest est Tipaza.

-La baie du Chenoua ou se jette l'oued Nador débute à partir de Tipaza : elle est bordée dans sa partie Ouest par le massif du Chenoua. Tout le fond de cette baie est occupé par une plage de sable fins. (ANRH,2007)

### 3-Sédimentologie de la Baie de Bousmail

Vers l'embouchure de oued Mazafran et jusqu'à une profondeur de 25m, les sables grossiers caractérisent la baie. Au-delà de ce dépôt fluvio marin et jusqu'à une profondeur de 10 à 15m, les sables moyens réapparaissent qu'au niveau de Khemisti sur une zone étroite continue jusqu'à Tipaza. (Al Sid Chikh et al., 2009)

Une bande de sable fin apparaît au large de Sidi-Fredj et Palm Beach à moins de 2 m de profondeur et tapisse le fond de 15m à 25m tout le long de la baie.

Parallèlement à ces faciès, les sables fins vaseux longent la côte entre 25 à 40m de profondeur. Au large de Sidi-Fredj (2 à 3Km), un dépôt de sable moyen et gravier. (LEM, 1998). in Fouzia Bachari Houma, 2009).

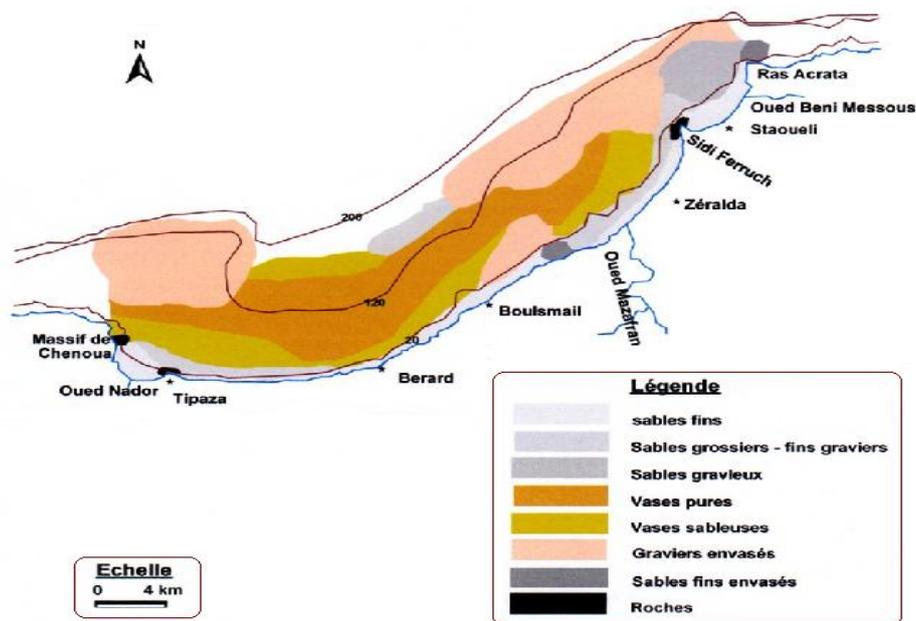


Figure II-1 : Carte sédimentologique de la baie de Bou-Ismaïl (LEM, 1998)

### 4-Réseau hydrographique

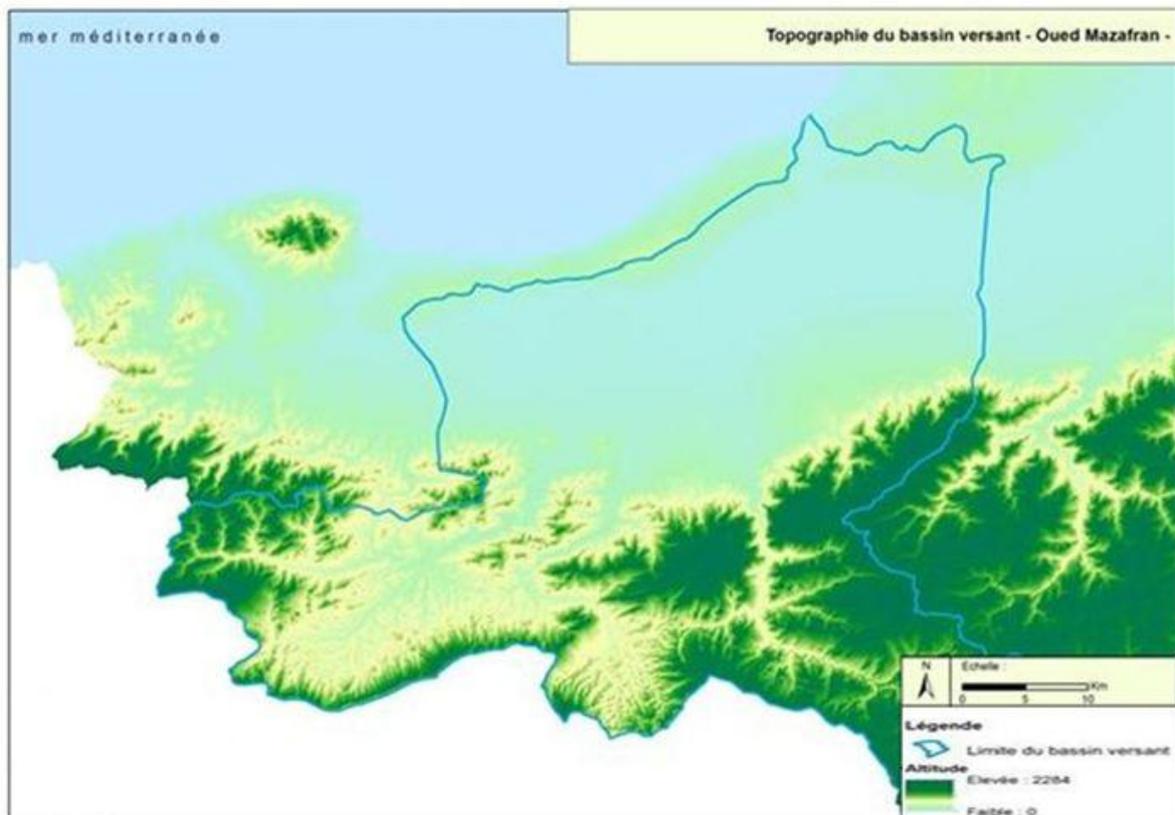
Le bassin versant de l'oued Mazafran (y compris les affluents) est l'un des plus importants bassins du littoral algérois, d'après la subdivision des bassins faite par l'ANRH avec une superficie totale de près de 1900 Km<sup>2</sup>. Il occupe la partie centrale de la Mitidja. Il est limité au Nord par le Sahel de direction Est-Ouest, au Sud par l'Atlas de Blida qui s'étend également d'Est en Ouest, à l'ouest par le lac de Halloula et les collines de Hadjout, et à l'est par l'oued El Harrach. (ABH, AGENCE DES BASSINS HYDROGRAPHIQUES 2013)

Caractéristiques des affluents de l'oued Mazafran :



## 5-Topographie de la baie

Le plateau est d'une manière générale, très étroit selon Vaissiere et Fredj, 1963. La limite la plus extrême du plateau continental au niveau du mont Chenoua atteint 7 millesmètre. Ainsi, la surface du plateau continental de la baie de Bousmail est de 509 Km<sup>2</sup> (Chavance et Girardin, 1986) in (ACHICHE Krimo, LARBI Samir 2010). Le plateau continental est caractérisé par une faible déclinaison de l'ordre de 1% (Asso, 1982).



**Figure II-3** : Image de délimitation et altitude du bassin versant-Oued Mazafran– Image SRTM (ABH,2013)

## 6-Condition météorologiques

### 6-1-Climat

Le facteur climatique influe directement sur les ressources hydriques, la couverture végétale, la population...etc. du fait de sa proximité de la mer méditerranée, la baie de Bousmail est caractérisée par un climat sub-humide, un hiver humide et un été chaud et sec (CNRDPA, 2005).

### 6-2-Vents

Le vent est une des forces physiques qui régissent les courants et les houles. La baie de Bousmail est caractérisée par une périodicité des vents qui se traduisent par une prédominance :

- Des vents d'ouest en Hivers et Printemps induisant des houles de grandes amplitudes d'une vitesse moyenne de 2m/s.
- Des vents de l'Est en Eté et début d'Automne avec des faibles amplitudes, avec une vitesse moyenne supérieur de 2m/s et peuvent être très violents de 15 à 20 m/s durant 3 jours consécutifs (Asso, 1982).

### 6-3-Température et précipitation

La température de l'eau est un facteur prépondérant dans la vie des organismes marins, elle contribue de façon importante à la distribution, géographique des espèces marines. Elle détermine les périodes de migrations et de reproduction. Il existe deux périodes durant l'année

- Période chaude (avril-octobre), elle se caractérise par des faibles précipitations et une moyenne thermique de 24°C.
- Période froide (Novembre-mars), elle se caractérise par des précipitations ayant une moyenne saisonnière de 89,49mm et une moyenne thermique de 15°C.

**Tableau II-1 :** Température mensuelles moyenne de la baie de Bousmail pour la période 1976-2005 (ONM : Office National de la météorologie)

Mois		Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
T (°C)	Min	5,5	5,9	7,1	8,8	12,3	16,1	18,9	19,8	17,6	14,2	9,8	7,2
Moyenne	Max	16,7	17,4	19,2	20,9	23,9	28,2	31,2	32,2	29,6	25,9	20,8	17,9

### 6-4-Pluviométrie

La zone d'étude fait partie du bassin méditerranéen connu par deux saisons bien distinctes :

- Une saison pluvieuse durant le mois d'octobre jusqu'au mois d'avril.
- Une saison sèche de mai à septembre avec des pluies très rares dues aux orages notamment au mois d'aout (Annane, 2007).

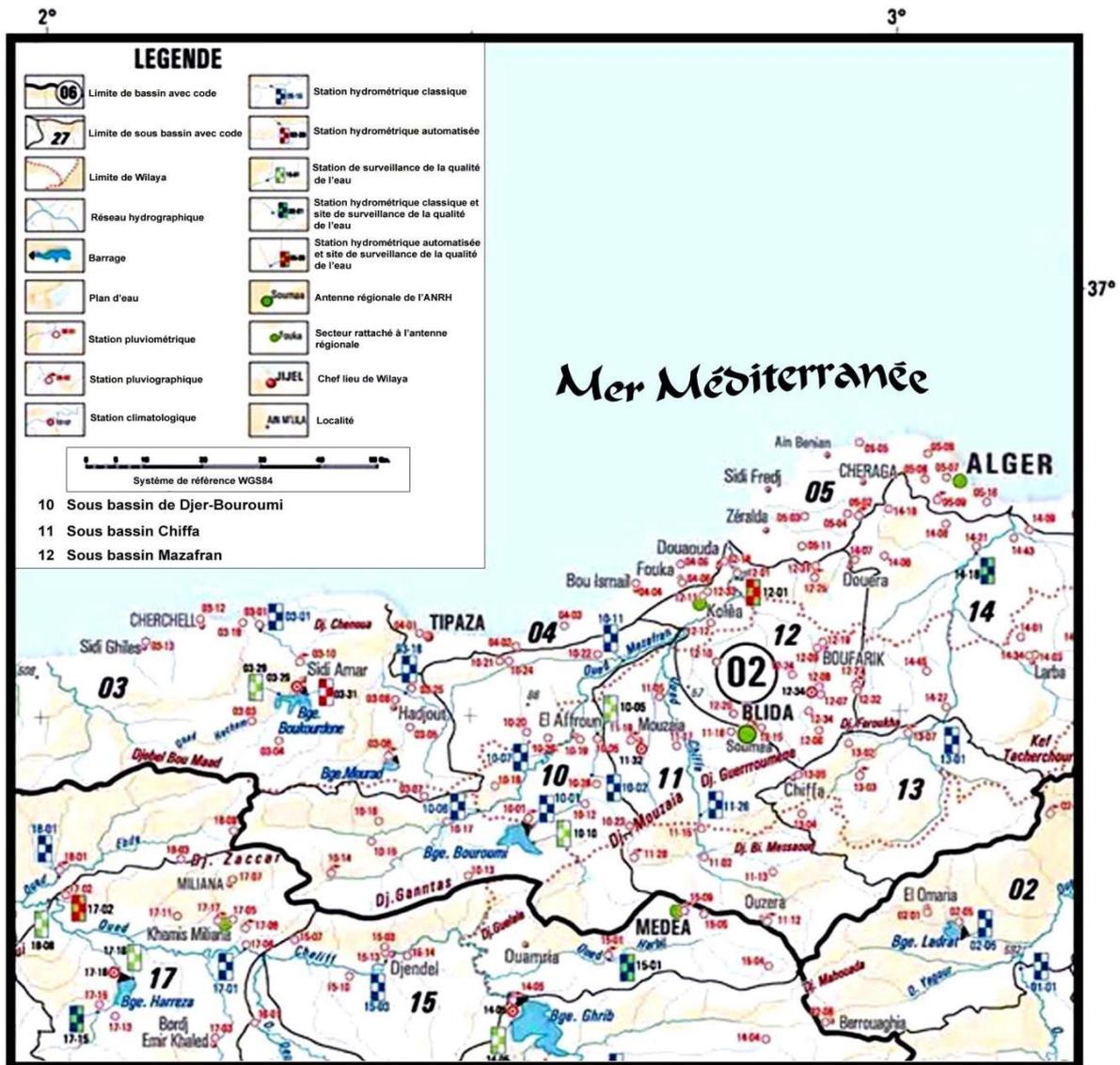


Figure II-4 : Carte du réseau hydro climatologique et de la surveillance de la qualité des eaux dans le bassin versant de Mazafran 2 (ANRH, 2005).

### **7-Facteurs hydrodynamiques**

La connaissance des actions hydrodynamiques marines est fondamentale pour l'étude de l'évolution des formes côtières, elle doit être à la base de toute opération d'aménagement littoral.

- Les courants :

La baie de Bousmail est soumise à un courant générale de l'ouest vers l'est, entre en surface par le détroit de Gibraltar, il résulte d'un écoulement d'eau atlantique pouvant atteindre 0,5 à 0,7 m/s, passant à quelques milles au larges de cotes (Millots, 1987).

- Les houles :

D'une manière générale la houle est définie comme une oscillation de la partie superficielle du plan d'eau et dépend du régime des vents. (Kadari-Meziane, 1994) in (ACHICHE Krimo, LARBI Samir 2010)

### **8-Géomorphologie de la baie**

La baie de Bousmail est caractérisée par une morphologie côtière diversifiée composées des côtes rocheuses, de falaises, de plages et de dunes (Grimes, 2004) in (ACHICHE Krimo, LARBI Samir 2010). Les falaises : la falaise la plus importante dans la baie de Bousmail est celle de Mont Chenoua qui est située à l'ouest de la commune du chef-lieu de Tipaza.

- Les côtes rocheuses : il s'agit de formes rocheuses quelques localisées entre Tipaza (les différentes anses) et Bou Haroun (rocher plat).
- Les plages : la baie de Bousmail comprend 16 plages dont la plus développée est celle de Colonel Abbas (Située dans la commune de Douaouda) qui s'étale sur une longueur de 3.000 m. La granulométrie de ces plages est constituée de sable fin, moyenet des galets.
- Les dunes : c'est des formations qu'on retrouve immédiatement sur la continuité des plages puisqu'elles sont à l'origine de leur formation.

## 9-Etat de la pollution de la baie de Bousmail

### 9-1-Sources de pollution

La baie de Bousmail est caractérisée par une agriculture bien développée et des terres fertiles utilisant des pesticides polluants la nappe phréatique par infiltration au niveau de la vallée de oued Damous, Messelmoun, et oued Bellah.

Ainsi une étude menée par les services de secrétariat d'état aux forêts et à la mise en valeur des terres (A.N.P.E) en (Mai,1983) in (Oueld Hocine et Hedrougue, 1993) a recensé 99 unités pour la fertilisation des sols, elles utilisent des produits phytopharmaceutiques tels que les organochlorés, engrais à base de nitrates, phosphates et potassium ou produits à base de cuivre. Les plus importants sont les suivants :

- Base centrale logistique de Béni Mered (rejets de cyanure, chrome, nickel et cuivre)
- Office nationale des aliments de bétail d'Attatba.
- Unité SattiKoléa (utilisation de 44 colorants et 22 produits chimiques).
- Unités de tissage.
- Finissage et teinturerie utilisant des produits chimiques tels que les colorants à base de métaux (chrome, cadmium,.....etc.)

Les rejets domestiques et les rejets des complexes touristiques, du moment que la baie fait partie de la zone d'expansion touristique (ZET), qui s'accroissent en période estivale, en plus des nombreuses unités industrielles. Tous ces rejets sont évacués directement dans le milieu marin sans aucun traitement préalable.

**Tableau II-2 :** les rejets d'eaux usées dans la wilaya de Tipaza (étude d'aménagement du littoral. (ACHICHE Krime, LARBI Samir 2010)

communes	Nombre de rejets	Débit ( $m^3/j$ )	Lieu de rejet
Bousmail	9	4000	Mer
Bouharoun	4	320	Oued Khemisti et Mer
Khemisti	6	400	Mer
Fouka	5	3600	Oued Mazafran
Douaouda	5	1600	Mer
Tipaza	8	7140	
Cherchell	8	3600	
Sidi Ghiles	2	480	
H.Ennous	2	160	
Meselmoun	3	1100	
Gouraya	3	900	
Larhat	3	312	

<b>Damous</b>	3	960	
<b>Ain Tagouarit</b>	6	320	
<b>Toutal</b>	67	24892	

L'urbanisation ou la littoralisation s'accompagnera inévitablement d'un flux supplémentaire de populations sur les zones sensibles avec les effets négatifs. En plus de ces activités, les oueds entraînent vers la mer les eaux usées de Blida et de la base centrale logistique de Béni Meredau niveau de l'oued Macta Makhlouf .Ce dernier n'est que la continuité de l'oued Béni Azza ou se déversent les eaux usées de la tannerie du moulin, d'une unité d'électroglace, mobilier métallique, d'une unité de transformation de plastique, d'industrie agro-alimentaire ainsi que les eaux des ateliers de traitement de surface de la base logistique de Béni Mered.

Les principales industries qui se trouvent dans la région de Bousmail sont indiquées dans le tableauN° 3 suivant :

**Tableau II-3** : principaux industries dans la région de Bousmail(aouidad, 1997).

Industries textiles	Cuir et peaux	papeteries	Plastiques/caouthaxet verre
Ain Bénian (28)			
Douaouda (02)	Ain Bénian (01)	Fouka (01)	Ain Benian (03)
Fouka (04)	Bousmail (02)	Zéralda (01)	Bousmail (01)
Bousmail (08)	Staoueli (01)	Tonic (01)	Staoueli (03)
Bouharoun (03)			Fouka (02)

D'après des données récentes communiquées par le ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement et du tourisme

Les principales industries sont données dans le tableau N° 4 suivant:

**Tableau II-4 : les principales industries.**

Domination de l'unité	Nature de l'activité	Nature de la pollution générée
SARL RESITECK	Production de peinture bâtiments	Apports importants de métaux lourds, huiles et lubrifiants
ALUFER	Métallurgie	Chutes d'aluminium et poussières de fer
ALUMINAL		
SARL PROCHIMAL	Fabrication de produits d'entretiens	Eaux usées chargées d'éléments chimiques ; rejets de savons, agent de lavage et rinçage caractérisé par une teneur élevée en savons saponifiés et en DBO
PLASTRAM	Transformation plastique	Eaux de nettoyage
PFIZER	Fabrication des produits vétérinaires	Eaux usées chargées d'éléments chimiques
IMPRIMERIE SHELLIA	Utilisation importante d'encre	Déversement des encres avec les eaux domestiques
TONIC EMBALLAGE	Fabrication de boîte, gobelets, emballage de différentes dimensions	Rejet d'eaux usées domestiques +chutes de cartons, papiers
TERRA CERAMIQUE	Production de céramiques et poteries	Lessivages d'argiles vers la mer

Il faut signaler aussi que la baie a été sujette à de nombreux aménagements côtiers qui causent de notables dégâts sur les herbiers et les communautés benthiques par les remblayages incessants et l'apport de matériaux et produits artificiels.

A tout ça s'ajoute la pollution issue des ouvrages portuaires existants dans la baie : port de pêche de Bou Haroun, port de pêche de Khemisti, port de plaisance et abris de pêche de Tipaza, abris de pêche El Djamila, Port de plaisance de Sidi Fredj et enfin le Port de plaisance de Palm Beach.

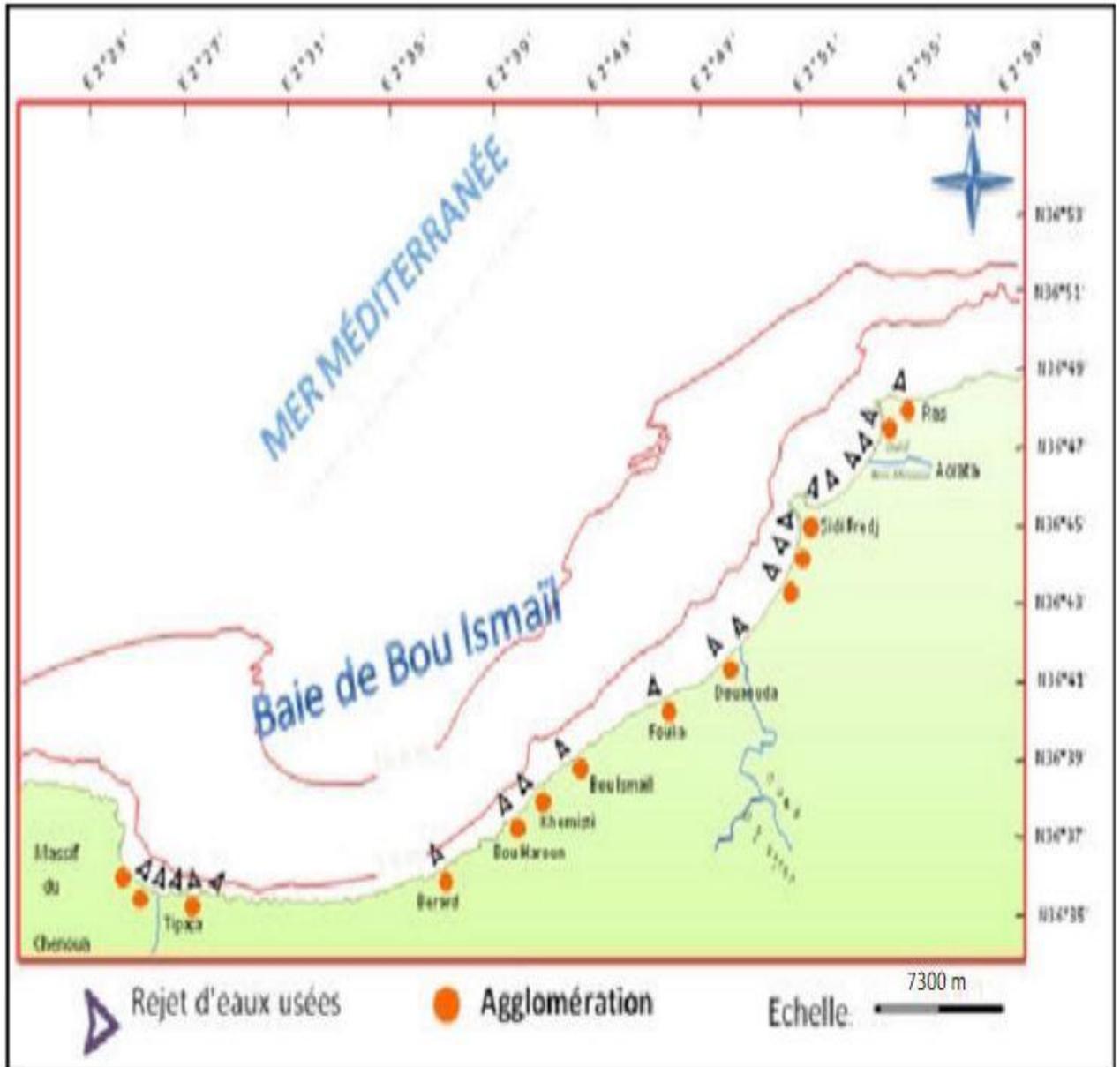
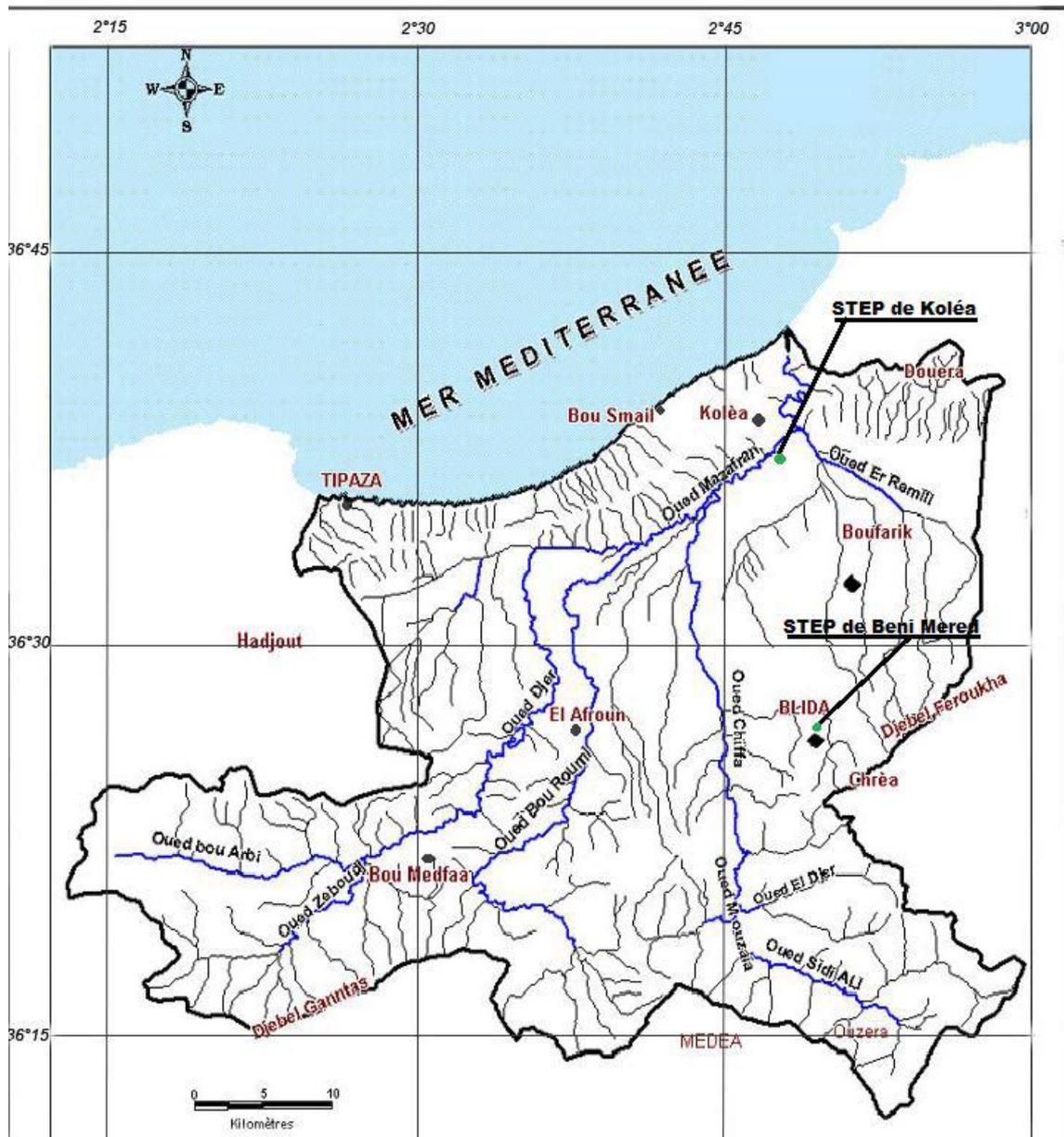


Figure II-5 : les principaux rejets dans la baie de Bousmail (Grimes, 2004)

### 9-2-Stations d'épuration

Il existe dans le bassin versant du Mazafran deux stations d'épurations. L'une est censée traiter 300 000 Eq/hab, elle se situe à Beni Mered dans la wilaya de Blida, la deuxième avec une capacité de 30 000 Eq/hab, est située au sud de Koléa près de la rive de l'oued Mazafran dans la Wilaya de Tipaza. Cette station a, sans doute, une influence sur la composition chimique de l'oued notamment en été lorsque les apports liquides naturels sont très faibles avec une densité de population élevée.



**Figure II-6** : Localisation des stations d'épuration des eaux dans le bassin versant du Mazafran (ANRH,2005)

### Conclusion

Dans ce chapitre on a pu faire une présentation générale de la zone d'étude, à savoir, la topographie, la géologie, la sédimentologie, l'hydrographie, les conditions météorologiques, la géomorphologie et les principaux polluants et eaux usées jetées dans la baie de bousmail.

La baie de Bou-Ismaïl est le réceptacle d'oueds à régime irrégulier, avec un apport des particules dissoutes ou particulières très importantes d'origine terrigènes, trois oueds déversent dans cette baie : l'oued Mazafran-l'oued Nador-l'oued de Beni-Messous.

L'oued Mazafran est l'un des plus importants oueds des côtiers Algérois, vers l'embouchure jusqu'à une profondeur de 25m, les sables grossiers caractérisent la baie de Bousmail.

La surface du plateau continental de la baie de Bousmail est de 509 Km<sup>2</sup>. Il est caractérisé par une faible déclinaison de l'ordre de 1%.

La baie de Bousmail est caractérisée par un climat sub-humide, un hiver humide et un été chaud et sec.

La baie est caractérisée par une morphologie côtière diversifiée composée des côtes rocheuses, de falaises, de plages et de dunes.

Il faut signaler aussi que la baie a été sujette à de nombreux aménagements côtiers qui causent de notables dégâts sur les herbiers et les communautés benthiques par les remblayages incessants et l'apport de matériaux et produits artificiels.

# **Chapitre III : Méthode de suivi et contrôle des eaux**

### 1-Introduction

Le contrôle et le suivi de la pollution au niveau de la baie de Bousmail se réalisent par des tests bactériologiques, dosage des sels nutritifs, paramètres physico-chimiques, matière en suspension et matière organique.

### 2-Présentation des points de prélèvement

Dans le cadre de l'évaluation de la pollution marine de la baie de Bousmail Oued Mazafran, et dans le but d'avoir une variété de mesures, plusieurs prélèvements ont été faitedans différentes stations. (DJAHNIT Nora, YEFSAHHamida 2013).



**Figure III-1** : Image satellitaire de l'Oued Mazafran , de la baie de Bousmail et le positionnement des stations échantillonnées.

### 3 -Les prélèvements

Afin d'obtenir une vue sur les apports terrigènes et l'impact de rejets véhiculés par l'Oued Mazafran, les prélèvements ont été effectués suivants 4 radiales allant de la côte vers le large autour de l'Oued de Mazafran, sur des fonds allant jusqu'à 65m de profondeur.

Les sorties ont été effectuées sur 4 jours (19-21-27/04/2013 et 10/05/2013) à bord de l'Aures.

Il est à signaler que les deux dernières sorties ont été faites après une période de précipitation.

- Sortie du 19/04/2013 : de 10h à 14h :

Brouillard, mer calme jusqu'à 13h, le vent s'est levé au niveau de la dernière station.

L'échantillonnage a été fait sur les stations : 1 jusqu'à 6.

- Sortie du 21/04/2013 : de 11h à 13h

Beaucoup de houle, vent de secteur Nord-Est ; la météo ne nous a pas permis de faire plus de 2 stations. L'échantillonnage a été fait sur les stations : 22 et 7.

- Sortie du 27/04/2013 : de 9h30 à 14h Mer agitée la matinée (vent d'Ouest) et calme l'après-midi. L'échantillonnage a été fait sur les stations : 8 jusqu'à 16.

- Sortie du 10/05/2013 : de 9h30 à 15h

Temps ensoleillé, mer calme. L'échantillonnage a été fait sur les stations : 17 jusqu'à 21.

**4- Méthodes d'analyses :** (ACHICHE Krimo, LARBI Samir 2010)

### 4-1 Température et potentiel hydrogène (pH)

Pour la mesure du pH la méthode électrochimique avec électrode de verre a été utilisée, moyennant un pH mètre portable. Ce dernier sert aussi à la mesure de la température.



**Figure III-2 :** pH-mètre (ACHICHE Krimo, LARBI Samir 2010)

### 4-2 La salinité

Elle indique la teneur en sels dissous. D'après Kadari-Meziane (1994), la salinité moyenne annuelle en baie de Bousmail fluctue entre 37,18 p.s.u. et 38,18 p.s.u. selon l'importance des précipitations en hiver et de l'évaporation en été. Elle varie de 1% à 2% entre la surface et le fond, ces basses salinités s'expliquent par des apports locaux, sans oublier l'influence du courant atlantique (Dezigovanni et Moueza, 1972 in Dahamni 2000)

La salinité a été mesurée à l'aide d'un salinomètre.

#### 4-3- Conductivité

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement.



**Figure III-3** : conductimètre(ACHICHE Krime, LARBI Samir 2010)

#### 4-4-Oxygène dissous « OD »

L'eau absorbe autant d'oxygène que nécessaire pour que les pressions partielles d'oxygène dans le liquide et dans l'air soient en équilibre. La solubilité de l'oxygène dans l'eau est fonction de la pression atmosphérique, de la température et de la minéralisation de l'eau : la saturation en O<sub>2</sub> diminue lorsque la température augmente.

La concentration en oxygène dissous est un paramètre essentiel dans le maintien de la vie, et donc dans les phénomènes de dégradation de la matière organique et de la photosynthèse.

C'est un paramètre utilisé essentiellement pour les eaux de surface. Au niveau de la mer à 20°C, la concentration en oxygène en équilibre avec la pression atmosphérique est de 8,8 mg/l d'O<sub>2</sub> à saturation. Une eau très aérée est généralement sursaturée en oxygène (torrent), alors qu'une eau chargée en matières organiques dégradables par des micro-organismes est sous-saturée. En effet, la forte présence de matière organique, dans un plan d'eau par exemple, permet aux micro-organismes de se développer tout en consommant de l'oxygène.

L'oxygène dissous est donc un paramètre utile dans le diagnostic biologique du milieu eau.

### A-Appareillage

La mesure de l'oxygène dissous dans l'eau est réalisée à l'aide d'un appareil électrométrique, un Oxymètre.



**Figure III-4** : Oxymètre.(ACHICHE Krimo, LARBI Samir 2010)

### B-Mode opératoire

L'étalonnage étant réalisé et l'appareil ayant acquis son régime de marche, l'électrode est plongée dans la skions à mesurer. La lecture est effectuée après stabilisation de la concentration ou le pourcentage de saturation ce qui peut prendre plusieurs minutes. C- Expression des résultats : Les résultats sont exprimés en (mg/1) ou (%) de concentration.

### 4-5-Matières en Suspension (MES)

Selon le domaine d'application, la quantité d'eau à analyser et la qualité présumée des matières suspendues dans l'eau, Le protocole de détermination des matières en suspension (MES) se basera sur l'une des méthodes expérimentales suivantes :

- La néphélométrie ;
- La centrifugation ;
- La filtration.

Dans le cas de l'analyse des eaux usées, il est recommandé de procéder par filtration sur couche d'amiante ou sur filtre en fibre de verre pour les échantillons d'eaux traitées et par centrifugation pour les échantillons d'eaux brutes et chargées afin d'éviter le colmatage des filtres.

Le choix de la filtration sous vide avec membrane filtrante en fibre de verre s'est imposé, dans notre cas, d'une part, en raison de sa rapidité et de sa simplicité à mettre en œuvre.

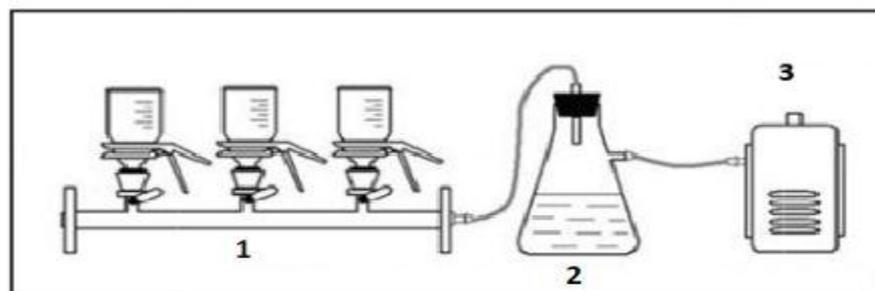
### A- Principe de la filtration

Cette méthode se base sur le passage d'un échantillon d'eau de volume  $V$  à travers un filtre en fibre de verre de  $0,47 \mu\text{m}$ . Le poids de matière retenue par le filtre, noté  $P$  est déterminé par pesée différentielle (avant et après filtration). La concentration des matières en suspension (MES) ne sera donc que le rapport de ce poids sur le volume d'eau analysé. Matériel utilisé : - Dispositif de filtration ; - Filtres en fibre de verre avec une porosité - Balance ; de  $0,47 \mu\text{m}$  ; - Capsules ; - Étuve.

### C-Mode opératoire

- Rincer le filtre à l'eau distillée et le sécher à l'étuve à  $105 \text{ }^\circ\text{C}$  environ 30 à 60 min ;
- Laisser refroidir puis peser le filtre sec et noter son poids  $P_1$  ;
- Homogénéiser l'échantillon à analyser ;
- Filtrer sous vide un volume  $V$  de l'échantillon mesuré à l'aide d'huit éprouvettes graduées ;
- Sécher, refroidir et peser une seconde fois le filtre. Son poids est noté  $P_2$ .

Ne mettre l'eau que petit à petit, toujours en homogénéisant bien pour ne pas avoir à filtrer de trop grands volumes sur un filtre colmaté.



**Figure III-5 :** Dispositif de l'appareil de filtration sur membrane.(ACHICHE Krimo, LARBI Samir 2010)

### **D-Expression des résultats**

La concentration de la matière en suspension en mg/l dans l'échantillon analysé est obtenue par la relation suivante :

$$[MES] = ((P2 - P1)/V) \cdot 10^3$$

Où: P0 : Poids du filtre sec avant filtration (en mg) ;

P1 : Poids du filtre sec après filtration (en mg) ;

P1 - P0: Poids de la matière retenue par le filtre sec ;

V : Volume de la prise d'eau (en ml).

### **4-6-La Matière Organique Particulaire MOP**

La mesure de la matière organique vient juste après celle de MES.

Le principe de la méthode est basé sur la calcination des filtres chargés en MES dans un four à moufle, pour éliminer toute trace de matière organique contenue sur ces filtres.

#### **A-Mode opératoire :**

- Les mêmes filtres qui ont servi pour la mesure de MES sont mis dans des creusets propres, bien numérotés au crayon.
- L'ensemble, creuset et filtre, est pesé avec une balance de 0.0001g de précision, pour avoir le P3, (poids avant calcination).
- Les creusets sont ensuite placés dans un four à moufle pendant 2h à 600°C.
- Après calcination les creusets sont retirés et mis dans un dessiccateur, pour revenir à température ambiante.
- Une fois refroidis, les creusets avec les filtres sont pesés une autre fois, pour obtenir le P4, (poids après calcination).

## **B-Expression des résultats**

La différence des deux poids (P3-P4) représente le poids de la matière organique brûlée.

$$\text{MO (mg)} = \text{P3-P4}$$

P3 : Poids du creuset et du filtre avant calcination (mg).

P4 : Poids du creuset et du filtre après calcination (mg).

### **4-7-Dosage des sels nutritifs**(ACHICHE Krime, LARBI Samir 2010)

#### **4-7-1 Principe de dosage des sels nutritifs dans l'eau**

La méthode utilisée pour le dosage des sels nutritifs (ammonium, nitrites, nitrates, et orthophosphates) est basée sur une réaction de coloration. En effet, ces 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 ( $\lambda$ ).

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.

#### **4-7-2-Analyse automatique des sels nutritifs**

L'analyse automatique des sels nutritifs consiste à réaliser automatiquement les différentes manipulations nécessaires à un dosage manuel : prélèvements, analyse et lecture (RODIER et al, 1996).

Dans notre étude, le dosage des sels nutritifs s'est fait par colorimétrie à flux continu sur chaîne automatisée selon les protocoles définis par le fabricant (SKALAR, 2000).

Le fonctionnement de l'appareil repose sur un principe dynamique simple, celui de l'analyse liquide en flux continu :

Une veine liquide progresse par l'intermédiaire d'une pompe péristaltique en continu. Les réactions chimiques s'effectuent dans cette veine en progression. L'analyse des échantillons est réalisée par séquence, ce qui permet une grande cadence de travail.

#### **a) Dosage de l'ammonium**

Le dosage de l'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) est réalisé en suivant la méthode (AMINOT et CHAUSSEPIED, 1983).inAIT KACI Maliket HAMDI Mohamed Salim (2008).

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.

### **b) Dosage des nitrites**

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 (BENSCHNEIDER et ROBINSON, 1952 ; et SKALAR, 1998).

### **c) Dosage des 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 (WOOD et al, 1967).

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 et al, 1996).

### **d) Dosage des orthophosphates**

En présence d'antimoine tartrate de potassium à une température de  $40^\circ\text{C}$  (bain marie), les ions orthophosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) réagissent avec le molybdate d'ammonium pour former un complexe antimoine phosphomolybdique qui sera réduit par l'acide ascorbique (MURPHY et RILEY, 1962). Cette forme réduite de coloration bleue a un maximum d'absorption à 880 nm.

## **4-8- L'analyse microbiologique**

Les germes teste recherchés sont les coliformes totaux, les coliformes fécaux, *Escherichia coli*, et les streptocoques fécaux. Ces germes sont peu ou pas pathogènes, ils sont révélateur de contamination fécale et entraînent par leur abondance la présomption de contamination plus dangereuse (FIGARELLA et al, 2001)

Les germes supplémentaires recherchés sont les staphylocoques et cela pour leur intérêt pratique concernant les eaux de baignades (GAUJOUS, 1995 ; RODIER et al, 1996)

La méthode de détermination du nombre le plus probable (NPP) par inoculation des tubes en milieu liquide a été utilisé pour la recherche des germes (JOLY et RAYNAUD, 2003).

La détermination du nombre caractéristique (le nombre de tubes positifs) permettra l'établissement du nombre le plus probable à l'aide de la table de Mc Grady(BRISOU et DENIS, 1980 ; RODIER et al, 1996)inAIT KACI Maliket HAMDI Mohamed Salim (2008).

### **4-9- La demande biologique en oxygène DBO<sub>5</sub>**

Elle est représentée par la quantité d'oxygène nécessaire aux microorganismes pour dégrader la matière organique dans l'eau (AMINOT et CHAUSSEPIED, 1983) inAIT KACI Maliket HAMDI Mohamed Salim (2008).

Elle est en général calculée au bout de 5 jours à 20 °C et dans le noir. On parle alors de DBO<sub>5</sub>.

C'est une méthode manométrique avec des manomètres à affichage numérique qui se fixe directement sur le flacon de DBO.

**A-Mode opératoire :** (RODIER et al, 1996)

- la prise d'essai est de 250ml
- introduire 250ml dans un flacon brun en verre contenant un aimant d'agitation magnétique.
- Mettre la pastille qui contient deux pastilles de soude (NaOH) dans la bouteille.
- Les bouchons doivent être fermés à moitié pendant 15 minutes ; puis on procède à leur fermeture complète.
- L'agitation est ensuite enclenchée par un dispositif adéquat.
- La température est équilibrée par un thermostat réglé à 20°C.
- Les échantillons sont incubés en obscurité pendant cinq jours.
- Lecture des résultats et multiplication par un coefficient (en relation avec le volume incubé).

### **4-10-Demande Chimique en Oxygène (DCO)**

La détermination de la DCO se fait essentiellement par oxydation avec le dichromate de potassium, K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> dans une solution portée à ébullition à reflux pendant 2 heures en présence d'ions Ag<sup>+</sup> comme catalyseurs d'oxydation et d'ions Hg<sup>2+</sup> permettant de complexer les ions chlorures (Norme NF T 90-10, équivalente ISO 6060). D'une manière simplifiée, on peut décrire cela par la réaction :

Composés Catalyseur organiques+ Cr<sup>2072-</sup> --le• CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O Cr<sup>3+</sup> (Bliefell et Penaud, 2001) 14. Plus il y a de substances oxydables dans un échantillon d'eau, plus on utilise de dichromate. La DCO est déterminée par le dosage de l'excès de dichromate titré avec du sulfate de fer et d'ammonium (sel de Mohr) car la quantité de matière oxydable est proportionnelle à la quantité de dichromate réduit.

### A- Matériel nécessaire

- DCO-mètre ;
- Granules : pierres poncees ou billes de verre.



Figure III-6 : DCO-mètre

### A- Réactifs à utiliser

Solution d'acide sulfurique et sulfate d'argent ; Solution sulfate de fer (II) et d'ammonium (sel de Mohr) [(NH<sub>4</sub>), Fe(SO<sub>4</sub>), 6H<sub>10</sub>] à 0,12 mol/l ; Solution de dichromate de potassium (KCP,07) à 0,04 mol/l et contenant du sulfate de mercure (II) ; Hydrophthalate de potassium (KCs14504) à 2,0824 mmo1/1 ; Ferroïne.

### **B-Mode opératoire**

- Transvaser 10 ml de l'échantillon pour l'analyse (diluer si nécessaire) dans le tube de l'appareil, ajouter 5 ml de solution de dichromate de potassium et quelques régulateurs d'ébullition (granules : billes de verre) ;
- Ajouter avec précaution 15 ml d'acide sulfurique et sulfate d'argent et raccorder immédiatement le tube au réfrigérant ;
- Répéter les deux étapes précédentes pour tous les échantillons à analyser mais aussi pour deux échantillons à blanc (10 ml d'eau distillée) et un essai témoin (10 ml d'hydrogénophthalate de potassium) ;
- Amener le mélange réactionnel à l'ébullition pendant 120 minutes à 150°C ;
- Rincer les réfrigérants à l'eau distillée et refroidir les tubes ;
- Enlever le réfrigérant et diluer à 75 ml et laisser refroidir ;
- Titrer l'excès de dichromate avec la solution de sel de Mohr en présence d'une ou de deux gouttes de l'indicateur coloré Ferroïne

### **Conclusion**

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

# **Chapitre IV:**

## **Résultats et discussion**

## 1-Introduction

Les cours d'eau, ou oueds peuvent transporter selon le débit, d'importantes quantités de sédiments et éléments nutritifs vers le milieu marin. Ils sont en même temps potentiellement porteurs de matières polluantes (matières organiques, inorganiques, métaux toxiques et autres) vers les mers et océans. Ces pollutions anthropiques d'origines diverses, peuvent avoir, le cas échéant, un effet très néfaste sur l'équilibre des écosystèmes côtiers.(BOURAS Ali EddinFoudil 2012).

Les cartes sont établies par (DJAHNIT Nora, YEFSAH Hamida, 2013) dans l'objectif d'évaluer le rôle de la baie de Bou-Ismaïl comme source ou puits de CO<sub>2</sub> pour l'atmosphère, ainsi que de déterminer l'impact des apports côtiers apportés par l'Oued Mazafran sur les différents paramètres mesurés et évaluer l'état d'eutrophisation de la baie de Bou-Ismaïl.

## 2- Distribution et variations des différents paramètres mesurés

**Tableau IV-1:** Intervalle des résultats obtenus de Température, salinité et l'O<sub>2</sub> (DJAHNIT Nora, YEFSAH Hamida, 2013)

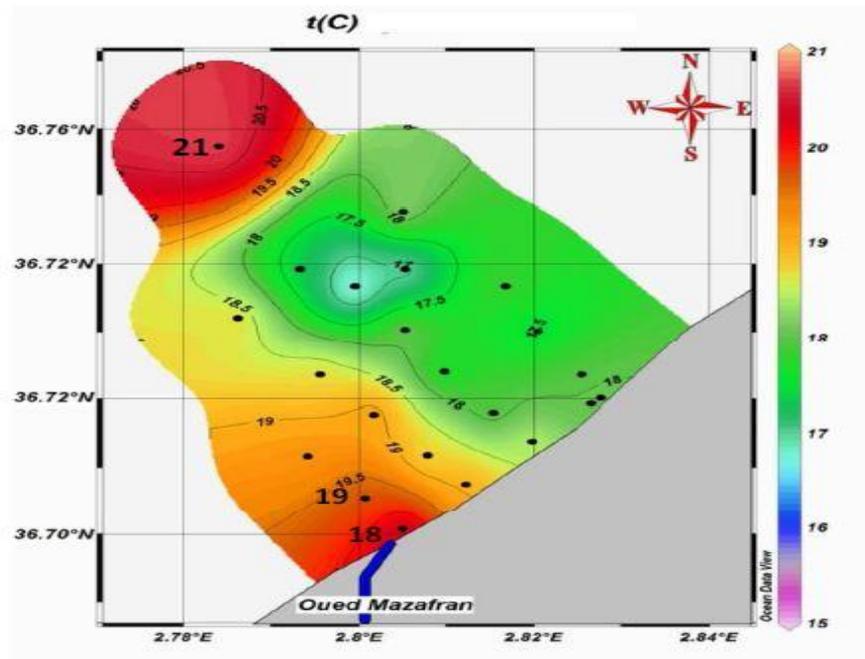
Paramètres	Température (C°)	salinité	O <sub>2</sub> dissous (µmol/kg)
Minimum	15,9	34,11	147,83
Maximum	20,7	36,54	267,22
Moyenne	17,85	35,84	219,91
Ecart type	0,98	0,38	32,20

### 2-1- La température

Les valeurs de températures obtenues présentent des variations entre les différentes stations.

Ces valeurs sont comprises entre 15,9 et 20,7 °C avec une moyenne de 17,85±0,98 °C, elles correspondent bien à la saison printanière.

La (Figure1) montre la répartition de la température de surface des différentes stations, les températures les plus élevées sont représentées au niveau de la station 21 (20,7°C), ainsi que les stations 18 et 19 (face à l'oued Mazafran).



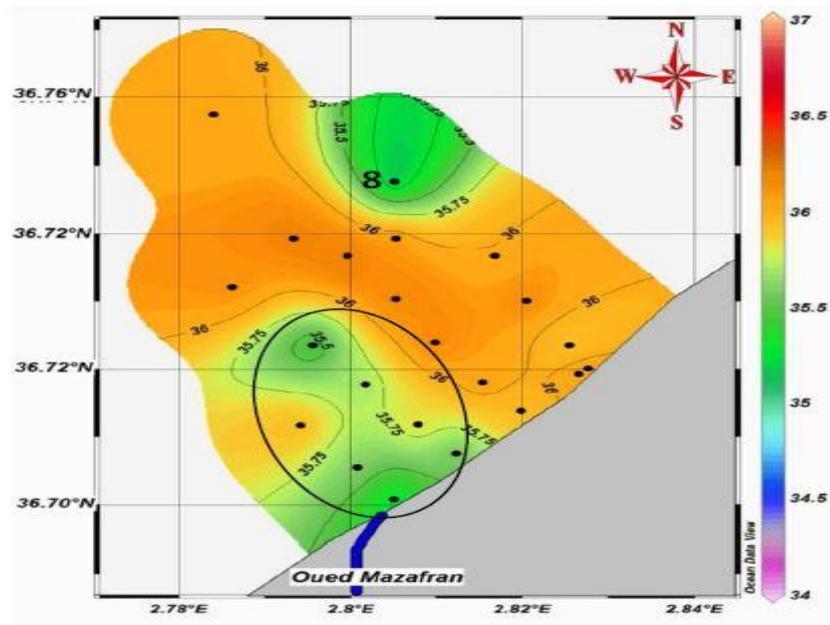
**Figure1** : Carte de la distribution horizontale de la température en (°C) dans les eaux de surface. (DJAHNIT Nora, YEFSAH Hamida, 2013)

## 2-2- La salinité

Les valeurs de salinité au niveau de notre zone d'étude, sont comprises entre 34,11 et 36,54 avec une moyenne de  $35,84 \pm 0,38$ . Le minimum de salinité se trouve à la station 16 à 27 m, et le maximum à la station 22.

Pour la distribution de la salinité en surface (Figure 2), on trouve une certaine homogénéité, sauf au niveau des stations près de l'embouchure de l'Oued Mazafran, où les valeurs de salinité ont tendance à diminuer. Ceci peut être expliqué par les apports d'eaux douces de l'oued Mazafran.

Ceci est aussi constaté au niveau de la station 8 où la salinité de surface est plus basse par rapport aux autres stations.



**Figure 2** : Carte de la distribution horizontale de la salinité dans les eaux de surface. (DJAHNIT Nora, YEFSAH Hamida, 2013)

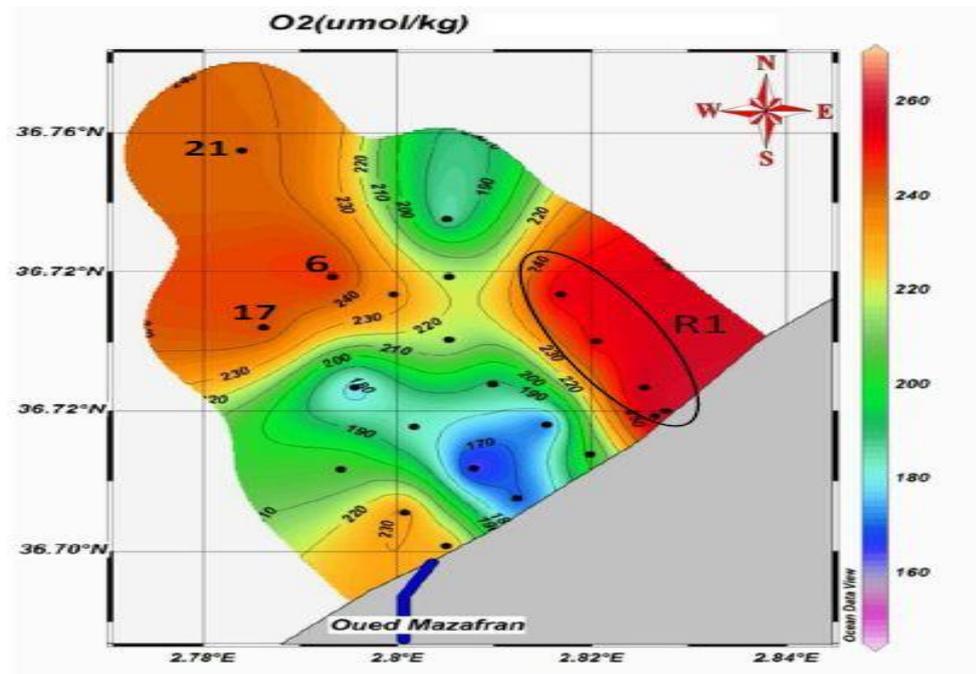
### 2-3- L'Oxygène dissous

Les valeurs d'oxygène dans la baie de Bou-Ismaïl présentent de grandes fluctuations, puisqu'elles varient entre un minimum de  $147,83 \mu\text{mol/kg}$  et un maximum de  $267,22 \mu\text{mol/kg}$  avec une moyenne de  $219,91 \pm 32,20 \mu\text{mol/kg}$ . (Figure 3)

Les concentrations maximales en oxygène dissous en surface apparaissent au niveau de la première radiale (R1), avec une moyenne de  $260,15 \pm 3,32 \mu\text{mol/kg}$  ainsi qu'au large au niveau des stations N6, N17, N21 avec une moyenne de  $246,35 \pm 5,79 \mu\text{mol/kg}$ .

Les fortes concentrations en oxygène au niveau des stations 1 et 2, correspondent aux stations du maximum de chlorophylle, ce qui enrichit cette zone en oxygène dissous par l'activité photosynthétique de cette dernière.

Les espèces de poissons sensibles peuvent être perturbées par une teneur en oxygène inférieure à  $4 \text{ mg/l}$ .



**Figure 3 :** Carte de la distribution horizontale de l'oxygène dissous en ( $\mu\text{mol/kg}$ ) dans les eaux de surface. (DJAHNIT Nora, YEFSAH Hamida, 2013)

**Tableau IV-2 :** Intervalle des résultats obtenus de la MES, MOP et chlorophylle. (DJAHNIT Nora, YEFSAH Hamida, 2013)

Paramètres	MES (mg /l)	MOP (%)	Chlorophylle ( $\mu\text{g/l}$ )
Minimum	5,2	19,25	1,24
Maximum	217	76,92	26,24
Moyenne	60,66	40,88	5,14
Ecart type	33,90	9,20	2,73

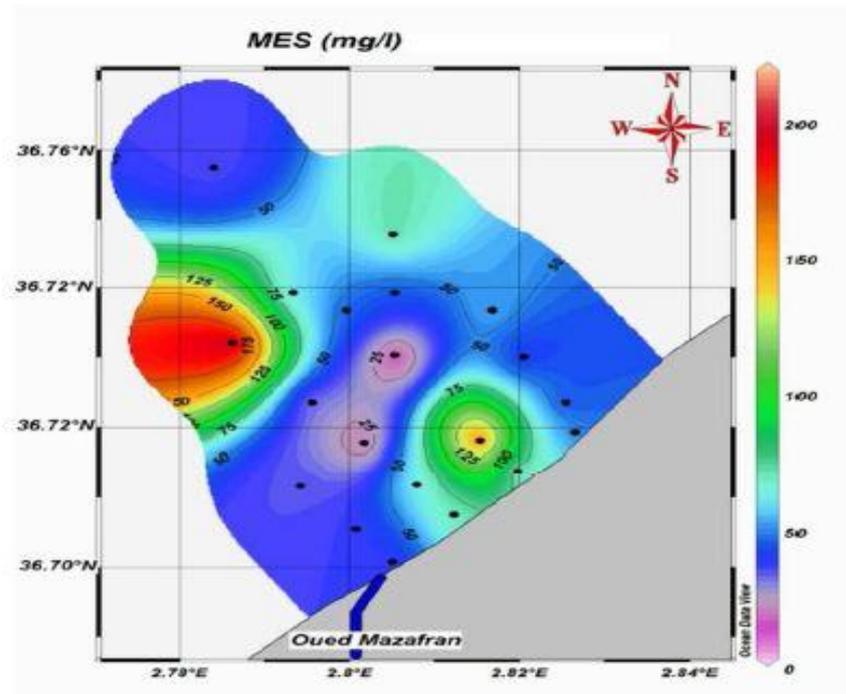
#### 2-4- La MES

Les concentrations en MES observées dans les différentes stations varient sur une large gamme, puisque les prélèvements ont été fait pendant des périodes différentes, avec des conditions météorologiques différentes (Figure 4).

Ces valeurs sont comprises entre 5,2 et 214 mg/l avec une moyenne de  $60,66 \pm 3,90$  mg/l.

Ceci peut être expliqué par le fait que les prélèvements ont été précédés par une période de fortes précipitations, favorisant ainsi le charriage des matières en suspension et

d'effluents urbains. L'érosion côtière peut également être à l'origine de cette élévation en MES.

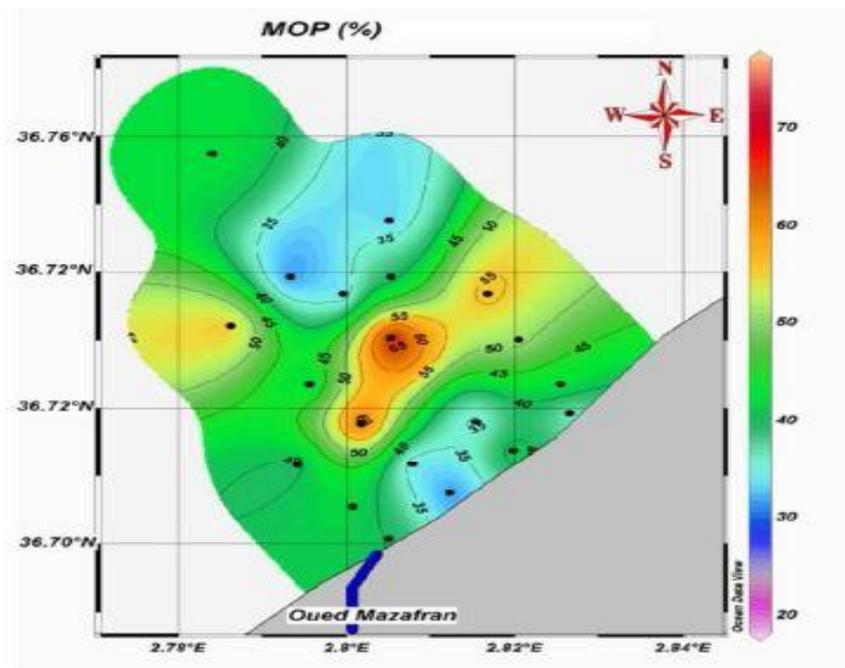


**Figure 4:** Carte de la distribution horizontale des MES en (mg/l) dans les eaux de surface.  
(DJAHNIT Nora, YEFSAH Hamida, 2013)

### 2-5- LA Matière Organique Particulaire

La MOP dans la baie de Bou-Ismaïl est en moyenne de  $40,88 \pm 9,20$  %, avec un minimum de 19,25 % observé au niveau de la station (17), et un maximum de 76,92 % au niveau de la station (9) (Figure 5).

Ceci veut dire que près de la moitié de la matière en suspension est représentée par la matière organique.



**Figure 5:** Carte de la distribution horizontale de la MOP en ( $\mu\text{mol/kg}$ ) dans les eaux de surface. (DJAHNIT Nora, YEFSAH Hamida, 2013)

## 2-6- Les sels nutritifs

**Tableau VI- 3:** Intervalle des résultats obtenus des sels nutritifs. (DJAHNIT Nora, YEFSAH Hamida, 2013)

paramètres	$\text{NO}_3$ -( $\mu\text{mol/l}$ )	$\text{NO}_2$ -( $\mu\text{mol/l}$ )	$\text{NH}_4$ +( $\mu\text{mol/l}$ )	$\text{PO}_4$ 3- ( $\mu\text{mol/l}$ )	$\text{Si(OH)}_4$ - ( $\mu\text{mol/l}$ )
Minimum	0,20	0,06	1,5	0,15	0,79
Maximum	2,94	0,44	22,24	1,43	10,88
Moyenne	1,02	0,16	6,74	0,4	2,65
Ecart type	0,51	0,09	4,13	0,29	1,58

### 2-6-1- L'ammonium

La concentration en ammonium dans la baie de Bou-Ismaïl varie entre  $1,5 \mu\text{mol/l}$  et  $22,24 \mu\text{mol/l}$  avec une moyenne de  $6,74 \pm 4,13 \mu\text{mol/l}$ .

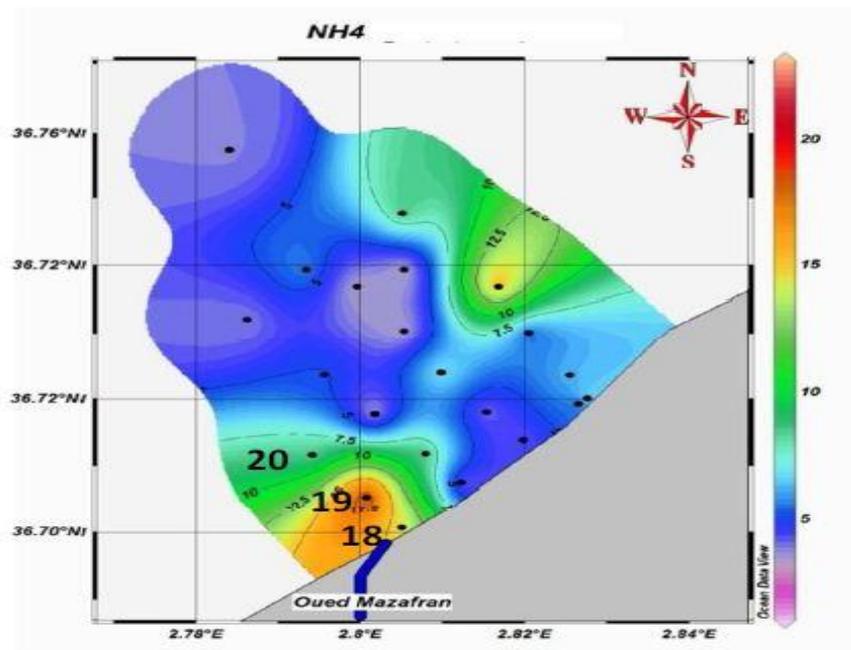
Le maximum d'ammonium se focalise au niveau des stations 18, 19 et 20 près de l'Oued Mazafran. (Figure 6).

Les concentrations élevées en ammonium face à l'Oued Mazafran, peuvent avoir comme source les eaux usées domestiques, se déversant directement en mer sans traitement préalable.

Il est à noter que de mauvaises odeurs dominaient la zone, près de l'embouchure de l'Oued de Mazafran.

Ainsi les faibles teneurs en chlorophylle a à ce niveau qui témoigne l'absence du phytoplancton, et donc la non consommation de l'ammonium, ce qui explique les fortes concentrations en ammonium au niveau de l'embouchure de l'Oued.

Ces concentrations diminuent en s'éloignant vers le large.



**Figure 6:** Carte de la distribution horizontale de l'ammonium en ( $\mu\text{mol/l}$ ) dans les eaux de surface. (DJAHNIT Nora, YEFSAHHamida, 2013)

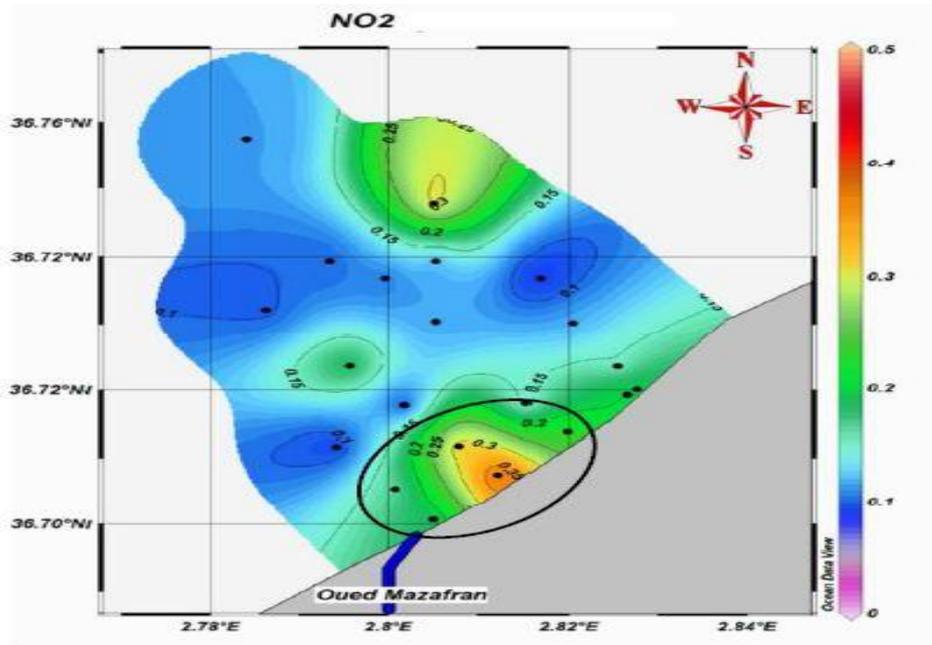
### 2-6-2- Nitrite et Nitrate

Les concentrations en nitrite varient entre 0,06 et 0,44  $\mu\text{mol/l}$  avec une moyenne de  $0,16 \pm 0,09$   $\mu\text{mol/l}$ . (Figure 7).

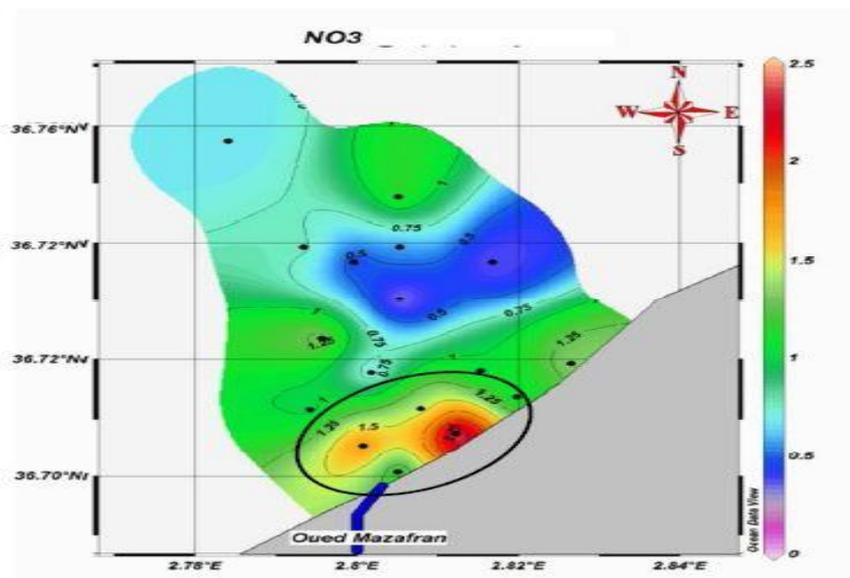
La distribution en surface des nitrites et des nitrates (figure 7 et 8) montrent qu'il y a une certaine homogénéité à l'exception des stations près de l'embouchure de l'Oued Mazafran où les concentrations sont les plus élevées.

Les Nitrite et les Nitrate peuvent avoir comme origine le lessivage des terres agricoles chargées d'engrais vue l'activité agricole répandue dans la zone de Bou-Ismaïl.

Ainsi, la réaction de nitrification assurée par les bactéries chimio-autotrophes qui oxydent l'ammonium en nitrite puis en nitrate peut expliquer les teneurs élevées au niveau del'embouchure de l'Oued Mazafran.



**Figure 7 :** Carte de la distribution horizontale des Nitrite en ( $\mu\text{mol/l}$ ) dans les eaux de surface. (DJAHNIT Nora, YEFSAHHamida, 2013)



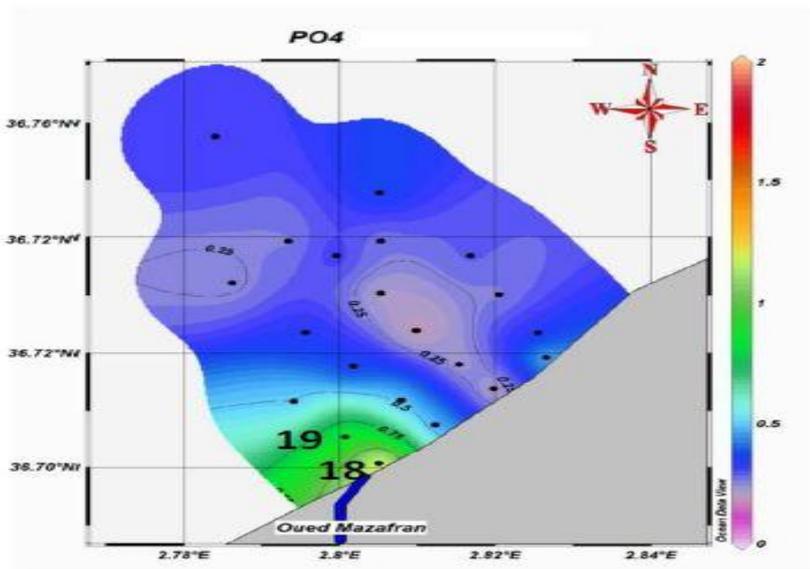
**Figure 8 :** Carte de la distribution horizontale des Nitrate en ( $\mu\text{mol/l}$ ) dans les eaux de surface. (DJAHNIT Nora, YEFSAHHamida, 2013)

### 2-6-3 Phosphate

Les phosphates dans la baie de Bou-Ismaïl varient entre 0,15 et 1,43  $\mu\text{mol/l}$  avec une moyenne de  $0,4 \pm 0,29 \mu\text{mol/l}$ .

La distribution en surface du phosphate (Figure 9), montre de faibles concentrations, à l'exception des stations 18 et 19 près de l'Oued Mazafran qui sont respectivement de 1,43 et 0,89  $\mu\text{mol/l}$ .

Nous supposons que les phosphates présents dans l'eau de mer, viennent des eaux de ruissellement de l'Oued pollué par les détergents des eaux usées.

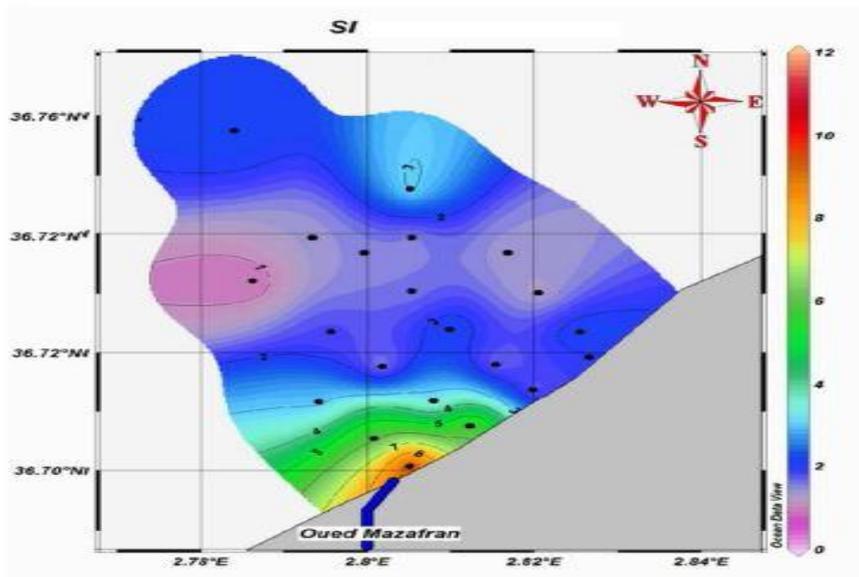


**Figure 9** : Carte de la distribution horizontale des Phosphates en ( $\mu\text{mol/l}$ ) dans les eaux de surface. (DJAHNIT Nora, YEFSAH Hamida, 2013)

### 2-6-4-Silicates

Les silicates dans la baie de Bou-Ismaïl varient entre 0,79 et 10,88  $\mu\text{mol/l}$  avec une moyenne de  $2,65 \pm 1,58 \mu\text{mol/l}$ .

Comme dans les phosphates, le maximum de silice se situe près de l'embouchure de l'Oued Mazafran, et diminue progressivement en s'éloignant vers le large, Ceci explique l'origine des silicates, par l'importance des rejets. (Figure 10).



**Figure 10** : Carte de la distribution horizontale des Silicates en ( $\mu\text{mol/l}$ ) dans les eaux de surface. (DJAHNIT Nora, YEFSAH Hamida, 2013)

### 3-1- Le pH

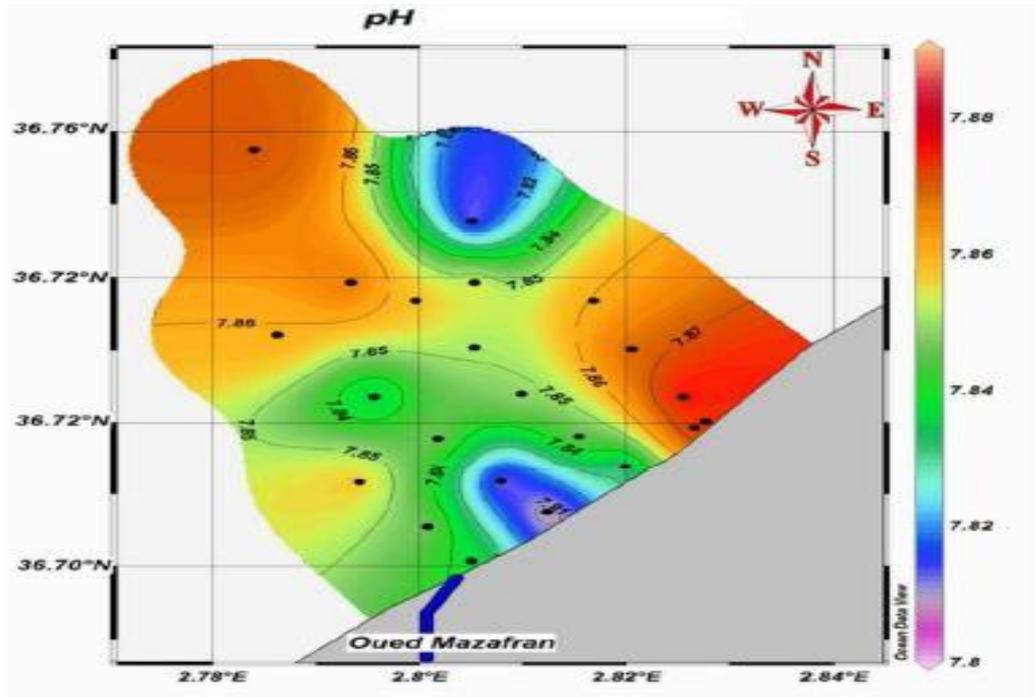
**Tableau IV-4** : Intervalle des résultats obtenus pour le pH. (DJAHNIT Nora, YEFSAH Hamida, 2013)

Paramètres	pH
Minimum	7,795
Maximum	7,885
Moyenne	7,850
Ecart type	0,02

Les valeurs de pH obtenues sont en faibles variations, avec un minimum de 7,795 et un maximum de 7,885 ; et une moyenne de  $7,850 \pm 0,02$ . (Figure 11).

Cette baisse du pH peut être expliquée par l'importance des apports d'eaux douces et les différents rejets industriels et agricoles acheminés par l'Oued se caractérisant par un pH de 7,36. Le pH peut devenir dans ce cas un important indicateur de pollution.

La décomposition de la matière organique influe également sur la baisse du pH car elle engendre une production du CO<sub>2</sub>, et donc une diminution du pH.



**Figure 11** : Carte de la distribution horizontale du pH dans les eaux de surface. (DJAHNIT Nora, YEFSAH Hamida, 2013)

#### 4- Interprétation des résultats

L'étude statistique des résultats d'analyse des 22 points de prélèvements effectués par CNRDPA et (DJAHNIT Nora, YEFSAH Hamida, 2013) au niveau de l'embouchure d'oued Mazafran et la mer, ont été comparés aux normes de rejet des polluants dans le milieu naturel. L'étude statistique est insérée dans le tableau IV-6 :

**Tableau IV-5** : Normes de rejets de l’OMS appliqué par l’Algérie

Paramètres	Normes
Température	30
pH	6,5-8,5
Oxygène dissous (mg/l)	5
MES mg/l	30
NO3-(mg/l)	1
NO2-(mg/l)	1
NH4+ (mg/l)	0,5
PO43-(mg/l)	2
DBO5 (mg/l)	30-40
DCO (mg/l)	90-120
Huiles et graisses (mg/l)	20

**Tableau IV-6** : Analyse statistique des résultats d’analyse des eaux de rejetées dans le milieu naturel et la variation des différents paramètres physicochimiques

	Norme	Max	Min	Moy	Ecart type
Température	30 °C	20,7	15,9	17,85	0,98
Oxygène dissous (mg/l)	5 mg/l	48,1	26,61	<b>39,58</b>	32,20
MES mg/l	30 mg/l	217	5,2	<b>60,66</b>	33,90
NO3-(mg/l)	1 mg/l	0,53	0,036	0,18	0,51
NO2-(mg/l)	1 mg/l	0,08	0,01	0,03	0,09
NH4+(mg/l)	0,5 mg/l	4	0,27	<b>1,21</b>	4,13
PO43-(mg/l)	2 mg/l	0,26	0,03	0,07	0,29
pH	6,5 à 8,5	7,885	7,795	7,850	0,02

En comparant les valeurs moyennes aux normes nous avons constaté que l’oxygène dissous, NH4+ et les MES dépassent les normes de l’OMS appliqué en Algérie par contre les autres paramètres répondent correctement .De ce fait nous pouvons dire d’une manière générale que cette observation est expliqué par une dilution vue que les valeurs sont prise au large, hors que si on prend les mêmes échantillons dans l’oued on aura des valeurs qui pourra dépasser les normes, vue que les eaux d’oued sont chargé de polluants causés par les industries

(Tonic emballage, Terra ceramique,ALNFER...), eaux usées domestique et eaux agricoles ( engrais ).

### **Conclusion**

Seule la partie côtière à l'embouchure de l'oued possède des concentrations de sels nutritifs, température et les MES élevé par rapport au large par contre la salinité et le pH sont faible à l'embouchure, lieu de rencontre d'eau douce polluée avec l'eau de mer. D'après l'étude statistique on peut constater que le brassage des eaux et les courants de dérive littorale contribuent également à la dilution des éléments polluants de l'oued.

# **Conclusion générale**

## Conclusion générale

L'objectif principal de notre mémoire est de mettre en exergue l'état de la pollution par matières particulaires et dissoutes dans le système fluvio-marin oued Mazafran-embouchure baie de Bousmail.

Le milieu fluvio-marins constitue une zone très sensible où s'affronte deux types d'eaux : eaux douces – eaux salées.

Nous avons présenté la zone où notre étude est menée, avec ses réseaux hydrographiques, sa sédimentologie et sa topographie, ainsi que la position géographique. Le climat de la baie de Bousmail est subhumide, un hiver humide et un été chaud et sec.

L'oued Mazafran est l'un des plus importants oueds des côtières Algéroises, vers l'embouchure, les sables grossiers caractérisent la baie de Bousmail.

Nous avons présenté les différentes stations de prélèvement dans le but d'avoir une variété de mesures, on a constaté que les différentes mesures effectuées de température, salinité, oxygène, sels nutritifs ainsi que les physicochimiques, décroissent au fur et à mesure qu'on s'éloigne du point de rejet. Cette décroissance est sans doute due à la combinaison de phénomènes physiques (Adsorption, dilution, dispersion et sédimentation) et aux phénomènes d'inactivation biologiques et mortalités bactériennes.

Il est observé aussi que les concentrations en ammonium sont élevées, traduisant ainsi l'importance des rejets d'eaux usées domestiques.

Les teneurs en oxygène, ainsi que l'ouverture de la baie vers le large permettant un renouvellement des eaux, évite probablement l'eutrophisation de la zone, ce qui explique la normalisation de nos paramètres polluants

Par faute d'indisponibilité des données nouvelles nous n'avons pu réactualiser les résultats ni établir de nouvelles cartes.

Il est recommandé de réaliser une étude bactériologique pour évaluer l'état des eaux de baignade au niveau de la baie de Bou-Ismaïl.

**REFERENCES**  
**BIBLIOGRAPHIQUES**

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ACHICHE Krime, LARBI Samir (2010)**, impact des eaux usées et des embouchures des oueds sur la qualité des eaux de la baie de Bousmail mémoire ingénieur ENSSMAL ,78 pages
- AIT KACI Maliket HAMDI Mohamed Salim (2008)**.Contribution à l'étude des paramètres physicochimiques et bactériologiques de l'embouchure de l'oued "Béni-Messous". Mémoire de fin d'étude. 53 p.
- Al Sid Chikh et Belkessa R., Houma F., et Amrouche L., (2009)**: Diagnostic du littoral ouestalgérois pour une gestion intégrée; The 5th International Symposium on Sandy beaches, which will be held in Rabat, Morocco 19-23 October 2009.
- Alzieu C, (1989)**. L'eau : milieu de culture. In Aquaculture. 2ème. Ed. Tec et Doc, Tome 1 : p 16-43
- Aminot A et Chaussepied M, (1983)**. Manuel des analyses chimiques en milieu marin. Edition : CNEXO, Brest, France, 395 P.
- Aminot et Kérouel, (2004)** : Hydrologie des écosystèmes marins paramètres et analyses. Ed Ifremer, France, 336p.
- Annane et al., (2007)** Inventaire et impact des ouvrages cotiers sur le milieu marin dans la baie de Bousmail. Mémo Ingénieur ENSSMAL.
- ANONYME., (1980)** Le courrier du CNRS, N° 35.janvier, 1980.
- Aouidad, (1997)**. Contribution à l'étude des polluants par métaux lourds dans le sédiment superficiel et les particules en suspension dans la baie de Bousmail. Mémoire ingénieur ENSSMAL.
- Asso, (1982)** Contribution à l'étude des polluants métallique chez la moule **Perne perna(L)** dans la région d'Alger.
- Bachari Houma F, (2009)** : Modélisation et cartographie de la pollution marine et de la bathymétrie à partir de l'image satellitaire, Université de VAL DE MARNE PARIS XII. 274p.thèse de doctorat.
- **BENSCHNEIDER K et ROBINSON R.J .,(1952)**. A new spectrophotometric method.FAO Fisheries Technical Paper: 137-238.

- **Berne F et Cordonnier J (1991)** : Traitement des eaux : Epuration des eaux résiduelles de raffinage. Conditionnement des eaux réfrigération. (TECHNIP, Eds) 360p.
- Bonn F et Rochon G, (1996)**. « Précis de télédétection », volume 2, applications Thématiques, Press de l'Université du Québec, AUPELF, 633pages.
- Bontoux J, (1993)** : Introduction à l'étude des eaux douces : eaux naturels, eaux usées, eaux de besoin. Edition Technique et Documentation Lavoisier, 166p.
- Bouanani A. (2004)** Hydrologie, transport solide et modélisation. Etude de quelques sous bassins de la Tafna (NW- Algérie). These d'état. Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen. 250p.
- Boulahdid, (1987)** Analyse des sels nutritifs dans l'eau de mer. Etude du mélange des masses d'eaux et de l'oxydation de la matière organique dans l'océan. Thèse de Doctorat, Université de Paris VI, France, 266 P.
- BOURAS Ali Eddin Foudil, (2012)**, thèse de Doctorat, Approche géochimique d'un hydro système côtier Algérois : Transfert de matière organique de l'Oued Mazafran vers la Baie de Bousmail, 178 pages.
- BOUTAGHOU Lamia, DJEHA Mohamed Ettaher, (2011)** Estimation de la concentration en chlorophylle et en matières en suspension de la zone côtière de Jijel à partir d'images satellitaires. Université de Jijel. Mémoire de fin d'étude. 50p.
- DJAHNIT Nora, YEFSAH Hamida (2013)**, Impacts des apports de l'Oued Mazafran sur le système des Carbonates et sur les paramètres du milieu de la partie Est de la baie de Bou-Ismaïl Mémoire ingénieur ENSSMAL.
- FIGARELLA J., LEYRAL G., TERRET M., (2001)**. Microbiologie générale et appliquée. Edit. Jacques Lanore. 285p.
- Gaujous, (1995)**, la pollution des milieux aquatiques : aide-mémoire Edition technique et documentation Lavoisier, 220p.
- Gauthier M et Pietri C, (1989)**. Devenir des bactéries et virus entériques en mer, Microorganismes dans les écosystèmes océaniques. Edition Masson, 447p.
- Gomella C et Guerre H, (1978)** Le traitement des eaux publiques, industrielles et privées. Edition Eyrolles Paris, 262p.
- Grosclaude G, (1999)**. L'eau : usage et polluants, Edition INRA, 210p.
- Grimes, (2004)**. Biodiversité marines et littorale Algérienne.

- Guy, (2006).**Ecologie du plancton. *Edition : TEC & DOC, Lavoisier, Paris, France, 283 P*
- Hervré et Tabeaud, (1999).** Océanographie, ARMAND COLIN, Paris. 96p.
- Invanoff A, (1972) :** Paramètres physico-chimiques des eaux de mer. Edt Librairie Vuibert.Tome I. 208p.
- Jacques G et Treguer P., (1986).** Ecosystème pélagique marin. *Collection d'écologie, Edition : Masson, Paris, France, 243 P.*
- L Mignaux, MEDDTL, (2010) :** référence mai 2011 environnement littoral et marin.
- Lacaze J.C, (1980) :** La pollution pétrolière en milieu marin. Ecologie appliquée et sciences de l'environnement 3.Edition Masson Paris, pp 3-13.
- Lefèvre-Balleydier, (2006) :** petit Atlas des mers et océans, LAROUSSE, 2ème Ed, France. 128p
- Le Calvé, (2004) :** cours en ligne de l'institut des sciences de l'ingénieur de TOULON ET DU VAR.
- Millots C, (1987).**Circulation in the western Mediterranean sea.Oceanologica Acte. Vol 10; .n°2, p: 143- 149.
- MURPHY J et RILEY J.P .,(1962).**A modified single method for determination of phosphates in natural waters.Anal. Chim. Acta, 12 : 162 – 170.
- POMMEPUY et al, (1990) «** Devenir des bactéries en zone littorale ». IFREMER Actes de colloques 11 « La mer et les rejets urbains ». Bendor 13-15 juin 1990
- Ramade F, (2000) :** Dictionnaire encyclopédique des pollutions. Edition : Ediscience International, France, 690p, p428.
- Rodier et al, (2005),** analyse de l'eau : eaux naturels aux résiduaires, eau de mer, 8ème édition Dunod, paris, 1383p.
- Rodier J, (1996) :** L'analyse de l'eau (eaux naturelles, eaux résiduaires et eaux de mer) 8ème Edition Dunod, Paris.
- SKALAR ANALYTICAL., (1998).** Manuel sans plus analyser : SA 1050 (Random Access Auto sampler). Breda (Netherlands), 23p.