

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر و تهيئة الساحل

Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME  
D'INGENIEUR D'ETAT EN SCIENCES DE LA MER

**OPTION : ENVIRONNEMENT**

**Thème :**

Les paramètres physico-chimiques et les sels nutritifs dans les eaux  
côtières algéroises (la baie d'Alger, la baie de Bou-Ismaïl)

Présenté par:

**-DROUECHE Tarek**

**-TABOUCHE Marwa**

Soutenu le 13/07/2016 devant le jury suivant :

Mme	BENTCHIKOU L.	Maitre assistante A (ENSSMAL)	Présidente
Mr	INAL A.	Attaché de recherche (CNRDPA)	Examinateur
Mr	ZERROUKI M.	Magister (ENSSMAL)	Examinateur
Mr	BOULAHIDID M.	Professeur (ENSSMAL)	Promoteur
Mr	AROUA M.	Doctorant (ENSSMAL)	Co-promoteur

**Promotion: 2015/2016**

## **Remerciement**

*Nous remercions Allah tout puissant de nous avoir donné la volonté et le courage de mené à bien ce travail.*

*Tout d'abord, On adresse nos sincères remerciements à notre promoteur, Mr. Boulahdid.M de nous avoir fait confiance pour entreprendre ce travail et de lui avoir accordé un intérêt tout au long de son élaboration. Merci de nous avoir guidés, de nous avoir donnés les moyens de mener à bien ce travail dans les meilleures conditions.*

*On tient à remercier chaleureusement Mme. BENTCHIKOU. L d'avoir accepté de présider le jury de cette soutenance.*

*C'est avec un grand plaisir que nous remercions Mr Inal. A et Mr. Zerouki.M Qui ont bien voulu faire partie de jury et qui nous ont fait l'honneur de participer à l'évaluation de ce modeste travail.*

*On exprime toute notre gratitude à Mr. Aroua qui nous a aidées pendant tout ce travail, nous le remercions pour le temps précieux qui nous a consacré toutes les fois que cela était nécessaire, ainsi qu'a Mr. Benhalima. M. qui a été avec nous tous le temps, et qui nous a donné fond, merci infiniment.*

*Merci également à l'ensemble des techniciens et ingénieurs du laboratoire de L'ENSSMAL et de Sidi Fredj particulièrement M. Boudjella B., Mme. Eddalia N., Mme Fariza qui nous ont très bien reçus, assisté et aidé, nous tenons à les remercier aussi pour leur présence, leurs conseils et leurs encouragements. ainsi qu'aux bibliothécaires de l'école pour leur collaboration.*

*Enfin, un remerciement tout particulier à nos parents qui nous ont toujours soutenues et surtout de nous avoir supporté.*

## Dédicace

À mes très, très chers parents Omar et Djamilia

À mes très chers frères, Mohamed amine et Rania qui comptent énormément pour moi

À tous mes autres proches exclusivement ma grandes familles et compris mon oncle  
Sidali

À mes chers amis de l'ENSSMAL : Imad, Amine, Andjouh, Boukli, Mustapha, Krimou. Ainsi  
que Amine.B, Youcef, Sidali, Zohir, Hamza, Bouzanga, Ahmed à qui je tiens plus  
particulièrement ; j'espère que je n'ai oublié personne

À toutes les personnes qui m'ont soutenu et encouragé tout au long de cette année ;

Ainsi qu'à tous ceux qui me connaissent à l'ENSSMAL et avec qui j'ai passé cinq ans  
inoubliables ;

À vous tous qui m'aimez ;

À mon binôme Marwa qui est sérieuse et toujours en bonne humeur; ainsi que sa  
famille

Je dédie ce travail.

---

09/07/2016 à 23h : 28

*Tarek*

## **Dédicace**

*Tout d'abord, je remercie Allah le tout puissant pour m' avoir donné la Santé, le courage et la volonté, pour réaliser ce modeste travail.*

*C est avec ces mots simples mais débordant d'émotions que je dédie ce travail :*

*A mes chers parents*

*Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que vous méritez pour tous les sacrifices que vous n'avez cessé de me donner depuis ma naissance, durant mon enfance et même à l'âge adulte. Puisse dieu, le tout puissant, vous préserver et vous accorder santé, longue vie et bonheur.*

*Ce travail est le fruit de vos sacrifices que vous consentis pour mon éducation et ma formation.*

*A ma chère sœur Insaf et mon frère Abdelatif pour leur grand amour et leur soutien.*

*A ma toute ma famille ; oncles et tantes, cousins et cousines.*

*Amon binôme Tarek qui est sérieux est toujours on bonne hummeur ; ainsi que sa famille.*

*Je remercie vivement et profondément toutes personnes ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire et en particulier mes amis avec qui j'ai passé des moments inoubliables. Je ne peux trouver les mots justes et sincères pour vous exprimer mon affection et mes pensées, vous êtes pour moi des frères, sœurs et des amis sur qui je peux compter. En témoignage de l'amitié qui nous uni et des souvenirs de tous les moments que nous avons passé ensemble, je vous dédie ce travail et je vous souhaite une vie plein de sante et de bonheur.*

*A makarem, fayza, wassila, louiza, amel et a khaled, basset.*

*A la fin vous cher lecteur d'avoir consacré votre temps à lire ce travail.*

**Marwa**

## Liste des figures

<b>Figure 1-1:</b> Cycle du phosphore dans l'eau de mer ( <b>Le gal et al., 1988</b> ). .....	25
<b>Figure 1-2:</b> Cycle de silicium dans l'océan mondial d'après ( <b>Tréguer et al., 1995</b> in <b>Benhalima, 2013</b> ). Les flux ont pour unité $10^{12}$ g Si /an. ....	26
<b>Figure 2-1:</b> Situation géographique de la baie de Bou Ismail. ....	31
<b>Figure 2-2:</b> Carte Bathymétrique de la baie de Bou-Ismaïl ( <b>Leclaire, 1972</b> ). ....	32
<b>Figure 2-3:</b> Carte sédimentaire de la baie de Bou-Ismaïl ( <b>PAC, 2004 in Taoudiat, 2009</b> ). ....	33
<b>Figure 3-1:</b> Localisation des stations de prélèvements au niveau de la baie de Bou-Ismaïl. ....	43
<b>Figure 3-2:</b> Localisation des stations de prélèvements au niveau de la baie d'Alger. ....	44
<b>Figure 3-3:</b> bouteille de prélèvement de type Niskin. ....	45
<b>Figure 3-4:</b> Multiparamètre de type HANNA. ....	46
<b>Figure 4-1 :</b> Variation de la température dans la baie d'alger (profondeur 5m). ....	58
<b>Figure 4-2:</b> Distribution spatiale de la température en surface dans la baie d'Alger (profondeur 5m). ....	59
<b>Figure 4-3 :</b> Variation de la salinité dans la baie d'alger (profondeur 5m) ....	59
<b>Figure 4-4:</b> Distribution spatiale de la salinité en surface dans la baie d'Alger (profondeur 5m). ...	60
<b>Figure 4-5 :</b> Variation du ph dans la baie d'Alger (profondeur 5m). ....	60
<b>Figure 4-6:</b> Distribution spatiale du Ph en surface dans la baie d'Alger (profondeur 5m). ....	61
<b>Figure 4-7:</b> Variation de la teneur en MES dans la baie d'Alger (profondeur 5m). ....	62
<b>Figure 4-8:</b> Variation de la concentration de l'ammonium dans la baie de d'Alger (profondeur 5m). ....	63
<b>Figure 4-9 :</b> Distribution spatiale de concentration d'ammonium en surface dans la baie d'Alger (profondeur 5m). ....	63
<b>Figure 4-10:</b> Variation de la concentration des nitrites dans la baie de d'Alger (profondeur 5m). ..	64
<b>Figure 4-11 :</b> Distribution spatiale de concentration des nitrites en surface dans la baie d'Alger (profondeur 5m). ....	64
<b>Figure 4-12:</b> Variation de la concentration des nitrates dans la baie de d'Alger (profondeur 5m). .	65
<b>Figure 4-13:</b> Distribution spatiale de concentration des nitrates en surface dans la baie d'Alger (profondeur 5m). ....	65
<b>Figure 4-14:</b> Variation de la concentration des phosphates dans la baie de d'Alger (profondeur 5m). ....	66
<b>Figure 4-15:</b> Distribution spatiale de concentration des phosphates en surface dans la baie d'Alger (profondeur 5m). ....	66
<b>Figure 4-16 :</b> Variation de la concentration des silicium dans la baie de d'Alger (profondeur 5m). ..	67
<b>Figure 4-17 :</b> Distribution spatiale de concentration du silicium en surface dans la baie d'Alger (profondeur 5 m). ....	67
<b>Figure 4-18 :</b> Variation de la température dans la baie d'Alger (profondeur 50m) .....	68
<b>Figure 4-19:</b> Variation de la salinité dans la baie d'Alger (profondeur 50m) .....	68

<b>Figure 4-20:</b> Variation du pH dans la baie d'Alger (profondeur 50m) .....	69
<b>Figure 4-21:</b> Variation de la concentration de l'ammonium dans la baie de d'Alger (profondeur 50m).....	70
<b>Figure 4-22 :</b> Variation de la concentration des nitrites dans la baie de d'Alger (profondeur 50m) .....	70
<b>Figure 4-23 :</b> Variation de la concentration des nitrates dans la baie de d'Alger (profondeur 50m). .....	71
<b>Figure 4-24:</b> Variation de la concentration des phosphates dans la baie de d'Alger (profondeur 50m).....	71
<b>Figure 4-25:</b> Variation de la concentration du silicium dans la baie de d'Alger (profondeur 50 m). .....	72
<b>Figure 4-26 :</b> Variation de la température dans la baie de Bou-Ismaïl (profondeur 5m).....	73
<b>Figure 4-27 :</b> Distribution spatiale de la température dans la baie de Bou-Ismaïl(profondeur 5m). .....	73
<b>Figure 4-28 :</b> Variation de la salinité dans la baie Bou-Ismaïl (profondeur 5m). .....	74
<b>Figure 4-29:</b> Distribution spatiale de variation de la salinité en surface dans la baie de Bou-Ismaïl (profondeur 5m). .....	74
<b>Figure 4-30 :</b> Variation de la température dans la baie Bou-Ismaïl (profondeur 5m). .....	75
<b>Figure 4-31:</b> Distribution spatiale de variation du PH en surface dans la baie Bou-Ismaïl (profondeur 5m). .....	75
<b>Figure 4-32:</b> Variation de la concentration de chlorophylle a en surface (profondeur 5m) de la baie de Bou-Ismaïl. ....	76
<b>Figure 4-33:</b> Variation de la teneur en MES en surface dans la baie de Bou-Ismaïl.....	77
<b>Figure 4-34 :</b> Variation des concentrations de l'ammonium en surface dans la baie de Bou-Ismaïl.....	78
<b>Figure 4-35 :</b> Distribution spatiale de concentration d'ammonium en surface dans la baie de Bou-Ismaïl (profondeur 5m). .....	79
<b>Figure 4-36 :</b> Variation de la concentration des nitrites en surface dans la baie de Bou-Ismaïl. ....	79
<b>Figure 4-37:</b> Distribution spatiale de concentration des nitrites en surface dans la baie de Bou-Ismaïl (profondeur 5m). .....	80
<b>Figure 4-38 :</b> Variation de la concentration des nitrates en surface dans la baie de Bou-Ismaïl. ....	80
<b>Figure 4-39:</b> Distribution spatiale de concentration nitrates en surface dans la baie de Bou-Ismaïl (profondeur 5m). .....	81
<b>Figure 4-40 :</b> Variation de la concentration des phosphates en surface dans la baie de Bou-Ismaïl. ....	81
<b>Figure 4-41 :</b> Distribution spatiale de la concentration des phosphates en surface dans la baie de Bou-Ismaïl (profondeur 5m).....	82
<b>Figure 4-42 :</b> Variation de la concentration du silicium en surface dans la baie de Bou-Ismaïl.....	82
<b>Figure 4-43:</b> Distribution spatiale de concentration de silicium en surface dans la baie de Bou-Ismaïl (profondeur 5m). .....	83
<b>Figure 4-44:</b> Variation de la température dans la baie de bouismaïl (profondeur 70m).....	84
<b>Figure 4-45:</b> Distribution spatiale variation de la température dans la baie de bouismaïl(profondeur 70m). .....	84
<b>Figure 4-46:</b> Variation de la salinité dans la baie de bouismaïl (profondeur 70m).....	85
<b>Figure 4-47:</b> Distribution spatiale variation de la salinité dans la baie de bouismaïl(profondeur 70m). .....	85

<b>Figure 4-48</b> :Variation du Ph dans la baie de bouismail (profondeur 70m).....	86
<b>Figure 4-49</b> :Distribution spatiale variation du Ph dans la baie de bouismail (profondeur 70m). .....	86
<b>Figure 4-50</b> :Variation de la concentration de l’ammonium dans la baie de Bou- Ismail. (Profondeur 70m). .....	87
<b>Figure 4-51</b> :Distribution spatiale de concentration de l’ammonium en profondeur (70m) dans la baie de Bou-Ismail.....	87
<b>Figure 4-52</b> :Variation de la concentration des nitrites dans la baie de Bou- Ismail. (Profondeur 70m).....	88
<b>Figure 4-53</b> :Distribution spatiale de concentration des nitrites en profondeur (70m) dans la baie de bouismail.....	88
<b>Figure 4-54</b> :Variation de la concentration des nitrates dans la baie de Bou- ismail. (Profondeur 70m).....	89
<b>Figure 4-55</b> :Distribution spatiale de concentration des nitrates en profondeur(70m) dans la baie de Bou-Ismail. ....	89
<b>Figure 4-56</b> :Variation de la concentration des phosphates dans la baie de Bou- ismail. (Profondeur 70m). .....	90
<b>Figure 4-57</b> :Distribution spatiale de concentration des phosphates en profondeur (70m) dans la baie de Bou-Ismail.....	90
<b>Figure 4-58</b> :Variation de la concentration de silicium dans la baie de Bou- Ismail. (Profondeur 40m).....	91
<b>Figure 4-59</b> :Distribution spatiale de concentration du silicium en profondeur (70 m) dans la baie de Bou-Ismail. ....	91

## Liste des tableaux

<b>Tableau 3-1:</b> Données sur les radiales de prélèvements.....	43
<b>Tableau 4-1:</b> Les valeurs moyennes et extrêmes des paramètres physicochimiques dans la partie de la baie de d'Alger (profondeur 5m).....	58
<b>Tableau 4-2:</b> Les valeurs moyennes et extrêmes des matières en suspension dans la baie d'Alger (profondeur 5m). ....	61
<b>Tableau 4-3:</b> Valeurs des sels nutritifs dans la baie d'Alger.....	62
<b>Tableau 4-4:</b> Les valeurs moyennes et extrêmes des paramètres physicochimiques dans la baie de d'Alger (profondeur 50m) .....	67
<b>Tableau 4-5:</b> Valeurs moyennes et extrêmes ainsi que l'écart type des sels nutritifs dans la baie d'Alger (profondeur 50m). ....	69
<b>Tableau 4-6:</b> Les valeurs moyennes et extrêmes des paramètres physicochimiques .....	72
<b>Tableau 4-7:</b> Valeurs extrêmes et moyennes ainsi que l'écart-type de de concentration de chlorophylle a dans la baie de Bou-Ismaïl (profondeur 5m).....	76
<b>Tableau 4-8:</b> Valeurs extrêmes et moyennes ainsi que l'écart-type de de concentration de matière en suspension dans la baie de Bou- Ismaïl (profondeur 5m) .....	77
<b>Tableau 4-9 :</b> Valeurs extrêmes et moyennes ainsi que l'écart-type des sels nutritifs dans la baie de la baie bou ismaïl en surface (5m).....	78
<b>Tableau 4-10 :</b> Les valeurs moyennes et extrêmes ainsi que l'écart type des paramètres physicochimiques dans la baie de bouismaïl (profondeur 70m) .....	83
<b>Tableau 4-11 :</b> Les valeurs moyennes et extrêmes ainsi que l'écart type des sels nutritifs dans la baie de bouismaïl(profondeur 70m) .....	86

# Sommaire

Liste des figures .....	5
Liste des tableaux .....	8
Sommaire.....	9
Introduction .....	14
<b>1 Généralité.....</b>	<b>17</b>
1.1 Pollution marine.....	17
1.1.1 Définition.....	17
1.1.2 Les principales pollutions marines .....	17
1.1.2.1 La pollution des fonds côtiers .....	17
1.1.2.2 L'eutrophisation du littoral .....	17
1.1.2.3 La pollution pétrolière.....	18
1.1.2.4 La pollution bactérienne.....	18
1.1.3 Origine de la pollution.....	18
1.1.3.1 La pollution domestique.....	18
1.1.3.2 La pollution industrielle .....	19
1.1.3.3 La pollution agricole .....	19
1.1.4 Les Polluants .....	19
1.1.5 Descripteurs physico-chimiques des milieux marins .....	20
1.1.5.1 Température (T) .....	20
1.1.5.2 Salinité (PSU).....	20
1.1.5.3 Potentiel d'hydrogène (pH).....	20
1.1.6 Les sels nutritifs.....	21
1.1.6.1 Notion des nutriments .....	21
1.1.6.2 Rôle des sels nutritifs .....	21
1.1.6.3 Origine des sels nutritifs.....	22
1.1.6.4 Les différentes formes des sels nutritifs.....	22
1.1.6.4.1 L'Azote .....	22
1.1.6.4.1.1 Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ).....	22
1.1.6.4.1.2 Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) .....	23
1.1.6.4.1.3 Azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ).....	23
1.1.6.4.2 Les composées phosphorées ( <b>P043-</b> ).....	24

1.1.6.4.3	La silice dissoute ( $\text{SiO}_2^-$ ).....	25
1.1.6.5	Le cycle biogéochimique des sels nutritifs .....	26
1.1.6.5.1	La photosynthèse.....	26
1.1.6.5.2	La minéralisation.....	27
1.1.6.5.3	L'excrétion .....	27
1.1.6.5.4	La nitrification.....	27
1.1.6.5.5	La dénitrification.....	28
1.1.6.6	Rapport de REDFIELD.....	28
1.1.6.7	Notion de facteur limitant .....	28
1.1.6.8	Production primaire.....	29
1.1.6.8.1	Définition .....	29
1.1.6.8.2	Chlorophylle.....	29
1.1.6.8.2.1	Chlorophylle a .....	29
1.1.6.9	Eutrophisation .....	29
1.1.7	Autres paramètres indicateurs de pollution .....	30
1.1.7.1	Matières en suspension (MES).....	30
<b>2</b>	<b>Présentation des zones d'études .....</b>	<b>31</b>
2.1	La baie de Bou-Ismaïl.....	31
2.1.1	Description géographique et présentation du site.....	31
2.1.2	Topographie de la baie .....	32
2.1.3	Sédimentologie .....	32
2.1.4	Réseau hydrographique .....	33
2.1.5	Les facteurs hydrodynamiques .....	34
2.1.5.1	Les vents.....	34
2.1.5.2	Les houles.....	34
2.1.6	Les principaux ports de la baie .....	34
2.1.6.1	Port d'El-Djamila .....	34
2.1.6.2	Port de Sidi Fredj .....	35
2.1.6.3	Port de Khemisti.....	35
2.1.6.4	Port de Bouharoun.....	35
2.1.6.5	Port de Tipaza .....	35
2.2	La baie d'Alger .....	35
2.2.1	Description géographique et présentation du site.....	35

2.2.2	Topographie de la baie .....	36
2.2.3	Sédimentologie .....	37
2.2.4	Réseau hydrographique .....	38
	La baie d'Alger est alimentées par l'Oued El Harrach et l'Oued El Hamiz, ces cours d'eau prennent leur source dans l'atlas Blidéen et traversent la plaine de la Mitidja avant de déboucher en mer (figure 2.3). Le régime hydrographique de ces oueds se caractérise par un long étiage de 6 mois et des crues observées surtout en hivers et rarement au printemps (Madi, 2009).....	38
2.2.5	Les facteurs hydrodynamiques .....	38
2.2.5.1	Les vents.....	38
2.2.5.2	Les houles.....	39
2.3.	La Courantologie .....	39
2.2.6	Les précipitations.....	40
<b>3</b>	<b>Matériel et méthode .....</b>	<b>42</b>
3.1	Travail réalisé en mer .....	42
3.1.1	Choix et localisation des stations de prélèvement .....	42
3.1.2	Conditionnement des moyens de prélèvement .....	44
3.1.3	Prélèvement d'eau de mer .....	44
3.1.4	Echantillonnage et conservation.....	45
3.1.5	Mesure des paramètres physico-chimiques .....	45
3.1.5.1	Mesure de la Salinité et conductivité .....	46
3.1.5.2	Mesure du potentiel hydrogène (pH) .....	46
1.	Manipulations au laboratoire.....	46
3.1.6	Matières en suspension (MES).....	46
3.1.6.1	Principe .....	47
3.1.6.2	Matériels utilisés .....	47
3.1.6.3	Mode opératoire .....	48
3.1.6.4	Calculs et expression des résultats .....	49
3.1.7	Sels nutritifs.....	49
3.1.7.1	Méthode d'analyse .....	49
3.1.7.2	Principe de la méthode chlorométrique.....	49
3.1.7.2.1	Dosage d'Ammonium .....	50
3.1.7.2.1.1	Principe de la méthode .....	50
3.1.7.2.1.2	Calcul et expression des résultats .....	50

3.1.7.2.2	Principe de la méthode automatique .....	51
3.1.7.2.2.1	Analyse des sels nutritifs .....	51
3.1.7.2.2.2	Matériel utilisé.....	51
3.1.7.2.2.3	Analyse automatique des sels nutritifs .....	52
3.1.8	La chlorophylle « a ».....	53
3.1.8.1	Matériel et appareillage.....	53
3.1.8.2	Réactifs.....	54
3.1.8.3	Mode opératoire .....	54
3.1.8.3.1	Analyse au laboratoire.....	54
3.1.8.3.2	Filtration et conservation.....	54
3.1.8.3.3	Extraction des pigments .....	54
3.1.8.3.4	Mesure d'absorbance : Méthode de <i>LORENZEN</i> .....	55
3.1.8.3.5	Calcul et expression des résultats :.....	55
<b>4</b>	<b>Résultats et discussion.....</b>	<b>58</b>
4.1	Interprétations des résultats de la baie d'Alger.....	58
4.1.1	profondeur 5m .....	58
4.1.1.1	analyses paramétriques.....	58
4.1.1.2	M.E.S.....	61
4.1.1.3	Variation des sels nutritifs.....	62
4.1.2	Profondeur 50m .....	67
4.1.2.1	Analyses paramétriques .....	67
4.1.2.2	Analyses des sels nutritifs .....	69
4.2	Interprétations des résultats de la baie Bou Ismail .....	72
4.2.1	Le niveau de profondeur de 5 m (en surface).....	72
4.2.1.1	Analyse paramétrique.....	72
4.2.1.2	Chlorophylle a :.....	76
4.2.1.3	M.E.S.....	77
4.2.1.4	Variation des sels nutritifs en surface : .....	77
4.2.2	Profondeur 70m .....	83
4.2.2.1	Analyses paramétriques .....	83
4.2.2.2	Les sels nutritifs .....	86
	<b>Conclusion.....</b>	<b>93</b>

# **Introduction**

# Introduction

---

## Introduction

L'étude du milieu marin actuellement est l'une des préoccupations majeures de toute la communauté scientifique.

La zone littorale, qui abrite plus de la moitié de la population mondiale apparaît de plus en plus menacée, aussi bien d'un point de vue global (modifications climatiques) qu'à l'échelle régionale (altérations anthropiques). Cette pression sur le milieu naturel est tout particulièrement sensible dans les écosystèmes fragiles. De plus, les côtes sont aussi soumises aux rejets des bassins versants pouvant provenir de zones urbaines, de l'agriculture ou des industries (**Abraham M., 1998 in Amrouche., 2012**).

Le méditerrané est une mer soumise à une très forte pression humaine, elle reçoit d'une manière chronique les eaux usées des grandes unités urbaines et industrielles avec une importante charge polluante, Les différents déchets en plastiques provenant des décharges côtières et des navires, peuvent menacer la faune et la flore sauvage du littoral (**AbdElguerfi, 2003 in Benhalima., 2013**).

La côte et le littoral algériens et à l'instar de la majorité des zones côtières méditerranéennes, connaissent de sérieux problèmes environnementaux. La région algéroise est certainement l'une des zones où l'altération de la qualité des eaux marines côtières est la plus perceptible.

La connaissance de la qualité d'eau et le suivi de degrés de la pollution de l'environnement côtier apparaissent comme une priorité pour la préservation du milieu marin et ses ressources. Cette problématique est l'objet qu'on s'est fixé dans le cadre de ce travail.

La présente investigation concerne les eaux du littoral Algérois (baie d'Alger, baie de Bou-Ismaïl) sujettes aux déversements d'eaux continentales

(Oueds et émissaires) et rejet domestique.

L'approche fixée dans ce travail repose sur à l'étude des paramètres physico-chimiques, les différentes formes des sels nutritifs et de la chlorophylle dans les trois baies afin de faire un suivi et d'essayer de donner un constat sur l'évolution du degré de pollution. Ceci a pour finalité de connaître la qualité des eaux.

# Introduction

---

Le présent mémoire est organisé en quatre chapitres :

- ❖ Le premier sera consacré aux généralités sur les paramètres physiques et chimiques dans le milieu marin.
- ❖ Le deuxième chapitre présentera avec détails les zones d'étude.
- ❖ Le troisième expliquera les démarches méthodologiques adoptées et analytiques appliquées pour la détermination des différents paramètres recherchés.
- ❖ Le dernier chapitre traitera les résultats obtenus pour cette recherche,

Enfin notre présent travail sera synthétisé sous forme d'une conclusion générale.

# Généralités

## 1 Généralité

### 1.1 Pollution marine

#### 1.1.1 Définition

La pollution marine est malheureusement aujourd'hui un fait solidement établi qui concerne l'ensemble des mers et des océans du globe (**Alzieu, 1999**).

La définition de la pollution marine est donnée par le premier rapport du Conseil sur la Qualité de l'Environnement de la Maison Blanche (1965), étant « *...une modification défavorable du milieu naturel..., comme un sous-produit de l'action humaine...* ». (**Ramade, 2000**). Ainsi le terme de pollution marine fait l'objet d'une définition, reconnue par l'ensemble de la communauté scientifique internationale (GESAMP), comme étant « *l'introduction par l'homme, directement ou indirectement, de substances ou d'énergie dans le milieu marin (y compris les estuaires) occasionnant des effets néfastes tels que des nuisances envers les ressources biologiques, des risques pour la santé de l'homme, des entraves aux activités maritimes (y compris la pêche), une altération de la qualité de l'eau de mer du point de vue de son utilisation et une dégradation des valeurs d'agréments* ».

#### 1.1.2 Les principales pollutions marines

##### 1.1.2.1 La pollution des fonds côtiers

L'altération des fonds côtiers, principalement marquée par :

L'envasement, avec des fortes teneurs en matières organiques et métaux lourds ;

La disparition de la faune benthique ou sa limitation à quelques espèces résistantes ;

La disparition des herbiers posidonie limitant les zones de reproduction des poissons.

L'incidence de cette pollution sur la pêche est notable, En tout état de cause, l'altération écologique est évidente et certains milieux devraient être mieux protégés (**Gaujous, 1998**).

##### 1.1.2.2 L'eutrophisation du littoral

Les pollutions d'algues vertes ou de phytoplancton (bloom) traduisant un phénomène d'eutrophisation.

Les apports fertilisants terrigènes, notamment les produits azotés provenant de l'agriculture et de l'élevage, sont sans doute en cause.

Il est en tout cas certain que les phénomènes d'eutrophisation de la mer ne peuvent être limités qu'à des sites localisés, en raison de la très faible richesse naturelle en fertilisants et en organismes de l'océan, dont on compare classiquement la productivité à celle d'un désert (**Gaujous, 1998**).

### 1.1.2.3 La pollution pétrolière

On distingue les pollutions accidentelles (marées noires, ...) spectaculaires mais aux effets passagers et les pollutions chroniques (nettoyage des cuves, opérations portuaires ...)

Les effets écologiques les plus visibles concernent les oiseaux.

L'incidence sur la pêche est sensible, notamment :

- Des problèmes de goût de poisson ;
- Des problèmes d'aspect (nécroses) dont l'origine pourrait être une synergie entre hydrocarbures et micropolluants (**Gaujous, 1998**).

### 1.1.2.4 La pollution bactérienne

C'est loin le problème le plus important du point de vue économique et sanitaire, il porte sur :

- La pollution des plages (de l'eau et du sable) : l'incidence sur les maladies de la peau et sur les gastroentérites des baigneurs.
- La contamination des élevages des moules (conchyliculture) (**Gaujous, 1998**).

## 1.1.3 Origine de la pollution

Suivant l'origine des substances polluantes, on distinguera :

### 1.1.3.1 La pollution domestique

Provenant des habitations, elle est en général véhiculée par le réseau d'assainissement jusqu'à la station d'épuration.

La pollution domestique se caractérise par (**Gaujous, 1998**):

- Des germes fécaux ;
- De fortes teneurs en matières organiques ;
- Des sels minéraux (Azote, Phosphore, ...) ;

- Des détergents.

### 1.1.3.2 La pollution industrielle

Provenant des usines, elle est caractérisée par une grande diversité, suivant l'utilisation de l'eau ; Tous les produits ou les sous-produits de l'activité humaine, se retrouve ainsi dans l'eau, qui est un bon solvant (**Gaujous, 1998**) :

- Matières organique et graisses (industries agro-alimentaires, équarrissages, ...) ;
- Hydrocarbures (raffineries) ;
- Métaux (traitement de surface, métallurgie) ;
- Acides, bases, produits chimiques divers (industries chimiques, tanneries...) ;
- Eau chaude (circuits de refroidissement des centrales thermiques) ;
- Matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs).

### 1.1.3.3 La pollution agricole

Provenant des fermes ou des cultures, elle se caractérise par (**Gaujous, 1998**) :

De fortes teneurs en sels minéraux (Azote, Phosphore, Potassium, ...) provenant

- Des engrais,
- Des purins et lisiers (élevage) ;

La Présence de produits chimiques de traitement (pesticides, herbicides...).

### 1.1.4 Les Polluants

Un polluant est par définition, un agent physique, chimique ou biologique qui dégrade le milieu dans lequel il se trouve. C'est une substance introduite ou présente dans l'eau, susceptible d'en changer l'équilibre ou d'en altérer la qualité (**Manfredi et Daniele, 1988in Amrouche., 2012**)

D'après Emiliankoller (2004) une substance donnée est dite polluant si elle:

- A des effets biologiques significatifs, même à des petites concentrations ;
- Diffuse facilement dans l'air, est soluble dans l'eau et a une tendance particulière à s'accumuler dans les tissus vivants ;
- Est persistante ;

- Affecte une large gamme d'organismes, et spécialement ceux en rapport direct avec l'homme, ou qui jouent un rôle central dans la stabilité du système écologique global. (Amrouche, 2012).

### 1.1.5 Descripteurs physico-chimiques des milieux marins

#### 1.1.5.1 Température (T)

La température joue un rôle important dans les cycles biologiques par son influence sur ses activités dont dépend la production totale et sur la répartition des espèces (preferendums thermiques). Dans les océans, la température décroît de la surface vers le fond. Elle varie en fonction des autres descripteurs physico-chimiques, telle que la pression.

Dans les eaux de surface, sa variation dépend essentiellement des phénomènes climatiques (Aminot et Chausse-Pied, 1983). La mesure de la température est indispensable pour le traitement ou l'interprétation d'autres paramètres tel que : la saturation des gaz dissous et la mesure du pH (Aminot et Kérouel, 2004).

#### 1.1.5.2 Salinité (PSU)

La salinité est un descripteur indispensable en milieu marin, elle représente la proportion de sels minéraux dissous dans l'eau de mer, sa mesure permet de connaître la circulation océanique, d'identifier les masses d'eaux d'origine différentes et de suivre leurs mélanges au large comme à la côte ou dans les estuaires (Aminot et Chausse-Pied, 1983).

La première définition résulte de la technique reproductible de SORENSEN(1902):

« La salinité est la masse, en grammes, des substances solides contenues dans un kilogramme d'eau de mer, quand les ions bromure et iodure sont remplacés par leur équivalent de chlorure, les carbonates convertis en oxydes et toute la matière organique est oxydée » (Aminot et Kérouel, 2004).

#### 1.1.5.3 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 ( $\text{CO}_2$ ) à l'interface air-mer, ainsi que de la dissolution du calcaire (Aminot&Kérouel, 2004).

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, avoisine les 8,2 donc il tend vers un milieu basique. (Rodier, 2005).

## **1.1.6 Les sels nutritifs**

### **1.1.6.1 Notion des nutriments**

Les sels nutritifs appelés aussi nutriments, sont des éléments chimiques indispensables à la synthèse autotrophe des matières organiques.

Les concentrations d'éléments nutritifs dans le milieu doivent répondre aux exigences du phytoplancton. Les faibles concentrations minimisent la photosynthèse, tandis que les excès provoquent une eutrophisation du milieu, qui se traduit par une importante croissance de certaines espèces phytoplctonique. On trouve alors en surface des concentrations qui peuvent aller de quelques micromoles à quelques dizaines de milligramme par litres (Aminot, 1986 In Zitouni, 2000).

### **1.1.6.2 Rôle des sels nutritifs**

Le phytoplancton assimile les sels nutritifs dissous dans l'eau de mer et puise l'énergie solaire pour fabriquer leurs squelettes et leur matière organique.

La production biologique dépend principalement de la lumière ainsi que de la circulation océanique qui transporte les sels dissous (Carbone, azote, phosphore, silicium) indispensable à la vie, ainsi les régions de remontées d'eaux profondes et riches en sels nutritifs (upwelling) sont le siège d'une production biologique intense (jeandel, 1998in Zitouni., 2000).D'où l'importance des sels nutritifs dans l'étude de la circulation des masses d'eaux et de leur mélange.

Il existe des relations entre certains sels avec certains métaux lourds telles que celle qui lie les phosphates au cadmium. Ce qui permet la compréhension du comportement et du devenir de ces derniers dans le milieu marin (**Cossa et Lassus, 1989 in Zitouni, 2000**).

### 1.1.6.3 Origine des sels nutritifs

Les sels nutritifs dissous dans le milieu marin ont diverses origines et peuvent être classés en deux sources principales (**Boulaiddid, 1987**) : sources internes et sources externes.

#### a) Source interne

C'est la régénération des sels nutritifs à partir de la matière organique produite par le plancton dans les eaux de surface. Cette origine, à elle seule, représente environ 97 % ; plus la diffusion des sels nutritifs à partir des sédiments marins.

#### b) Source externe

Regroupe tous les apports continentaux par le transport fluvial et éolien.

### 1.1.6.4 Les différentes formes des sels nutritifs

#### 1.1.6.4.1 L'Azote

L'azote  $N_2$  est un constituant majeur de l'atmosphère (78%) joue un rôle essentiel dans la biosphère. Les différentes formes minérales (ammoniac, nitrites, nitrates) et organiques (acides aminés, protéines) font l'objet d'échanges réversibles incessants (**Rodier et coll, 2005**).

##### 1.1.6.4.1.1 Nitrates ( $NO_3^-$ )

Les nitrates sont une forme oxydée stable de l'azote en solution aqueuse et elles ont la forme la plus répandue dans l'océan (65% du stock de l'azote).

Leur concentration varie entre  $0\mu\text{mol/L}$  à la surface et plus de  $45\mu\text{mol/L}$  dans les eaux profondes. Mais dans les estuaires, lorsque la salinité décroît par l'effet des apports terrigènes, leur concentration peut atteindre plusieurs centaines de micromoles par litre. Les nitrates résultent de l'oxydation des nitrites par des bactéries (nitrobacter) lors de la réaction de nitrification. Elles entrent dans le cycle de l'azote comme support principale de la croissance phytoplanctonique (**Aminot & Chausse-Pied, 1983 in Bachari Houma, 2009**).

Les nitrates résultent de l'oxydation des nitrites uniquement. Cette réaction d'oxydation est exothermique ( $\Delta G^\circ = -18\text{kcal}$ ). Cette oxydation est opérée par des bactéries (Nitrobacter), et on parle de nitratisation.

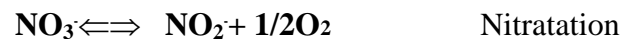
#### 1.1.6.4.1.2 Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )

Etant dans le cycle de l'azote, un ion en état transitoire au même titre que l'ammonium, expliquant ainsi les faibles concentrations rencontrées en milieu marin qui sont de l'ordre de zéro à quelques micromoles par litre d'azote nitreux. Les concentrations des nitrites connaissent des variations saisonnières, qui varient en hiver entre 0.5 et  $1\mu\text{mol/l}$  et atteignent des valeurs très faibles en été ( $< 0,01\mu\text{mol/l}$ ) suite au développement du phytoplancton. Les nitrites proviennent des deux réactions suivantes (**Aminot & Chausse-Pied, 1983** in **Bachari Houma, 2009**) :

- 1) L'oxydation de l'ammonium par la réaction de nitrosation, qui est exothermique opérée par les bactéries (Nitrosomonas) (**Aminot & Chausse-Pied, 1983** in **Bachari Houma, 2009**).



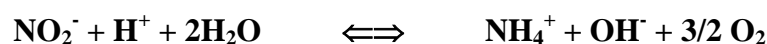
- 2) La réduction des nitrates dans les milieux anoxiques ou pauvres en oxygène dissous, opérée par les bactéries anaérobiques, selon la réaction suivante :



#### 1.1.6.4.1.3 Azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ )

L'azote ammoniacal est présent en solution sous deux formes, l'ammoniac  $\text{NH}_3$  et l'ammonium  $\text{NH}_4^+$  dont les proportions relatives dépendent du pH, de la température et de la salinité. Dans les eaux marines et estuariennes, l'ammonium est très prédominant, c'est pourquoi ce terme est souvent employé pour désigner l'azote ammoniacal (**Aminot et Chausse pied, 1983**).

L'azote ammoniacal provient des excréments animales et de la décomposition bactérienne des composés organiques azotés. Il résulte aussi de la réduction des nitrites en ammonium qui se fait par un mécanisme bactérien en milieu anaérobique selon la réaction suivante :

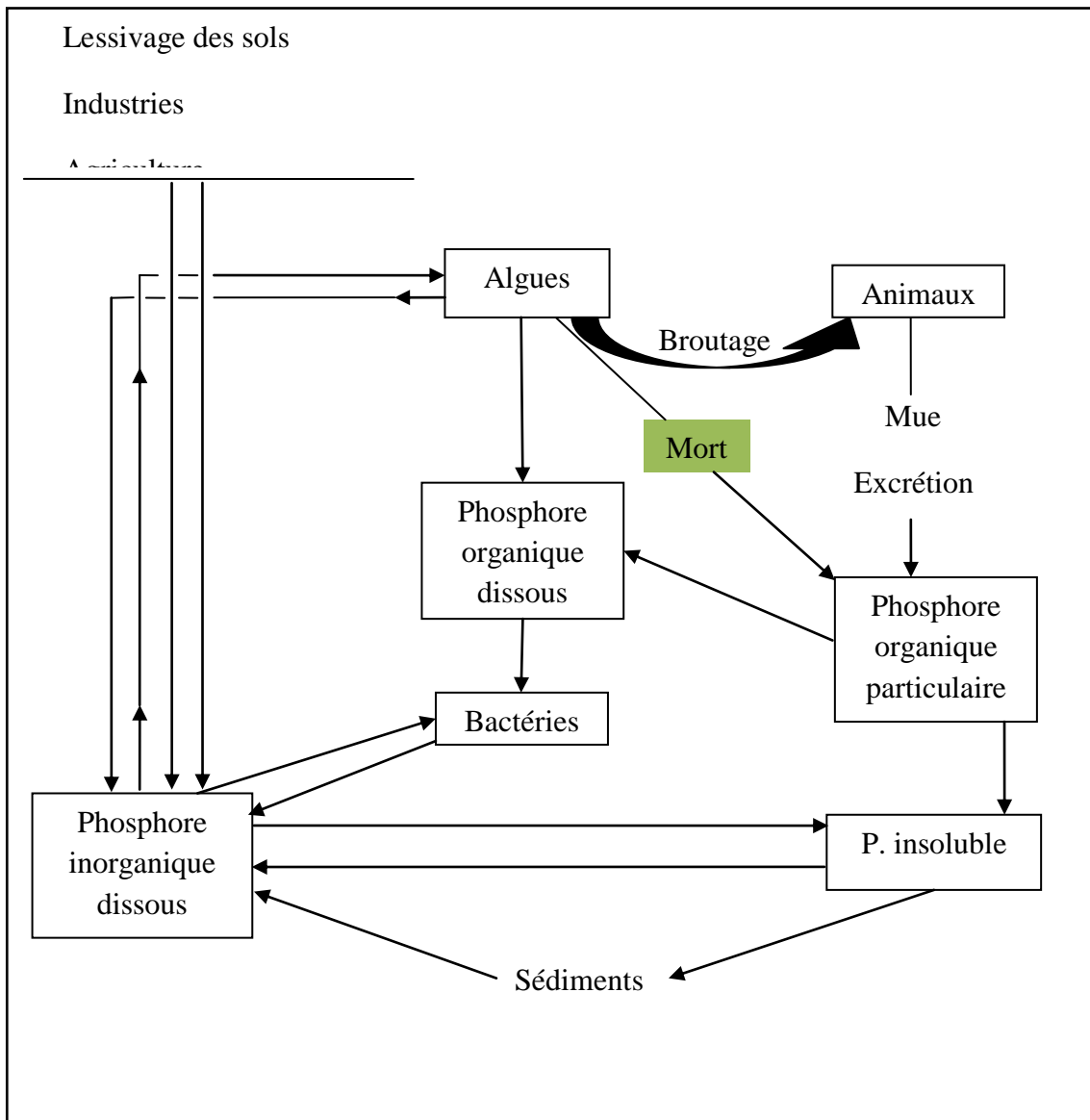


La variation de la concentration de  $\text{NH}_4^+$  est en fonction du lieu et de la saison, elle est de l'ordre de  $1\mu\text{mol/l}$  en eaux côtières non polluées et en milieu océanique, et nulle dans les

eaux profondes. Mais cette concentration augmente dans les estuaires sous l'influence des rejets urbains et/ou agricoles (**Aminot et Chausse-Pied, 1983**).

#### 1.1.6.4.2 Les composées phosphorées ( $PO_4^{3-}$ )

Dans l'eau de mer, le phosphore existe sous forme organique et inorganique, dissous et particulaire. Les Orthophosphates présentent la forme la plus abondante  $PO_4^{3-}$  (10 %) et  $HPO_4^-$  (90%) et (1%) de  $H_2PO_4$  (**Aminot & Chausse-Pied, 1983**). A l'état d'équilibre, elles se trouvent avec des teneurs assez faibles en surface (0 à  $1\mu\text{mol/L}$ ) à cause de leur consommation par le phytoplancton (bloom printanier) (**Copin Montégut, 1996**) et ces teneurs augmentent avec la profondeur au-dessous de la couche euphotique pour atteindre un maximum qui correspond au minimum de l'oxygène dissous, avec une légère fluctuation selon la région océanique. (**Bachari Houma, 2009**).



**Figure 1-1:** Cycle du phosphore dans l'eau de mer (Le gal *et al.*, 1988).

#### 1.1.6.4.3 La silice dissoute ( $\text{SiO}_2$ )

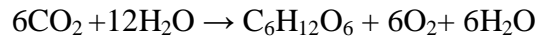
L'élément nutritif silicium entre dans la composition des squelettes de certaines espèces phytoplanctoniques (Diatomées, Radiolaires, ...). (Aminot & Chausse-Pied, 1983).

À un pH moyen de l'eau de mer (~8.2), les formes majoritaires dissoutes dans l'eau de mer sont à 95% sous les formes d'acide orthosilicique,  $\text{Si(OH)}_4$ , 5%  $\text{Si(OH)}_3^-$  (Aminot & Kérouel, 2004).

Les eaux océaniques de surface sont pauvres en silicium ( $< 1 \mu\text{mol/l}$ ), à l'exception des zones côtières et en particulier les estuaires qui sont plus riches en silicium ; tandis que les eaux océaniques profondes ont des concentrations les plus élevées qui peuvent atteindre en certaines zones environ  $150 \mu\text{mol/l}$  (Aminot et Chausse-Pied, 1983).

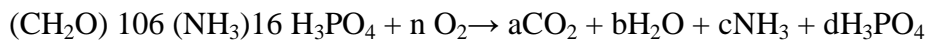


mécanisme de production primaire de biomasse dans le milieu marin (**Aminot et Kerouel, 2004**).



#### 1.1.6.5.2 La minéralisation

La minéralisation est la réaction inverse de la photosynthèse, consiste à la conversion de la matière organique dissoute (sécritée par les cellules ou libérée à leur mort) et de la matière organique particulaire détritique (excrétée par les organismes supérieurs ou constitué de débris de cellules mortes) sont converties en nutriments minéraux par les bactéries : c'est la phase de minéralisation, indispensable au fonctionnement du cycle de la vie aquatique (**Aminot et Kerouel, 2004**).



#### 1.1.6.5.3 L'excrétion

L'excrétion et la sécrétion de nutriments sont considérées en dehors de la minéralisation bactérienne. Des composés organiques solubles sont secrétés par le phytoplancton vivant, les plus connus étant les acides aminés et les polysaccharides. De l'ammonium et du phosphate sont excrétés par les microflagellés hétérotrophes, les ciliés et le zooplancton. Les organismes zooplanctoniques excrètent en outre du matériel organique particulaire (**Aminot et Kerouel, 2004**).

#### 1.1.6.5.4 La nitrification

Dans les milieux où l'oxygène est présent, l'ammonium rejeté par la minéralisation est oxydé en nitrite puis nitrate par les bactéries nitrifiantes. La conversion d'ammonium en nitrite (nitrification) est réalisée par les bactéries Nitrosomonas et celle de nitrite en nitrate (nitrification) par les bactéries Nitrobacter. Les bactéries nitrifiantes sont autotrophes, c'est-à-dire qu'elles consomment le carbone inorganique ( $\text{CO}_2$ , carbonate) pour synthétiser leur biomasse (**Aminot et Kerouel, 2004**).



### 1.1.6.5.5 La dénitrification

Dans le milieu anoxique, l'ammonium rejeté par la minéralisation n'est pas oxydé et s'accumule. Dans ces milieux, les bactéries se développent. Néanmoins en trouvant d'autres sources d'oxygène, dont celui du nitrate lorsqu'il est présent. La dénitrification est un processus hétérotrophe. Différents processus consommant le nitrate sont regroupés sous le terme de dénitrification. Au sens strict, il s'agit de la production finale de diazote (N<sub>2</sub>), mais de l'oxyde nitreux est aussi produit (N<sub>2</sub>O). Au sens large, on y inclut la réduction du nitrate en ammonium (**Aminot et Kerouel, 2004**).

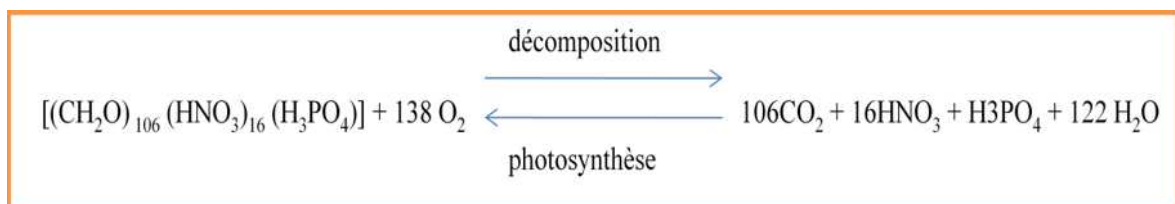
### 1.1.6.6 Rapport de REDFIELD

Le carbone, l'oxygène, l'azote et le phosphore représentent les principaux éléments constitutifs de la matière organique vivante.

Ils sont prélevés par les organismes autotrophes dans des proportions requises pour leur croissance. Leurs disponibilités dans le milieu marin est telle qu'ils définissent un rapport élémentaire en relation avec les processus d'assimilation et de régénération « Rapports biogéochimiques de Redfield ». Après plusieurs travaux, Redfield et al (1963) ont donné les rapports suivants par l'analyse de la composition chimique de la matière organique:

$$\Delta P / \Delta N / \Delta C / \Delta O_2 = 1/16/106/- 138$$

Selon les vues de Redfield, la photosynthèse (ou la décomposition) du plancton produit (ou consomme) 138 moles d'O<sub>2</sub> par mole de P, selon le bilan réactionnel :



Cela veut dire que 138 moles d'oxygène sont utilisées (ou consommées) pour l'oxydation (ou la régénération) de 106 mole (ou atomes) de carbone, 16 atomes d'azote et 1 atome de phosphore et vice-versa (**Benhalima, 2013**).

### 1.1.6.7 Notion de facteur limitant

Lorsque des populations phytoplanctoniques se développent, elles consomment les nutriments minéraux dissous et abaissent progressivement leurs concentrations à des

niveaux auxquels il devient très difficile aux cellules de les puiser, ce qui ralentit fortement leur croissance. Les nutriments sont alors les « facteurs limitants » de la croissance algale (Aminot et Kerouel, 2004).

### 1.1.6.8 Production primaire

#### 1.1.6.8.1 Définition

La production primaire est la Synthèse autotrophique de la matière organique, essentiellement due en zone océanique par le phytoplancton (Jacques et Tréguier, 1986 in Benhalima, 2013).

La source primaire de carbone inorganique est le gaz carbonique ( $\text{CO}_2$ ). Les organismes capables de bâtir leur substance organique à partir de  $\text{CO}_2$  sont dits autotrophes (Le Gal et al. 1988).

#### 1.1.6.8.2 Chlorophylle

La chlorophylle est un composé chimique indispensable à la photosynthèse. Sa présence dans tous les organismes végétaux, associée à l'énergie solaire, lui permet de synthétiser ses propres matières organiques carbonées à partir du carbone minéral. Dans les milieux aquatiques, les algues possèdent une diversité de pigments dont les plus importants sont les chlorophylles a, b, c1, c2 et d.

La concentration de chlorophylle est utilisée pour l'estimation de la production primaire. (Eppley et Peterson, 1979 in Bachari Houma, 2009).

##### 1.1.6.8.2.1 Chlorophylle a

La chlorophylle a est le principal pigment photosynthétique des plantes. En convertissant l'énergie lumineuse en énergie chimique, elle permet la photosynthèse, c'est-à-dire la fixation de carbone induite par la lumière (la production primaire). Pour cette raison la chlorophylle a est mesuré en tant qu'indicateur de la biomasse des micro-algues, organismes qui sont à la base de la chaîne alimentaire. Pour utiliser la chlorophylle a comme paramètre permettant de quantifier globalement la biomasse phytoplanctonique, on se fonde sur le fait que la proportion de chlorophylle par rapport à la masse de matière cellulaire varie peu (en moyenne) dans les populations naturelles composées de différentes espèces (Aminot et Kérouel, 2004).

### 1.1.6.9 Eutrophisation

L'eutrophisation est définie, au sens habituel comme l'enrichissement des eaux en nutriments presque essentiellement le phosphore et l'azote qui vont favoriser la croissance des végétaux pour finalement induire des proliférations algales (eaux colorées), des algues flottantes à la surface des eaux et des macrophytes ou des algues sur les rivages ou sur les fonds. Les proliférations végétales si elles ne sont pas dispersées par les courants ou consommées par les herbivores, s'accumuleront puis se décomposeront sous l'action bactérienne avec consommation d'oxygène néfaste pour la faune ; la poursuite de la dégradation bactérienne en anaérobiose productrice de molécules indésirables (CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub>), voire, toxiques sera dramatique pour l'environnement aquatique (**Lacaze, 1996**).

### **1.1.7 Autres paramètres indicateurs de pollution**

#### **1.1.7.1 Matières en suspension (MES)**

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, zooplancton, poissons), soit terrigène (apports fluviaux, produits de l'érosion des côtes, détritiques déversés par l'homme) soit éolienne (particules transportées par les courants atmosphériques et tombant dans la mer) soit enfin météorique (**Aminot et Kérouel, 2004**).

# **Zone d'étude**

## 2 Présentation des zones d'études

### 2.1 La baie de Bou-Ismaïl

#### 2.1.1 Description géographique et présentation du site

Notre site d'étude correspond à la baie de Bou-Ismaïl (ex : Golfe de Castiglione), qui est limité à l'est par le promontoire de Ras-Acrata et à l'ouest par le cap du Mont Chenoua (Figure 2.1).

Il a une superficie de 509 Km<sup>2</sup>. Dans ce vaste domaine maritime, se trouve incluse la baie d'El Djamila. La baie couvre une superficie de 350 Km<sup>2</sup> avec une ouverture de 40 Km orientée du Sud-Ouest au Nord-Est, soit 2° 54 Est et 36° 48 Nord à 2° 24 Est et 36° 38 Nord.

La région de Bou-Ismaïl est une zone à vocation touristique et agricole ; sa frange côtière est soumise principalement aux rejets domestiques des villes et des complexes touristiques qui se déversent directement dans le milieu naturel sans aucun traitement au préalable dans la plupart des cas s'accroissant en période estivale. Ajoutant à cela les rejets d'eaux usées véhiculées par les oueds qui traversent les centres urbains et qui se déversent en mer, drainant les eaux de ruissellement des terres agricoles, des effluents urbains et industriels ; à cela s'ajoute la pollution due à l'activité de la pêche (LEM, 1998).

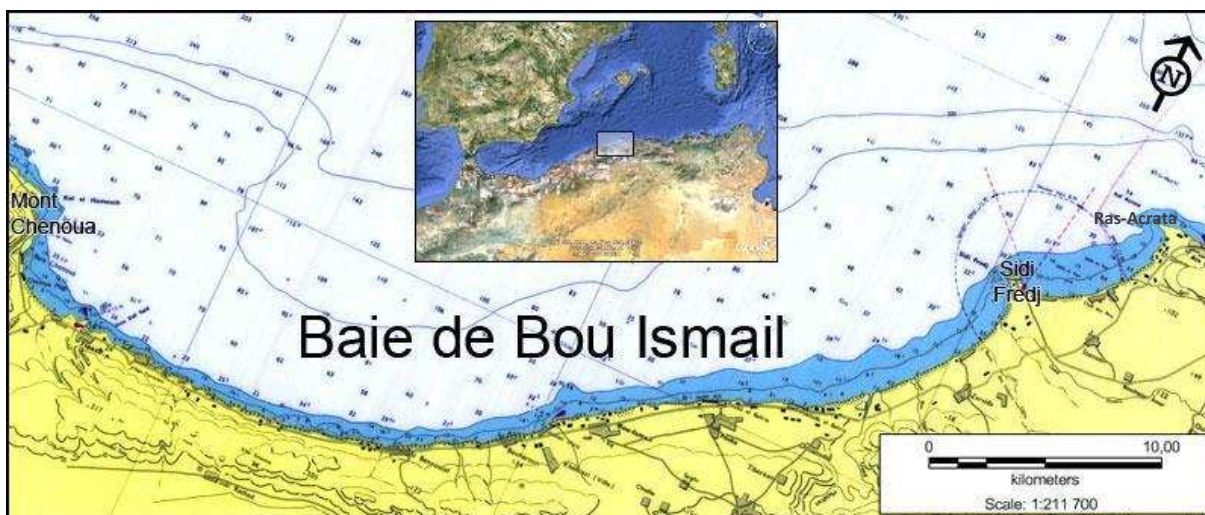


Figure 2-1: Situation géographique de la baie de Bou Ismaïl.

### 2.1.2 Topographie de la baie

Le plateau continental est, d'une manière générale, très étroit. Il a une surface de 509 Km<sup>2</sup> et une largeur de 55 km. Sa longueur se rétrécit au niveau des caps (2km à 3km) et s'élargit au milieu de la baie (11Km en face du Mazafran).

Leclair (1972) a adressé une carte de la couverture sédimentaire de toute la baie de Bou-Ismaïl, il a distingué ainsi trois zones d'affleurement rocheux difficilement chalutables qui sont comme suit:

- Le prolongement du massif de Chenoua, lequel rejoint la vallée sous-marine du Ras-Nador depuis la côte jusqu'à l'isobathe 180 m en direction Nord Nord-est.
- Entre Bouharoun et Douaouda Marine, depuis la côte jusqu'à l'isobathe 100 m.
- Depuis les fonds de 110 à 150 m au Nord de Bouis mail jusqu'à la hauteur de Sidi-Fredj. (Djerad, 2010). (Figure 2.2).

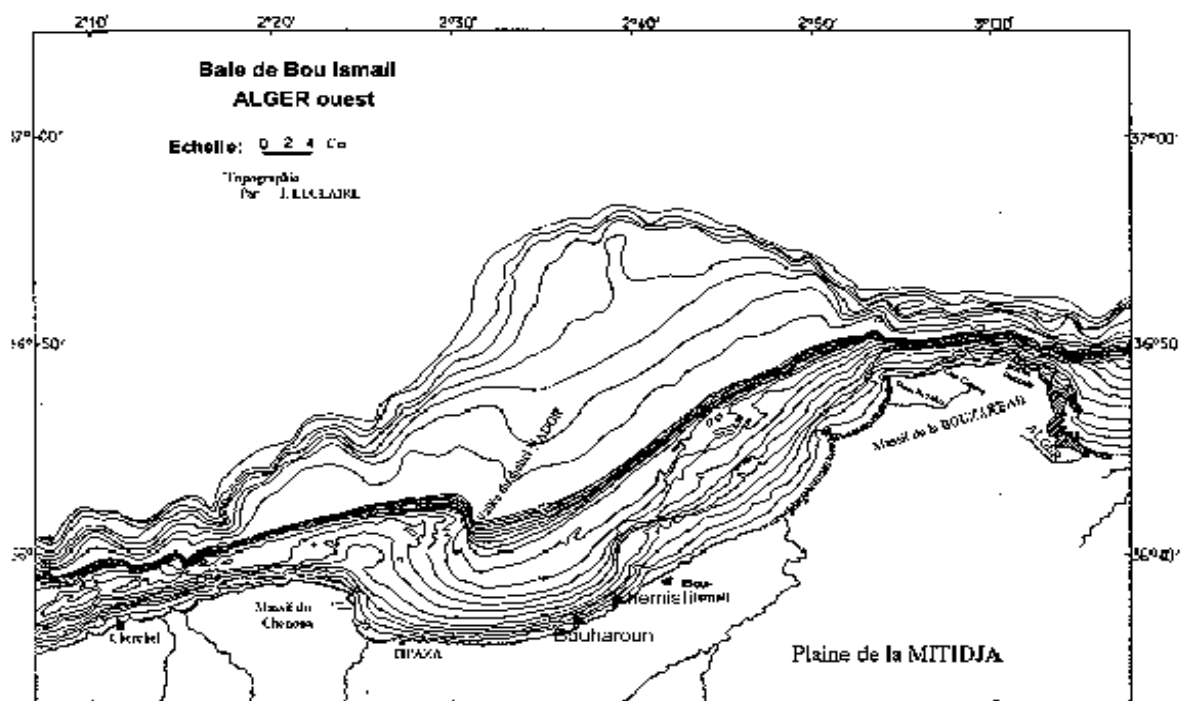


Figure 2-2: Carte Bathymétrique de la baie de Bou-Ismaïl (Leclair, 1972).

### 2.1.3 Sédimentologie

L'analyse des sédiments de la baie de Bou-Ismaïl a permis de mettre en évidence la grande diversité sur le plan sédimentaire des fonds de cette baie, neuf faciès identifiés : les sables fins, les sables fins envasés, les vases sableuses, les sables graveleux, les graviers envasés,

les sables grossiers et fins graviers, les vases pures, le faciès rocheux (voir Figure 2.3) (Grimes, 2003 in Benhalima, 2013).

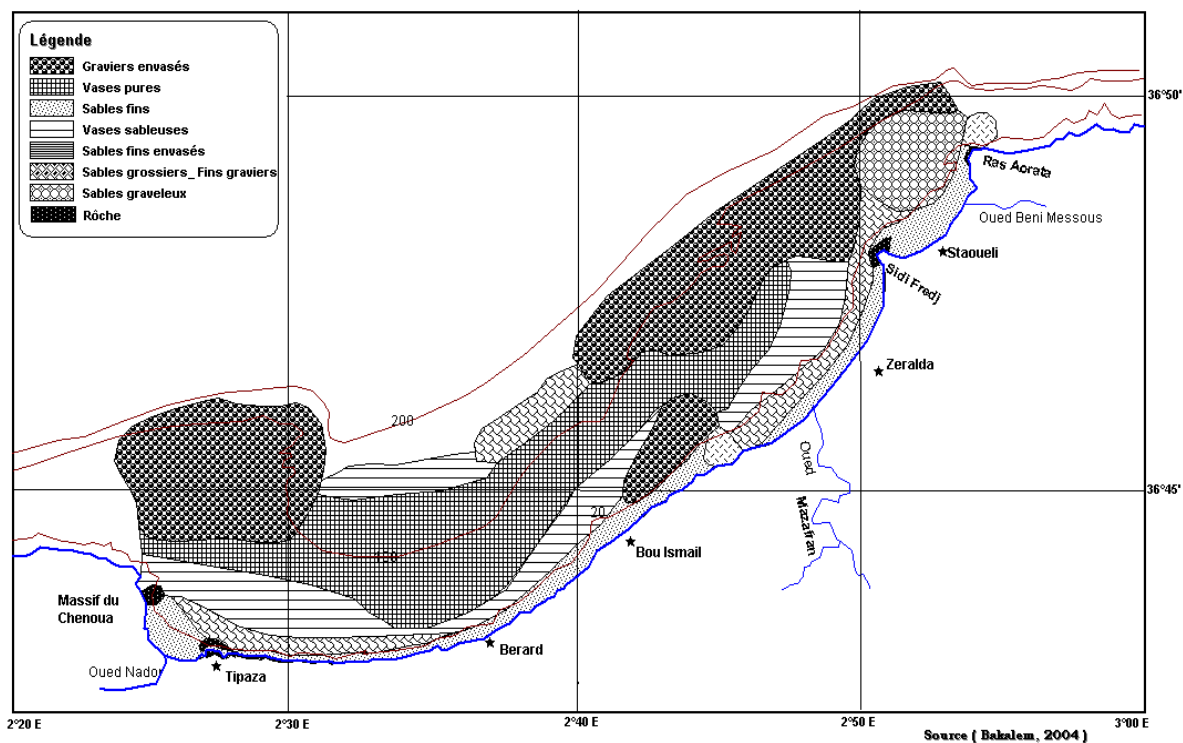


Figure 2-3: Carte sédimentaire de la baie de Bou-Ismaïl (PAC, 2004 in Taoudiat, 2009).

#### 2.1.4 Réseau hydrographique

Avec une ouverture de 40 Km orientée du Sud- Ouest au Nord- Est, soit 2° 54 Est et 36° 48 Nord à 2° 24 Est et 36° 38 Nord.

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 : possède un bassin versant de 1850 km<sup>2</sup>, c'est le plus important des oueds qui débouchent dans la baie. Son débit solide est estimé entre 1400 et 1800 t/km<sup>2</sup>, tandis que le débit liquide est à 43.8 millions m<sup>3</sup>/an.
- L'oued Nador : Présente un bassin versant d'une superficie de 200 à 300 Km<sup>2</sup>. Son débit liquide est de 28 millions m<sup>3</sup>/an (0,89 m<sup>3</sup>/s). Il regroupe trois oueds qui jouent un rôle important dans les apports en eaux usées et sédimentation.

- L'oued de Béni-Messous : Est situé entre El-Djamila et « club des pins » à 18 Km à l'ouest d'Alger. Son débit est faible par rapport au débit des oueds précédemment cités et estimé à 7.7 millions m<sup>3</sup>/an (0.245 m<sup>3</sup>/s). (**Kassar, 2011**).

### 2.1.5 Les facteurs hydrodynamiques

#### 2.1.5.1 Les vents

Selon le rapport du Laboratoire des Etudes Maritimes (**LEM, 1998**), les vents sont générateurs de vagues et de courants, leur impact croît avec leur vitesse. Lorsque l'action du vent est continue, elle génère de la houle.

Les résultats des observations effectuées par l'US Naval Weather Service Command au large des côtes d'Alger, notent l'existence de deux périodes distinctes :

- Une période hivernale : (Octobre à Mars) avec des vents dominants de secteur Ouest et Nord-Ouest, avec des fréquences allant de 60 à 88% par le secteur Ouest et des fréquences de 90 à 99% pour le secteur Nord-Ouest.
- Une période estivale : (Avril à Septembre) avec des vents dominants de secteur Est et Nord-Est, avec des fréquences de 45 à 75% pour le secteur Nord Est.

#### 2.1.5.2 Les houles

Les houles dominantes dans la baie de Bou-Ismaïl sont de direction Ouest Nord-Ouest et Nord Est. En hiver les houles les plus importantes sont d'origine Ouest et Nord-ouest avec des amplitudes de 2 à 2,5 m (**Kadari-Meziane, 1994 in Aouidad, 1997**).

En été les directions sont Est et Nord Est avec des amplitudes généralement plus faibles 0,5 à 1,5 m (**Braik, 1989 in Aouidad, 1997**).

### 2.1.6 Les principaux ports de la baie

#### 2.1.6.1 Port d'El-Djamila

La baie d'El Djamila s'étend sur un linéaire côtier de 6km. Elle est limitée à l'Est par Ras Acrata, à l'Ouest par la presqu'île de Sidi Fredj et au Nord par la mer Méditerranée.

La baie d'El Djamila appartient administrativement à la commune d'Ain Banian (**Alliouan et Ramdani, 2006 in Annane., 2007**).

### 2.1.6.2 Port de Sidi Fredj

Sidi Fredj est une presqu'île appartient à la baie de Bou Ismail, formant le cap Est de cette baie et la limite ouest de la baie d'El Djamila. Elle est située à 22 km à l'ouest d'Alger. Cette presqu'île est orientée vers le Nord-ouest (**Lazali, 2003 in Annane., 2007**).

### 2.1.6.3 Port de Khemisti

La ville de Khemisti se situe sur la côte ouest à environ 40 Km d'Alger et à 22 Km à l'Est de Tipaza. Elle est limitée par la mer Méditerranée au Nord, Bou Ismail à l'Est, Bouharoun à l'Ouest et Chaiba au Sud. Le port de Khemisti a une superficie de 13000m<sup>2</sup> (**DTP de Tipaza, 2007 in Annane., 2007**).

### 2.1.6.4 Port de Bouharoun

La ville de Bou Haroun est une ville portuaire, elle se situe à environ 45Km à l'Ouest d'Alger. Le port de Bou Haroun est situé à 40km à l'Ouest d'Alger au centre de la baie de Bou Ismail, Il a une superficie totale de 30.000m<sup>2</sup>.

Il est classé comme le premier port de pêche dans la région du centre et le deuxième après celui de Béni Saf, comme abri aux petites embarcations de pêche, aux sardiniers et petits chalutiers (**DTP de Tipaza, 2007 in Annane., 2007**).

### 2.1.6.5 Port de Tipaza

Le port de Tipaza est situé à 75km à l'ouest d'Alger. Il est limité au Sud et à l'Est par les collines du Sahel, tandis qu'à l'Ouest par le massif de Chenoua.

Le port de Tipaza est délimité par une jetée principale (60ml), une jetée secondaire (100ml), un quai et un bassin de pêche, et deux grands bassins l'un pour la pêche (Superficie de 9443.5 m<sup>2</sup>) et l'autre pour la plaisance (Superficie de 16789 m<sup>2</sup>) (**DTP de Tipaza, 2007 in Annane., 2007**).

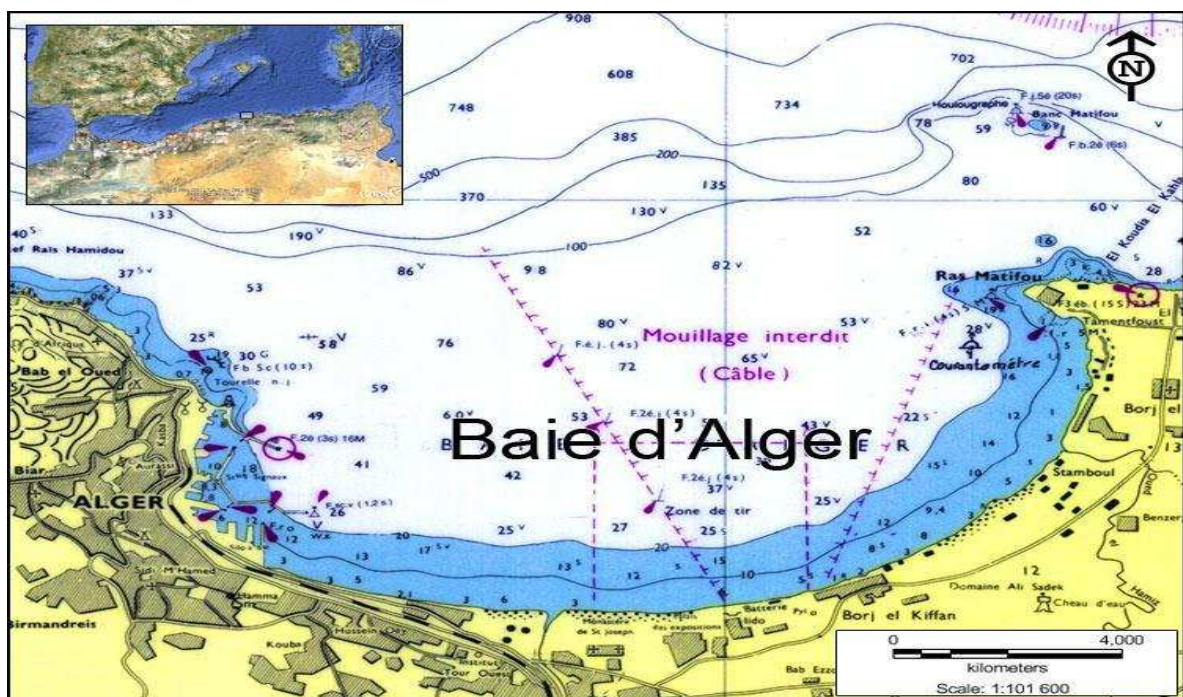
## 2.2 La baie d'Alger

### 2.2.1 Description géographique et présentation du site

La baie d'Alger est située dans la partie centrale de la côte algérienne. Elle s'inscrit en creux dans la plaine de Mitidja de forme semi-circulaire d'une superficie approximative de l'ordre de 180 km<sup>2</sup>, délimitée par deux caps, la Pointe Pescade (Rais Hamidou) à l'Ouest et

le cap Matifou (Bordj El- Bahri) à l'Est. Elle est limitée au Nord par la mer Méditerranée. Quant aux coordonnées géographiques de son étendue, elles se situent entre une longitude Est  $03^{\circ} 14' 50''$  à  $03^{\circ} 00' 40''$  et une latitude Nord  $36^{\circ} 49' 35''$  à  $36^{\circ} 49' 50''$ .

La ville d'Alger est très urbanisée et la majorité des unités sont concentrées dans les zones industrielles, le port d'Alger, Rouiba et Réghaia. Cette zone est principalement contaminée par différentes sources de pollution et soumise à plusieurs types de rejets urbains, industriels et pétroliers. (Figure 2.6)

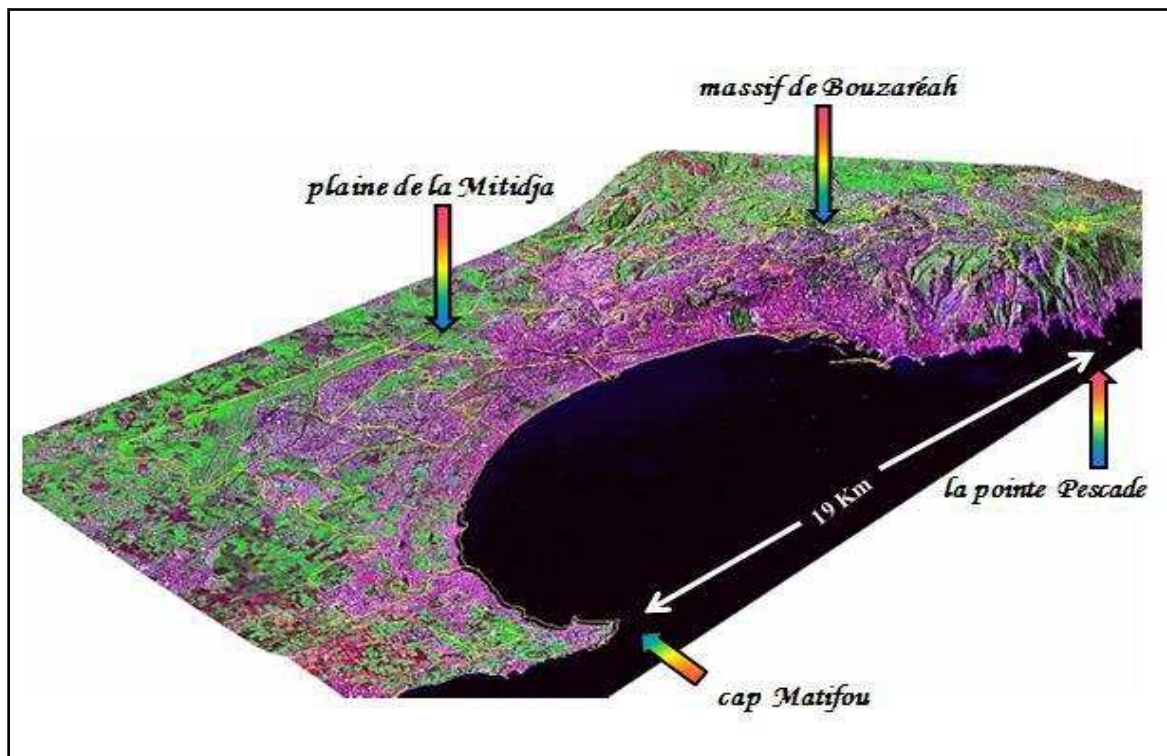


**Figure 2-4:** Situation géographique de la baie d'Alger.

### 2.2.2 Topographie de la baie

Au débouché de la plaine de la Mitidja (voir figure 2.7), entre le massif de Bouzaréah et le Cap Matifou, le plateau continental est large d'environ 9 km et délimite la baie d'Alger. La superficie de cette baie est d'environ 140 km<sup>2</sup>. Le fond de la baie est en pente douce uniforme de l'isobathe 0 m à celui des 100 m ( $0^{\circ} 35'$ ). De la Pointe Pescade au Cap Matifou, c'est à dire l'ouverture de la baie, la distance est d'environ 19 km. Le rivage de la baie s'étire sur 31 km dont 22 km de côte basse constituée de dunes et de trottoirs d'algues dans la partie Est de la baie. Par contre dans la partie ouest le profil du littoral a été profondément modifié par les nombreux aménagements urbains et les infrastructures routières. Aux deux points extrêmes de la baie on constate : un plateau continental très réduit (1km de largeur maximale) au pied du massif de Bouzaréah ; l'existence d'un

promontoire sous-marin prolongeant le Cap Matifou et constituant au large de ce Cap un haut fond : le banc de Cap Matifou. La pente continentale relie de façon quasi rectiligne ces deux points extrêmes de la baie c'est à dire le massif de Bouzaréah et le Cap Matifou (PAC, 2004 *in* TAOUDIAT, 2009).



**Figure 2-5:** la délimitation de la baie d'Alger

### 2.2.3 Sédimentologie

En baie d'Alger, la distribution des sédiments est fonction de la bathymétrie. Ainsi leur répartition et leur déplacement obéissent à la dynamique sédimentaire et à l'hydrodynamisme local. La distribution générale des faciès, établie par Maouche, (1987), montre, d'après la composition globale des dépôts, trois types de faciès :

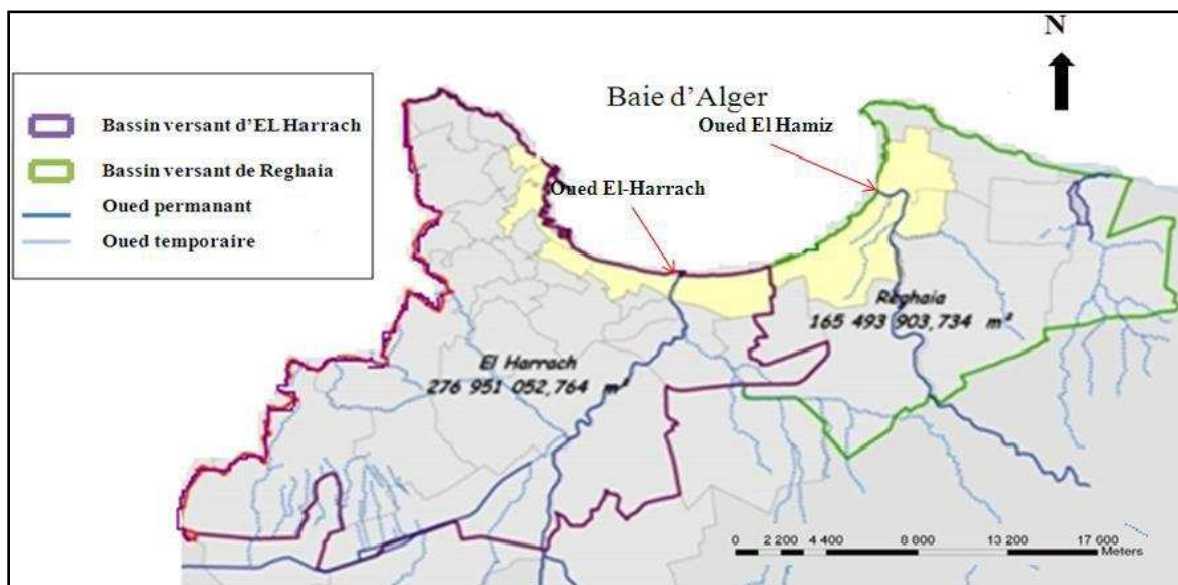
- a) **Faciès sableux** : Ils se limitent à la bordure littorale, entre 10 et 35m de profondeur au droit des émissaires et en prolongement des caps, ou ils s'étendent à des profondeurs plus élevées, en direction du centre de la baie.
- b) **Faciès des carbonates**: Ils sont réduits aux bordures rocheuses littorales et au fonds rocheux de la baie :
  - **bordure Ouest**: La fraction carbonatée représente 30 à 35% du sédiment total jusqu'à des fonds de 35 à 50 m.

- **bordure Est** : Ce faciès s'étend à des profondeurs élevées au large du Cap Matifou. où la fraction carbonatée peut être supérieure à 35%.
  - **le haut-fond du Matifou** : Même nature que le Cap Matifou; la fraction carbonatée constitue plus de 50% du sédiment.
- c) **Faciès pélitiques**: Ils occupent la partie centrale et septentrionale de la baie, on observe un envasement central avec 75 à 95% de fraction politique, avec deux invaginations de part et d'autre des oueds (**Madi, 2009**).

#### 2.2.4 Réseau hydrographique

La baie d'Alger est alimentées par l'Oued El Harrach et l'Oued El Hamiz, ces cours d'eau prennent leur source dans l'atlas Blidéen et traversent la plaine de la Mitidja avant de déboucher en mer (figure 2.3). Le régime hydrographique de ces oueds se caractérise par un long étiage de 6 mois et des crues observées surtout en hivers et rarement au printemps (**Madi, 2009**).

La zone côtière algéroise constitue le réceptacle de plusieurs types de pollutions. Ces eaux usées sont chargées de matières organiques, matières en suspension, détergents et des huiles lubrifiantes qui génèrent des pollutions organiques et chimiques ; cette situation est aggravée par l'absence de traitement des eaux (**Houma et al. 2004 ; LEM, 1998**).



**Figure 2-6:** Le réseau hydrographique de la baie d'Alger.

#### 2.2.5 Les facteurs hydrodynamiques

##### 2.2.5.1 Les vents

Selon Maouche (1987), Le régime et la vitesse des vents dans la région d'Alger sont caractérisés par :

- Des vents de secteur NE : qui sont les plus fréquents et mieux marqués en été, leur vitesse se répartisse entre 1 et 30 nœuds.
- Des vents de secteur W-SW, bien représentés eux aussi, soufflent principalement en hiver, de 6 à 10 nœuds.
- Des vents de secteur S-SE : qui sont les moins représentés, ils sont marqués en automne et en hiver, leur vitesse est de 6 à 10 nœuds (**Taoudiat, 2009**).

### 2.2.5.2 Les houles

D'après Leclaire (1972), le régime saisonnier se caractérise par deux directions privilégiées:

**En hiver** : Les houles prédominantes sont W.N.W (pour plus de 80 %) avec une période moyenne de 8 à 9 secondes. Des périodes pouvant atteindre parfois 13 secondes ont été relevées lors des grandes tempêtes.

**En été** : La houle de direction N.N.E. se caractérise par une période moyenne plus faible de 6 à 7 secondes et des amplitudes moins élevées de 0.5 à 1 m. 50 % de ces houles ont une période de 6 à 9 secondes et n'atteignent que très rarement 3 m d'amplitude. (**Taoudiat, 2009**).

## 2.3. La Courantologie

La mer méditerranée est connue par son excès d'évaporation par rapport aux apports fluviaux et aux précipitations, ceci est responsable d'une baisse de niveau de la mer estimée à 1m/an, ce déficit est compensé par un flux entrant (de 31600 Km<sup>3</sup>/ an) d'eau atlantique, par le détroit de Gibraltar. Ces eaux (de S < 36,5 PSU), au fur et à mesure de leur progression vers l'Est, elles se « méditerranisent » le long des côtes Algériennes. D'où l'appellation du courant algérien.

Les côtes algériennes sont plus ou moins influencées par ce courant, qui agit sur la distribution des facteurs physico-chimiques, nutritifs, biologiques voire sur la dispersion des polluants (**Millot, 1989 in Kerzabi, 2004**).

La baie d'Alger a la même circulation que le bassin algérien, ces masses d'eau sont décrites par (**Kerzabi, 2004**,) comme suit :

- MAW (Modified Atlantic Water), ou l'Eau Atlantique Modifiée : elle constitue l'essentielle du courant algérien, qui est défini comme une veine de 30 à 40 Km de largeur et de 150 à 200 m d'épaisseur, c'est de l'eau océanique qui est modifiée par interaction avec l'atmosphère et le mélange avec les eaux méditerranéennes. Elle est caractérisée par des températures variables en surface (15 à 23° C), et des salinités variant de 36,5 à 38 PSU. Ce courant circule d'Ouest en Est ayant des vitesses maximales de l'ordre 80-100 cm/s (**Perkins et Pistek, 1990 ; Benzohra et Millot, 1995 in Kerzabi, 2004**). Ce courant génère des upwellings côtiers plus ou moins intenses près des côtes (**Millot, 1989 in Kerzabi, 2004**).

### 2.2.6 Les précipitations

Dans la baie d'Alger, les pluies sont importantes en automne et surtout en hiver. La période pluvieuse s'étale du mois de Septembre jusqu'au mois de Mai avec une moyenne maximale de 104,57 mm en mois de Décembre, alors que la période d'été est pratiquement sèche, avec une moyenne mensuelle en mois de Juillet de 1,73mm. Donc, les valeurs moyennes mensuelles des précipitations exprimées en Millimètre mettent en évidence deux saisons :

- Une saison humide qui s'étale du mois de Septembre au mois de Mai avec une moyenne mensuelle enregistrée de 31,40 mm. Cette moyenne s'élève progressivement jusqu'au mois de Décembre où elle atteint le maximum de 104,54mm. Au-Delà, elle diminue graduellement jusqu'au mois de Mai avec une moyenne mensuelle de 31,36mm.
- Une saison sèche qui est plus courte que la précédente qui s'étale du mois de Juin avec une moyenne mensuelle de 6,47mm, ou mois d'Août, avec une moyenne mensuelle de 13,18mm. Remarquons que le mois de Juillet est sec avec une moyenne mensuelle de précipitation de 1,73mm (**Madi, 2009**).

# **Matériel et méthode**

### 3 Matériel et méthode

#### 3.1 Travail réalisé en mer

Dans le but de déterminer les caractéristiques physico-chimiques, l'évaluation de la contamination chimique de l'eau et le contrôle de la qualité des zones concernées ainsi que le suivi des tendances temporelles et spatiales à moyen et long terme des zones marines côtières en relation avec les pressions anthropiques et/ou les changements climatiques, des travaux en mer ont été réalisés à bord du navire de recherche « GRINE BELKACEM » d'une mission pluridisciplinaire allons du 19 au 24 Novembre 2015, par l'équipe de recherche de la campagne Hydrobiologique (HYDROBIO\_centre\_2015) du CNRDPA.

Au cours de cette campagne océanographie, les paramètres physico-chimiques (température, salinité, pH) ont été mesurés au bord du navire, alors que les échantillons d'eau de mer destinés à la mesure des sels nutritifs et de la chlorophylle « *a* » ont été conservés pour l'analyse au laboratoire.

##### 3.1.1 Choix et localisation des stations de prélèvement

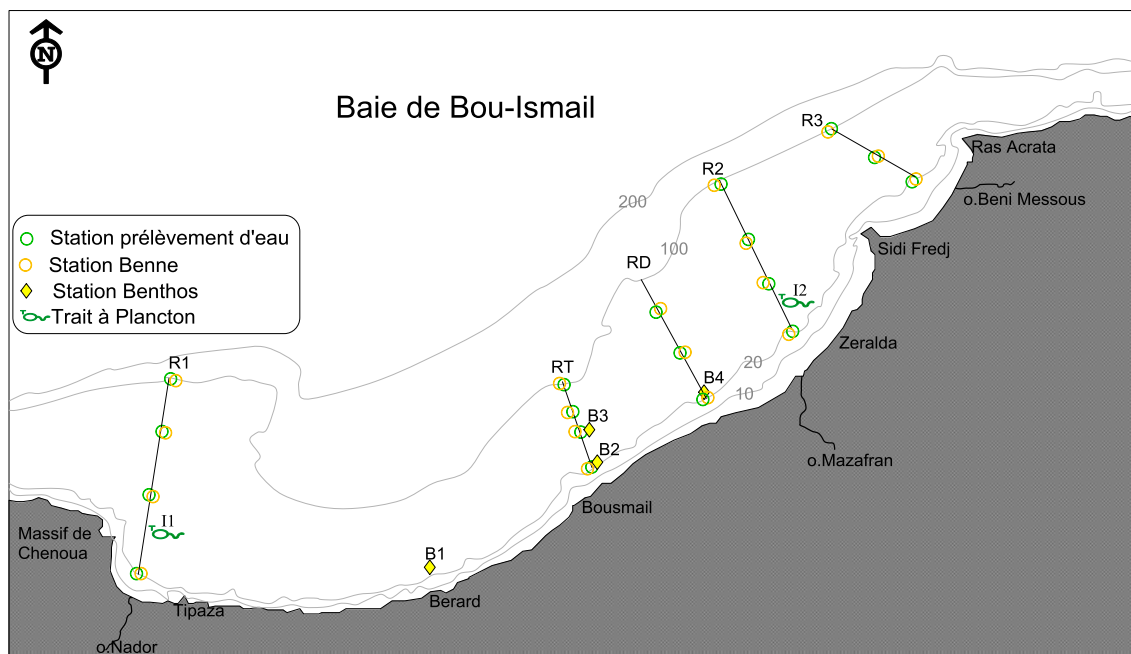
Le choix des stations de prélèvement durant la campagne Hydrobiologique n'été pas fortuit, une carte a été établie au préalable, en prenant en compte les points chauds et les plus sensibles à la pollution des eaux ainsi que des sources potentielles de pollution (Oueds et rejets d'eau) dans les deux baies.

Les stations ont été réparties le long des radiales en fonction de la profondeur, les isobathes concernés sont 20m, 50m, 70m et 100m.

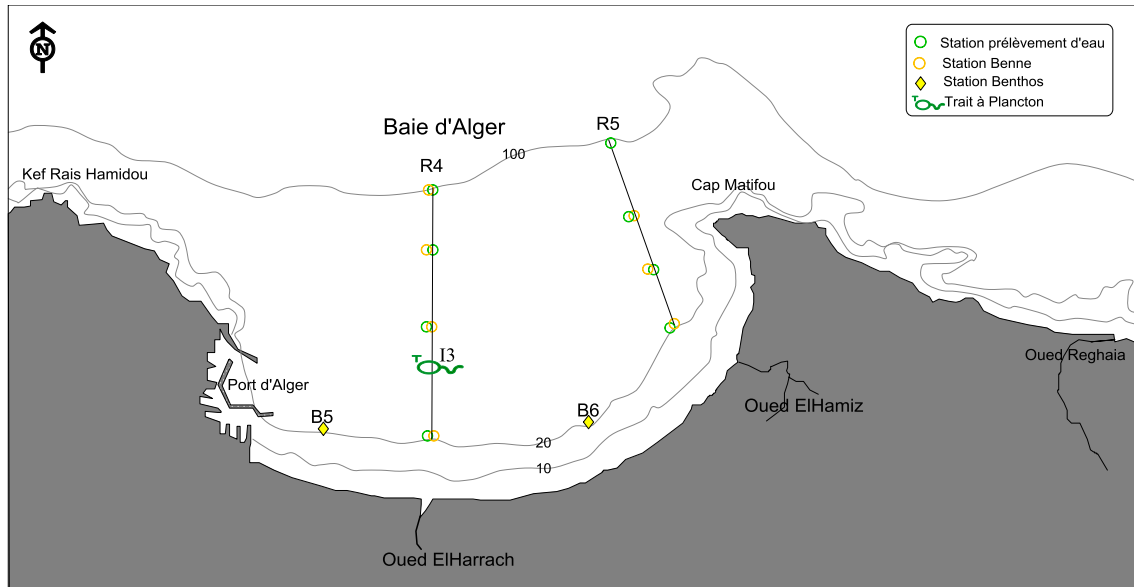
Les prélèvements d'eau ont été effectués dans trois stations à différentes profondeurs (20, 50 et 70m) pour les radiales R2, RT, et dans quatre stations (20, 50, 70 et 100m) pour les radiales R1, RD R3, R4 et R5. Les échantillons récupérés seront destinés à l'analyse des sels nutritifs, de la matière en suspension, de la chlorophylle « *a* ».

**Tableau 3-1:**Données sur les radiales de prélèvements.

Zone	Numéro radiale	Identification	Nombre stations	Profondeur (m)
BAIE DE BOU-ISMAIL	R1	OUED NADOR	4	20, 50, 70,100
	RT	REJET TONIC	4	20, 50, 70,100
	RD	STATIONDE DESSALEMENT	3	20, 50, 70
	R2	OUED MAZAFRAN	4	20, 50, 70,100
	R3	OUED BENI MESSOUS	3	20, 50,100
BAIE D'ALGER	R4	OUED ELHARRACH	4	20, 50, 70,100
	R5	OUED ELHAMIZ	4	20, 50, 70,100



**Figure 3-1:** Localisation des stations de prélèvements au niveau de la baie de Bou-Ismaïl.



**Figure 3-2:** Localisation des stations de prélèvements au niveau de la baie d'Alger.

### 3.1.2 Conditionnement des moyens de prélèvement

Afin de minimiser les risques de contamination, les flacons de prélèvement d'eau ont subi le prétraitement suivant :

1. Rincage à l'eau du robinet ;
2. Rincage à l'eau acidulée (HCl à 5%) ;
3. Rincage à l'eau bidistillée deux fois et fermeture hermétique et immédiate du flacon ;
4. Lors du prélèvement à bord, chaque flacon est rincé deux fois avec l'eau de l'échantillon avant son remplissage.

### 3.1.3 Prélèvement d'eau de mer

Au niveau de chaque station et à deux ou trois niveaux de profondeur, des échantillons d'eau de mer sont récoltés à l'aide des bouteilles de type Niskin 2,8L (Figure 3.1).et qui serviront à l'analyse des paramètres (température, salinité, pH et sels nutritifs).

Des précautions particulières de propreté sont prises lors de la manipulation afin d'éviter toute contamination. Les bouteilles à clapets sont ouvertes justes avant leur mise à l'eau et fermées aux profondeurs requises à l'aide d'un messenger model HydroBios, qui coulisse le long du câble hydrographique auquel elles sont fixées. Le positionnement exact de chaque station est assuré par un système G.P.S (global positioning systems).



**Figure 3-3:** bouteille de prélèvement de type Niskin.

#### **3.1.4 Echantillonnage et conservation**

Une fois la bouteille est à bord, l'eau prélevée est versée dans des flacons en polyéthylène de 250 ml. Ils sont destinés à l'analyse de la chlorophylle, les sels nutritifs et la matière en suspension. Ces flacons sont désignés par une étiquette qui porte l'origine de l'échantillon et la profondeur dans laquelle il a été prélevé.

Les flacons destinés à l'analyse de la chlorophylle « a » sont couverts directement par du papier aluminium, ils sont ensuite conservés avec les flacons des sels nutritifs et la MES à basse température dans une glacière portative avec « packs » de froid assurant une température faible. La filtration pour la chlorophylle « a » et la MES est faite dès le retour au laboratoire. Les flacons destinés à l'analyse des sels nutritifs sont conservés dans un congélateur pour une analyse ultérieure.

#### **3.1.5 Mesure des paramètres physico-chimiques**

A chaque station de prélèvement, des analyses physico-chimiques de l'eau ont été réalisées *in situ* à l'aide d'un Multiparamètre de type HANNA (Figure 3.2). Pour ce faire, l'électrode de l'appareil est plongée dans l'eau de l'échantillon et la valeur du paramètre est notée qu'après stabilité de l'afficheur.



**Figure 3-4:** Multiparamètre de type HANNA.

#### 3.1.5.1 Mesure de la Salinité et conductivité

La salinité et la conductivité ont été mesurés *in-situ* à l'aide d'un conductimètre de terrain préalablement calibré de la marque **WTW® Cond 197N**, La conductivité est donnée en milliSiemens/cm et la salinité P.S.U (PracticalSalinity Unit).

#### 3.1.5.2 Mesure du potentiel hydrogène (pH)

Le pH de l'eau de mer a été mesuré par la méthode électrochimique à l'aide d'un pH-mètre de terrain de marque « pH mètre de type PH 315 N ». L'appareil est étalonné avant chaque série de mesure avec des solutions étalon à pH de 4, 7 et 9. L'électrode en verre, rincée à chaque fois à l'eau distillée et légèrement essuyée, est immédiatement plongée dans le flacon d'échantillon.

### 1. Manipulations au laboratoire

#### 3.1.6 Matières en suspension (MES)

Ce paramètre est important à déterminer lors des études des milieux aquatiques, Du fait de son impact sur la transparence de l'eau, la production primaire phytoplanctonique et sur les échanges physico-chimiques, chimiques ou biologiques avec l'eau de mer (**Aminot et Chausse-Pied, 1983**).

La détermination des MES dans l'eau s'effectue par filtration ou par centrifugation. La méthode par centrifugation est surtout réservée aux eaux contenant trop de matières colloïdales pour être filtrées dans de bonnes conditions. En particulier si le temps de filtration est supérieur à une heure (**Rodier, 2005**). C'est la méthode de filtration sur fibre de verre qui a été adoptée.

### 3.1.6.1 Principe

Cette mesure consiste à filtrer l'eau sur une membrane poreuse afin de retenir les particules supérieures à  $0,45\mu\text{m}$  (**Aminot et Chausse-Pied, 1983**). La différence de poids des filtres avant et après filtration permet de connaître la masse sèche totale de matières en suspension dans le volume filtré correspondant. La précision sur la concentration de MES dépendant du volume filtré et la sensibilité de la balance (**Rodier et al. 2005**). La norme française T90-105 AFNOR (1972) recommande l'utilisation des disques filtrants en fibre de verre (GF/F) de 0,45 de porosité pour les eaux côtières et les eaux du large (**Aminot et Chausse-Pied, 1983**).

### 3.1.6.2 Matériels utilisés

- Dispositif de filtration de marque *Millipore*®.
- Disques filtrants en fibre de verre (ou filtre *Whatman*®GF/F).
- Etuve de type WTB BINDER, à 65 °C.
- Four à moufle de marque *Wisetherm*®.
- Balance de précision de type Denver Instrument M- 220 D (au 1/10000 g).
- Epruvette graduée de 250 ml et des pinces.
- Dessiccateur.
- Matériels courants de laboratoire.

### 3.1.6.3 Mode opératoire

Il consiste en trois étapes :

#### a) Préparation des filtres au laboratoire

- Les filtres GF/F sont mis dans un four à moufle de marque *Wisetherm* à 450°C pendant une heure, ce traitement renforce la rigidité et la solidité des membranes, les filtres sont ensuite rincés l'eau distillée, puis séchés à l'étuve pendant 2 heures à 70 °C ;
- Placer chaque filtre dans une boîte à filtre préalablement étiquetée, et placer dans un dessiccateur pour refroidir ;
- Peser le filtre pour avoir P1 en mg ;
- Replacer aussitôt chaque filtre dans sa boîte, à l'abri de la poussière.

#### b) Filtration de l'eau de mer

Cette étape consiste à :

- Agiter l'échantillon prélevé avant sa filtration ;
- Mesurer aussitôt le volume à filtrer (VF= 1l) ;
- Placer un filtre et le centrer dans le dispositif de filtration ;
- Verser l'échantillon sur le filtre et appliquer le vide et filtrer progressivement tout le volume mesuré ;
- Supprimer l'aspiration dès que le filtre est à sec ;
- Remettre chaque filtre dans sa boîte numérotée ;
- Mettre les boîtes à sécher dans l'étuve.

#### c) Séchage et pesée des filtres

- Mettre les boîtes contenant les filtres, sans le couvercle, dans une étuve exempte de poussières à 70 °C pendant 2 h (**Apha, 1980 in Aminot et Chausse-Pied, 1983**).
- Laisser refroidir dans un dessiccateur et n'en sortir les filtres que juste avant la pesée.
- Peser chaque filtre pour avoir la masse P2 en mg.

### 3.1.6.4 Calculs et expression des résultats

La concentration des MES est donnée par l'expression suivante :

$$[\text{MES}] \text{ (mg/l)} = \frac{(P_2 - p_1)}{V_F}$$

Soit :

$P_1$  : poids du filtre avant filtration (mg) ;

$P_2$  : poids du filtre après filtration (mg) ;

$V_F$  : volume filtré de l'échantillon (l).

### 3.1.7 Sels nutritifs

#### 3.1.7.1 Méthode d'analyse

L'analyse de sels nutritifs a été faite avec la méthode manuelle par spectrophotométrie pour le dosage de l'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) et par la méthode automatique SKALAR (Auto-Analyzer sur SAN PLUS) pour les sels nutritifs suivants ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{SiO}_2$ ).

#### 3.1.7.2 Principe de la méthode chlorométrique

Le dosage des sels nutritifs a été fait par colorimétrie, c'est une méthode de dosage chimique basée sur une coloration ; pendant laquelle le mélange entre le sel nutritif et les réactifs spécifiques aboutit à une solution finale qui tend vers une certaine coloration, et par conséquent absorbe l'énergie lumineuse à une certaine longueur d'onde.

L'absorbance de l'énergie lumineuse dépend de l'intensité de la coloration, qui est d'autant plus importante que la solution est concentrée en sel dosé.

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

$$A = \text{D.O.} = \log(I_0/I) = \epsilon \cdot L \cdot C \quad A = \text{D.O.} = \log(I_0/I) = \epsilon \cdot L \cdot C$$

Soit :

$I_0$  et  $I$  : Sont respectivement les intensités lumineuses incidente et émergente du milieu absorbant ;

$\varepsilon$  : Le coefficient d'extinction molaire variant en fonction de la température et la longueur d'onde ;

L : La longueur du milieu traversé exprimé en cm ;

C : concentration de la solution absorbante exprimée en mole/l ;

A : absorbance de la solution ;

D.O : Densité optique de la solution.

Cette loi, permet de définir l'absorbance en fonction de la concentration, en effectuant les mesures d'absorbance pour diverses concentrations.

La courbe d'étalonnage permet ensuite de déterminer la concentration du sel nutritif de l'échantillon par mesure de son absorbance et reporter sur le graphe  $Abs = f(c)$ .

### 3.1.7.2.1 Dosage d'Ammonium

#### 3.1.7.2.1.1 Principe de la méthode

La méthode décrite, mesure la totalité de l'azote ammoniacal, soit  $N-NH_3 + N-NH_4^+$ .

Il s'agit de la méthode Koroleff (1969). Dans un premier temps, l'ammoniac forme une monochloramine avec l'hypochlorite en milieu légèrement basique. Cette dernière réagit avec le phénol en présence d'un excès d'hypochlorite pour former le bleu d'indo-phénol qui est absorbé à 630 nm.

#### 3.1.7.2.1.2 Calcul et expression des résultats

##### - Les absorbances

**A<sub>tr</sub>**: Absorbance mesurée pour l'échantillon traité (après correction du blanc des cuves).

**b<sub>t</sub>**: Absorbance mesurée pour la turbidité (après correction des blancs des cuves).

**b<sub>r</sub>**: Absorbance mesurée pour le blanc des réactifs (après correction des blancs des cuves).

$$A = A_{tr} - b_t - b_r$$

Pour chaque élément nutritifs, reportée sur la courbe d'étalonnage pour en déduire la concentration de l'échantillon.

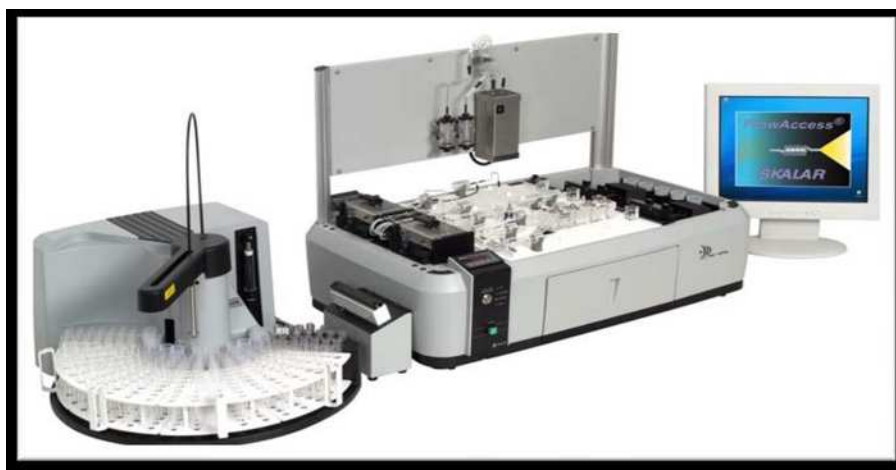
- **Les concentrations**
- $[N-NH_3, 4] (\mu\text{mol/l}) = A/P$

### 3.1.7.2.2 Principe de la méthode automatique

Les protocoles suivis l'analyse des sels nutritifs est faite par la méthode de colorimétrie à flux continu sur chaîne automatisée SKALAR (Auto-analyzer SAN PLUS) (troisième génération), sont décrits par le constructeur SKALAR (Figure 3.4).

Le fonctionnement de l'appareil repose sur un principe dynamique simple, celui de l'analyse liquide en flux continu : une veine liquide propulsée en continu par une pompe péristaltique dans un circuit analytique spécifique à chaque paramètre analysé. 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. Cette chaîne de mesure automatisée est totalement pilotée par un microordinateur doté d'un logiciel spécifique.

A la fin de l'analyse, ce dernier fourni un fichier numérique contenant les résultats accompagnés de toutes les informations relatives à l'analyse.



**Figure 3-5 :** Auto Analyser San Plus (SKALAR®, 1998).

#### 3.1.7.2.2.1 Analyse des sels nutritifs

#### 3.1.7.2.2.2 Matériel utilisé

- Auto-analyzer SAN plus System de marque SKALAR®, 1998 ;
- Bi-distillateur MILLI-Q® Reagent Water System;

- Des micropipettes Fortuna ® avec éjecteur d'embouts de type DIGITAL, une de 200 à 1000 µl et l'autre de 20 à 250 µl, ainsi que des fioles de 100 et 500 ml ;
- Balance, Spatule, entonnoir, bécher et la hôte.

#### 3.1.7.2.2.3 Analyse automatique des sels nutritifs

Les réactifs, les solutions étalons, et les protocoles de dosage pour chaque élément nutritif sont réalisés selon les protocoles décrits par (Aminot *et al.*,1983).

- **Principe de dosage des Nitrates et Nitrites ( $\text{NO}_3^-$  et  $\text{NO}_2^-$ )**

La méthode est basée sur la réduction des nitrates en nitrites par passage de l'échantillon sur une colonne de cadmium traité au cuivre (Wood *et al.* 1967, *in* Aminot et Kérouel, 2004). Après cette réduction les nitrites sont dosés selon les conditions réactionnelles décrites par Bendshneider et Robinson (1952) (*in* Aminot et Kérouel 2004). Cette méthode automatisée s'applique à des concentrations allant de 1 à 100 ppb de N. En effet, les nitrites forment un diazoïque par réaction avec la sulfanilamide en milieu acide ( $\text{pH} < 2$ ). Ce composé formera ensuite, en présence de N-naphtylethylene diamine, un composé azoïque de couleur rosée absorbant un maximum de lumière à 540 nm (SKALAR®,1998).

- **Principe du dosage des Orthophosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ )**

Sa méthode d'analyse est la colorimétrie du bleu phosphomolybdique, qui est basée sur la réaction de Deniges selon la méthode de Murphy & Reily (1962) (*in* Aminot et Kérouel, 2004).

Le molybdate d'ammonium et le tartrate d'antimoine de potassium réagissent à une température de 40°C dans un milieu acide avec les solutions diluées du phosphate pour former un composé d'antimoine-phospho-molybdate. Ce composé est réduit à un composé intensément bleu-coloré par l'acide ascorbique à un maximum d'absorption à 880nm

- **Principe du dosage des silicates ( $\text{SiO}_2$ -)**

Le dosage de l'acide orthosilicique dans l'eau de mer est basé sur la méthode de Mulin et Reily (1955). Cette méthode a été adaptée à l'analyse automatisée et nous avons utilisé la technique du constructeur SKALAR. Cette dernière repose sur la formation de l'acide silicomolybdique, non affectée par la salinité proposée par Smith et Milne (1981) (*in* Aminot et Kérouel, 2004). Sa mesure est basée sur la formation d'un complexe silicomolybdique par la réaction des silicates avec le molybdates d'ammonium en milieu

acide. Ce complexe sera par la suite réduit par l'acide ascorbique en donnant naissance à un composé colore en bleu absorbant à 810nm. L'acide oxalique est ajouté pour éviter les interférences des phosphates.

### **Etalonnage**

Cette opération nécessite la préparation d'une solution mère puis une solution fille pour chaque élément à analyser (voir annexe). Les droites d'étalonnage sont établies automatiquement par le logiciel en utilisant les concentrations connues des solutions étalons et leurs hauteurs de pic correspondantes.

#### **3.1.8 La chlorophylle « a »**

Les mesures de concentrations des pigments photosynthétiques sont des paramètres importants pour l'étude de la production primaire dans les eaux douces et les océans. Parmi l'ensemble des pigments phytoplanctoniques reconnus, la chlorophylle « a » (Chl-a), commune à tous les organismes photooxygéniques, est particulièrement étudiée, car il est la plus abondante et joue un rôle clé dans le processus de la photosynthèse. Ainsi, la concentration en termes de chlorophylle est certainement l'indicateur de biomasse phytoplanctonique le plus utilisé en océanographie. Il permet de définir la fertilité d'un milieu et de calculer l'index de productivité ou l'efficacité photosynthétique des organismes en présence (**Raimbault et al. 2004**).

La mesure de pigments phytoplanctonique repose sur leurs caractéristiques spectroscopiques non séparatives : absorption de lumière (spectrophotométrie) ou fluorescence (fluorimétrie).

La mesure de la chlorophylle « a » a été effectuée au laboratoire par la méthode la spectrophotométrie, une technique d'analyse de la chlorophylle est décrite par Raimbault et al. (**Raimbault et al. 2004**).

##### **3.1.8.1 Matériel et appareillage**

- Dispositif de filtration et des filtres GF/F 0,45µm de porosité.
- Tubes de dosages de 10ml, et des tubes de 10ml pour la préparation des standards.

- Centrifugeuse *Hettich ZENTRIFUGEN* de type *EBA 30*, avec 12 postes de porte-Filtre.
- Spectrophotomètre fluorescence, modèle TURNER DESIGNR 10-AU.
- Matériels courant de laboratoire.

### 3.1.8.2 Réactifs

Suspension carbonate de magnésium  $MgCO_3$  à 1 % ;

Solvant d'extraction : acétone à 90%.

Solution d'acide chloridrique 0,5N.

### 3.1.8.3 Mode opératoire

#### 3.1.8.3.1 Analyse au laboratoire

L'analyse de la chlorophylle nécessite une protection permanente contre la lumière à toutes les étapes du protocole analytique, car ces pigments sont photosensibles.

#### 3.1.8.3.2 Filtration et conservation

- Dès le retour au laboratoire on filtre l'eau le plus rapidement possible et on ajoute quelques gouttes de  $MgCO_3$  sur le filtre.

- Le filtre est plié en quatre et enrobé dans un papier aluminium préalablement étiqueté.

Mettre les filtres dans le congélateur pour une analyse ultérieure.

#### 3.1.8.3.3 Extraction des pigments

- On enveloppe les tubes dans une feuille d'aluminium.

- Introduire le filtre dans un tube à centrifuger et ajouter 10 ml d'acétone 90%

- Déchiqueter le filtre à l'aide d'une baguette ou d'un tube de verre, boucher et agiter pour disperser les fibres.

- Laisser l'extraction se poursuivre 24h au réfrigérateur dans l'acétone.

Laisser refroidir à température ambiante.

- Centrifuger 1 min, pour faire tomber les fibres de verres.

- Centrifuger à nouveau 5 à 10 min à 3000-4000 tr/min (les tubes doivent rester boucher pour éviter l'évaporation). Dans un solvant qui assure l'extraction des pigments ; puis on mesure

**3.1.8.3.4 Mesure d'absorbance : Méthode de LORENZEN**

-Transférer le surnageant de centrifugation dans la cuve de spectromètre ; on évite l'entraînement de fibres de verre en aspirant l'extrait à l'aide, par exemple, d'une seringue de verre.

-Mettre la cuve en place et s'assurer de son positionnement correct.

-Mesurer les absorbances brutes des extraits non acidifiés aux longueurs d'ondes de 665 et 750 nm, soit  $Ab_{665}^{na}$  et  $Ab_{750}^{na}$ . La mesure à 750 nm doit être restée inférieure à 0,005 par centimètre de trajet optique.

-Acidifier par addition de 10  $\mu$ l d'acide chlorhydrique 0,3 mol/l par millilitre d'extrait (Soit une goutte pour environ 5 ml) directement dans la cuve et attendre 2 à 3 min.

- Mesurer les absorbances brutes des extraits acidifiés à 665 et 750 nm, soit  $Ab_{665}^a$  et  $Ab_{750}^a$ .

**3.1.8.3.5 Calcule et expression des résultats :**

Les absorbances brutes à 665 nm et les blancs de turbidité à 750 nm doivent être corrigés en soustrayant les blancs des cuves puis on obtient les absorbances nettes en soustrayant les absorbances corrigés mesurés à 750 nm des absorbances corrigées mesurées à 665 nm, c'est à- dire :

✓ Avant acidification :

$$A_{665na} = (Ab_{665na} - bc_{665}) - (Ab_{750na} - bc_{750})$$

✓ Après acidification:

$$A_{665a} = (Ab_{665a} - bc_{665}) - (Ab_{750a} - bc_{750})$$

Les autres données sont :

- V : volume d'eau filtrée (litres).
- v : volume de solvant d'extraction (millilitres).
- l : longueur de trajet optique de la cuve de mesure (centimètre).
- mh : masse de sédiment humide qui égale à 7g.
- ms : masse de sédiment sec qui égale à 5g.

Les concentrations de chlorophylle-a et de phéopigments a se calculent d'après les relations

Suivante

✓ Dans l'eau :

$$[\text{Chlorophyllea}](\mu\text{g/l}) = 27,7 \times (A_{665}^{\text{NA}} - A_{665}^{\text{A}}) \times \frac{v}{Vl}$$

$$[\text{Phéopigmentsa}](\mu\text{g/l}) = 27,7 \times [(1,7 \times A_{665}^{\text{A}}) - A_{665}^{\text{NA}}] \times \frac{v}{Vl}$$

# **Résultats et discussion**

## 4 Résultats et discussion

### 4.1 Interprétations des résultats de la baie d'Alger

#### 4.1.1 profondeur 5m

##### 4.1.1.1 analyses paramétriques

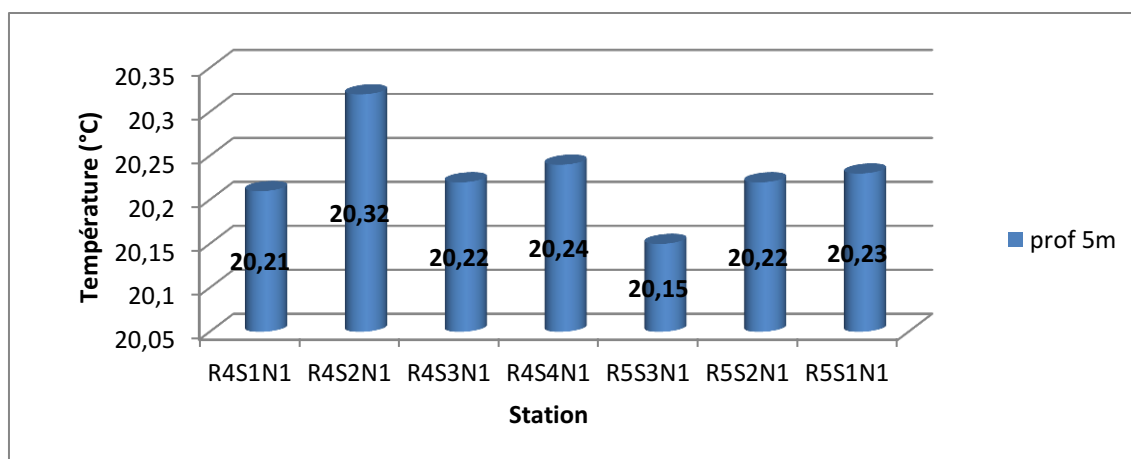
#### Les paramètres physico-chimiques

Les données acquises dans la baie d'alger sont résumées ci-dessous, sous forme de valeurs moyennes et extrêmes.

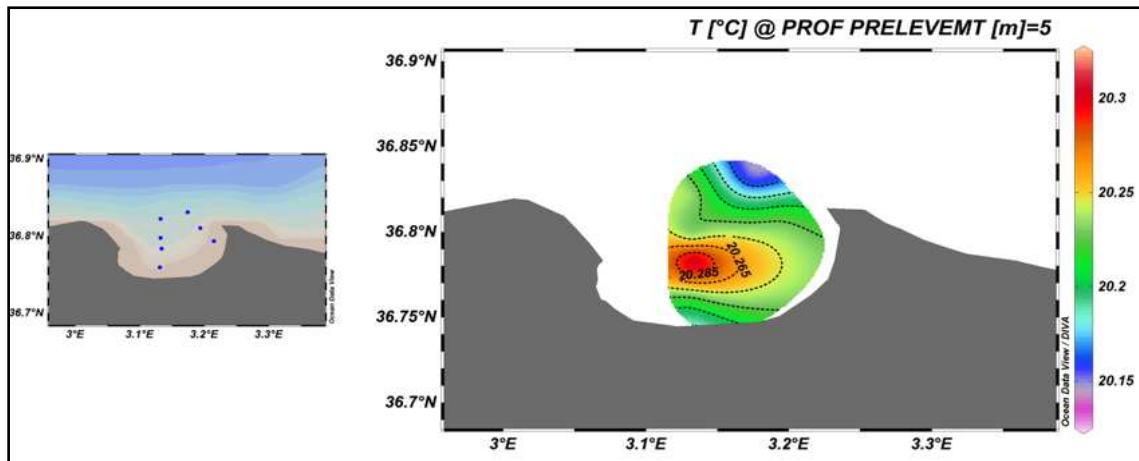
<b>Tableau 4-1:</b> Les valeurs moyennes et extrêmes des paramètres physicochimiques dans la partie de la baie de d'Alger (profondeur 5m)			
	<b>T (°C)</b>	<b>S (psu)</b>	<b>Ph</b>
moy	20,23	36,81	8,13
écart type	0,05	0,72	0,03
max	20,32	37,52	8,20
min	20,15	35,25	8,11

#### Température

Avec une moyenne de 20,23 ° C et un écart-type de 0,05 , les valeurs thermiques en surface au niveau de la baie d'alger reflètent une situation typiquement chaude. Les valeurs de la température de surface sont très proches les unes des autres avec un minimum de 20,15 C au niveau de station R5S3N1 (oued El Harrach), et un maximum de 20,32 ° C au niveau de la station R4S2N1 (Oued El Hamiz).



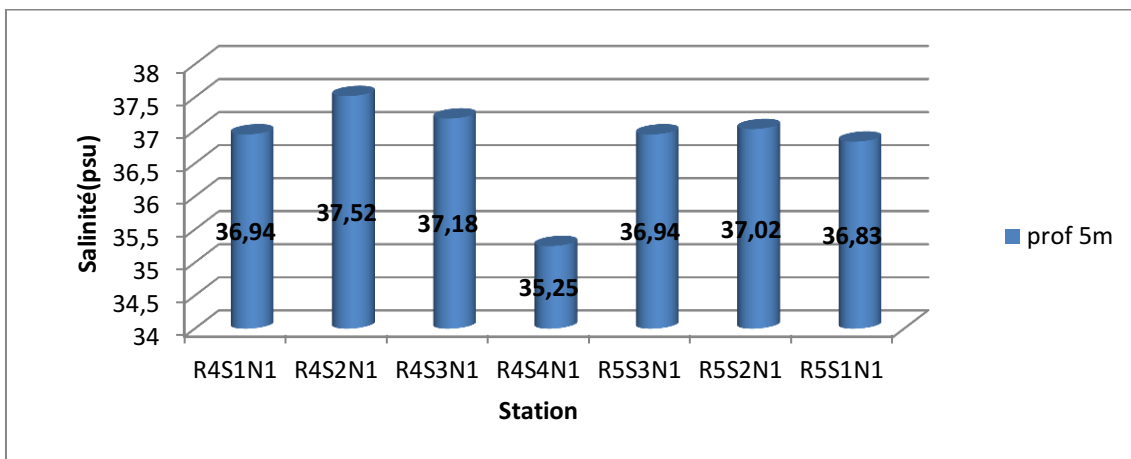
**Figure 4-1 :** Variation de la température dans la baie d'alger (profondeur 5m).



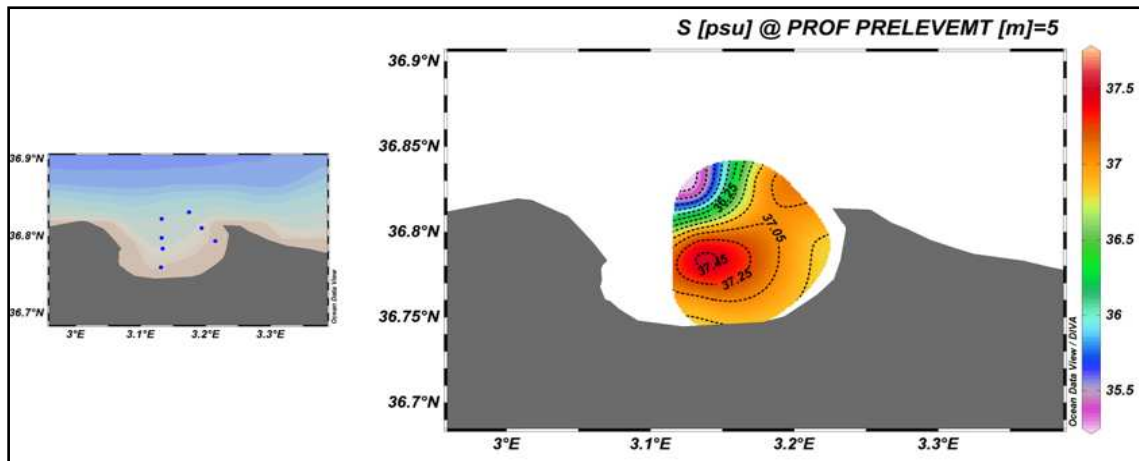
**Figure 4-2:**Distribution spatiale de la température en surface dans la baie d'Alger (profondeur 5m).

**Salinité**

La mesure de la salinité dans la baie d'alger comprises entre un maximum de 37,52 PSU dans la station R4S2N1(Oued El Harrach) et un minimum de 35,25 PSU au niveau de la station R4S4N1(Oued El Harrach), avec une moyenne de 36,81 PSU et un écart-type de 0,72.



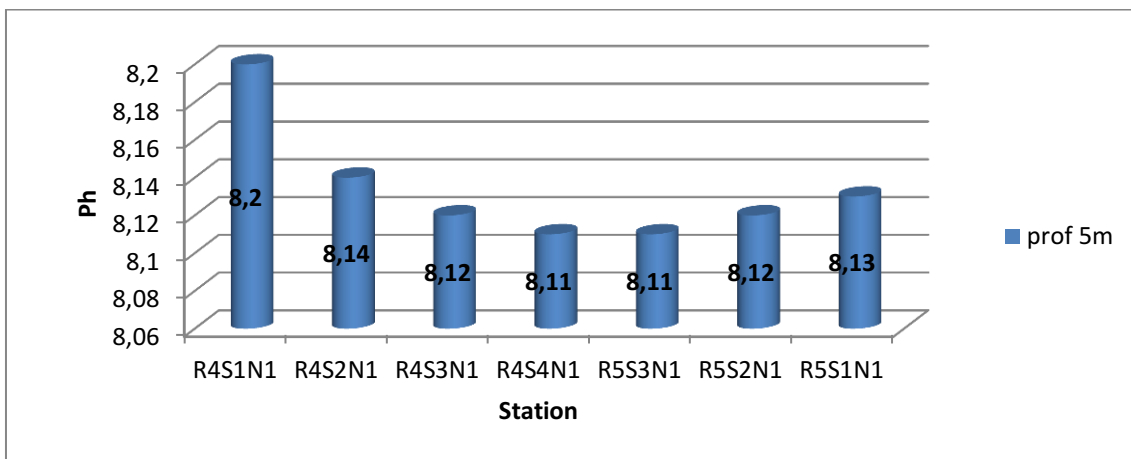
**Figure 4-3 :**Variation de la salinité dans la baie d'alger (profondeur 5m)



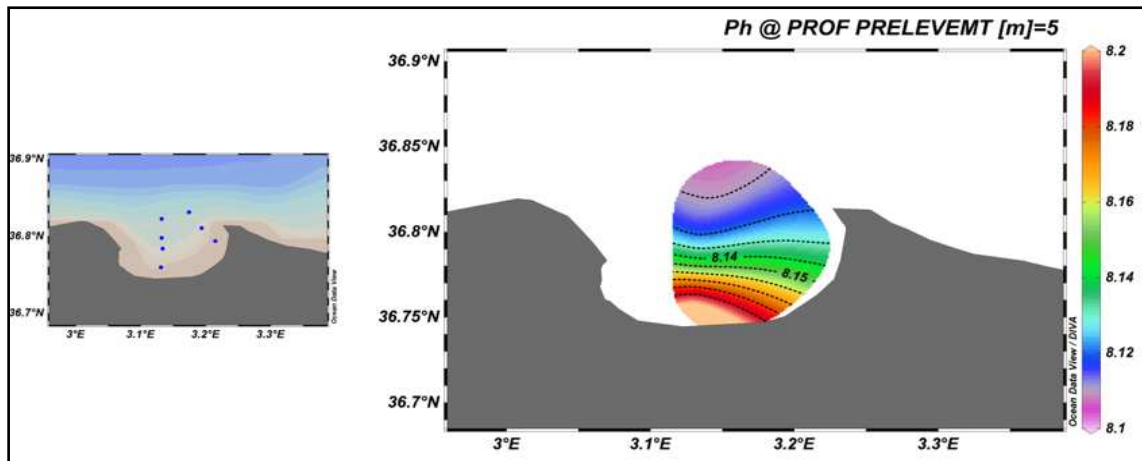
**Figure 4-4:**Distribution spatiale de la salinité en surface dans la baie d’Alger (profondeur 5m).

**Potentiel hydrogène**

La valeur moyenne du pH mesurée est de 8,13 avec un écart-type de 0,03. Le minimum est observé au niveau de la station R4S4N1 (Oued El Harrach) et la station R5S3N1 (Oued El Hamiz): il est de l’ordre de 8,11; alors que le maximum est enregistré au niveau de la station R4S1N1 (Oued El Harrach) avec une valeur de 8,2.



**Figure 4-5 :**Variation du ph dans la baie d’Alger (profondeur 5m)



**Figure 4-6:** Distribution spatiale du Ph en surface dans la baie d'Alger (profondeur 5m).

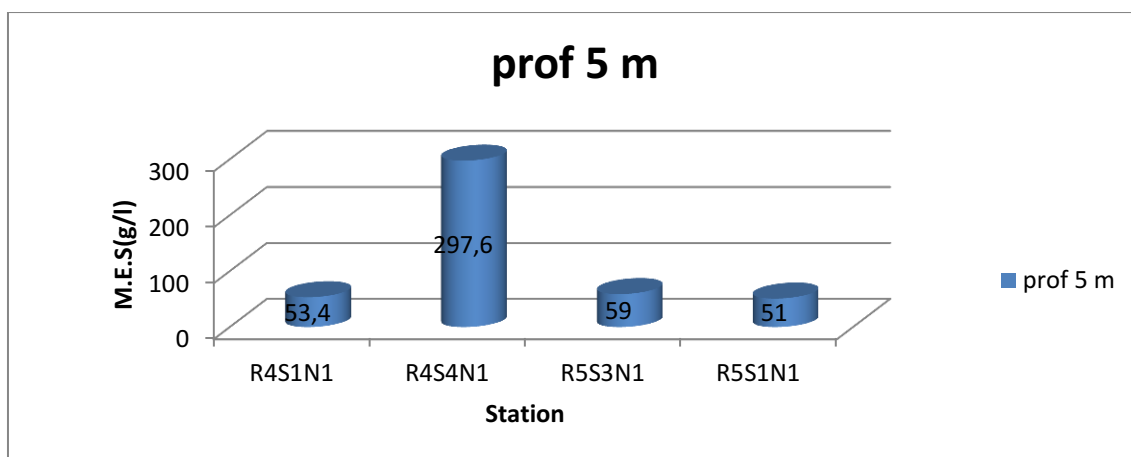
#### 4.1.1.2 M.E.S

Les résultats obtenus à partir de la mesure de M.E.S dans les zones correspondantes sont données dans le tableau suivant sous forme de valeurs extrêmes, moyennes et écart-type.

**Tableau 4-2:** Les valeurs moyennes et extrêmes des matières en suspension dans la baie d'Alger (profondeur 5m).

	M.E.S(g/l)
moy	115,25
écart type	121,61
max	297,60
min	51,00

Pour les MES, les résultats enregistrés dans les eaux de surface de la baie d'Alger varient entre un maximum de 297,6g/l dans la station R4S4N1 (à proximité de l'oued El Harrach), et un minimum de 51 g/l observé dans la station R5S1N1 (à proximité des rejets d'Oued El Hamiz), dont la moyenne est de 115,25 g/l avec un écart type de 121,61.



**Figure 4-7:** Variation de la teneur en MES dans la baie d'Alger (profondeur 5m).

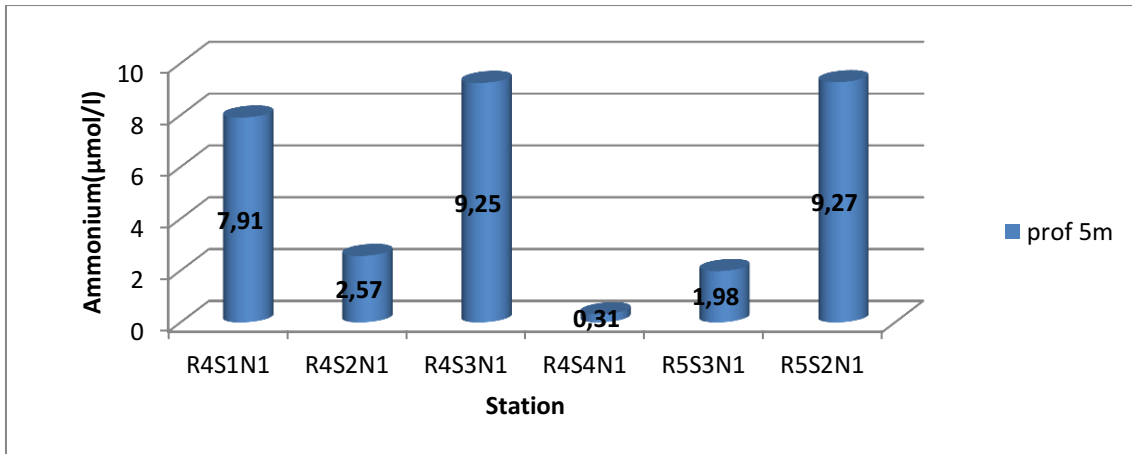
#### 4.1.1.3 Variation des sels nutritifs

	$\text{PO}_4^{(3-)}$ $\mu\text{mol/l}$	$\text{NO}^{3-}$ $\mu\text{mol/l}$	$\text{NO}^{2-}$ $\mu\text{mol/l}$	$\text{SiO}_2$ $\mu\text{mol/l}$	$\text{NH}_4$ $\mu\text{mol/l}$
moy	0,12	0,41	0,26	9,63	5,21
écart type	0,05	0,19	0,17	6,18	4,04
max	0,17	0,64	0,43	20,66	9,27
min	0,04	0,07	0,09	3,57	0,31

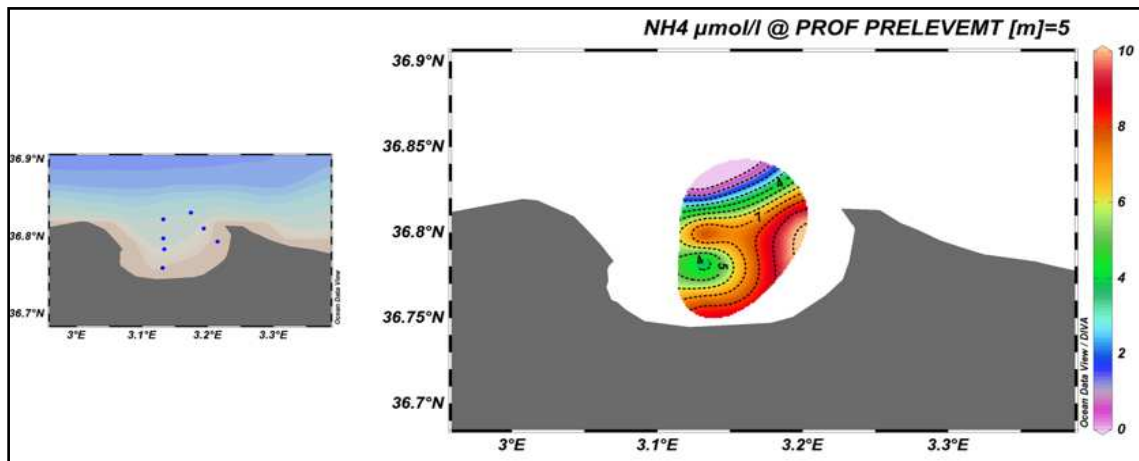
#### Ammonium

Pour l'ammonium, les résultats enregistrés dans les eaux de surface de la baie d'Alger varient entre un maximum de  $9,27 \mu\text{mol/l}$  dans la station R5S2N1 (à proximité de l'oued El Hamiz), à un minimum de  $0,31 \mu\text{mol/l}$  observé dans la station R4S4N1 (à proximité d'Oued El Harrach).

La moyenne marquée en surface est de l'ordre de  $5,21 \mu\text{mol/l}$  et l'écart-type est de  $4,04$ .



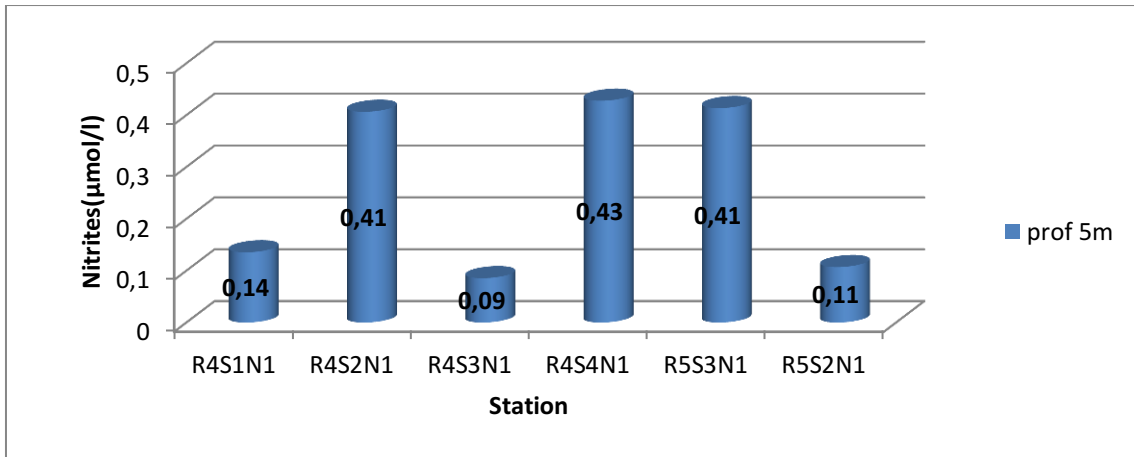
**Figure 4-8:** Variation de la concentration de l'ammonium dans la baie de d'Alger (profondeur 5m).



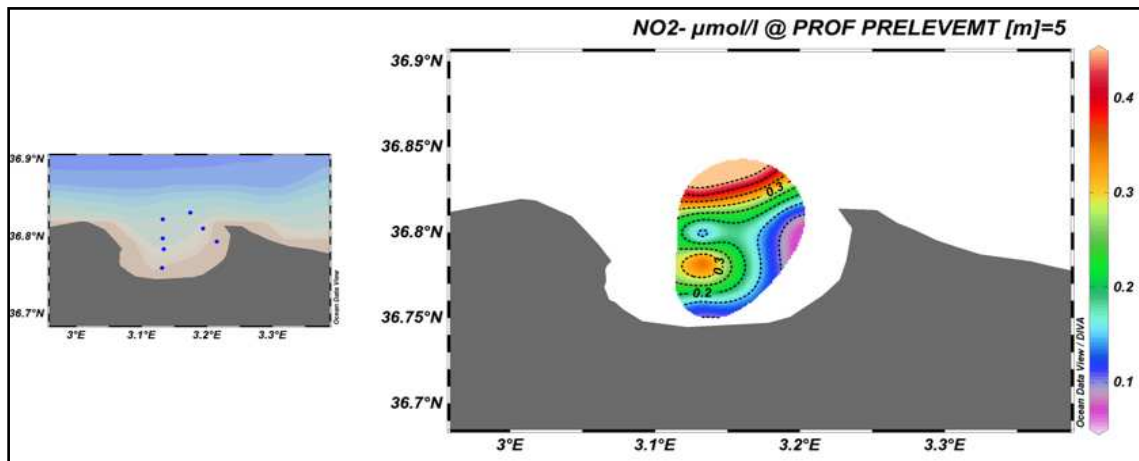
**Figure 4-9 :** Distribution spatiale de concentration d'ammonium en surface dans la baie d'Alger (profondeur 5m).

### Les Nitrites

Les teneurs des nitrites dans la baie d'Alger sont légèrement faible avec une moyenne de  $0,26 \mu\text{mol/l}$  et un écart type de  $0,17$ , dont la valeur maximale est de  $0,43 \mu\text{mol/l}$  au niveau de la station R4S4N1 (Oued El Harrach), et la valeur minimale est de  $0,09 \mu\text{mol/l}$  au niveau de la station R4S2N1 (Oued El Harrach).



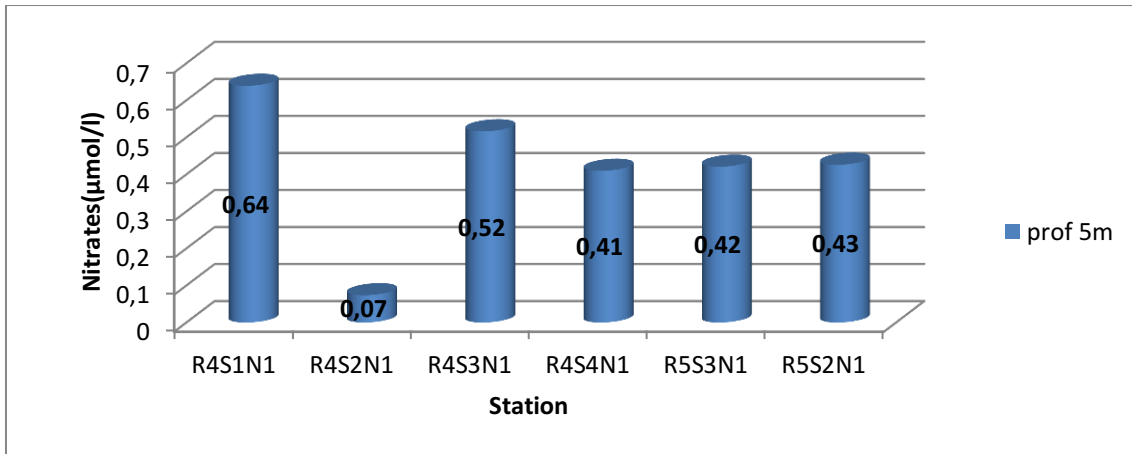
**Figure 4-10:** Variation de la concentration des nitrites dans la baie de d’Alger (profondeur 5m).



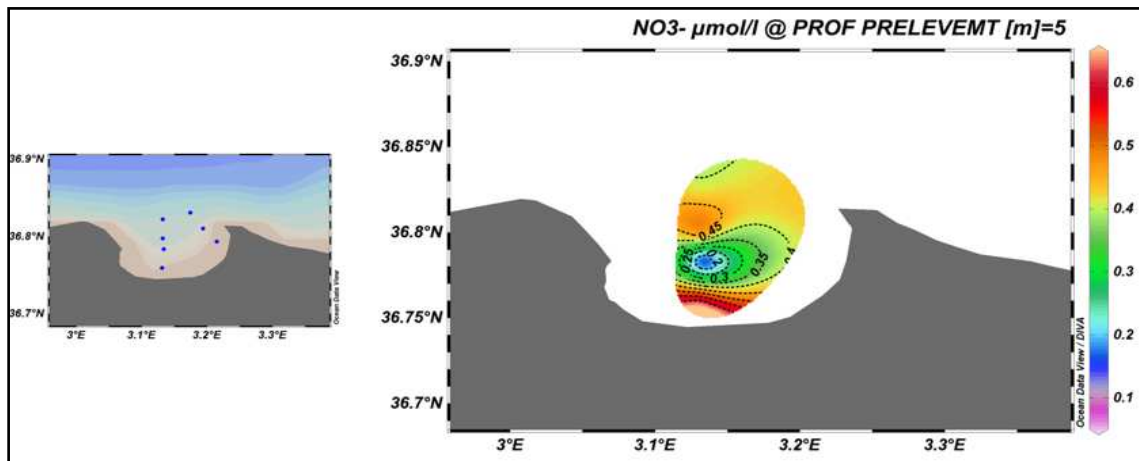
**Figure 4-11 :** Distribution spatiale de concentration des nitrites en surface dans la baie d’Alger (profondeur 5m).

**Les Nitrates**

La concentration des nitrates est comprise entre un minimum de 0,07µmol/l au niveau de la station R4S2N1 (Oued El Harrach) et un maximum de 0,64µmol/l au niveau de la station R4S1N1 (Oued El Harrach), avec une valeur moyenne de 0,41µmol/l et un écart-type de 0,19.



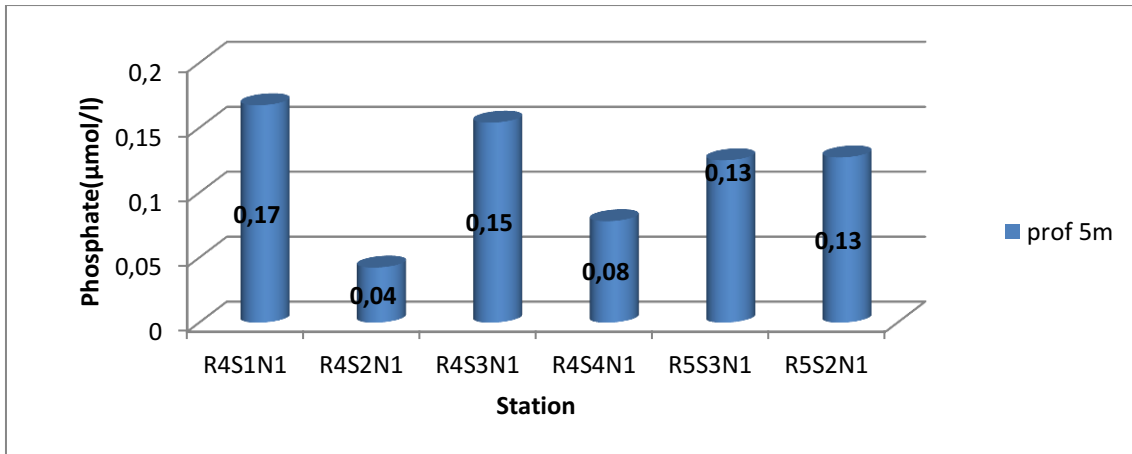
**Figure 4-12:** Variation de la concentration des nitrates dans la baie de d'Alger (profondeur 5m).



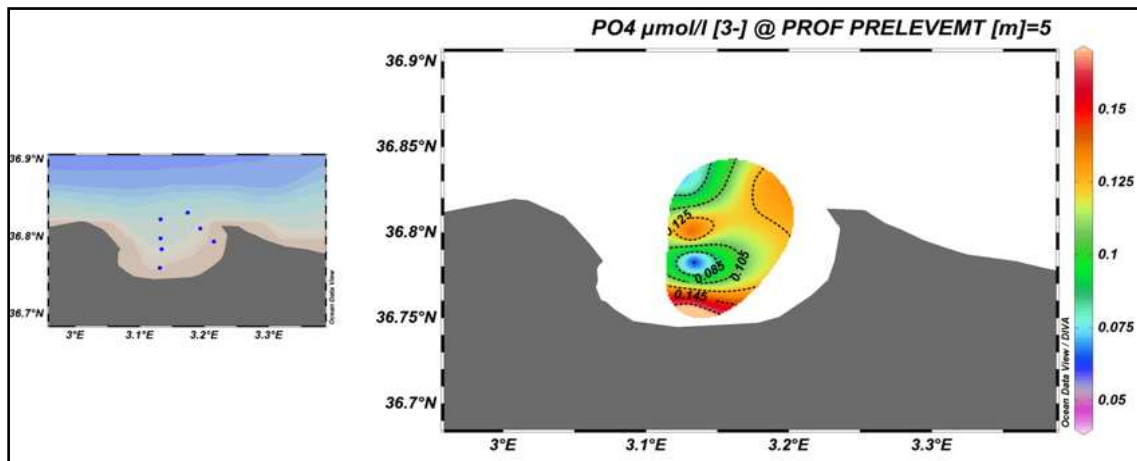
**Figure 4-13:** Distribution spatiale de concentration des nitrates en surface dans la baie d'Alger (profondeur 5m).

### Les phosphates

La concentration des phosphates dans la baie d'Alger varie entre un minimum de 0,04 µmol/l observé au niveau de la station R4S2N1 (Oued El Harrach) et un maximum de 0,17 µmol/l mesuré au niveau de la station R4S1N1 (Oued El Harrach), Avec une valeur moyenne de 0,12 µmol/l et un écart-type de 0,05.



**Figure 4-14:** Variation de la concentration des phosphates dans la baie de d'Alger (profondeur 5m).



**Figure 4-15:** Distribution spatiale de concentration des phosphates en surface dans la baie d'Alger (profondeur 5m).

### Silicates

La concentration des silicates en surface varie entre un minimum de  $3,57 \mu\text{mol/l}$  au niveau de la station R4S2N1 (Oued El Harrach), et un maximum de  $20,66 \mu\text{mol/l}$  R5S3N1 (Oued El Hamiz) avec une valeur moyenne de  $5,21 \mu\text{mol/l}$  et un écart-type de  $4,04$ .

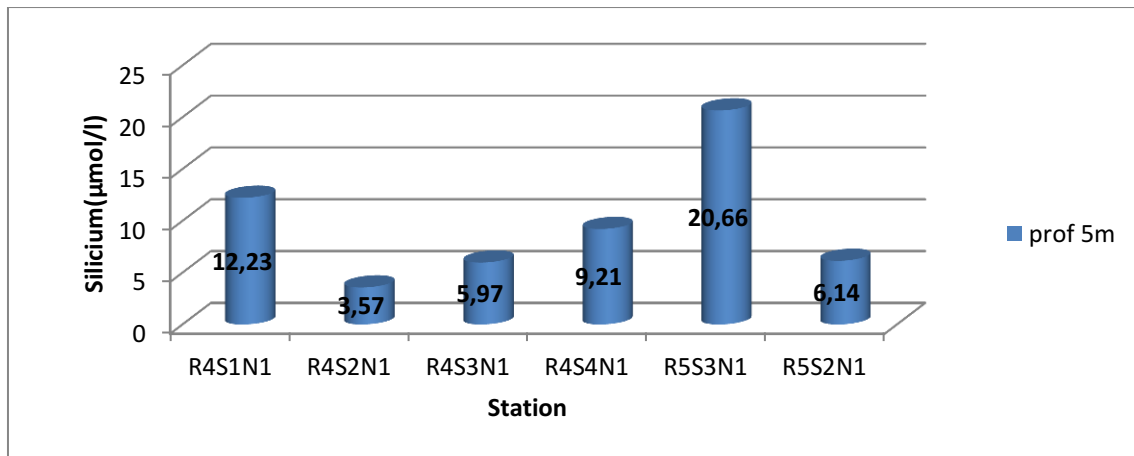


Figure 4-16 :Variation de la concentration des silicium dans la baie de d’Alger (profondeur 5m).

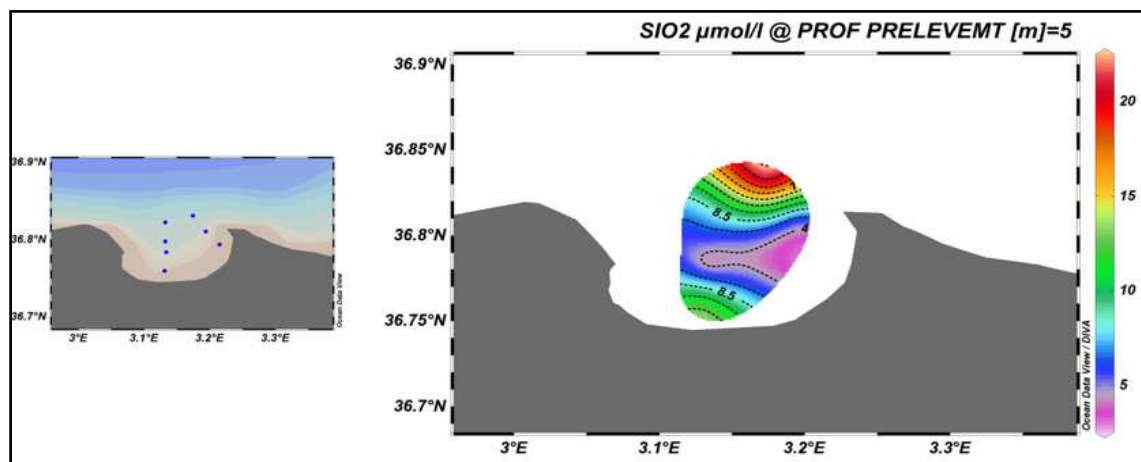


Figure 4-17 :Distribution spatiale de concentration du silicium en surface dans la baie d’Alger (profondeur 5 m).

#### 4.1.2 Profondeur 50m

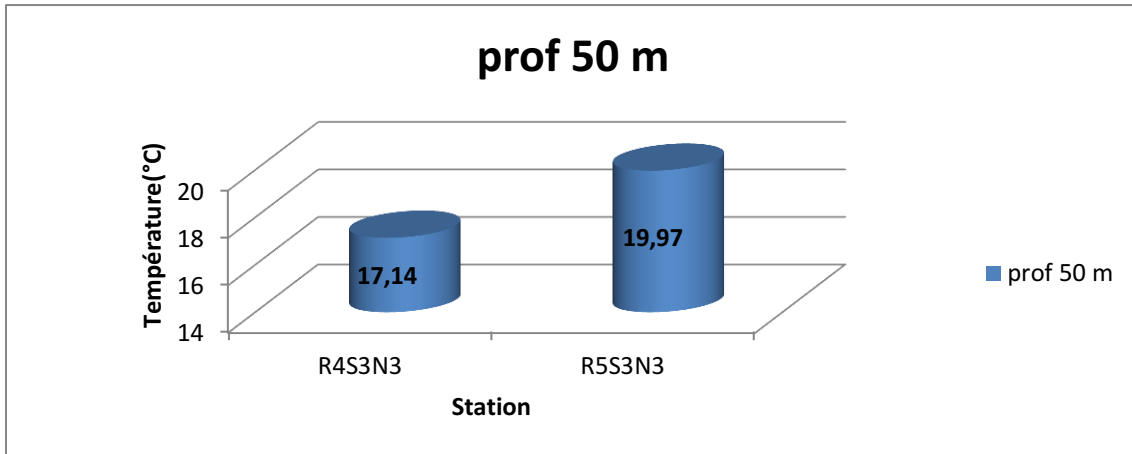
##### 4.1.2.1 Analyses paramétriques

**Tableau 4-4:** Les valeurs moyennes et extrêmes des paramètres physicochimiques dans la baie de d’Alger (profondeur 50m)

	T (°C)	S (psu)	Ph
moy	18,555	36,365	8,1
écart type	2,00111219	0,417193	0,01414214
max	19,97	36,66	8,11
min	17,14	36,07	8,09

### Temperature

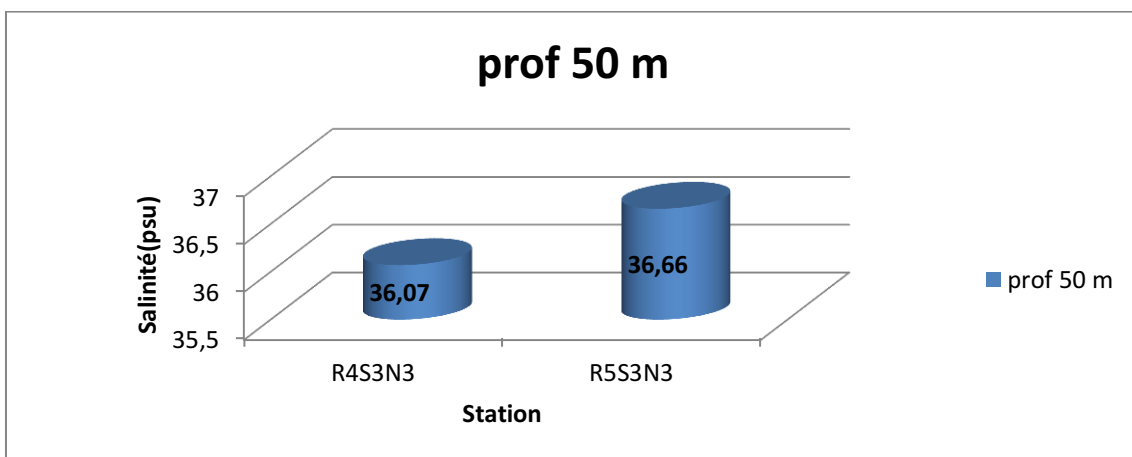
Avec une moyenne de  $18,55^{\circ}\text{C}$  et un écart-type de 2, les valeurs thermiques en profondeur 50 m au niveau de la baie d'Alger ont des valeurs de la température avec un minimum de  $17,14^{\circ}\text{C}$  au niveau des deux stations R4S3N3 (Oued El Harrach) et un maximum de  $19,97^{\circ}\text{C}$  au niveau de la station R5S3N3 (Oued El Hamiz).



**Figure 4-18** :Variation de la température dans la baie d'Alger (profondeur 50m)

### Salinité

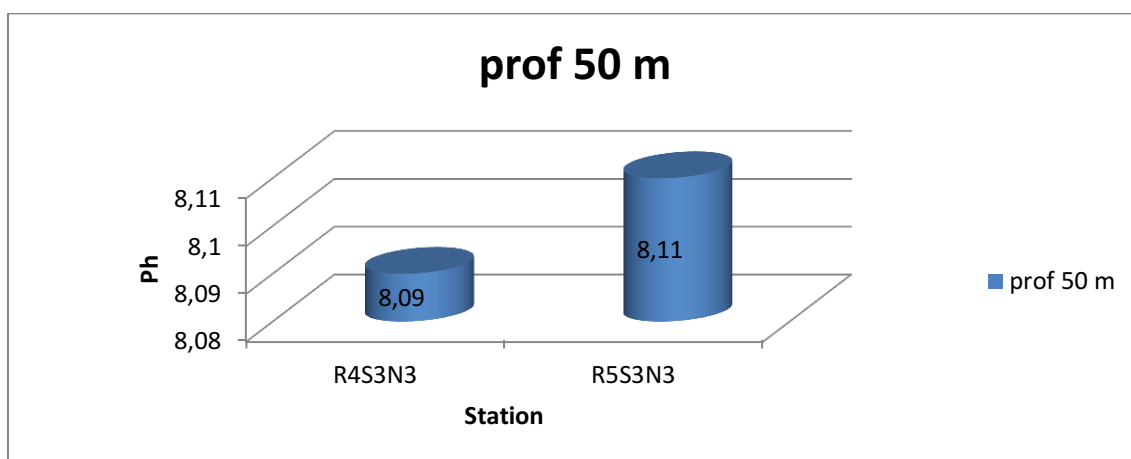
La salinité de surface au niveau de la baie de Bou-Ismaïl varie d'un écart type de 0,41, avec un minimum de 36,07 PSU au niveau de la station R4S3N3 (Oued El Harrach) et un maximum de l'ordre de 36,66 PSU au niveau de la station R5S3N3 (Oued Hamiz), la valeur moyenne est de 36,36 PSU.



**Figure 4-19**:Variation de la salinité dans la baie d'Alger (profondeur 50m)

### Potentiel d'hydrogène (pH)

La valeur moyenne du pH mesurée est de 8,1 avec un écart-type de 0,014. Le minimum est observé au niveau du Station R4S3N3 (OUED El Harrach) avec 8,09; alors que le maximum est enregistré au niveau du Station R5S3N3 (Oued El Hamiz) avec une valeur de 8,11.



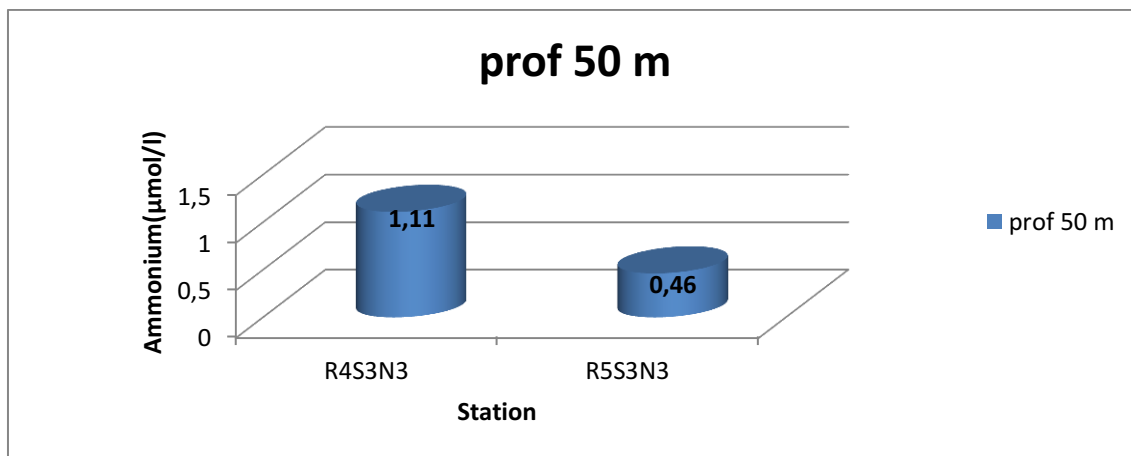
**Figure 4-20:** Variation du pH dans la baie d'Alger (profondeur 50m)

#### 4.1.2.2 Analyses des sels nutritifs

<b>Tableau 4-5:</b> Valeurs moyennes et extrêmes ainsi que l'écart type des sels nutritifs dans la baie d'Alger (profondeur 50m).					
	$\text{PO}_4^{(3-)} \mu\text{mol/l}$	$\text{NO}_3. \mu\text{mol/l}$	$\text{NO}_2. \mu\text{mol/l}$	$\text{SiO}_2 \mu\text{mol/l}$	$\text{NH}_4 \mu\text{mol/l}$
moy	0,10	0,62	0,48	14,63	0,79
écart type	0,01	0,21	0,03	5,21	0,46
max	0,10	0,77	0,50	18,31	1,11
min	0,09	0,47	0,46	10,94	0,46

### Ammonium

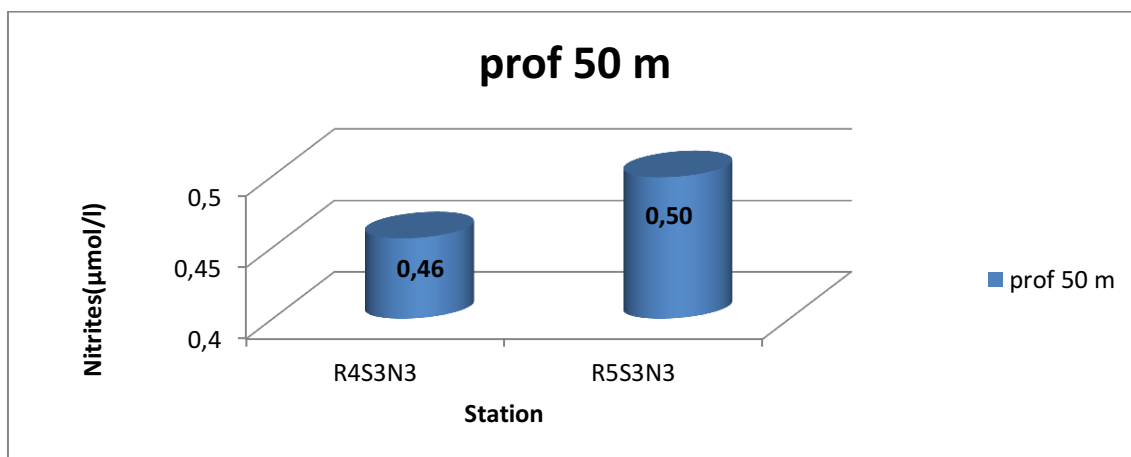
La concentration d'ammonium dans les deux ports varie entre un minimum de  $0,46 \mu\text{mol/l}$  observé au niveau de la station R5S3N3 (Oued El Hamiz), et un maximum de  $1,11 \mu\text{mol/l}$  mesuré au niveau de la station R4S3N3 (Oued El Harrach), Avec une valeur moyenne de  $0,79 \mu\text{mol/l}$  et un écart-type de  $0,46$ .



**Figure 4-21:** Variation de la concentration de l'ammonium dans la baie de d'Alger (profondeur 50m).

### Nitrites

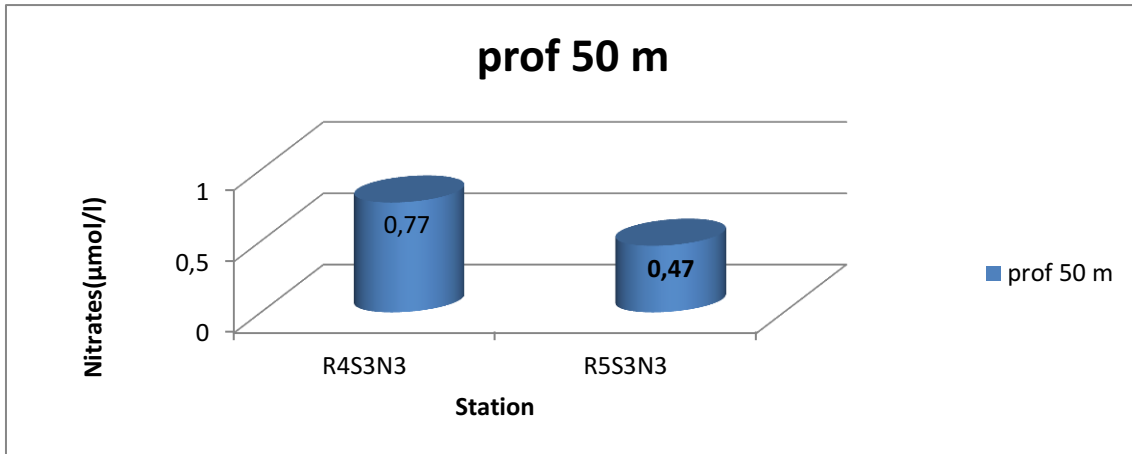
La concentration des nitrites dans les deux ports varie entre un minimum de  $0,46 \mu\text{mol/l}$  observé au niveau de la station R4S3N3 (Oued El Harrach), et un maximum de  $0,5 \mu\text{mol/l}$  mesuré au niveau de la station R5S3N3 (Oued El Harrach), Avec une valeur moyenne de  $0,48 \mu\text{mol/l}$  et un écart-type de  $0,03$ .



**Figure 4-22 :** Variation de la concentration des nitrites dans la baie de d'Alger (profondeur 50m)

### Nitrates

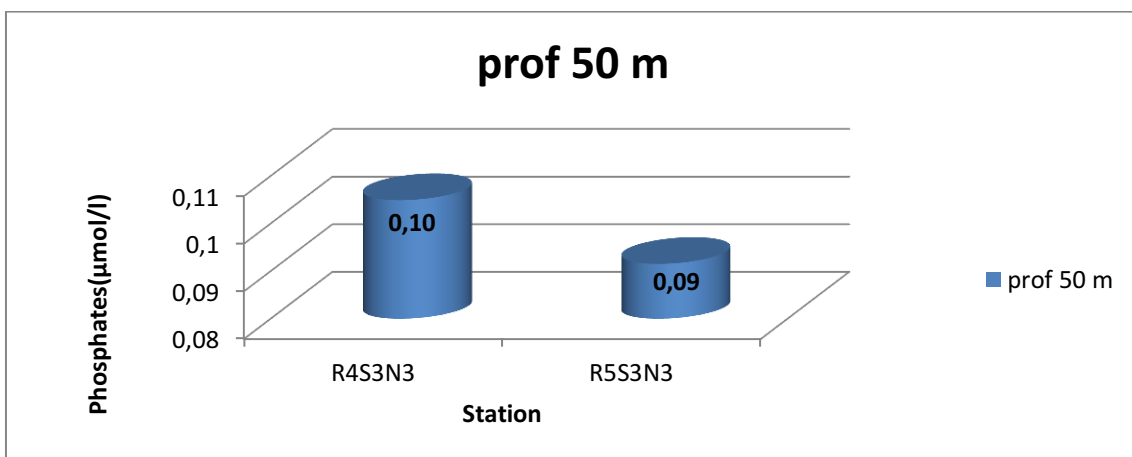
La concentration des nitrates est comprise entre un minimum de  $0,47\mu\text{mol/l}$  au niveau de la station R5S3N3 (Oued El Hamiz), et un maximum de  $0,77\mu\text{mol/l}$  dans la station R4S3N3 (Oued El Harrach), avec une valeur moyenne de  $0,62\mu\text{mol/l}$  et un écart-type de  $0,21$ .



**Figure 4-23** :Variation de la concentration des nitrates dans la baie de d'Alger (profondeur 50m).

### Les phosphates

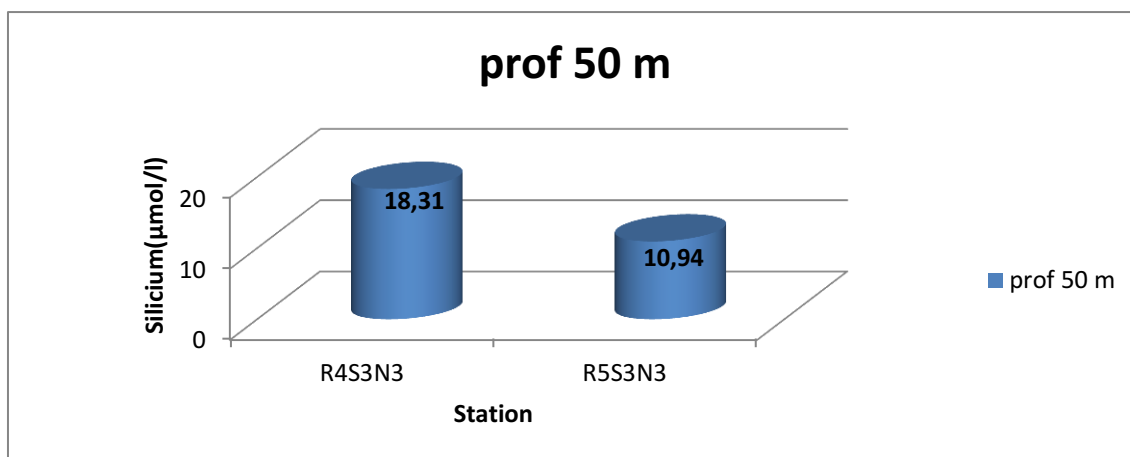
La concentration des phosphates dans les deux ports varie entre un minimum de  $0,09\mu\text{mol/l}$  observé au niveau de la station R5S3N3 (Oued El Hamiz), et un maximum de  $0,1\mu\text{mol/l}$  mesuré au niveau de la station R4S3N3 (Oued El Harrach), Avec une valeur moyenne de  $0,1\mu\text{mol/l}$  et un écart-type de  $0,01$ .



**Figure 4-24**:Variation de la concentration des phosphates dans la baie de d'Alger (profondeur 50m).

## Silicium

La concentration des silicates en profondeur 50m varie entre un minimum de 10,94  $\mu\text{mol/l}$  au niveau de la station R5S3N1 (Oued El Hamiz), et un maximum de 18,31  $\mu\text{mol/l}$  au niveau de la station R4S2N1 (Oued El Harrach), avec une valeur moyenne de 14,63  $\mu\text{mol/l}$  et un écart-type de 5,21.



**Figure 4-25:** Variation de la concentration du silicium dans la baie de d'Alger (profondeur 50 m).

## 4.2 Interprétations des résultats de la baie Bou Ismail

### 4.2.1 Le niveau de profondeur de 5 m (en surface)

#### 4.2.1.1 Analyse paramétrique

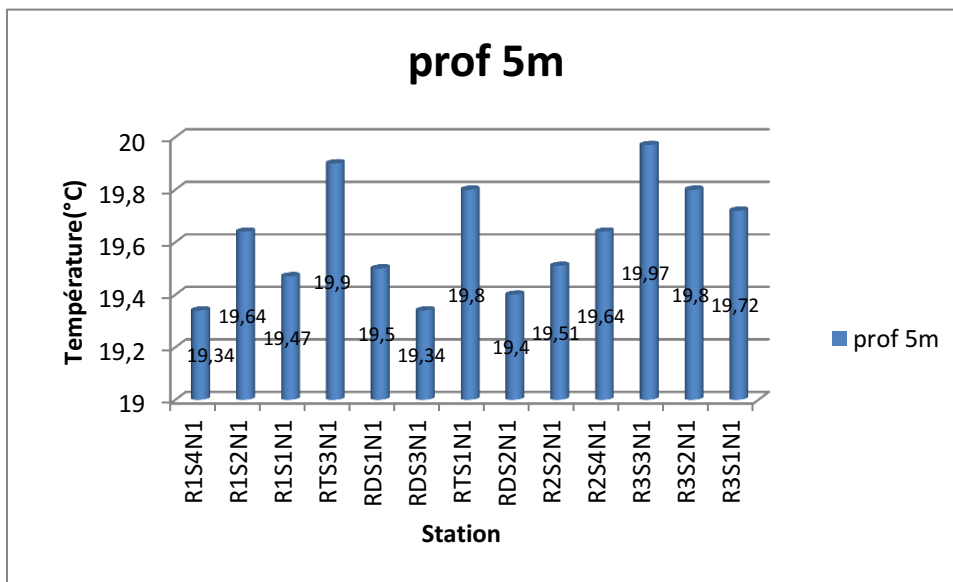
Les données acquises dans la baie de Bou-Ismail sont résumées dans le tableau ci-dessous, sous forme de valeurs moyennes et extrêmes.

**Tableau 4-6:** Les valeurs moyennes et extrêmes des paramètres physicochimiques dans la baie de Bou-Ismail (profondeur 5m)

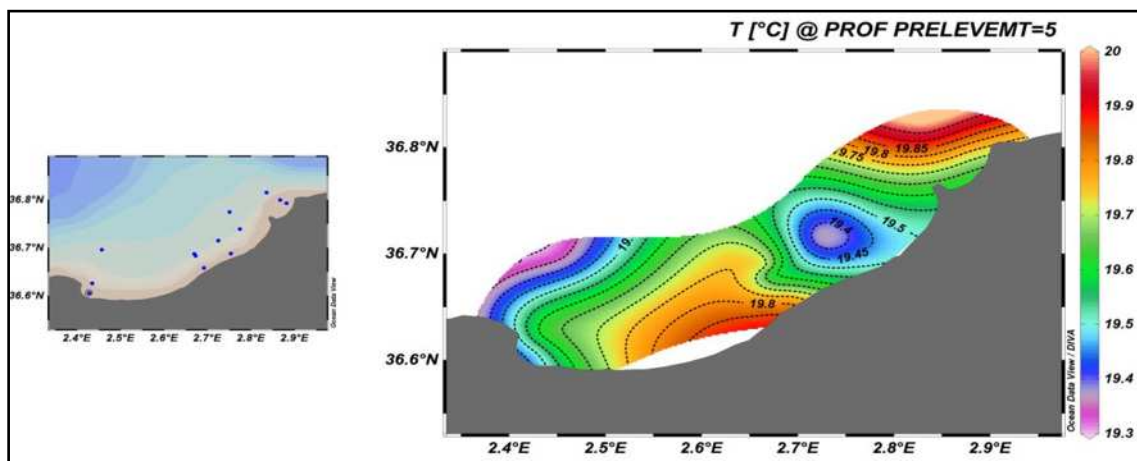
	T (°C)	S (psu)	pH
moy	19,62	36,93	8,18
écart type	0,21	1,00	0,13
max	19,97	38,31	8,38
min	19,34	35,60	8,03

**Température**

Avec une moyenne de 19,62 ° C et un écart-type de 0,21, les valeurs thermiques en surface au niveau de la baie de Bou-Ismaïl reflètent une situation typiquement de la saison. Les valeurs de la température de surface sont assez homogènes avec un minimum de 19,34 ° C au niveau des deux stations R1S4N1 et RDS3N1 (oued El Nadour et la Station de dessalement) et un maximum de 19,97 ° C au niveau de la station R3S3N1 (Oued Beni Messous).



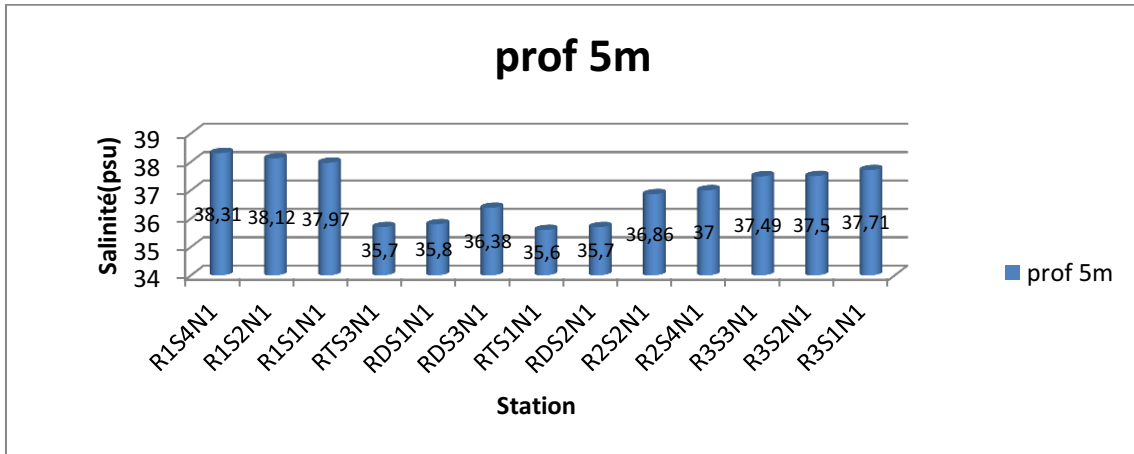
**Figure 4-26** :Variation de la température dans la baie de Bou-Ismaïl (profondeur 5m)



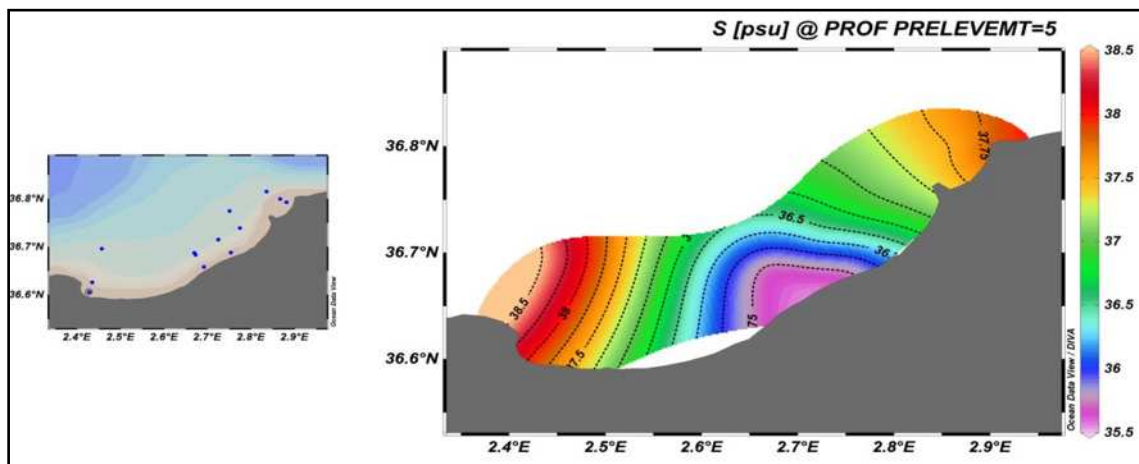
**Figure 4-27** : Distribution spatiale de la température dans la baie de Bou-Ismaïl(profondeur 5m).

**Salinité**

La salinité de surface au niveau de la baie de Bou-Ismaïl varie entre un minimum de 35,6 PSU au niveau de la station RTS1N1 (près des rejets de l'usine Tonic) et un maximum de l'ordre de 38,31 PSU au niveau de la station R1S4N1 (Oued Nador). La valeur moyenne est de 36,93 PSU avec un écart type de 1.



**Figure 4-28** :Variation de la salinité dans la baie Bou-Ismaïl (profondeur 5m).



**Figure 4-29**:Distribution spatiale de variation de la salinité en surface dans la baie de Bou-Ismaïl (profondeur 5m).

**Potentiel d'hydrogène (pH)**

La valeur moyenne du pH mesurée est de 8,18 avec un écart-type de 0,13. Le minimum est observé au niveau du Station R3S1N1 (OUED BENI MESSOUS) avec la valeur de 8,03; alors que le maximum est enregistré au niveau du Station RDS1N1 et RDS2N1(station de dessalement) avec une valeur de 8,38.

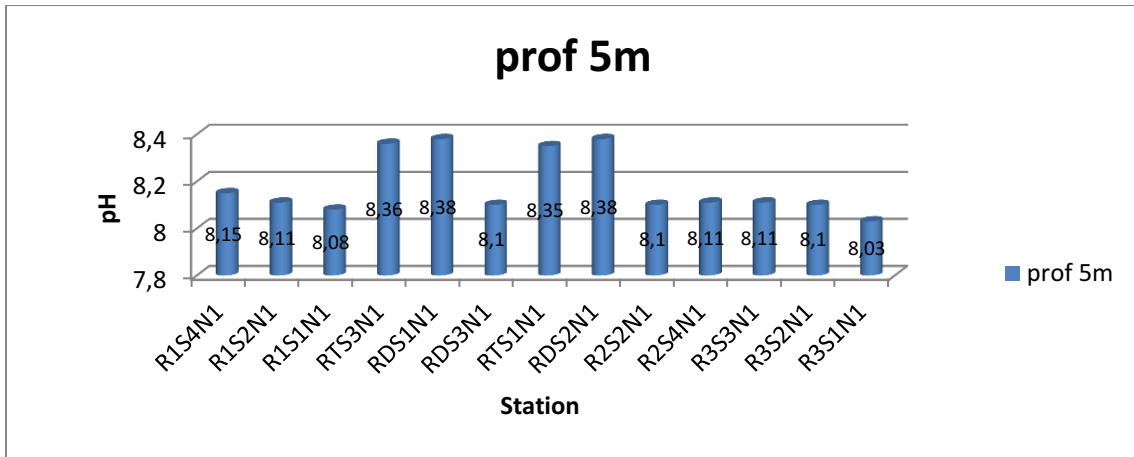


Figure 4-30 :Variation de la température dans la baie Bou-Ismaïl (profondeur 5m).

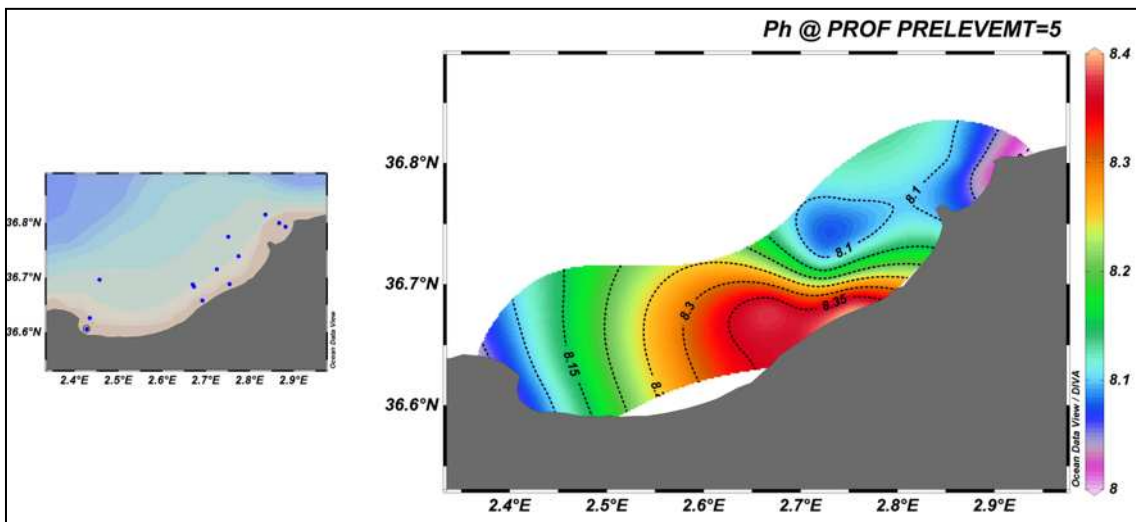


Figure 4-31:Distribution spatiale de variation du PH en surface dans la baie Bou-Ismaïl (profondeur 5m).

#### 4.2.1.2 Chlorophylle a :

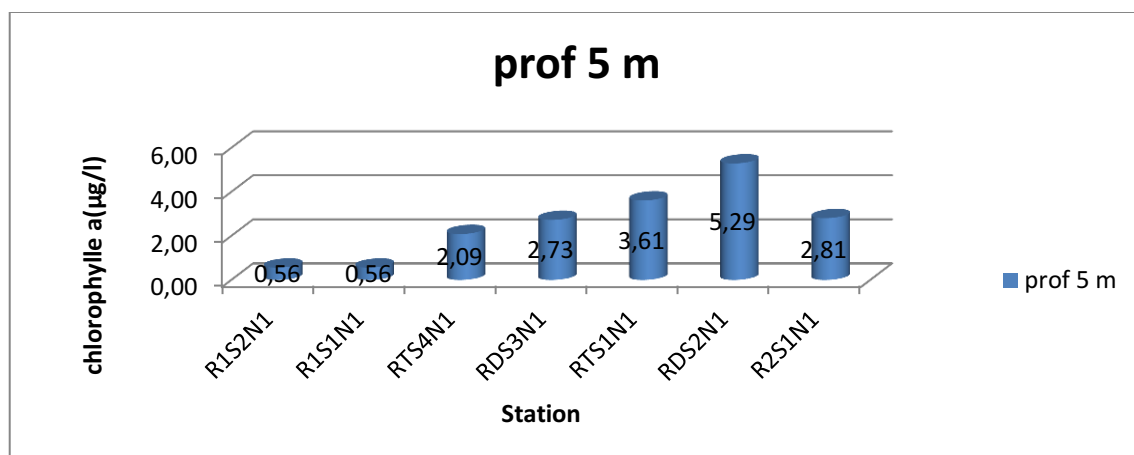
Les deux tableaux ci-dessous présentent les résultats obtenus à partir du dosage de la chlorophylle a en valeurs extrêmes, moyennes et écart-type dans la baie de Bou-Ismaïl:

<b>Tableau 4-7:</b> Valeurs extrêmes et moyennes ainsi que l'écart-type de de concentration de chlorophylle a dans la baie de Bou-Ismaïl (profondeur 5m).	
	Chlorophylle (a) ( $\mu\text{g/l}$ )
moy	2,52
écart type	1,68
max	5,29
min	0,56

En surface, les résultats d'analyses sont importants dans la baie de Bou-Ismaïl. Les concentrations en chlorophylle varient d'un maximum de 5,29  $\mu\text{g/l}$  marqué dans la station RDS2N1 (station de dessalement) à un minimum de l'ordre de 0,56  $\mu\text{g/l}$  obtenu dans les stations R1S1N1 et R1S2N1 (Oued Nador).

Ces fortes teneurs en chlorophylle (a) suggèrent, par la relative forte teneur en matière organique (MES) et par la faiblesse des teneurs en sels nutritifs, notamment les nitrates et les silicates, observées à la station RDS2N1, une prolifération importantes des algues au niveau de cette zone. En effet, les rejets de la station de dessalement ont, probablement, pu offrir les conditions de cette prolifération importante d'algues.

La moyenne est de 2.52  $\mu\text{g/l}$  et l'écart-type est de l'ordre de 1,68. Ces résultats sont largement plus importants que ceux obtenus par (Brinis et Brahmia, 1997) qui donnent une moyenne de 0,067  $\mu\text{g/l}$ .



**Figure 4-32:** Variation de la concentration de chlorophylle a en surface (profondeur 5m) de la baie de Bou-Ismaïl.

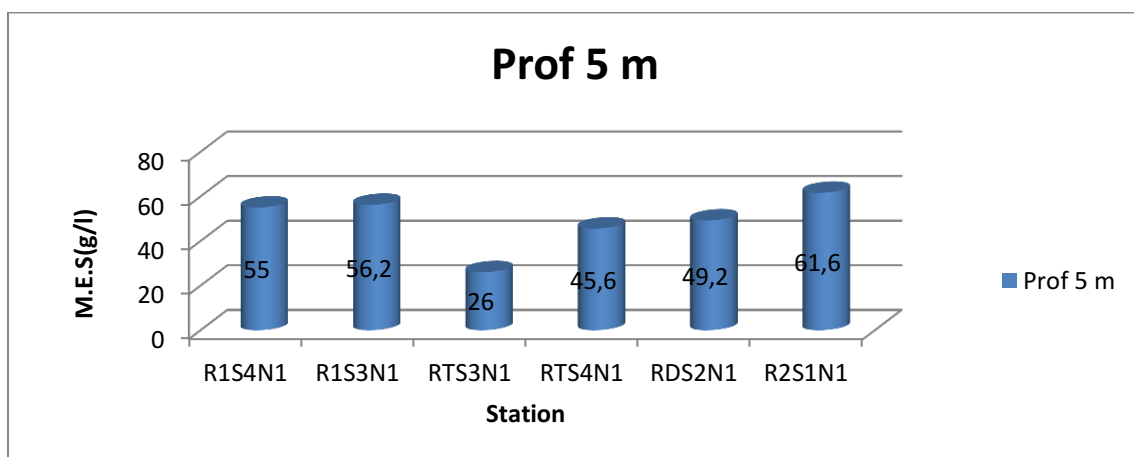
### 4.2.1.3 M.E.S

Les résultats obtenus à partir de la mesure de MES dans la baie de la Bou-Ismaïl sont données dans le tableau suivant sous forme de valeurs extrêmes, moyenne et écart-type.

<b>Tableau 4-8:</b> Valeurs extrêmes et moyennes ainsi que l'écart-type de de concentration de matière en suspension dans la baie de Bou- Ismaïl (profondeur 5m)	
	M.E.S (g/l)
moy	48,93
ecart type	12,55
max	61,60
min	26,00

Pour les MES, les résultats enregistrés dans les eaux de surface du la baie de Bou-Ismaïl varient entre un maximum de 61.6 mg/l dans la station R2S1N1 (à proximité de l'oued Mazafran), à un minimum de 26 mg/l observé dans la station RTS3N1 (a proximité des rejets Tonic)

De multiples sources peuvent contribuer à cet enrichissement marqué dans la station R2S1N1, il s'agit essentiellement d'effluents urbains mais de rejet de l'usine de Tonic. La moyenne marquée en surface est de l'ordre de 48,93 g/l et l'écart-type est de 12,55.



**Figure 4-33:** Variation de la teneur en MES en surface dans la baie de Bou-Ismaïl.

### 4.2.1.4 Variation des sels nutritifs en surface :

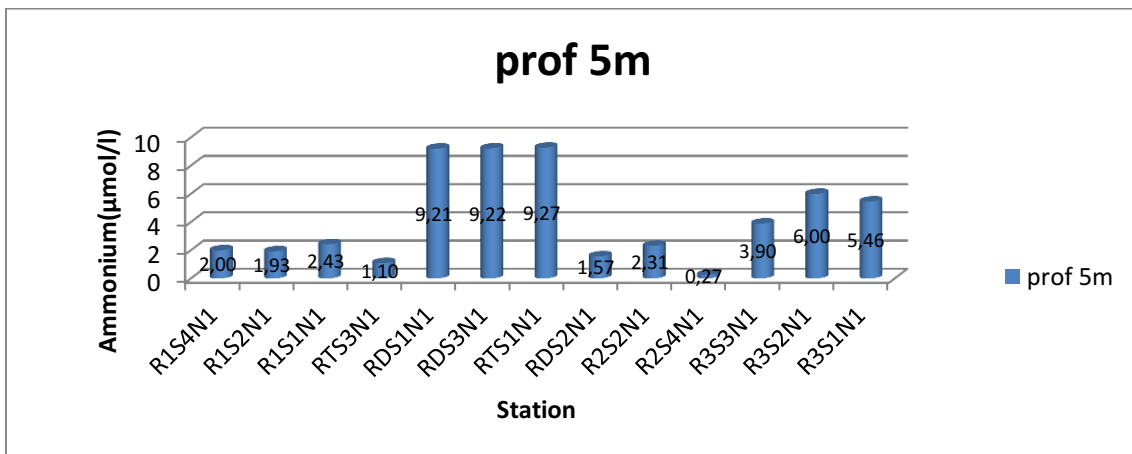
Les résultats obtenus pour les sels nutritifs dans la baie de la Bou-Ismaïl sont données dans le tableau suivant sous forme de valeurs extrêmes, moyenne et écart-type.

**Tableau 4-9** : Valeurs extrêmes et moyennes ainsi que l'écart-type des sels nutritifs dans la baie de la baie bou ismail en surface (5m)

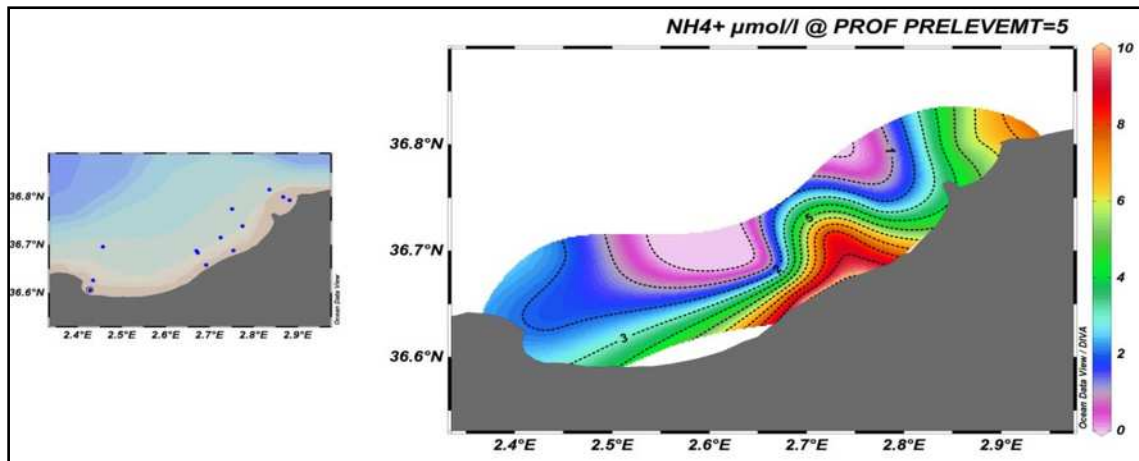
	$\text{PO}_4^{3-}$ $\mu\text{mol/l}$	$\text{NO}_3^-$ $\mu\text{mol/l}$	$\text{NO}_2^-$ $\mu\text{mol/l}$	$\text{SiO}_2$ $\mu\text{mol/l}$	$\text{NH}_4^+$ $\mu\text{mol/l}$
moy	0,13	0,54	0,23	9,38	4,21
ecart type	0,05	0,25	0,14	5,68	3,29
max	0,25	0,83	0,43	21,83	9,27
min	0,08	0,07	0,04	2,68	0,27

### Ammonium

La valeur moyenne de l'ammonium en surface est de 4,21  $\mu\text{mol/l}$  avec un écart-type de 3,29. La concentration dans les stations de la baie de Bou-Ismaïl varie entre un minimum de 0,27  $\mu\text{mol/l}$  au niveau de la station R2S4N1 (Oued Mzafron) et un maximum de 9,27  $\mu\text{mol/l}$  dans les deux stations RDS3N1 (Station de dessalement) et RTS1N1 (Rejet Tonic).



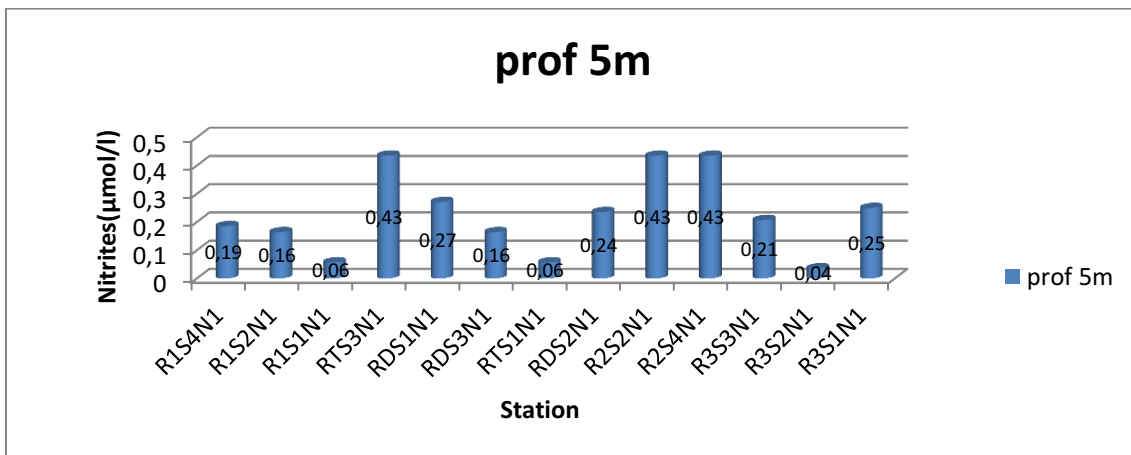
**Figure 4-34** : Variation des concentrations de l'ammonium en surface dans la baie de Bou-Ismaïl



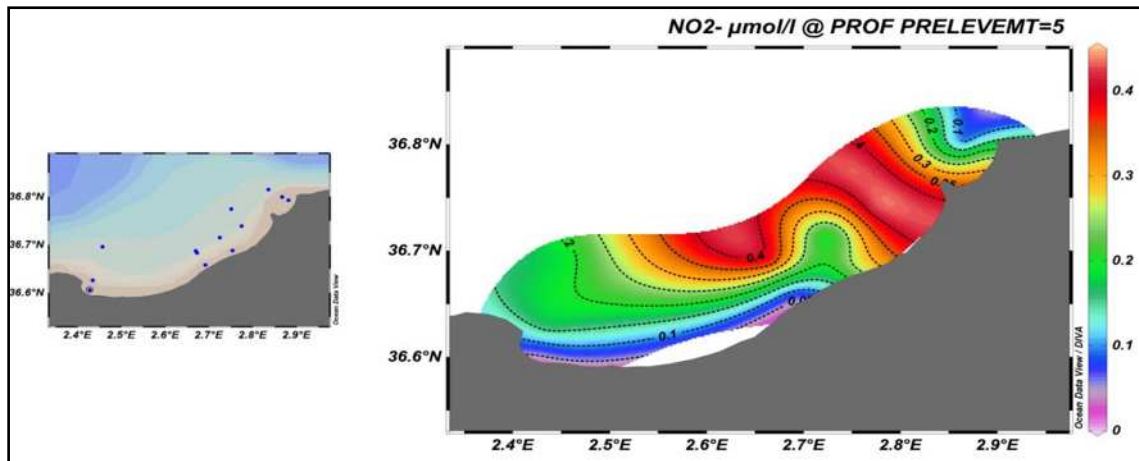
**Figure 4-35 :** Distribution spatiale de concentration d’ammonium en surface dans la baie de Bou-Ismaïl (profondeur 5m).

**Les Nitrites**

La valeur moyenne des nitrites est de 0,23  $\mu\text{mol/l}$  avec un écart-type de 0,14. La concentration maximale est de 0,43  $\mu\text{mol/l}$  enregistrée au niveau de la station R2S2N1 et la station R2S4N1 (Oued Mazafron), et un minimum de 0,04  $\mu\text{mol/l}$  au niveau de la station R3S2N1 (Oued Beni Messous).



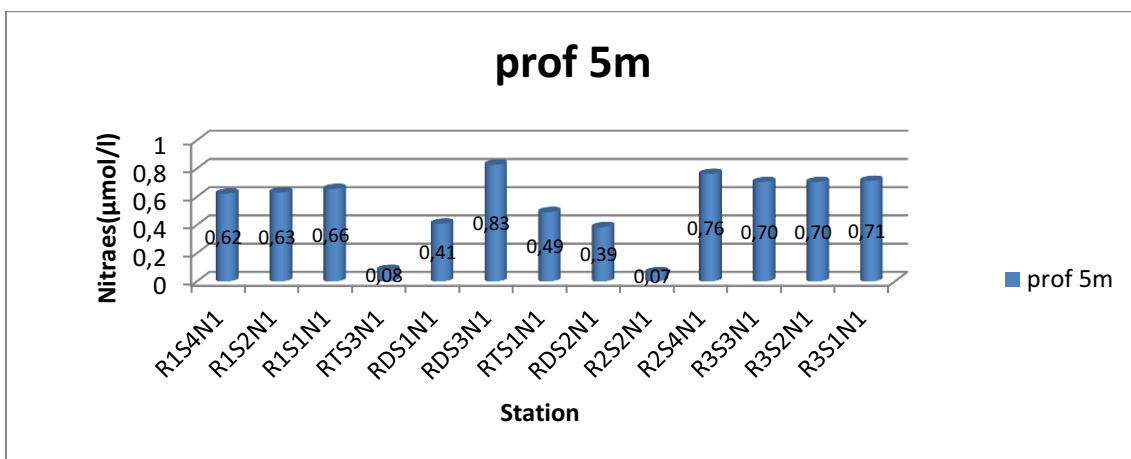
**Figure 4-36 :** Variation de la concentration des nitrites en surface dans la baie de Bou-Ismaïl.



**Figure 4-37:** Distribution spatiale de concentration des nitrites en surface dans la baie de Bou-Ismaïl (profondeur 5m).

**Les Nitrates**

En surface, la valeur la plus faible est observée au niveau de la station R2S2N1(Oued Mazafron) avec 0,07 µmol/l; alors que la station RDS3N1(Station Dessalement) marque la valeur la plus élevée en surface avec 0,83µmol/l. La moyenne est de 0,54 µmol/l et un écart type de 0,25.



**Figure 4-38 :** Variation de la concentration des nitrates en surface dans la baie de Bou-Ismaïl.

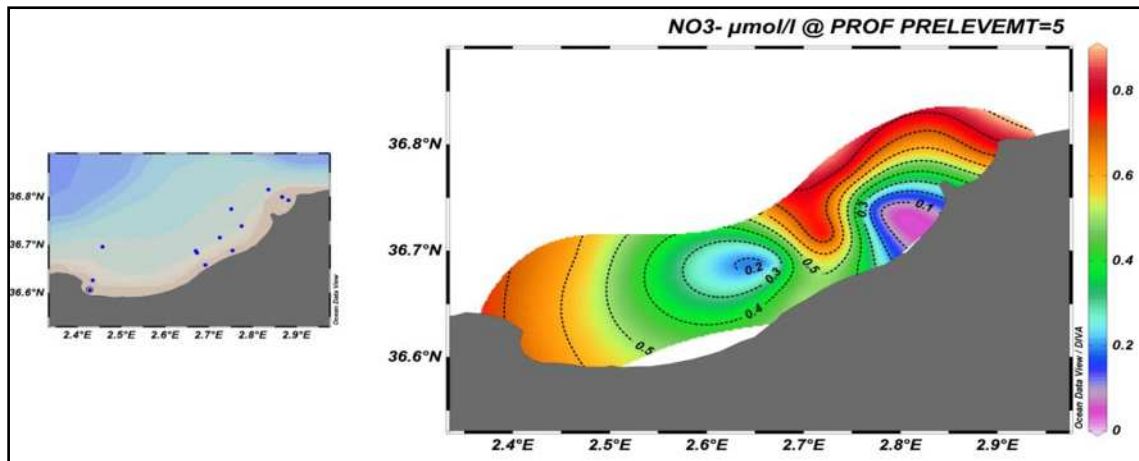


Figure 4-39: Distribution spatiale de concentration nitrates en surface dans la baie de Bou-Ismaïl (profondeur 5m).

### Les phosphates

La concentration des phosphates en surface varie entre un minimum de 0,08 µmol/l au niveau de la station R1S2N1 et R1S1N1(Oued Nador) et R2S2N1 (Oued Mazafron), et un maximum de 0,25 µmol/l R2S4N1 (Oued Mazafron), avec une valeur moyenne de 0,13 µmol/l et un écart-type de 0,05.

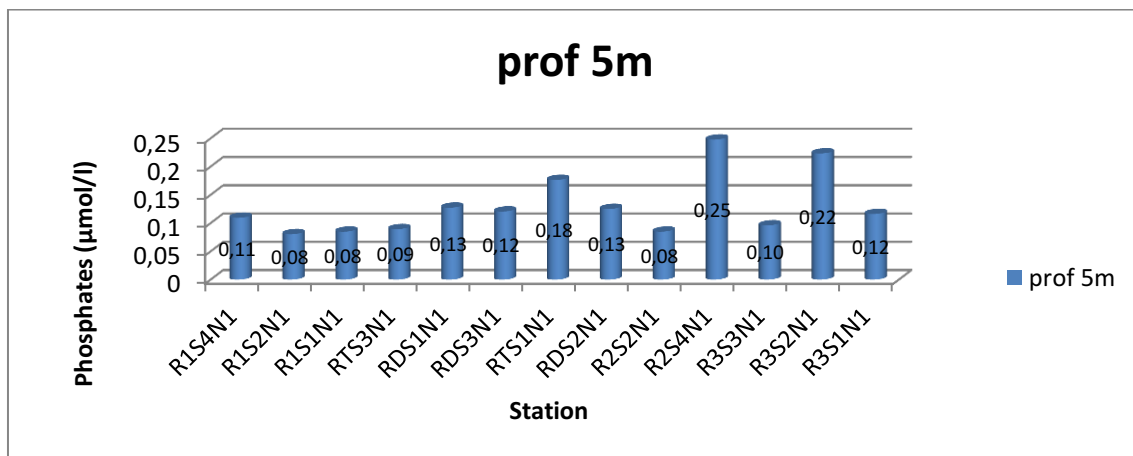
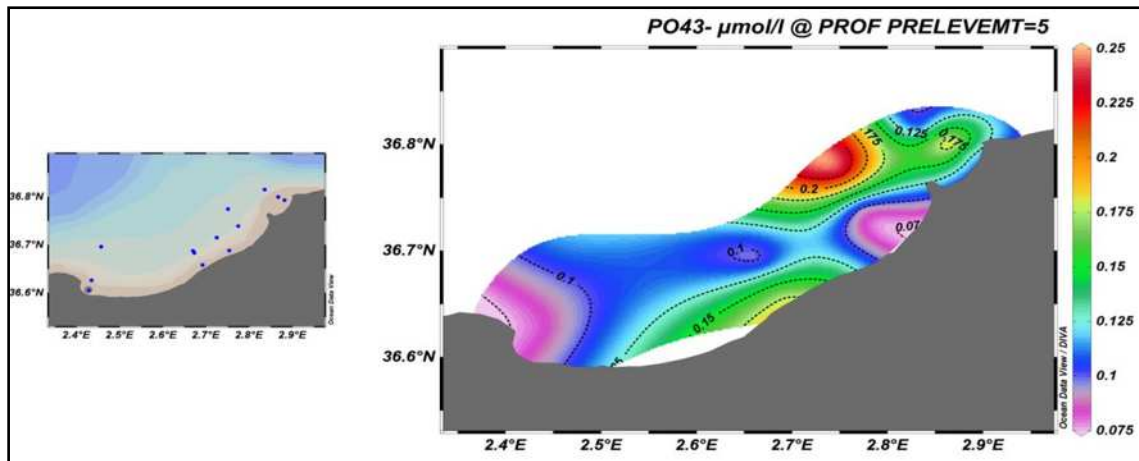


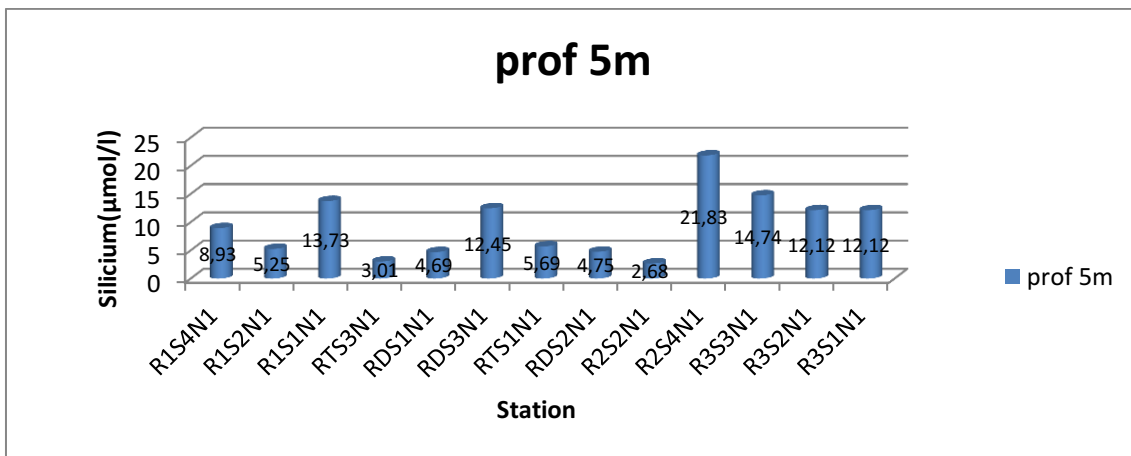
Figure 4-40 : Variation de la concentration des phosphates en surface dans la baie de Bou-Ismaïl.



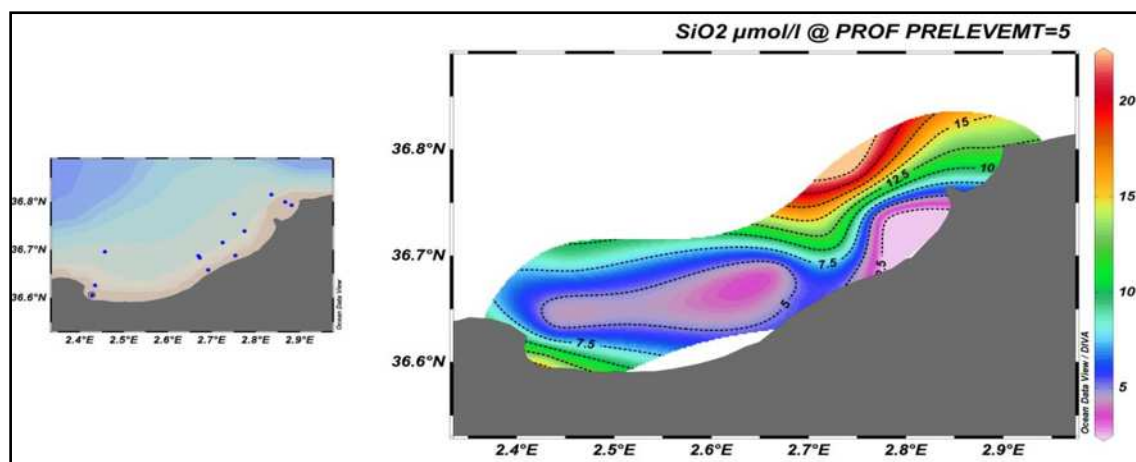
**Figure 4-41** :Distribution spatiale de la concentration des phosphates en surface dans la baie de Bou-Ismaïl (profondeur 5m).

**Le Silicium :**

La concentration des silicates varie entre un minimum de 2,68  $\mu\text{mol/l}$  au niveau de la station R2S2N1 (Oued Mazafron) et un maximum de 21,83  $\mu\text{mol/l}$  dans la station R2S4N1 (Oued Mazafron), avec une valeur moyenne de 9,38  $\mu\text{mol/l}$  et un écart-type de 5,68.



**Figure 4-42** :Variation de la concentration du silicium en surface dans la baie de Bou-Ismaïl.



**Figure 4-43:** Distribution spatiale de concentration de silicium en surface dans la baie de Bou-Ismaïl (profondeur 5m).

## 4.2.2 Profondeur 70m

### 4.2.2.1 Analyses paramétriques

**Tableau 4-10 :** Les valeurs moyennes et extrêmes ainsi que l'écart type des paramètres physicochimiques dans la baie de bouismaïl (profondeur 70m)

	<b>T (°C)</b>	<b>S (psu)</b>	<b>pH</b>
moy	17,22	35,75	8,17
ecart type	0,24	1,15	0,13
max	17,50	37,51	8,33
min	16,96	34,49	8,05

### Température

La valeur moyenne de la température mesurée est de 17,22 °C avec un écart-type de 0,24. Le minimum est observé au niveau du Station R3S3N3 (OUED BENI MESSOUS) avec une valeur de 16,96°C; alors que le maximum est enregistré au niveau du la Station RDS3N3 (station de dessalement) avec une valeur de 17,5°C.

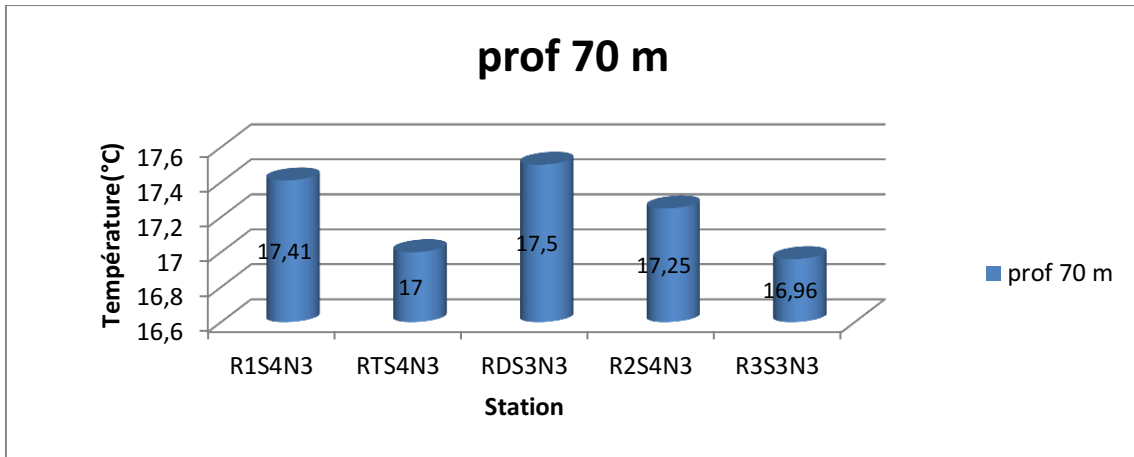


Figure 4-44:Variation de la température dans la baie de bouismail (profondeur 70m)

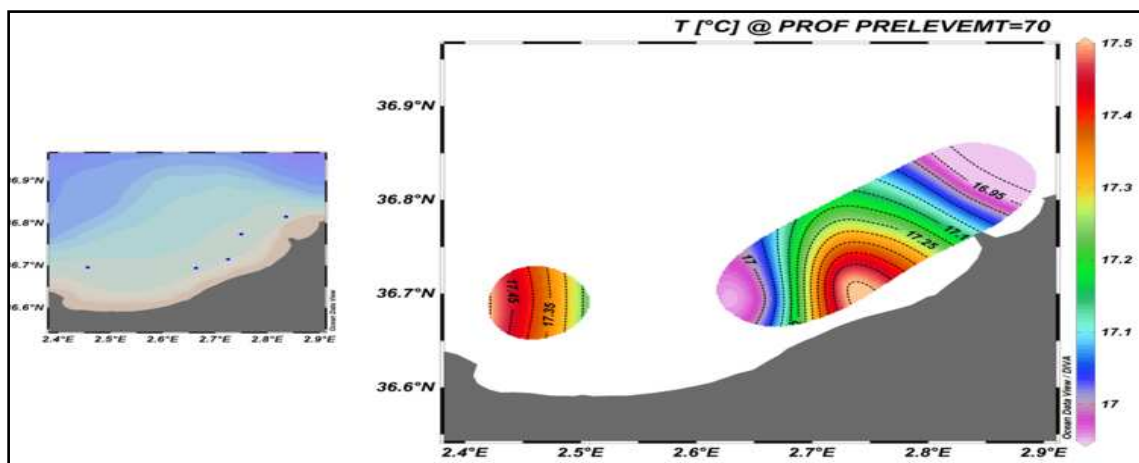


Figure 4-45:Distribution spatiale variation de la température dans la baie de bouismail(profondeur 70m).

**Salinité**

La valeur moyenne de la salinité mesurée est de 35,75 PSU avec un écart-type de 1,15. Avec un minimum est observé au niveau de la station R3S3N3 (Oued Beni Messous) il est de l'ordre de 34,49 PSU; alors que le maximum est enregistré au niveau de la station R1S4N3 (Oued Nador) avec une valeur de 37,51 PSU.

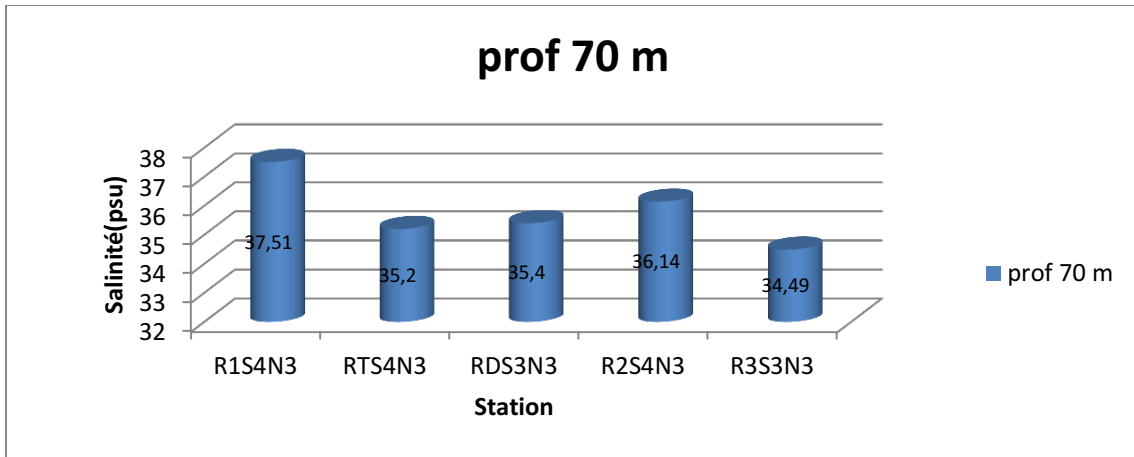


Figure 4-46:Variation de la salinité dans la baie de bouismail (profondeur 70m)

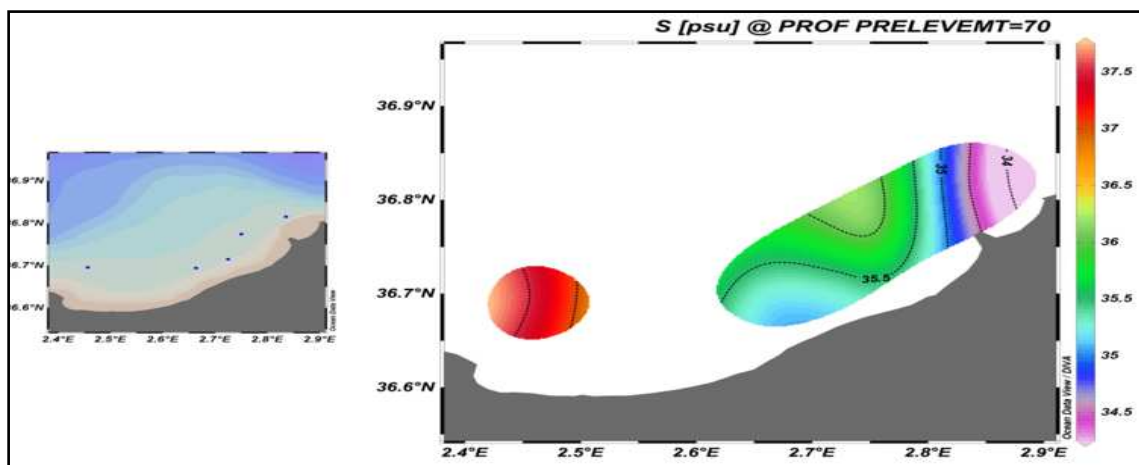


Figure 4-47:Distribution spatiale variation de la salinité dans la baie de bouismail(profondeur 70m).

**Potentiel hydrogène**

La concentration du Ph dans la baie de bouismail varie entre un minimum de 8,05 observé au niveau de la station R2S4N3 (Oued Mazafron) et un maximum de 8,33 mesuré au niveau de la station RTS4N3 (Rejet Tonic), Avec une valeur moyenne de 8,17 et un écart-type de 0,13.

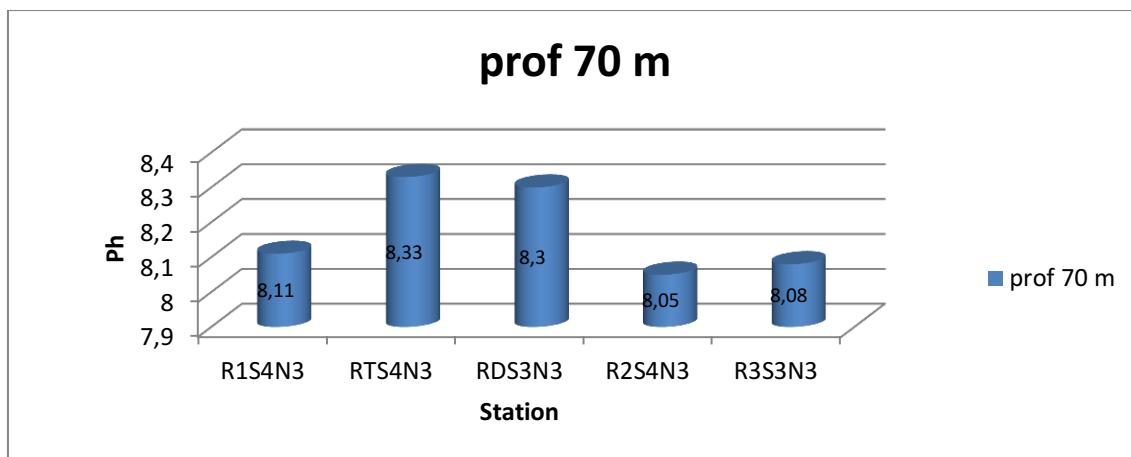


Figure 4-48 :Variation du Ph dans la baie de bouismail (profondeur 70m)

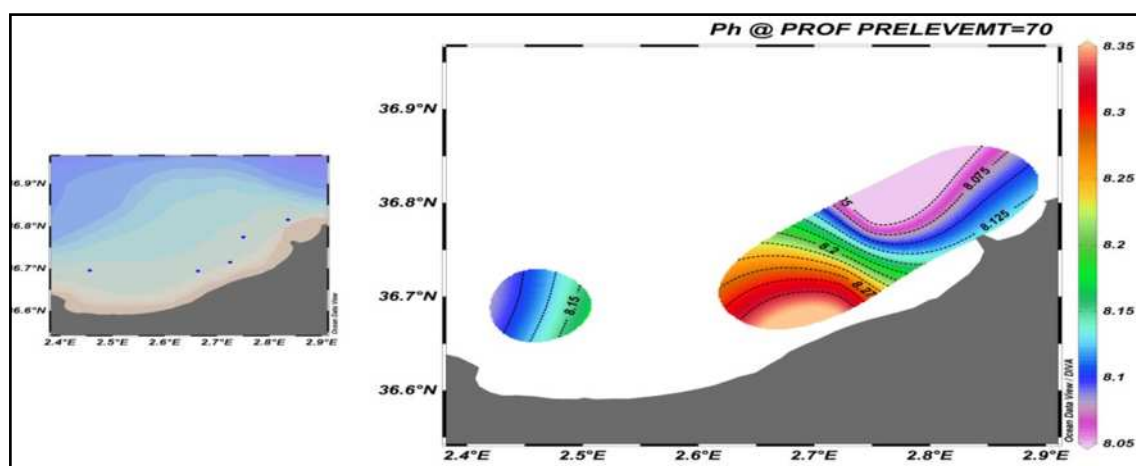


Figure 4-49:Distribution spatiale variation du Ph dans la baie de bouismail (profondeur 70m).

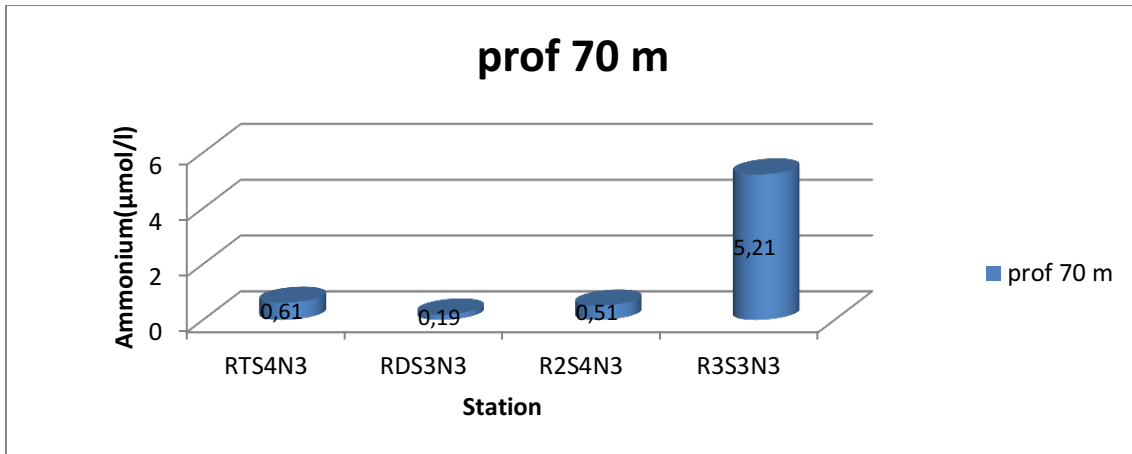
#### 4.2.2.2 Les sels nutritifs

Tableau 4-11 :Les valeurs moyennes et extrêmes ainsi que l'écart type des sels nutritifs dans la baie de bouismail(profondeur 70m)

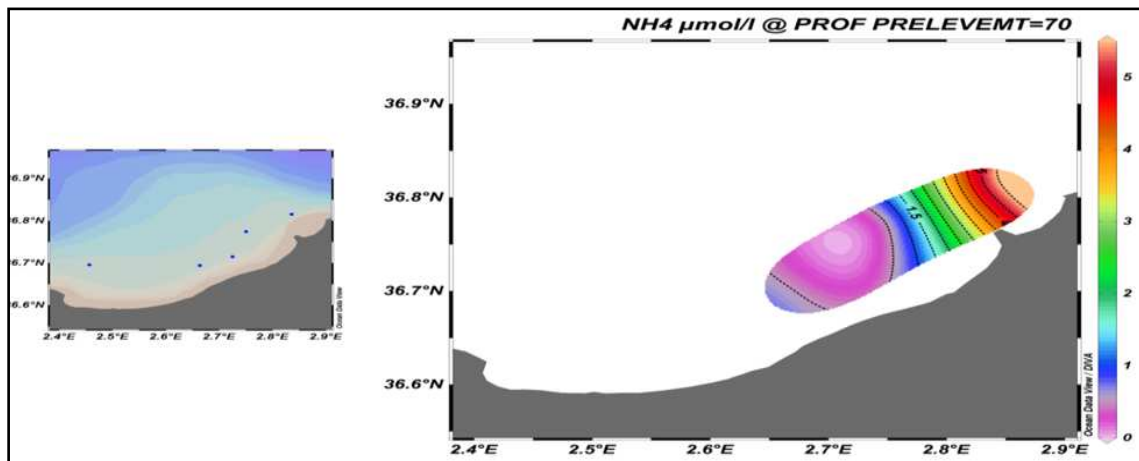
	PO <sub>4</sub> <sup>(3-)</sup> μmol/l	NO <sup>3-</sup> μmol/l	NO <sup>2-</sup> μmol/l	SIO <sup>2</sup> μmol/l	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> μmol/l
moy	0,16	0,48	0,33	7,93	1,63
ecart type	0,06	0,25	0,17	3,53	2,40
max	0,25	0,66	0,48	11,50	5,21
min	0,12	0,11	0,11	3,07	0,19

#### Ammonium

La concentration de l'ammonium en profondeur 70m varie entre un minimum de 0,19 μmol/l au niveau de la station RDS3N3 (Station de Dessalement) ,et un maximum de 5,21 μmol/l R3S3N3(Oued Beni Messous), avec une valeur moyenne de 1,63 μmol/l et un écart-type de 2,4.



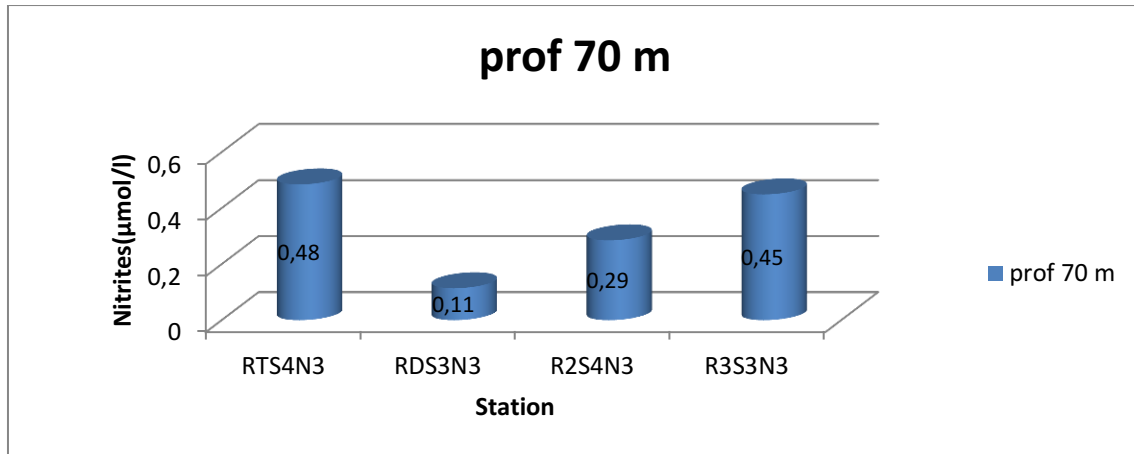
**Figure 4-50:** Variation de la concentration de l'ammonium dans la baie de Bou- Ismail. (Profondeur 70m).



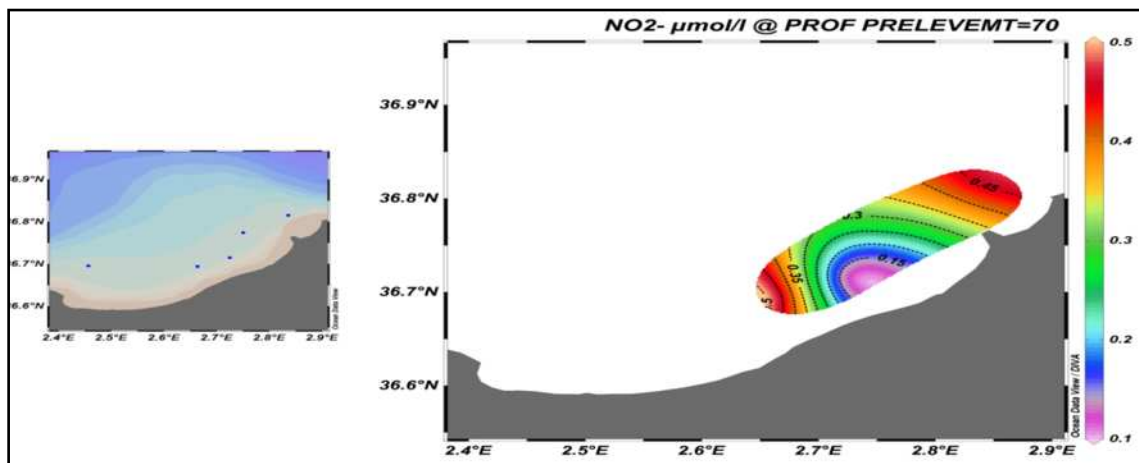
**Figure 4-51:** Distribution spatiale de concentration de l'ammonium en profondeur (70m) dans la baie de Bou-Ismaïl.

### Les Nitrites

Pour les nitrites, les résultats enregistrés dans les eaux ou la profondeur est de 70 m dans la baie de Bou Ismaïl varient entre un maximum de  $0,48\mu\text{mol/l}$  dans la station RTS4N3 (Rejet Tonic), avec un minimum de  $0,11\text{ mg/l}$  observé dans la station RDS3N3 (Station du Dessalement). La moyenne marquée en profondeur 70 m est de l'ordre de  $0,33\text{mg/l}$  et l'écart-type est de  $0,17$ .



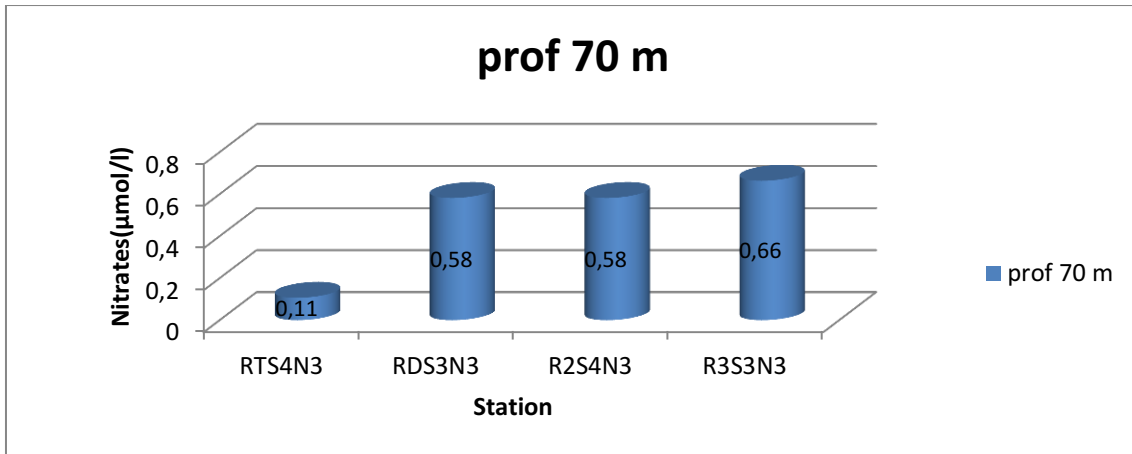
**Figure 4-52:** Variation de la concentration des nitrites dans la baie de Bou- Ismail. (Profondeur 70m).



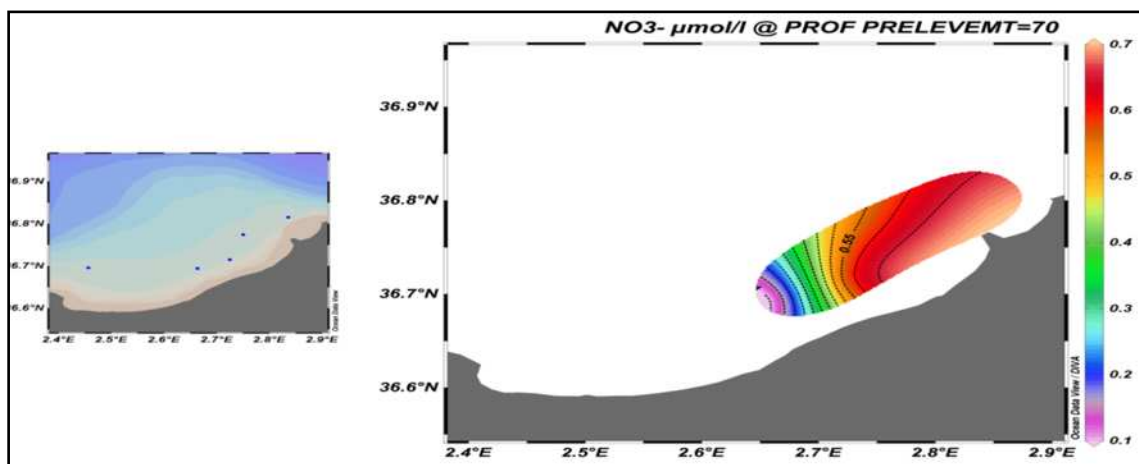
**Figure 4-53 :** Distribution spatiale de concentration des nitrites en profondeur (70m) dans la baie de bouismail.

### Les Nitrates

Pour les nitrates, les résultats enregistrés dans les eaux profondes de la baie de Bou Ismail varient entre un maximum de 0,66 µmol/l dans la station R3S3N3 (Oued Beni Messous), et un minimum de 0,11 µmol/l observé dans la station RTS4N3 (Rejet Tonic).



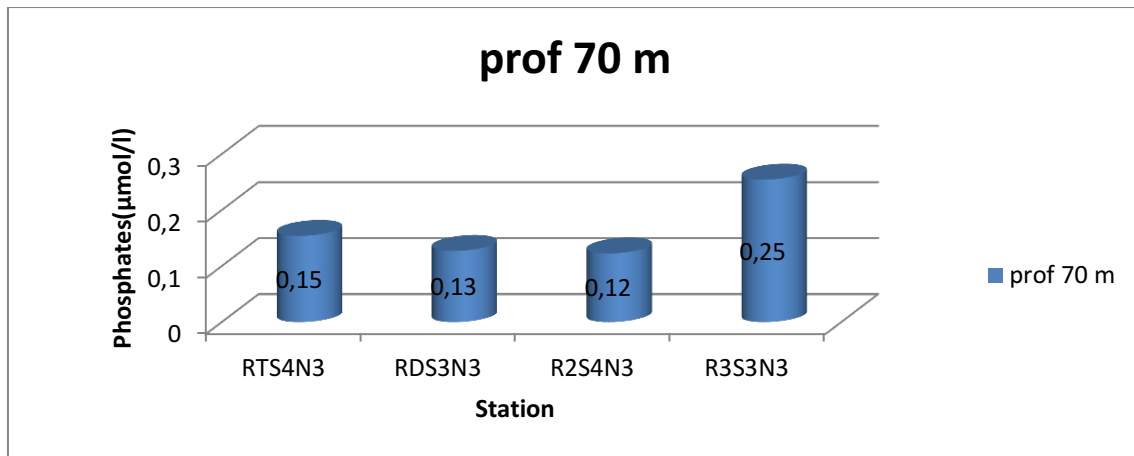
**Figure 4-54:** Variation de la concentration des nitrates dans la baie de Bou- ismail. (Profondeur 70m)



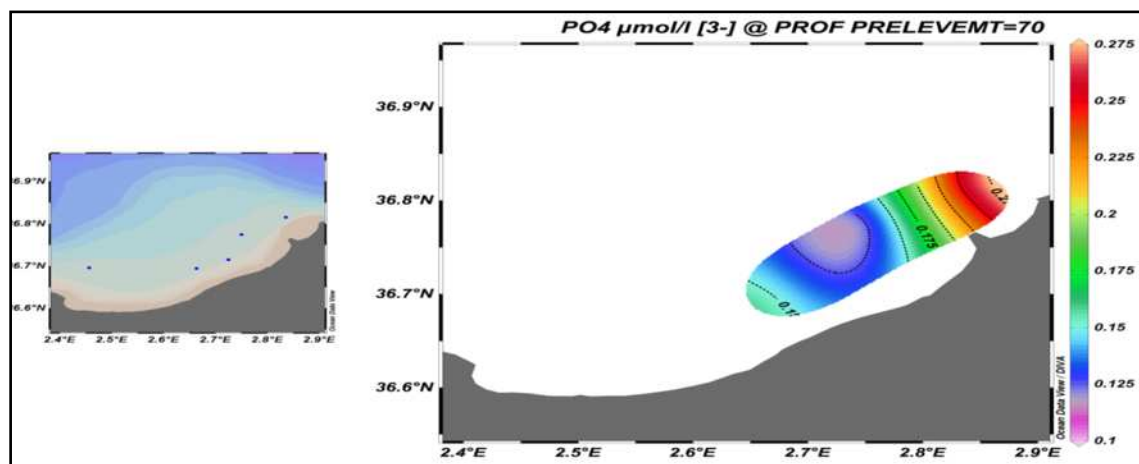
**Figure 4-55:** Distribution spatiale de concentration des nitrates en profondeur(70m) dans la baie de Bou-Ismaïl.

### Les Phosphates

Les teneurs des Phosphates dans la baie de Bou-Ismaïl dont la profondeur est 70 ont une moyenne de  $0,16\mu\text{mol/l}$  et un écart type de  $0,06$ , dont la valeur maximale est de  $0,25\mu\text{mol/l}$  au niveau de la station R3S3N3 (Oued Béni Messous), et la valeur minimale est de  $0,12\mu\text{mol/l}$  au niveau de la station R2S4N3 (Oued Mazafran).



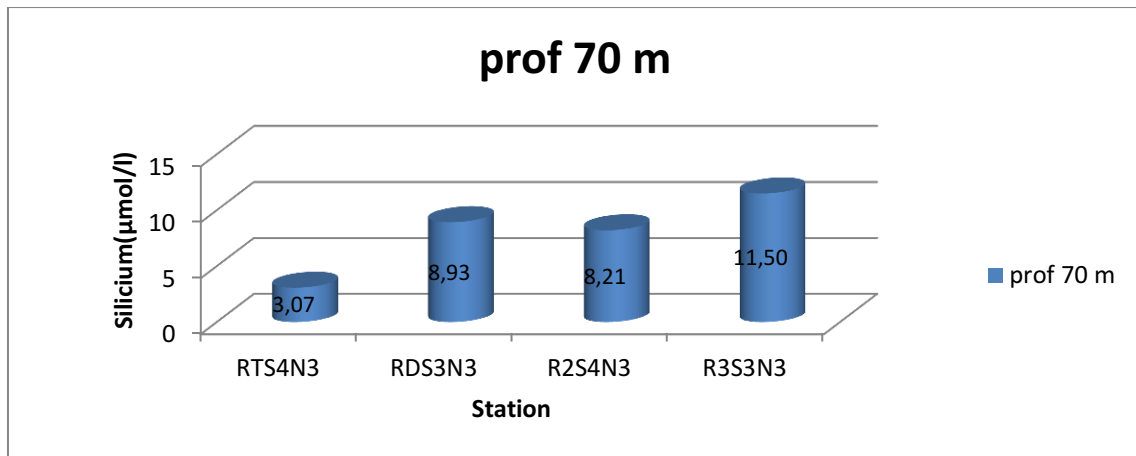
**Figure 4-56:** Variation de la concentration des phosphates dans la baie de Bou- ismail. (Profondeur 70m).



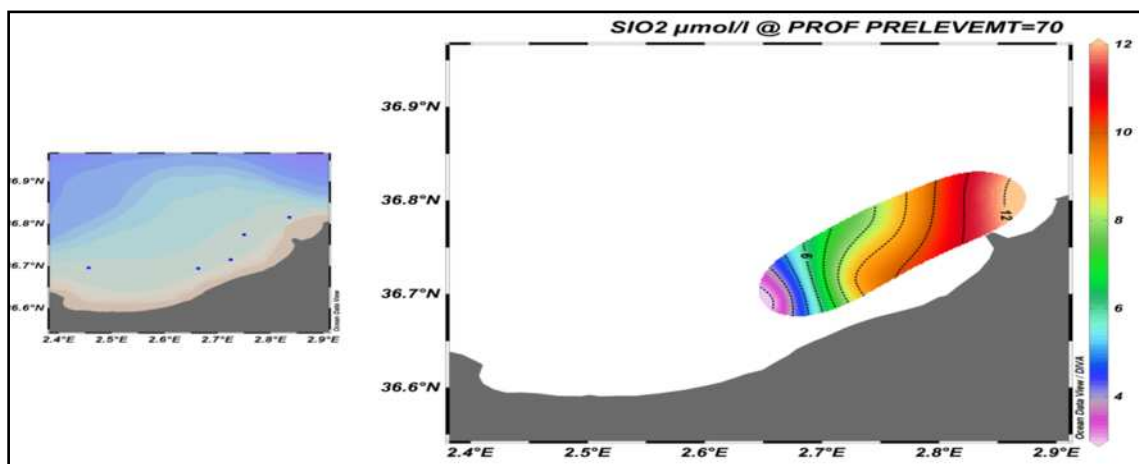
**Figure 4-57:** Distribution spatiale de concentration des phosphates en profondeur (70m) dans la baie de Bou-ismail.

### Silicium

Avec une moyenne de 7,93 µmol/l et un écart-type de 3,53. Les valeurs de silicium de profondeur ont un minimum de 3,07 µmol/l au niveau de la station RTS4N3 (Rejet Tonic) et un maximum de 11,5 µmol/l au niveau de la station R3S3N3 (Oued béni-Messous).



**Figure 4-58:** Variation de la concentration de silicium dans la baie de Bou- Ismail. (Profondeur 40m).



**Figure 4-59:** Distribution spatiale de concentration du silicium en profondeur (70 m) dans la baie de Bou-Ismaïl.

# **Conclusion**

## Conclusion

---

### **Conclusion**

L'étude menée à travers ce mémoire a utilisé une approche fondée conjointement sur la mesure des paramètres physiques et les dosages chimiques. Elle est tentée dans le but de faire un suivi sur l'évolution de l'état de la pollution par les sels nutritifs, et donc d'apprécier globalement la qualité des eaux du milieu marin côtier.

L'examen des résultats a permis de mettre en évidence des caractéristiques hydrodynamiques et des niveaux de concentrations en éléments nutritifs assez particuliers :

L'analyse paramétrique ne montre pas qu'il y a une pollution par rapport à la température car elle est influencée par la température de l'air. La salinité est à la moyenne par rapport à celle de la méditerranée, avec une très faible variation en fonction de la profondeur dans les deux baies.

Concernant l'étude comparative entre les deux baies. L'analyse des sels nutritifs ne montre pas une grande différence, mis à part les silicates qui augmentent d'une manière significative dans les profondeurs de la baie d'Alger par rapport aux celles de la baie de Bou-Ismaïl, ces élévations des teneurs en silicium peuvent être expliquées par les deux oueds qui se jettent dans la baie d'Alger, l'oued El Hamiz et l'oued El Harrach. Ce dernier draine les eaux usées domestiques et industrielles surtout de la ville d'Alger qui ne sont traitées qu'à 8% et sont déversées directement dans la baie (PAC, 2005). Selon le Dr MITSUO YOSHIDA, conseiller supérieur à l'Agence de coopération internationale japonaise (JICA), la mauvaise qualité de l'eau de l'oued El Harrach dépasse de 400 fois les normes établies par l'organisation mondiale de la santé (OMS1). De ce fait des études ultérieures permettront probablement de desseller et cerner la nature et l'origine de cet enrichissement en sels nutritifs notamment (nitrates, silicates et phosphates).

Enfin, l'écosystème marin constitue un milieu très complexe. La matrice "eau" en est l'un de ses compartiments les plus difficiles à étudier en raison de ses grandes fluctuations, fréquentes et aléatoires de ses caractéristiques.

# Bibliographie

## Bibliographie

---

### A

**ALZIEU, C., ABARNOU, A., BASSOULLET, A et al. (1999).** Dragage et environnement marin : Etats des connaissances. Plousane : Ifremer .223 p.

**AMROUCHE, W., KHECHNI, A. (2012).** *Suivi des paramètres physico-chimiques et des sels nutritifs dans les eaux littorales de l'Algérois.* Mémoire d'ingénieur .Environnement marin. Alger : ENSSMAL, p. 4.

**AMINOT, A., Chausse-Pied, M. (1983).** Manuel des analyses chimiques en milieu marin. Brest : CNEXO. 395 p.

**AMINOT, A., KEROUEL, R. (2004).** Hydrologie des écosystèmes marins : Paramètres et analyses. Paris : Ifremer. 336 p.

**ANNANE, G. (2007).** *Inventaire et impact des ouvrages côtiers sur le milieu marin dans la Baie de Bou-Ismaïl.* Mémoire d'ingénieur. Aménagement du littoral. Alger : ENSSMAL, p.50.

**AOUIDAD, Z. (1997).** *Contribution à l'étude de la pollution par les métaux lourds dans les sédiments superficiels et les particules en suspension dans la baie de Bou-Ismaïl.* Mémoire d'ingénieur. Aménagement du littoral. Alger : ENSSMAL, p.73.

### B

**BACHARI HOUMA, F. (2009).** *Modélisation et cartographie de la pollution marine et de la bathymétrie à partir de l'imagerie satellitaire.* Thèse de Doctorat. Sciences de l'Univers et Environnement. France : Université du val marne PARIS XII, p.43.

**BACHOUCHE, S. (2010).** *Les ports d'Alger et de Bouharoun : Etude des paramètres, granulométriques, biologiques et de pollution dans les sédiments et l'eau en vue d'une opération de dragage.* Thèse de magister. Pollution marine et écotoxicologie. Alger : ENSSMAL, p. 14.

## Bibliographie

---

**BENHALIMA, M., BAHA, M. (2013).** *Les paramètres physico-chimiques et les sels nutritifs dans les eaux côtières algéroises (les baies d'Alger, Bou-Ismaïl, Zemmouri)*. Mémoire d'ingénieur. Environnement marin. Alger : ENSSMAL, p.16 - 19.

**BOULAHIDJ, M. (1987).** *Analyse des sels nutritifs dans l'eau de mer : étude du mélange des masses d'eau et de l'oxydation de la matière organique dans l'océan*. Thèse de doctorat. Géochimie fondamentale. France : Université de PARIS VII, p.31-66.

### C

**CHOUCHAN, S. (2014).** *Pollution des eaux et les sédiments marins de la baie de Zemmouri par les hydrocarbures*. Thèse de master. Environnement Marin. Alger : ENSSMAL, p.16 -18.

**COPIN-MONTEGUT, G. (1996).** *Chimie de l'eau de mer*. Collection «synthèse». Paris : Institut Océanographique de Paris. 319 p.

### D

**DJERAD, C. (2010).** *Evaluation de l'état de la pollution par les sels nutritifs et les métaux lourds dans l'eau et le sédiment superficiel de la baie de Bou-Ismaïl*. Mémoire d'ingénieur. Environnement marin. Alger : ENSSMAL, 82 p.

### G

**GAUJOUS, D. (1998).** *La pollution des milieux aquatiques : aide mémoires*. Paris : Technique & documentation. p. 39-198.

### H

**HADDOUCHE, I. (2003).** *Etude de l'état de pollution de la baie de Bou-Ismaïl par les sels nutritifs et les métaux lourds en Juillet 2002*. Mémoire Ingénieur. Aménagement du littoral. Alger : ENSSMAL, 88 p.

### I

**INAL, A. (2011).** *Les métaux traces dans les sédiments de la baie de Bou-Ismaïl : surveillance de la pollution et étude de processus géochimique*. Thèse de magister. Gestion et surveillance de l'environnement marin et littoral. Alger : ENSSMAL, 94 p.

## Bibliographie

---

### J

**JACQUES, G., TREGUER, P. (1986).** Ecosystème pélagiques marins. Collection d'écologie 19. Paris : Masson. 239 p.

### K

**KASSAR, A. (2011).** *Suivi de la chlorophylle et du phytoplancton dans les zones côtières algéroises : apport des mesures satellitaires à leur modélisation.* Thèse de magister. Environnement Marin et Littoral. Alger. ENSSMAL, 242 p.

**KERZABI, F. (2004).** *contribution l'étude des peuplements mezozooplanctoniques (>500 µm) du bassin algérien-campagne Mediproduct V.* Mémoire d'ingénieur. Environnement marin. Alger. ENSSMAL, p. 13-17

### L

**LACAZE, J-C. (1996).** *La pollution des mers.* France : Flammarion. 128 p.

**LECLAIRE, L. (1972).** *La sédimentologie holocène sur le versant méridional du bassin Algéro – Baléare (Précontinent algérien).* Mémoire du muséum national d'histoires naturelles, nouvelle série. Tome XXIV .Paris: Edition Du muséum .319 p.

**LE GAL, Y. (1988).** *Biochimie marine.* Paris : Masson. 28 p.

**L.E.M. (1998).** Etude de délimitation d'une zone d'extraction de sable en baie d'Alger. 22 p.

### M

**MADI, F. (2009).** *Apport du système d'information géographique (SIG) pour la modélisation de la couleur des eaux marines. (Cas : la baie d'Alger).* Mémoire d'ingénieur. Environnement marin. Alger. ENSSMAL, 82 p.

## Bibliographie

---

### R

**RAIMBAULT, P., COSTE, B., BOULAHIDJ, M. et al. (1993).** Origin of high phytoplankton concentration in deep chlorophyll maximum (DCM) in a frontal region of the Southwestern Mediterranean Sea (Algerian Current). *Deep-SeaResearch*, Vol. 40, n° 4, p. 791-804.

**RAMADE, F., (2000) :** Dictionnaire encyclopédique des pollutions. France : Ediscience International. 690 p.

**RODIER, J., COLL. (2005).** L'analyse de l'eau. 8<sup>e</sup> éd. Belgique : Dunod. p. 564,944.

**RODIER, J., Bazin, C., Broutin, J.-P et al. (2005).** L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. France : Dunod. 1384 p.

### T

**TAOUDIAT, S. (2009).** *Hydrologie et sels nutritifs dans les eaux de la baie d'Alger (Mars 2009)*. Mémoire d'ingénieur .Environnement marin. Alger. ENSSMAL, 59 p.

### Z

**ZITOUNI, R ., AINOUCHE, N. (2000).** *Paramètres physico-chimiques et sels nutritifs dans les ports d'Annaba contribution à l'étude de la pollution*. Mémoire d'ingénieur. Environnement marin. Alger : ENSSMAL, p. 4-7.

# Les paramètres physico-chimiques et les sels nutritifs dans les eaux côtières algéroises (la baie d'Alger, la baie de Bou-Ismaïl)

## Résumé

L'étude réalisée sur les sels nutritifs (nitrite, nitrate, phosphore, ammonium, silicate) à la baie d'Alger et la baie de Bou-Ismaïl à différents niveaux de profondeurs (5m, 50m, 70 m), a permis de connaître les facteurs et les raisons affectant les concentrations de nutriments chimiques, ces concentrations influent positivement ou négativement sur l'environnement marin et les ressources aquatiques en particulier.

Comme les sels nutritifs, les paramètres physico-chimiques (température, salinité, ph) sont influencés par les activités industriels, agricoles, ou naturels selon les différents profondeurs (5m, 50m, 70m) qui peuvent être réfléchies sur le milieu marin, d'après notre étude avec les données on a conclu que la masse d'eau dans les deux baies connues comme Modified Atlantique Water.

**Mots clés :** sels nutritifs, baie, concentrations, paramètres, physico-chimique, milieu marin.

## Abstracts

The study focused on nutrients (nitrite, nitrate, phosphorus, ammonium, silicate) in the Bay of Algiers, and the Bay of Bou-Ismaïl came to several levels of depth (5m, 50m, 70 m), where allowed to know the reasons and the factors affecting the levels of chemical nutrients, typically these circumstances concentrations and fisheries affect positively or negatively on the marine environment and aquatic resources in particular.

As nutritious, physicochemical parameters salts (temperature, salinity, ph) little influence by industrial, agricultural, or natural according to different depths (5, 50,70m) that can be reflected on the marine environment of our study with the data we conclude that the mass of water in the two bays known as modified Atlantic water.

**Keywords:** nutritious, bay, concentration, parameters, physicochemical, marine environment.

## ملخص

ان الدراسة المنجزة المتمحورة حول الاملاح المغذية (النيتريت، النترات، الفوسفور، الامونيوم، السيليكات) في خليج الجزائر العاصمة و بو اسماعيل جاءت على مستويات متعددة من الاعماق (5، 50، 70 متر) حيث سمحت لنا هذه الأخيرة من معرفة العوامل و الأسباب المؤثرة على تراكيز الاملاح المغذية، هاته التراكيز التي تؤثر ايجابا او سلبا على البيئة البحرية بصفة عامة و الثروة السمكية على وجه الخصوص .

كما هو الحال مع الاملاح المغذية في الوسط البحري ، فان الخصائص الفيز و كيميائية درجة الحرارة، الملوحة، درجة الحموضة التي تطرقنا اليها من خلال دراستنا هي كسابقتها تتأثر بالنشاطات الصناعية و الفلاحية او حتى الطبيعية على مختلف الاعماق (5، 50، 70 متر) منعكسة على البيئة البحرية مستنتجين من خلال هذه الدراسة و المعطيات ان كتلة الماء في كلتا الخليجين تعرف بالمياه الاطلنطيقية المعدلة.

**الكلمات المفتاحية :** الاملاح المغذية، خليج، تراكيز، الخصائص، الفيز و كيميائية، البيئة البحرية.