

المدرسة الوطنية لعلوم البحر و تهيئة الساحل

**École 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'ETUDES UNIVERSITAIRES APPLIQUEES  
(D.E.U.A.) EN SCIENCES DE LA MER**

**Option : environnement**

**Sujet :**

**Caractérisation physicochimique et sels nutritifs des eaux de la  
baie d'EL Djamila**

**Préparé par :**

KINA Hamida  
RAHAL Nadia

**Présenté à la commission de jury suivante:**

Examinatrice : M<sup>elle</sup> AIT AMEUR N  
Promoteur : M<sup>er</sup> REFES W

**-Session JUIN 2009-**

## Dédicace :

Je dédie ce mémoire :

- ✓ *A ma chère maman et mon cher papa qui m'ont donné la meilleure des éducations et surtout tout au long de ma vie et m'ont inculqué les valeurs du savoir ;*
- ✓ *A mes frères et surtout MOHAMED « je te souvient toujours » ;*
- ✓ *A ma très chère sœur et son mari et ma petite perle CHAHRAZED, « mimi » à qui je souhaite beaucoup des succès ;*
- ✓ *Ainsi que ma famille paternelle « KINA » et maternelle « AMRANI » a ma mes très chers amis qui m'ont tant apporté et tant supportés ;*
- ✓ *A mon cher promoteur : Mr REFES W.*

*HAMIDA*

## REMERCIEMENTS

*En premier lieu, nous remercions Dieu pour sa clémence et nous donnons le courage, la volonté et surtout la suite pour réaliser ce modeste travail.*

*Nous tenons à remercier vivement Mr REFES qui a accepté d'encadrer ce présent travail, pour sa présence continue, son aide, ses recommandations.*

*On voudra également remercier ;*

*Mlle AI T AMEUR. . de nous avoir accepté d'examiner ce travail et dont les critiques nous serviront sûrement plus tard.*

*Mer LOURGUIOUI.H pour nous avoir éclairés sur certains points sur les données.*

## *Dedication*

*I dedicate this modest work:*

- ✓ *To the memory of my dear father.*
- ✓ *To my dear mother who was always putting me on my mettle to fulfill this work.*
- ✓ *To my brothers FERHAT and AMAR.*
- ✓ *To my sisters SAI DA, DJOUJOU, SOUSOU and specially YASMINA.*
- ✓ *To all my friends.*

*NADIA*

## La liste des tableaux et des figures

### Les figures

**Figure 1.1** : situation géographique de la baie d'EL Djamila

**Figure 1.2** : Localisation des stations de prélèvements dans la baie d'EL Djamila (Novembre et Décembre 2008)

**Figure 1.3** : Localisation des stations de prélèvements dans la baie d'EL Djamila (Janvier 2009)

**Figure 1.4** : Bouteille de prélèvement à clapets de type « Van Dom »

**Figure 1.5** : Oxymètre de terrain (Oxi 197)

**Figure 1.6** : Conductimètre de terrain (CON 197)

**Figure 1.7** : pH mètre (pH/mv mètre 197)

**Figure 1.8** : pompe sous vide

**Figure 1.10.** Courbe d'étalonnage de l'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ )

**Figure 1.11.** Courbe d'étalonnage du phosphate ( $\text{PO}_4^{3-}$ ).

**Figure 1.12.** Courbe d'étalonnage des silicates ( $\text{Si}(\text{OH})_4$ ).

**Figure 1.13.** Courbe d'étalonnage des nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ).

**Figure 2.1.1.** Répartition ponctuelle des températures ( $^{\circ}\text{C}$ ) des eaux de surface de la baie d'EL Djamila (Novembre et Décembre 2008).

**Figure 2.1.2.** Répartition ponctuelle des températures ( $^{\circ}\text{C}$ ) des eaux de fond de la baie d'ELDjamila (Novembre et Décembre 2008).

**Figure 2.1.3.** Répartition ponctuelle des températures ( $^{\circ}\text{C}$ ) des eaux de surface de la baie d'EL Djamila (Janvier 2009).

**Figure 2.1.4.** Répartition ponctuelle des températures ( $^{\circ}\text{C}$ ) des eaux de fond de la baie d'ELDjamila (Janvier 2009)

**Figure 2.2.1.** Répartition ponctuelle des salinités des eaux de surface de la baie d'ELDjamila (Novembre et Décembre 2008).

**Figure 2.2.2.** Répartition ponctuelle des salinités des eaux de fond de la baie d'ELDjamila (Novembre et Décembre 2008).

**Figure 2.2.3.** Répartition ponctuelle des salinités des eaux de surface de la baie d'EL Djamila (Janvier 2009).

**Figure 2.2.4.** Répartition ponctuelle des salinités des eaux de fond de la baie d'EL Djamilia (Janvier 2009).

**Figure 2.3.1.** Répartition ponctuelle du taux de saturation en oxygène dissous (%) des eaux de surface de la baie d'EL Djamilia (Novembre et Décembre 2008).

**Figure 2.3.2.** Répartition ponctuelle de taux d'oxygène dissous (%) des eaux de fond de la baie d'EL Djamilia (Novembre et Décembre 2008).

**Figure 2.3.3.** Répartition ponctuelle de saturation en oxygène dissous (%) des eaux de surface de la baie d'EL Djamilia (janvier 2009).

**Figure 2.3.4.** Répartition ponctuelle de saturation en oxygène dissous (%) des eaux de fond de la baie d'EL Djamilia (janvier 2009).

**Figure 2.4.1.** Répartition ponctuelle des pH des eaux de surface de la baie d'EL Djamilia (Novembre et Décembre 2008).

**Figure 2.4.2.** Répartition ponctuelle des pH des eaux de fond de la baie d'EL Djamilia (Novembre et Décembre 2008).

**Figure 2.4.3.** Répartition ponctuelle des pH des eaux de surface de la baie d'EL Djamilia (Janvier 2009).

**Figure 2.4.4.** Répartition ponctuelle des pH des eaux de fond de la baie d'EL Djamilia (Janvier 2009).

**Figure 2.5.1.** Répartition ponctuelle des teneurs en matière en suspension (mg/l) des eaux de surface de la baie d'EL Djamilia (Novembre et Décembre 2008).

**Figure 2.5.2.** Répartition ponctuelle des teneurs en matière en suspension (mg/l) des eaux de fond de la baie d'EL Djamilia (Novembre et Décembre 2008).

**Figure 2.5.3.** Répartition ponctuelle des teneurs en matière en suspension (mg/l) des eaux de surface de la baie d'EL Djamilia (Janvier 2009).

**Figure 2.5.4.** Répartition ponctuelle des teneurs en matière en suspension (mg/l) des eaux de fond de la baie d'EL Djamilia (Janvier 2009).

**Figure 2.6.1.** Répartition ponctuelle de la matière organique et inorganique particulières (mg/l) des eaux de surface de la baie d'EL Djamilia (Janvier 2009).

**Figure 2.6.2.** Répartition ponctuelle de la matière organique et inorganique particulières (mg/l) des eaux de fond de la baie d'EL Djamilia (Janvier 2009).

**Figure 2.7.1.** Répartition ponctuelle des teneurs en chlorophylle-a ( $\text{mg/m}^3$ ) des eaux de surface de la baie d'EL Djamilia (Novembre et Décembre 2008).

**Figure 2.7.2.** Répartition ponctuelle des teneurs en chlorophylle-a ( $\text{mg/m}^3$ ) des eaux de fond de la baie d'EL Djamilia (Novembre et Décembre 2008).

**Figure 2.7.3.** Répartition des teneurs en chlorophylle-a ( $\text{mg/m}^3$ ) des eaux de surface de la baie d'EL Djamila (Janvier 2009).

**Figure 2.7.4.** Répartition des teneurs en chlorophylle-a ( $\text{mg/m}^3$ ) des eaux de fond de la baie d'EL Djamila (Janvier 2009).

**Figure 2.8.1.** Répartition ponctuelle teneurs en sels nutritifs ( $\mu\text{mol/l}$ ) des eaux de surface de la baie d'EL Djamila (Novembre et Décembre 2008).

**Figure 2.8.2.** Répartition ponctuelle teneurs en sels nutritifs ( $\mu\text{mol/l}$ ) des eaux de fond de la baie d'EL Djamila (Novembre et Décembre 2008).

**Figure 2.8.3.** Répartition ponctuelle des teneurs en sels nutritifs ( $\mu\text{mol/l}$ ) des eaux de surface de la baie d'EL Djamila (Janvier 2009).

**Figure 2.8.4.** Répartition ponctuelle des teneurs en sels nutritifs ( $\mu\text{mol/l}$ ) des eaux de fond de la baie d'EL Djamila (Janvier 2009).

## Les tableaux

**Tableau 1.1 :** Les coordonnées géographiques des stations échantillonnées en Novembre et Décembre 2008 ;

**Tableau 1.2 :** Les coordonnées géographiques des stations échantillonnées en Janvier 2009 ;

**Tableau 2.1.1 :** les valeurs minimales, maximales et moyennes des températures enregistrées dans la baie d'EL Djamila (Novembre et Décembre 2008).

**Tableau 2.1.2 :** Les valeurs minimales, maximales et moyennes des températures enregistrées dans la baie d'EL Djamila (Janvier 2009).

**Tableau 2.2.1:** les valeurs minimales, maximales et moyennes des salinités enregistrées dans la baie d'EL Djamila (Novembre et Décembre 2008).

**Tableau 2.2.2 :** les valeurs minimales, maximales et moyennes des salinités enregistrées dans la baie d'EL Djamila (Janvier 2009).

**Tableau 2.3.1 :** les valeurs minimales, maximales et moyennes en oxygène dissous ( $\text{mg/l}$ ) enregistrées dans la baie d'EL Djamila (Novembre et Décembre 2008).

**Tableau 2.3.2 :** les valeurs minimales, maximales et moyennes de saturation en oxygène dissous (%) enregistrées dans la baie d'EL Djamila (Novembre et Décembre 2008).

**Tableau 2.3.3 :** les valeurs minimales, maximales et moyennes en oxygène dissous ( $\text{mg/l}$ ) enregistrées dans la baie d'EL Djamila (Janvier 2009).

**Tableau 2.3.4** : les valeurs minimales, maximales et moyennes de saturation en oxygène dissous (%) enregistrées dans la baie d'EL Djamilia (Janvier 2009).

**Tableau 2.4.1** : les valeurs minimales, maximales et moyennes des pH enregistrées dans la baie d'EL Djamilia (Novembre et Décembre 2008).

**Tableau 2.4.2** : les valeurs minimales, maximales et moyennes des pH enregistrées dans la baie d'EL Djamilia (Janvier 2009).

**Tableau 2.5.1** : les valeurs minimales, maximales et moyennes des teneurs en matière en suspension (mg/l) enregistrées dans la baie d'EL Djamilia (Novembre et Décembre 2008).

**Tableau 2.5.2** : les valeurs minimales, maximales et moyennes des teneurs en matière en suspension (mg/l) enregistrées dans la baie d'EL Djamilia (Janvier 2009).

**Tableau 2.7.1** : les valeurs minimales, maximales et moyennes de la chlorophylle-a ( $\text{mg/m}^3$ ) enregistrées dans la baie d'EL Djamilia (Novembre et Décembre 2008).

**Tableau 2.7.2** : les valeurs minimales, maximales et moyennes de la chlorophylle-a ( $\text{mg/m}^3$ ) enregistrées dans la baie d'EL Djamilia (Janvier 2009).

**Tableau 2.8.1.1** : Les teneurs minimales, maximales et moyennes en azote ammoniacal ( $\mu\text{mol/l}$ ) enregistrées dans la d'EL Djamilia (Novembre et Décembre 2008).

**Tableau 2.8.1.2** : Les teneurs minimales, maximales et moyennes en azote ammoniacal ( $\mu\text{mol/l}$ ) enregistrées dans la d'EL Djamilia (Janvier 2009).

**Tableau 2.8.2.1** : Les teneurs minimales, maximales et moyennes en nitrites ( $\mu\text{mol/l}$ ) enregistrées dans la baie d'EL Djamilia (Novembre et Décembre 2008).

**Tableau 2.8.2.2** : Les teneurs minimales, maximales et moyennes en nitrites ( $\mu\text{mol/l}$ ) enregistrées dans la baie d'EL Djamilia (Janvier 2009).

**Tableau 2.8.3.1** : Les teneurs minimales, maximales et moyennes en nitrates ( $\mu\text{mol/l}$ ) enregistrées dans la baie d'EL Djamilia (Novembre et Décembre 2008).

**Tableau 2.8.3.2** : Les teneurs minimales, maximales et moyennes en nitrates ( $\mu\text{mol/l}$ ) enregistrées dans la baie d'EL Djamilia (Janvier 2009).

**Tableau 2.8.4.1** : Les teneurs minimales, maximales et moyennes en nitrites ( $\mu\text{mol/l}$ ) enregistrées dans la baie d'EL Djamilia (Novembre et Décembre 2008).

**Tableau 2.8.4.2** : Les teneurs minimales, maximales et moyennes en nitrites ( $\mu\text{mol/l}$ ) enregistrées dans la baie d'EL Djamilia (Novembre et Décembre 2008).

**Tableau 2.8.5.1** : les valeurs minimales, maximales et moyennes des orthophosphates ( $\mu\text{mol/l}$ ) enregistrées dans la baie d'EL Djamilia (Décembre et Novembre 2008)

# Sommaire

## Introduction

<b>Chapitre I : Matériel et méthodes</b> .....	1
<b>1. Situation géographique de la zone d'étude</b> .....	1
<b>2. Travaux en mer</b> .....	2
<b>2.1. Echantillonnage</b> .....	2
<b>2.1.1. Choix et localisation des stations</b> .....	2
<b>2.1.2. Matériel de prélèvement</b> .....	6
<b>2.1.3. Méthodologie</b> .....	7
<b>2.2. Méthodes d'analyses</b> .....	7
<b>2.2.1. Analyses des paramètres physico-chimiques</b> .....	7
<b>a. La température et l'oxygène dissous</b> .....	7
<b>b. la salinité</b> .....	8
<b>c. Potentiel hydrogène (pH)</b> .....	8
<b>3. Travaux au laboratoire</b> .....	9
<b>3.1. Analyses chimiques</b> .....	9
<b>3.1.1. La matière en suspension</b> .....	9
<b>3.1.2. La matière organique particulaire (MOP) et la matière inorganique particulaire (MIP)</b> .....	12
<b>3.1.3. La chlorophylle-a et les phéopigments-a</b> .....	12
<b>3.1.4. Les sels nutritifs</b> .....	14
<b>a. L'azote ammoniacal (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)</b> .....	14
<b>b. Les nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)</b> .....	15
<b>c. Les nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)</b> .....	15
<b>d. Les silicates (SiO<sub>2</sub><sup>-</sup>)</b> .....	18
<b>e. Les ortho phosphates (PO<sub>4</sub><sup>-</sup>)</b> .....	18

# Sommaire

<b>Chapitre II : Résultats et interprétations.....</b>	<b>22</b>
1. La température.....	22
2. La salinité .....	26
3. L'oxygène dissous.....	30
4. Le potentiel Hydrogène.....	35
5. La matière en suspension.....	39
6. La chlorophylle a et les pheopigments-a.....	46
7. Les sels nutritifs.....	50
7.1 L'azote ammoniacal.....	50
7.2 Les nitrites.....	51
7.3 Les nitrates.....	53
7.4 Les silicates.....	55
7.5 Les ortho phosphates.....	56
<b>Conclusion</b>	
<b>Bibliographie</b>	
<b>Annexes</b>	

### INTRODUCTION :

**L**e milieu marin est à la fois le témoin et l'acteur de l'histoire de la planète, et sa composition chimique résume et intègre toute la complexité des processus de son évolution.

La pollution de ce milieu est l'un des problèmes actuels et majeurs de l'environnement, ce qui a fait écrire que «le temps des rivières est fini, celui des égouts commence ». [RODIER et COLL, 1996]

Selon la convention des Nations Unies sur le droit de la mer de 1982, cette pollution est définie comme une introduction directe ou indirecte par l'homme de substance ou d'énergie dans le milieu marin y compris les estuaires, lorsqu'elle a ou peut avoir des effets nuisibles tels que les dommages aux ressources biologiques à la faune et flore marine, risque pour la santé de l'homme, entrave aux activités maritimes y compris la pêche et les autres utilisations légitimes de la mer, altération de la qualité de l'eau de mer du point de vue de son utilisation et dégradation des valeurs d'agréments.

Le littoral algérien qui est considéré comme une ouverture sur la Méditerranée et un lien d'échanges commerciaux et culturels, il se caractérise par une concentration de la population, des activités industrielles, agricoles, touristiques et maritimes.

Il apparaît comme le réceptacle de tous les polluants d'origines anthropiques fertilisantes et toxiques, il entraîne par la suite des modifications considérables de la structure et du fonctionnement des écosystèmes. [SAMARI, 2008]

Ce littoral est aussi caractérisé par plusieurs baies et dans ce cadre le présent mémoire s'intéresse à l'étude et à la caractérisation physico-chimiques des eaux de la Baie d'EL Djamila, dans le but de :

- ✓ Connaitre la qualité physico-chimique.
- ✓ Connaitre la concentration de différents constituants (Nitrate ; Nitrite ; Ammonium ; Silicates ; Phosphates).

Pour la réalisation de ce travail, nous avons suivi les démarches suivantes :

- **Chapitre I :** il contient les protocoles et les méthodes d'analyses aussi bien sur le terrain qu'en laboratoire.
- **Chapitre II :** il est consacré aux résultats et discussions, ce chapitre est suivi d'une conclusion générale.

## I- Matériel et méthodes :

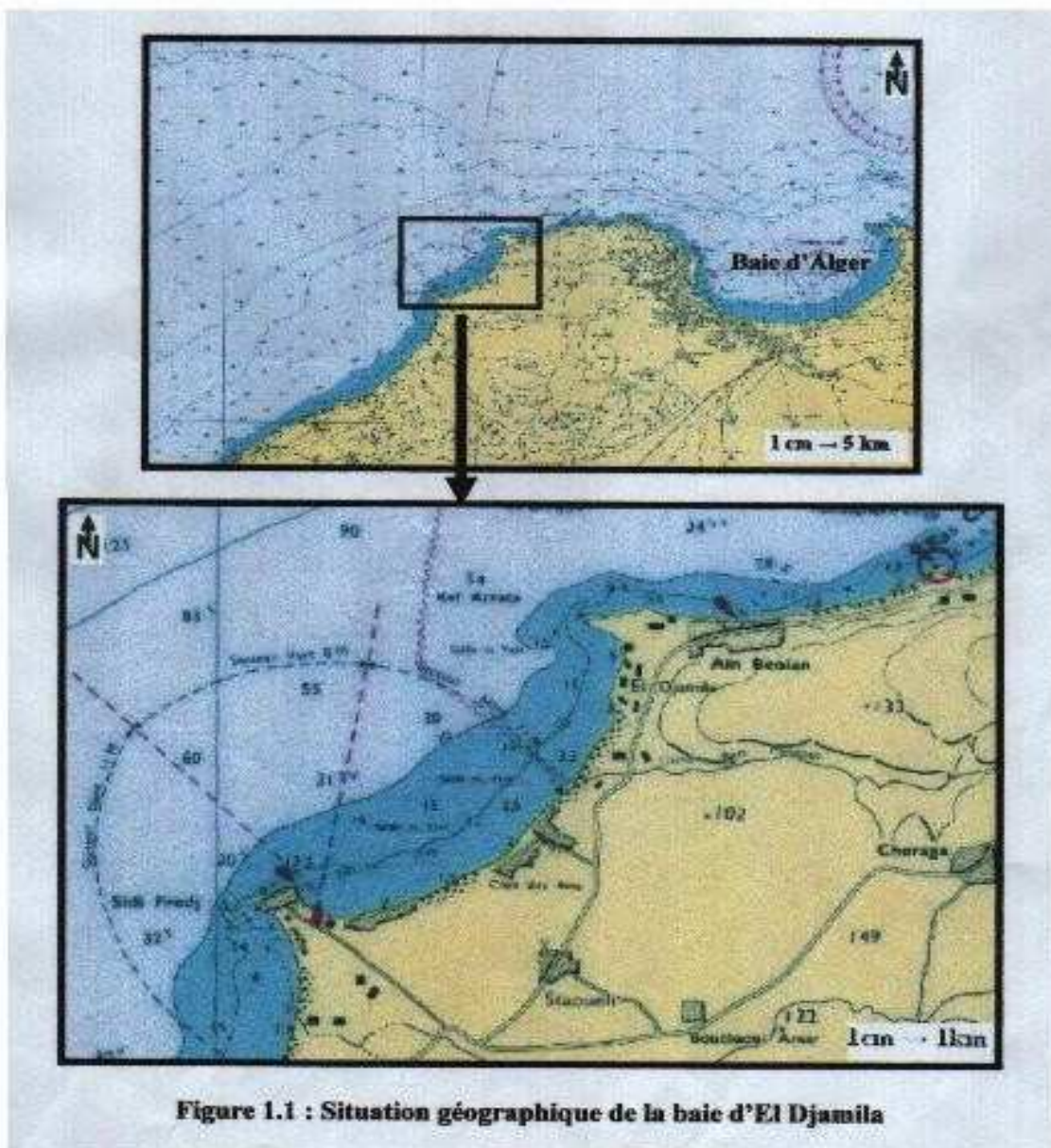
### 1. Situation géographique de la zone d'étude

La baie d'EL Djamila se situe à une trentaine de kilomètres à l'ouest d'ALGER, elle représente le quart oriental de la baie de BOU ISMAIL. C'est une baie relativement fermée limitée du côté Ouest par la presqu'île de Sidi Fredj et du côté Est par Ras Acrata (Figure 1.1). [BELLAHSENE et MESSAOUDI, 2005].

Elle a presque 6km de côte qui est sableuse basse dont le rivage est orienté Sud Ouest-Nord Est, ses coordonnées géographiques sont :

2°50'54.744'' Est et 36°45'43.092'' (port de Sidi Fredj).

2°53'42.792'' Est et 36°48'9.796'' (Ras Acrata). [AL SID CHIKH et LAINSER, 2007].



## 2. Les Travaux en mer

Les travaux à la mer consistent à effectuer la mesure directe à l'aide de sondes **in situ** ; et le prélèvement d'eau en vue d'analyses ultérieures. [AMINOT et KEROUEL, 2004]

### 2.1. Echantillonnage

La sortie d'échantillonnage a été effectuée à bord de l'embarcation « EL AURES » dans des conditions météorologiques favorables (un temps ensoleillé et une mer calme)

#### 2.1.1. Choix et localisation des stations

Le plan d'échantillonnage s'attache à décrire au niveau de l'ensemble de la masse d'eau par des prélèvements répartis sur plusieurs stations du site.

Nos prélèvements ont été répartis sur 63 stations, allant du port de Sidi Fredj à celui Ain Bénian (tableau 1.1). Et pour ça les sorties sont organisées comme suit ;

- La première série qui contient 37 échantillons, 19 stations obtenues en surface et 18 stations au fond :

Le 11 et le 12 novembre 2008 on a prélevé 24 échantillons.

Le 23 décembre on a prélevé 13 échantillons.

- La deuxième série contient 26 échantillons qui sont prélevés le 13 et 14 Janvier 2009 .13 stations obtenues en surface et 13 stations au fond.

Les coordonnées géographiques de différentes stations d'échantillonnage sont résumées dans les tableaux suivants :

Tableau 1.1 : Les coordonnées géographiques des stations échantillonnées en Novembre et Décembre 2008 ;

Date	Stations	Coordonnées	Profondeurs (m)	Date	Stations	cordonnées	Profondeurs (m)	
11-12/ 11/2008	1	N 36°46,496 E 002°51,460	10,5	11-12/11/2008	20	N 36°45,817 E 002°50,931	3	
	2	N 36°46,543 E 002°51,490	16,1		21	N 36°45,794 E 002°50,878	2,4	
	3	N 36°46,292 E 002°52,114	10,1		22	N 36°45,794 E 002°50,892	3,5	
	4	N 36°46,294 E 002°52,130	11,3		23	N 36°45,829 E 002°50,845	2,4	
	5	N 36°46,161 E 002°52,357	5,8		24	N 36°45,873 E 002°50,899	4,2	
	6	N 36°46,169 E 002°52,371	5,9		25	N 36°45,869 E 002°50,902	4,2	
	8	N 36°45,942 E 002°51,966	5,4	23/12/2008	27	N 36°45,842 E 002°50,920	3,2	
	9	N 36°46,176 E 002°51,640	10,2		28	N 36°46,496 E 002°51,460	15,5	
	10	N 36°46,181 E 002°51,659	10,5		29	N 36°46,543 E 002°51,490	10,1	
	11	N 36°46,480 E 002°51,230	10,9		30	N 36°46,292 E 002°52,114	16,1	
	12	N 36°46,496 E 002°51,255	15,9		31	N 36°46,294 E 002°52,130	7,8	
	13	N 36°46,492 E 002°51,091	13,1		32	N 36°46,161 E 002°52,357	9,8	
	14	N 36°46,494 E 002°51,118	18		33	N 36°46,169 E 002°52,371	5,9	
	15	N 36°46,138 E 002°51,143	10		34	N 36°45,935 E 002°51,946	6,3	
	16	N 36°46,132 E 002°51,172	12		35	N 36°45,942 E 002°51,966	5,4	
	17	N 36°45,780 E 002°50,987	3,1		36	N 36°46,176 E 002°51,640	10,2	
	18	N 36°45,780 E 002°51,007	4,5		37	N 36°46,181 E 002°51,659	10	
	19	N 36°45,824 E 002°50,916	2,7					

Tableau 1.2 : Les coordonnées géographiques des stations échantillonnées en Janvier 2009 ;

Date	Stations	cordonnées	Profondeur (m)
13-14/01/2009	1	N 36°46,496 E 002°51,460	10,5
	2	N 36°46,543 E 002°51,490	16.1
	3	N 36°46,292 E 002°52,114	7.1
	4	N 36°46,294 E 002°52,130	9.8
	5	N 36°46,161 E 002°52,357	5.8
	6	N 36°46,169 E 002°52,371	5.9
	7	N 36°45,935 E 002°51,946	5.3
	8	N 36°45,942 E 002°51,966	8.4
	9	N 36°46,176 E 002°51,640	8.2
	10	N 36°46,181 E 002°51,659	10,3
	11	N 36°46,480 E 002°51,230	10.9
	12	N 36°46,496 E 002°51,255	15.9
	13	N 36°46,492 E 002°51,091	16.1
	14	N 36°46,494 E 002°51,118	18
	15	N 36°46,138 E 002°51,143	6
	16	N 36°46,132 E 002°51,172	10.03
	17	N 36°45,780 E 002°50,987	3.1
	18	N 36°45,780 E 002°51,007	4.5
	19	N 36°45,824 E 002°50,916	2.7
	20	N 36°45,817 E 002°50,931	4
	21	N 36°45,794 E 002°50,878	2.4
	22	N 36°45,794 E 002°50,892	3.5
	23	N 36°45,829 E 002°50,845	2.4
	24	N 36°45,873 E 002°50,899	4.2
	25	N 36°45,869 E 002°50,902	4.2
	26	N 36°45,842 E 002°50,920	5.2

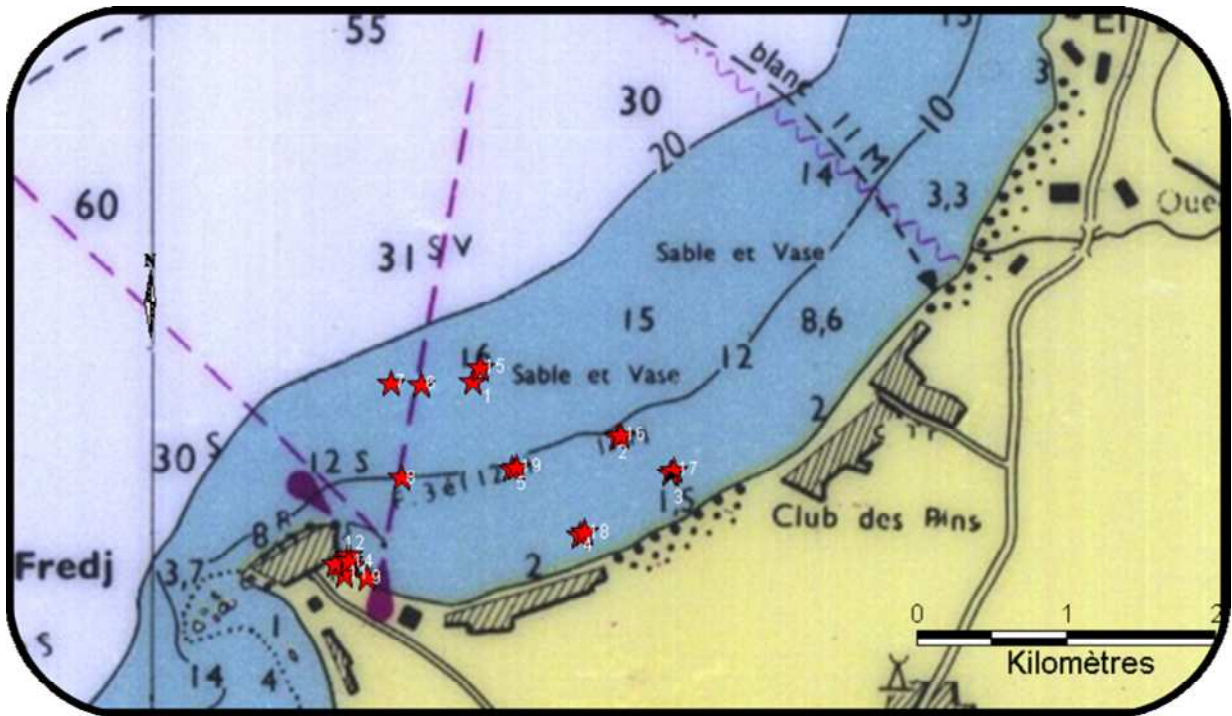


Figure 1.2 : Localisation des stations de prélèvements dans la baie d'EL Djamila (Novembre et Décembre 2008)

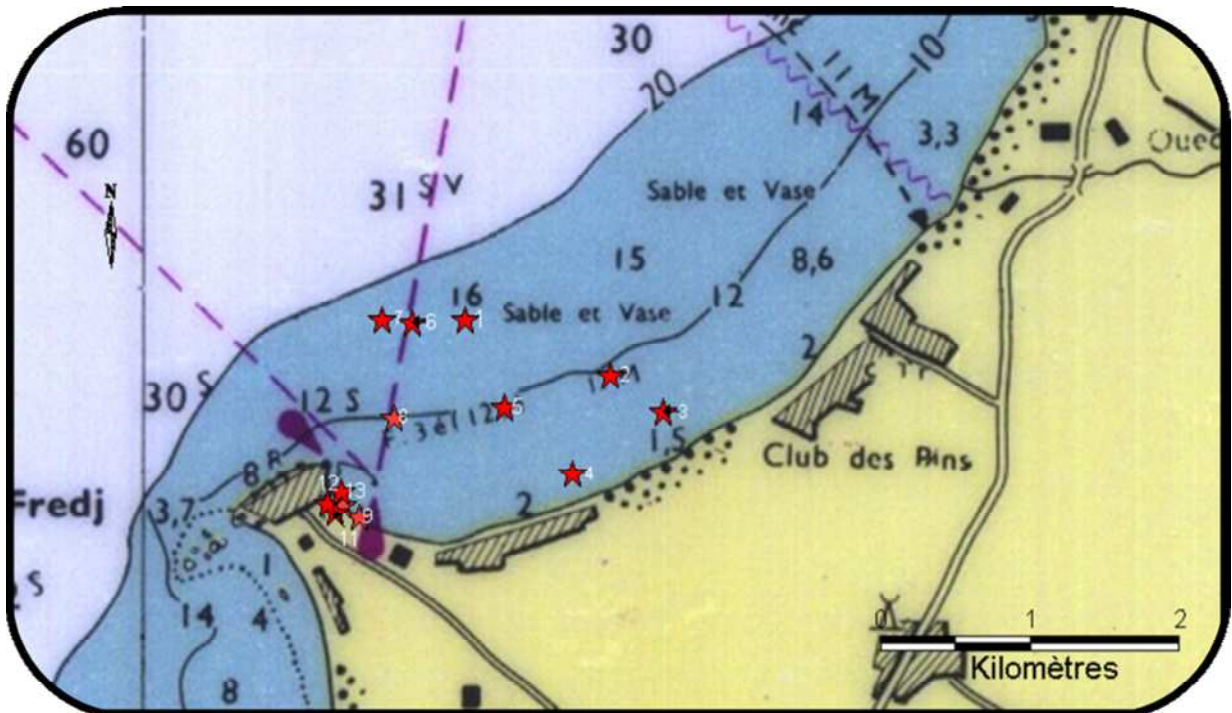


Figure 1.3 : Localisation des stations de prélèvements dans la baie d'EL Djamila (Janvier 2009)

### 2.1.2. Matériel de prélèvement

Les prélèvements d'eau de mer ont été réalisés à l'aide d'une bouteille de prélèvement à clapets de type « Van Dom » d'une capacité de 2.8 litres (**figure 1.4**), placée sur le câble, constituée d'un cylindre ouvert aux deux extrémités, que l'on descend à la profondeur requise et que l'on ferme à distance par le déclenchement d'un mécanisme sous le choc d'un messenger que l'on laisse coulisser le long du câble [**AMINOT et CHAUSSEPIED, 1983**].

La bouteille est, ensuite, remontée à bord pour le remplissage des échantillons dans des bouteilles en verre opaque.



**Figure 1.4 : Bouteille de prélèvement à clapets de type « Van Dorn»**

### 2.1.3. Méthodologie

Pour toutes les stations, deux prélèvements ont été effectués : l'un en surface et l'autre en profondeur. (les numéros impaires : 1, 3, 5, 7, 9...en surface et les numéros pairs : 2, 4, 6, 8.....au fond).

Chaque bouteille a été étiquetée puis rincée avant remplissage. La température, l'oxygène dissous, la salinité et le pH ont été mesurés in situ à l'aide d'appareillages de terrain (Oxymètre, Conductimètre et le pH mètre). Les échantillons ont été conservés et transportés au niveau du laboratoire de l'ISMAL (Sidi Fredj) pour l'analyse ultérieure des autres paramètres.

## 3. METHODES D'ANALYSES

### 3.1. Analyses des paramètres physico-chimiques

Les paramètres physico-chimiques sont les caractéristiques spécifiques des eaux marines dont les principaux sont la température, l'oxygène dissous, la salinité et le pH. Ils varient en fonction des latitudes et des longitudes, des saisons et de la profondeur. [SEKHARA, 2007]

#### a. La température et l'oxygène dissous

La détermination de ces deux paramètres s'est faite **in situ** En utilisant un Oxymètre de terrain de type. [OXI 197]. (Figure 1.5). Qui est muni d'une sonde électrolytique que l'on plonge dans l'eau de mer prélevée et qui nous permet de mesurer la teneur en oxygène dissous en mg/l, ainsi que la température en °C, avec une précision de  $\pm 0,5\%$  lecture. [AMINOT et CHAUSSEPIED, 1983]

La solubilité de l'oxygène dans l'eau est déterminée à l'aide d'une table (Annexe 6) et le pourcentage de saturation calculé selon la formule suivante ;

$$\%O_2 = (\text{concentration mesurée/solubilité}) * 100.$$



Figure 1.5 : Oxymètre de terrain (Oxi 197)

## b. Salinité

Pour la mesure de la salinité on a utilisé un conductimètre de terrain (CON 197) d'une précision de  $\pm 0,5\%$  mesure (**Figure.1.6**)

Avant d'effectuer les mêmes mesures, on calibre tout d'abord l'appareil. La sonde du conductimètre est plongée dans l'échantillon et la valeur indiquée sur l'afficheur est notée sans oublier de soustraire ou de rajouter la valeur issue de calibrage avec l'eau normale.

Après chaque mesure, la sonde est rincée avec de l'eau distillée pour éviter, toute contamination des échantillons.



Figure 1.6 : Conductimètre de terrain (CON 197)

## c. Potentiel Hydrogène

Ce paramètre est mesuré **in situ**, a utilisant un pH mètre de terrain de type (pH/mv mètre 197), d'une précision de  $\pm 0,01$  pH (**Figure 1.7**)

Le calibrage de l'appareil est effectué avant la série de mesure, après le calibrage, on procède à la mesure du pH pour chaque échantillon d'eau de mer prélevé, l'électrode en verre est rincée à l'eau distillée, essuyée et plongée dans la bouteille de prélèvement.



Figure 1.7 : pH mètre (pH/mv mètre 197)

### 3. Les travaux au laboratoire

Il s'agit de la mesure de la matière en suspension, de la matière organique, ainsi que de l'analyse des sels nutritifs dissous (nitrite, nitrate, l'ammonium, le phosphate et le silicate).

#### 3.1. Analyses chimiques

##### 3.1.1. La matière en suspension (MES) :

##### Protocole de dosage

- **Principe de la méthode**

La méthode consiste à décongeler les échantillons (une nuit complète à l'obscurité, puis les filtres sur une membrane filtrante afin de retenir toute les particules supérieures à 0,45 $\mu$ m.

La membrane est séchée et pesée avant et après filtration, la différence de poids de la membrane permet de connaître le poids de la matière en suspension dans le volume d'eau filtré correspondant.

- **Appareillage et matériel utilisé**

- une pompe sous vide et un système de filtration.
- une étuve.
- une balance de précision de 0,0001g (modèle ABS-120-4)
- des filtres wattman GF/F (de 0,45 $\mu$ m de porosité).
- autres accessoires ; boîtes de Pétri, pince ...etc

- **Mode opératoire**

**Préparation des filtres ;**

- . Placer les filtres dans les boîtes de Pétri en plastique, numérotées à l'étuve à 80°C pendant deux heures
- . Laisser refroidir au dessiccateur.
- . Peser chaque filtre seul puis remplacer aussitôt dans la boîte à l'abri de la poussière (soit p1 son premier poids).

**Filtration ;**

- . Homogénéiser l'échantillon en agitant énergiquement avant la filtration.
- . La valeur de l'échantillon filtré doit être supérieure à 100ml pour qu'il soit représentatif, et pour nos analyses nous avons filtrés 250ml d'eau de mer pour chaque prélèvement.
- . Placer un filtre et le centrer dans le dispositif de filtration (pompe sous vide) (**figure 1.8**)
- . Verser l'échantillon progressivement sur le filtre
- . Rincer le filtre à l'eau distillée. (5 à 10ml).
- . Retirer l'entonnoir de filtration puis récupérer avec une pince et remettre chaque filtre dans sa boîte numérotée.



**Figure 1.8 : pompe sous vide**

### *Séchage et pesée des filtres ;*

- . Mettre les boites contenant les filtres à l'étuve, sans le couvercle à 80°C pendant deux heures pour la déshydratation (l'étuve doit être exempte de poussières).
- . Laisser refroidir au dessiccateur.
- . Peser chaque filtre (soit P<sub>2</sub> son nouveau poids).

- **Calcul et expression des résultats**

Soit ;

-P<sub>1</sub> : poids du filtre avant filtration (mg).

-P<sub>2</sub> : poids du filtre après filtration (mg).

-V : volume filtré (l).

La concentration des MES s'obtient par l'expression suivante :

$$[\text{MES}] \text{ mg/l} = (P_2 - P_1) / V$$

### **3.1.2. La matière inorganique particulaire (MIP) et Matière organique particulaire (MOP)**

Après pesage, les filtres de MES sont placés dans des creusets, ces derniers sont placés dans le four à moufle (Modèle MIHM. VOGI type KMN) à 600°C pendant deux heures

On obtient deux mesures ;

- ✓ La première est le poids du creuset vide.
- ✓ La deuxième est celle du creuset avec filtre après calcination P<sub>2</sub>.

### **Protocole de mesure**

- . Retirer les creusets puis les laisser refroidir dans le dessiccateur.
- . Peser les creusets avec les filtres à l'intérieur. On obtient à ce moment P<sub>3</sub> en mg
- . Retirer les filtres des creusets, puis peser ces derniers vides. Le nouveau poids obtenu sera P<sub>4</sub> en mg.

Le poids du filtre P<sub>5</sub> après calcination est obtenu à partir de l'expression :

$$P_3 - P_4 = P_5 \text{ en (mg)}$$

La matière organique particulaire (MOP), se déduira par l'expression :

$$(P_2 - P_5) * 100 / P_2 (\%)$$

Le MIP est obtenu par l'expression :

$$MIP = MES - MOP$$

### Remarque :

Les résultats de l'analyse de la matière organique particulaire et de la matière inorganique particulaire sont inexploitable, donc on ne peut pas les mettre dans ce mémoire.

### 3.1.3. La chlorophylle-a et les phéopigments-a

#### Protocole de dosages

Selon [AMINOT et KHEROUEL, 2004]. La chlorophylle-a mesurée par la méthode spectrophotomètre monochromatique de LORENZEN, 1983

- **Principe de la méthode : [AMINOT et CHAUSSEPIED, 1983]**

Après filtration d'un certain volume d'eau de mer pour concentrer le matériel particulaire, le filtre est immergé dans un solvant (acétone), qui assure l'extraction des pigments chlorophylliens, puis l'absorbance de l'extrait est mesurée à une ou plusieurs longueurs d'ondes, avant et après acidification pour rechercher les formes dégradées.

- **Appareillage et matériel utilisé**

Une pompe sous vide et un système de filtration.

Un spectrophotomètre.

Des filtres wattman.

Des tubes en polypropylène (de 10 à 15ml)

- **Mode opératoire**

Filtrer 250ml de chaque échantillon par la pompe sous vide en utilisant les filtres de wattman GF/F (0,45µm de porosité)

Rincer avec un peu d'eau de mer fraîchement filtrée, pour rassembler toutes les particules sur le filtre.

Maître les filtres dans des tubes et ajouter 10ml d'acétone à 90% (90/10 acétone /eau).

Envelopper les tubes avec papier aluminium pour garder les filtres à l'abri de la lumière.

Maître les tubes dans le réfrigérateur pendant 24h à 4°C.

Mesurer les absorbances brutes dans une cuve de 1cm de trajet optique à l'aide d'un spectrophotomètre (Marque CECIL, type CE 1021. séries 10000) selon la méthode de LORENZEN à deux longueurs d'onde ; 665 et 750µm. dans un premier temps sans acidification, puis en deuxième lieu avec acidification (Acide chlorhydrique à 0.3mol/l, soit 25ml d'HCL pour 1000ml d'eau distillée) pour obtenir la mesure des phéopigments-a.

Deux autres mesures d'absorbance ont été réalisées :

- ✓ Mesure de l'absorbance de blanc de cuve qui a été obtenu par la mesure de l'absorbance de la paroi de la cuve avec de l'acétone.
- ✓ Mesure de l'absorbance de blanc de filtre (Acétone à 90%) avec filtre avant et après acidification.

### • Calcul et expression des résultats

$$\text{Chlorophylle-a (mg/m}^3\text{)} = 40, 1. (A_{665}^{\text{na}} - A_{665}^{\text{a}}).v/V.I$$

$$\text{Phéopigments-a (mg/m}^3\text{)} = 40, 1. (1,5A_{665a} - A_{665na}).v/V.I$$

Avec:

V: volume d'eau filtrer (l);

v : volume d'acétone (ml) ;

I : longueur du chemin optique de la cuve de mesure, (=1cm).

ET :

$Ab_{665}^{\text{na}}$  : absorbance à 665µm avant acidification.

$Ab_{665}^{\text{a}}$  : absorbance à 665µm après acidification.

$Ab_{750}^{\text{na}}$  : absorbance à 750µm avant acidification.

$Ab_{750}^{\text{a}}$  : absorbance à 750µm après acidification.

### 3.1.4. Les sels nutritifs

Les sels nutritifs sont des descripteurs hydrologiques indispensables à l'étude ou la caractérisation d'un écosystème marin. Ils correspondent essentiellement au nitrite, nitrate, l'ammonium, le phosphate et le silicate. [AMINOT et KEROUEL, 2004].

### • Principe général et étapes de dosages

- L'eau prélevée est filtrée à l'aide d'un filtre de 1000µm puis congelée et stockée jusqu'au jour des analyses
- Les protocoles de dosages sont ceux de [AMINOT et CHAUSSEPIED, 1983].
- Le spectrophotomètre utilisé est le même que celui utilisé pour le dosage de la chlorophylle-a.
- Les réactifs pour les dosages ont été préparés une seule fois et cela au début de l'analyse des sels nutritifs et de leurs gamme étalons (Annexes : réactifs).

### a. L'azote ammoniacal :

#### Protocole de dosage

- **Mode opératoire :**

- Prendre  $100 \pm 5$  ml d'eau de l'échantillon ;
- Ajouter 3,0ml du réactif 1(Annexe 1) ;
- Boucher et agiter pour bien homogénéiser ;
- Ajouter sans attendre 3,0ml du réactif 2 (Annexe 1);
- Boucher et agiter à nouveau ;
- Placer immédiatement à l'abri de la lumière pendant 6 à 8 heures (ou mieux pendant une nuit) à température ambiante
- Mesurer l'absorbance au spectrophotomètre à 665µm par rapport au blanc de cuve (eau distillée), au blanc de l'échantillon (eau de mer) et au blanc de réactif (mélanger 50ml de réactif 1 plus 50ml de réactif 2)

- **Préparation de la gamme étalon**

Introduire 0,5-1-2,5-5-10-25-50-100-250ml de la solution étalon secondaire déluée à 500µmol/l et compléter à 500ml avec l'eau de mer soit une gamme de concentration de 0,5-1-2,5-5-10-25-50-100-250µmol/l ;

Analyser à 630µm les différentes solutions, ainsi que l'eau douce ayant servi à préparer la gamme étalon.

Retrancher des mesures d'absorbance la valeur obtenue avec l'eau de mer et tracer la courbe d'étalonnage. (Figure 1.10)

### b. Les nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)

- **Mode opératoire**

La température des échantillons doit être comprise entre 15 et 25°C

Rincer une éprouvette de 50ml avec l'eau à analyser et y introduire  $50 \pm 1$  ml de l'échantillon.

Ajouter 1 ml du réactif 1(Annexe 4) et mélanger.

Laisser reposer 2 à 8 minutes.

Ajouter 1ml réactif 2 (Annexe 4) et mélanger.

Attendre au moins 10 minutes mais pas plus de 2 heures.

Mesurer l'absorbance en cuve de 1cm de trajet optique à la longueur d'onde de 543 $\mu$ m

Mesurer le blanc de cuve (eau distillée), le blanc de réactif (réactif 1+2) et le blanc de l'échantillon (eau de mer).

### • Préparation de la gamme étalon

Introduire dans des fioles jaugées de 500ml de 1-2-5-10-20-50-100-250ml la solution secondaire de nitrite déluée à 50 $\mu$ mol/l et compléter avec de l'eau de mer afin d'obtenir la gamme de concentration de 0.1-0.2-0.5-1-2-5-10-25 $\mu$ mol/l

Analyser à 543 $\mu$ m les différentes solutions, ainsi que l'eau brute ayant servi à préparer la gamme étalon, puis tracer la courbe d'étalonnage. (**Figure 1.13**)

## c. les nitrates ( $\text{NO}_3^-$ )

### Protocole de dosage

#### • Principe

Le principe de base adopté par les analystes marins repose sur la réduction quasi quantitative (>95%) du nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) en nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ). Après réduction, on mesure en réalité la somme de concentration en nitrite. [AMINOT et KEROUEL, 2004].

La réduction a été réalisée sur la colonne droite de Cadmium dopée avant son utilisation et réactivée avant chaque analyse.

#### • Préparation de la colonne réductrice de Cadmium

Le grain de Cadmium utilisé est d'environ 0.5 à 2mm de diamètre, la préparation est réalisée comme suit :

- . Laver le Cadmium avec de l'acide chlorhydrique 2mol/l puis rincer à l'eau distillée.
- . Laver directement avec de l'acide nitrique 0.3mol/l puis passer à l'eau distillée.
- . Laver une deuxième fois avec de l'acide chlorhydrique 2mol/l pour éliminer le nitrate résiduel puis rincer abondamment à l'eau distillée.
- . Vider au maximum la colonne sans la laisser à l'air libre et ajouter au attendre la solution du sulfate de cuivre et laisser en contacte plusieurs minutes.
- . Laver abondamment la colonne avec de l'eau déminéralisée.
- . Laver et remplir la colonne avec la solution tampon et laisser la pendant 24 à 48 heures.
- . L'activation de la réduction du réducteur est réalisée par le passage sur la colonne, de 500ml de solution tampon à laquelle nous avons rajoutés 10ml d'étalon de nitrate à 5000 $\mu$ mol/l, puis rinçage de la colonne impérativement avec la solution tampon (**préparation de la solution tampon** : dans 500ml d'eau distillée ajouter 10ml de solution de chlorure d'ammonium puis 10ml de solution d'hydroxyde de sodium et mélanger).

L'entretien de la colonne :

Avant chaque série d'analyse qui dépasse une heure, réactiver la colonne avec 250ml de tampon dopé à 100 $\mu$ mol/l de nitrate et rincer la colonne tampon et la conserver dans son milieu.

Protocole générale de dosage :

- Activer la colonne si cela est nécessaire par passage d'une solution concentrée en nitrate.
- Prélever 100 $\pm$ 5ml d'eau de l'échantillon.
- Ajouter 2ml de chlorure d'ammonium et mélanger.
- Passer 50ml de l'échantillon afin de rincer la colonne.
- Récupérer les 50ml restants et veiller à ce que la colonne ne se vide pas.

Après, suivre le même protocole pour la mesure des nitrites puisque les nitrates sont réduits en nitrites, le blanc de cuve et le blanc de réactif sont les mêmes.

- **Calcul et expression des résultats**

L'absorbance nette pour les sels nutritifs est obtenue par la formule suivante :

$$A = A_{\text{brute}} - b_t - b_r$$

Avec :

$A_{\text{brute}}$  : Absorbance mesurée pour l'échantillon traité.

$b_t$  : Absorbance mesurée pour le blanc de cuve.

$b_r$  : Absorbance mesurée pour le blanc des réactifs.

La concentration pour chaque sel nutritif (ammonium, phosphate, silicate) se calcule selon :

$$[\text{Sel nutritif}] (\mu\text{mol/l}) = F.A$$

Avec :

F : facteur de conversion ( $\mu$ mol/l par unité d'absorbance) où  $F = 1/a$  (a : la pente de la courbe d'étalonnage).

A : absorbance nette du sel nutritif.

Dans le cas des nitrites, on se rapporte à la courbe d'étalonnage des nitrites pour calculer la concentration de nitrites après passage de l'échantillon sur la colonne. Cette concentration (Nitrites+Nitrates) est la somme des concentrations en nitrate et en nitrite initial du milieu :

$$[\text{NO}_3^-]^{\text{Milieu}} (\mu\text{mol/l}) = [\text{NO}_3^-] + [\text{NO}_2^-] (\mu\text{mol/l})$$

Avec :

$\text{NO}_3^-$  : Nitrate.

$\text{NO}_2^-$  : Nitrites.

- **Les courbes d'étalonnages**

La courbe d'étalonnage est obtenue par la projection des différents points d'absorbance corrélés à des concentrations du paramètre recherché, ce qui nous donne une droite linéaire par la méthode des moindres carrés.

L'étalonnage est obtenu par la mesure de l'absorbance aux mêmes longueurs d'ondes que les échantillons des différentes concentrations ascendantes qui nous permettra de tracer la courbe d'étalonnage selon la formule :

$$A = aC + b$$

Sachant que :

A : L'absorbance.

C : La concentration.

a : La pente.

b : L'ordonnée à l'origine.

#### **d. Les silicates ( $\text{Si}(\text{OH})_4$ )**

##### **Protocole de dosage**

- **Mode opératoire**

La température des échantillons doit être comprise entre 19 et 25°C.

Introduire dans une éprouvette en plastique 50ml de l'échantillon.

Ajouter 2ml du réactif 1(Annexe 3) et mélanger.

Attendre 7minutes au moins et 13minutes au plus.

Ajouter 2ml du réactif 2 (Annexe 3) et mélanger.

Ajouter 1ml du réactifs 3 (Annexe 3) et mélanger.

Attendre 30 minutes à 2 heures et mesurer au spectrophotomètre l'absorbance par rapport à l'eau distillée et aux réactifs (1,2 et 3) à 810  $\mu\text{m}$ .

- **Etalonnage :**

Introduire 1-2-5-10-20-50ml de la solution étalon dans des fioles en plastique et compléter à 500ml avec de l'eau de mer filtrée, soit une gamme de concentration de 10-20-50-100-200-500- $\mu\text{mol/l}$ .

Analyser à 810 $\mu\text{m}$  les différentes solutions, ainsi l'eau brute ayant servi à préparer la courbe étalonnage. (**Figure 1.12**)

### e. L'ortho phosphate : ( $\text{P-PO}_4^{3-}$ )

#### Protocole de dosage

##### • Mode opératoire

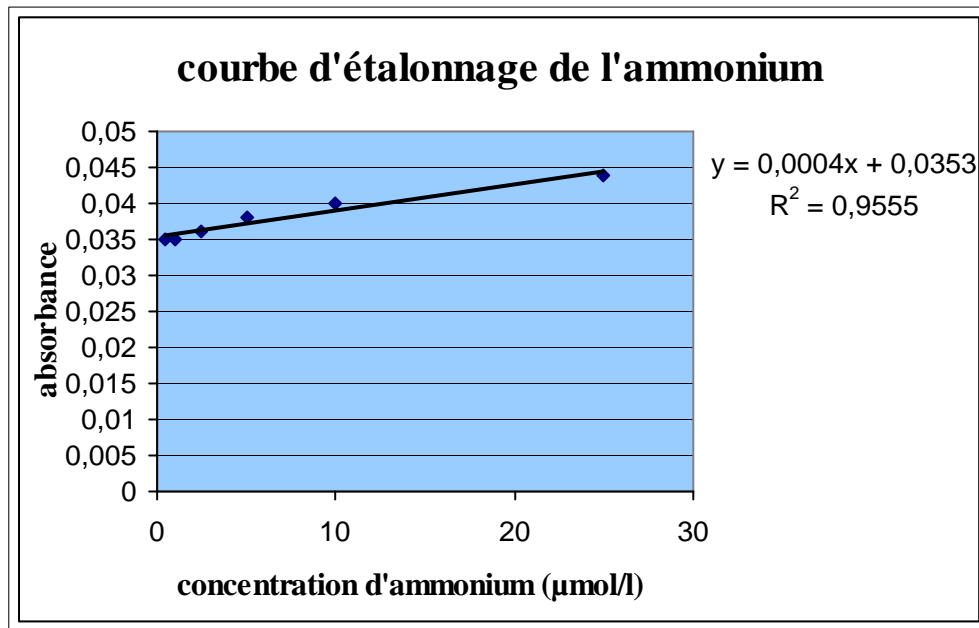
- La température des échantillons doit être comprise entre 15 et 30°C.
- Prendre 50ml d'échantillon.
- Ajouter 2ml du réactif 1 et mélanger. (Annexe 2).
- Ajouter 2ml du réactif 2 (Annexe 2).
- Laisser agir 5 minutes mais pas plus de 30 minutes.
- Mesurer l'absorbance à 880 $\mu\text{m}$ .
- Mesurer du blanc de cuve (eau distillée), du blanc des réactifs (réactifs 1 et 2).

##### • Etalonnage

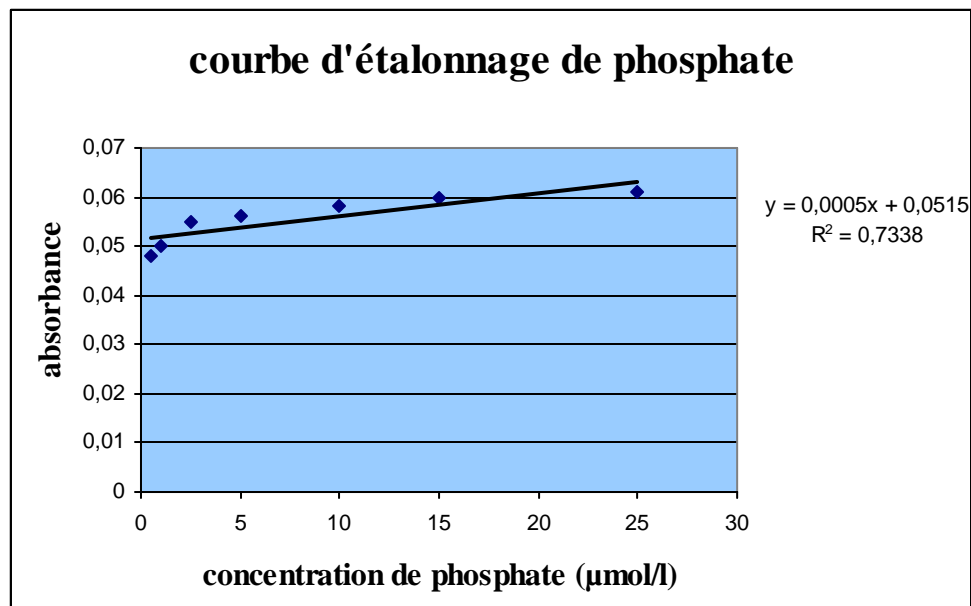
Introduire 0.5-1-2.5-5-10-25-50-100-250ml de la solution étalon secondaire et compléter à 500ml avec l'eau de mer filtrée soit une gamme de concentration de 0.5-1-2.5-5-10-25-50-100-250 $\mu\text{mol/l}$ .

Analyser à 880 $\mu\text{m}$  les différentes solutions, ainsi que l'eau distillée, l'eau brute ayant servi à préparer la gamme étalon et les réactifs.

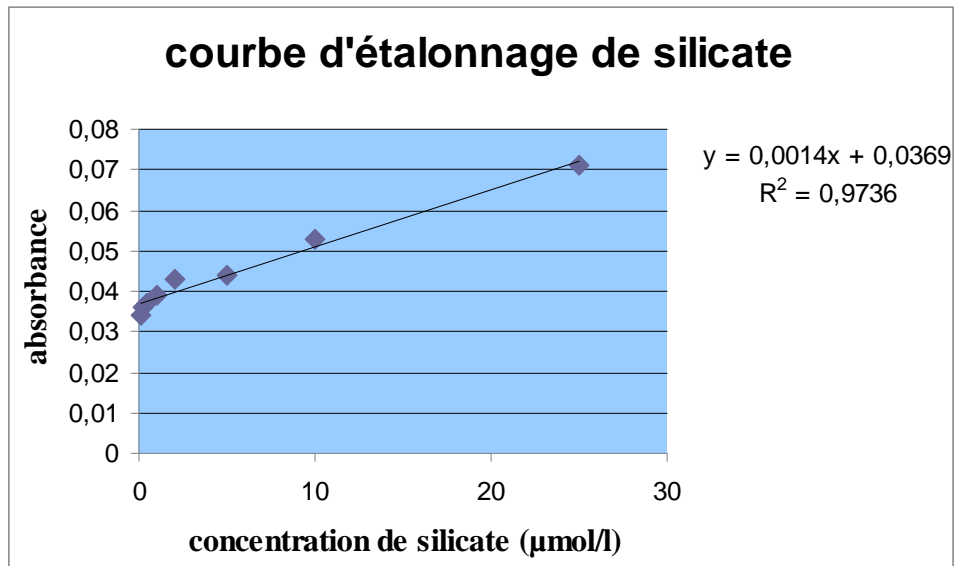
Faire analyse de chacun de ces étalons ainsi que l'eau brute ayant servi à les préparer. Retrancher des mesures d'absorbance la valeur obtenue avec l'eau brute et tracer la courbe d'étalonnage. (**Figure 1.11**).



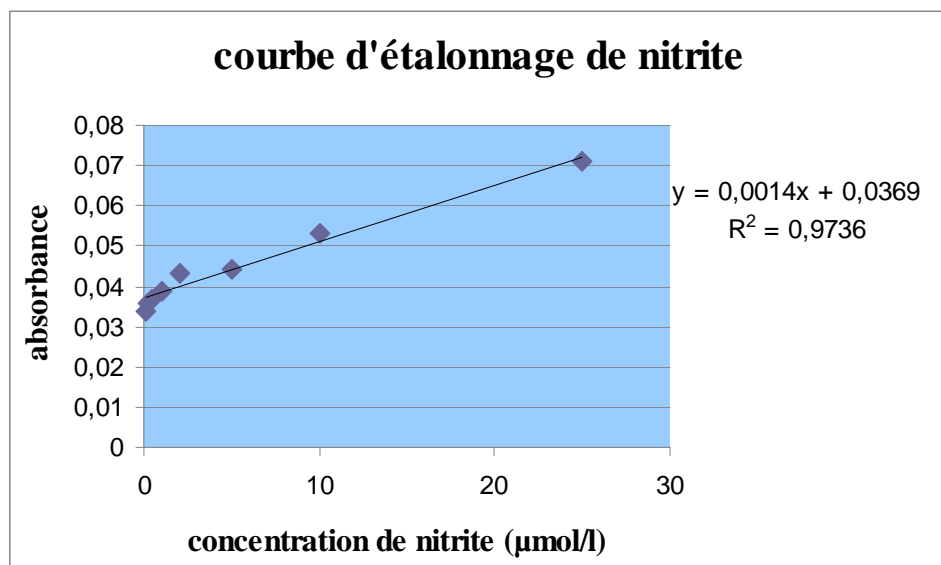
**Figure 1.10 :** courbe d'étalonnage d'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ )



**Figure 1.11 :** courbe d'étalonnage de phosphate ( $\text{PO}_4^{3-}$ ).



**Figure 1.12:** courbe d'étalonnage de silicate ( $\text{Si}(\text{OH})_4$ ).



**Figure 1.13 :** courbe d'étalonnage de nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ).

## II. Résultats et interprétations

### 1. La température

La température est un facteur écologique important du milieu, elle influe sur la densité de l'eau et joue donc un rôle primordial dans les phénomènes de stratification des mers.

Les valeurs thermiques des échantillons de la baie d'EL Djamila prélevés en surface et en profondeur au mois de Novembre et au mois de Décembre 2008 sont stables, elles varient entre 15,6°C et 16,2°C, avec une moyenne de 15,88±0,35°C, ce qui traduit l'homogénéité au niveau de la zone d'étude.

En plus [BOUDOUMA et CHENENNOU, 2007] affirment que notre zone d'étude est caractérisée par une faible profondeur donc les rayonnements solaires peut pénétrer jusqu'au fond, ce qui favorise le réchauffement des eaux profondes.

Et aussi peut être expliqué par l'importance de température atmosphérique le jour d'échantillonnage car les zones peu profondes suivent la température de l'air. [GILBERT et REGINE, 1997]

Différents auteurs ayants travaillés sur la même baie en même période, ont observé des résultats comparables aux nôtres. En effet, [BOUDOUMA et CHENENNOU, 2007] ont notés les valeurs thermiques comprises entre 15,56°C et 17,2°C.

**Tableau 2.1.1 : les valeurs minimales, maximales et moyennes des températures enregistrées dans la baie d'EL Djamila (Novembre et Décembre 2008).**

	Valeurs	Température	Stations	Coordonnées
Surface	Minimale	15,7	13	N 36°46,492 E 002°51,091
			14	N 36°46,494 E 002°51,118
			19	N 36°45,824 E 002°50,916
	Maximale	16,2	1	N 36°46,496 E 002°51,460
			5	N 36°46,161 E 002°52,357
	Moyenne	15,889±0,35	-	-
Profondeur	Minimale	15,6	2	N 36°46,543 E 002°51,490
			3	N 36°46,292 E 002°52,114
			10	N 36°46,181 E 002°51,659
			11	N 36°46,480 E 002°51,230

	<b>Maximale</b>	<b>16,2</b>	<b>7</b>	N 36°45,935 E002°51,946
			<b>14</b>	N 36°46,494 E 002°51,118
			<b>18</b>	N 36°45,824 E 002°50,916
	<b>Moyenne</b>	<b>15,883±0,42</b>	-	-

Concernant les températures des échantillons prélevés au mois de Janvier 2009, les valeurs thermiques fluctuent entre 13,85°C et 14,2°C, elles sont plus basses que celles observées en automne.

En surface, les températures sont comprises entre 11,4°C (station 11) et 14,5°C (station 9), avec une moyenne de 13,85±2,19°C.

En profondeur, elles varient entre 11,3°C (station 12) et 18,8°C (station 8), avec une moyenne de 14,2±5,3°C.

**Tableau 2.1.2 : Les valeurs minimales, maximales et moyennes des températures enregistrées dans la baie d'EL Djamila (Janvier 2009).**

	<b>Valeurs</b>	<b>Température</b>	<b>Stations</b>	<b>Coordonnées</b>
<b>Surface</b>	Minimale	11,4	6	N 36°46,169 E 002°52,371
	Maximale	14,5	5	N 36°46,161 E 002°52,357
	Moyenne	13,85±2,19	-	-
<b>Profondeur</b>	Minimale	11,3	6	N 36°46,169 E 002°52,371
	Maximale	18,8	4	N 36°46,294 E 002°52,130
	Moyenne	14,2±5,3	-	-

Ces variations thermiques sont en relation directe avec les faibles températures atmosphériques qui sont plus froides (en hiver). En plus de brassage des eaux sous l'effet des vagues, les vents et les courants, ce qui provoque l'absence de la thermocline et le remonte des eaux froides en surface, qui explique la diminution des températures des eaux de surfaces par rapport à ceux de profondeur. [GILBERT et REGINE, 1997]

En effet, [ALLAG et RESSAD, 2006] ; ont travaillé sur la même baie, ils ont notés que le mois le plus froid est le mois de Janvier, avec une moyenne de 11,7°C, ce qui concorde avec nos résultats.

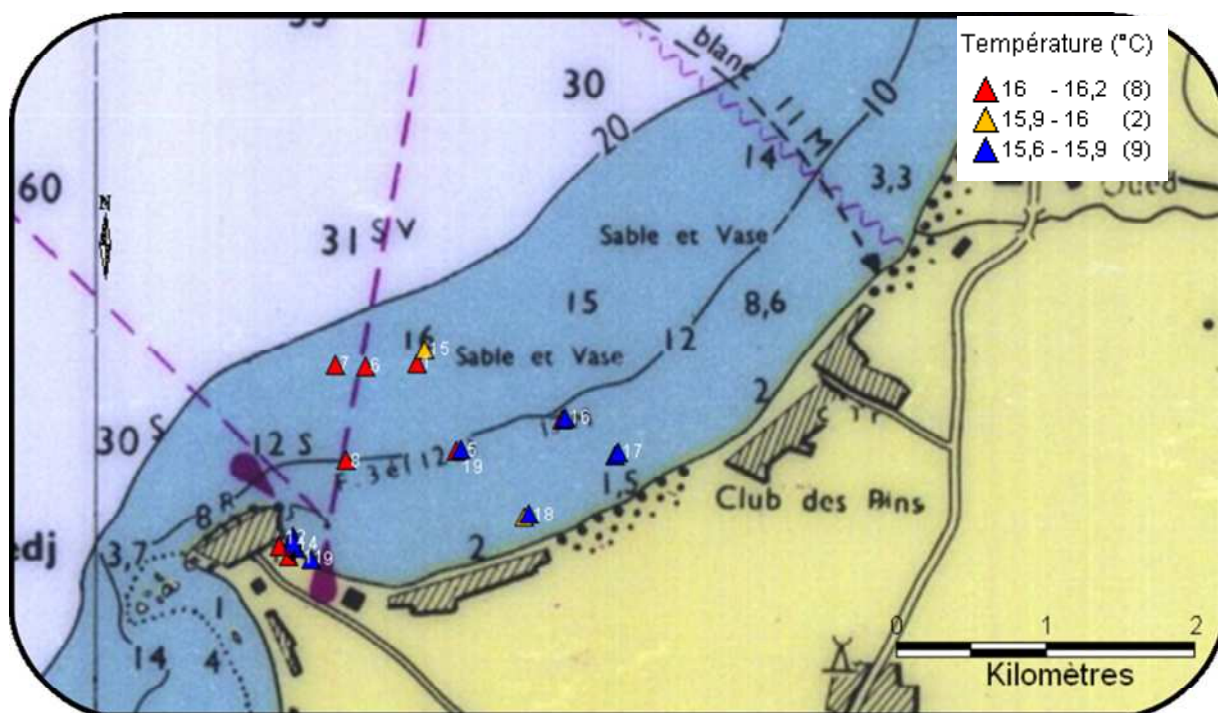


Figure 2.1.1. Répartition ponctuelle des températures (°C) des eaux de surface de la baie d'EL Djamilia (Novembre et Décembre 2008).

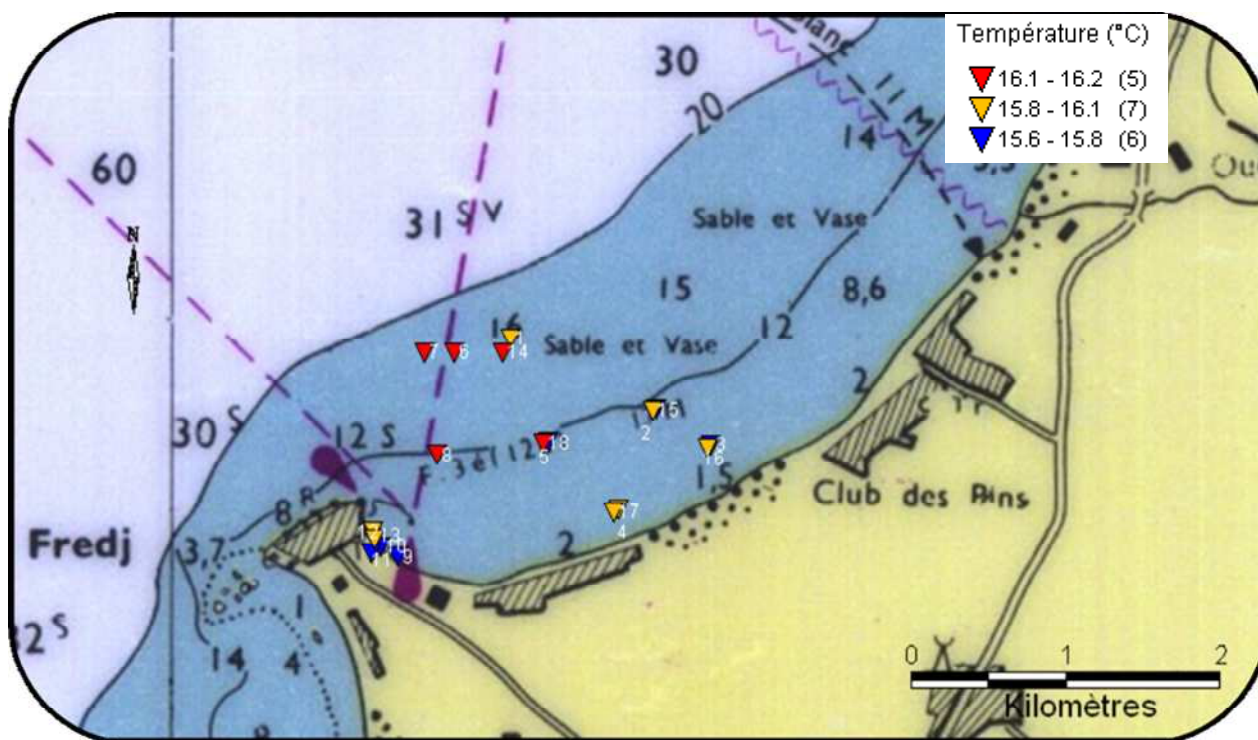


Figure 2.1.2. Répartition ponctuelle des températures (°C) des eaux de fond de la baie d'EL Djamilia (Novembre et Décembre 2008).

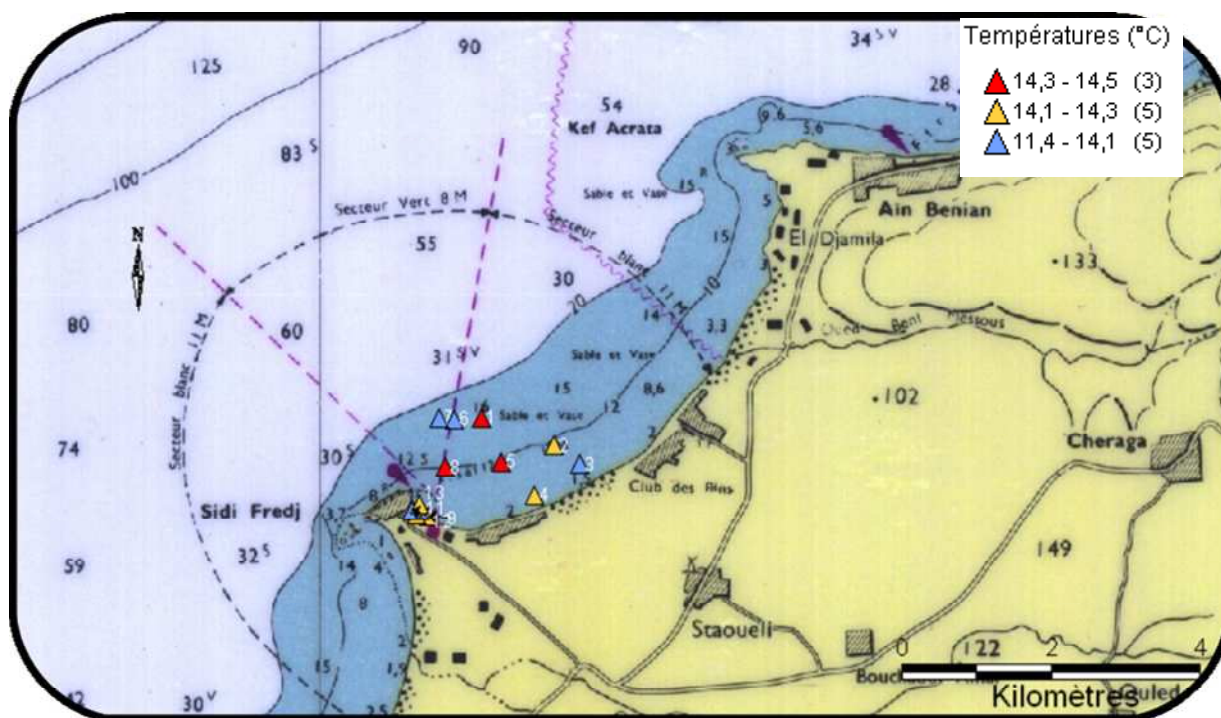


Figure 2.1.3. Répartition ponctuelle des températures (C°) des eaux de surface de la baie d'EL Djamilia (Janvier 2009).

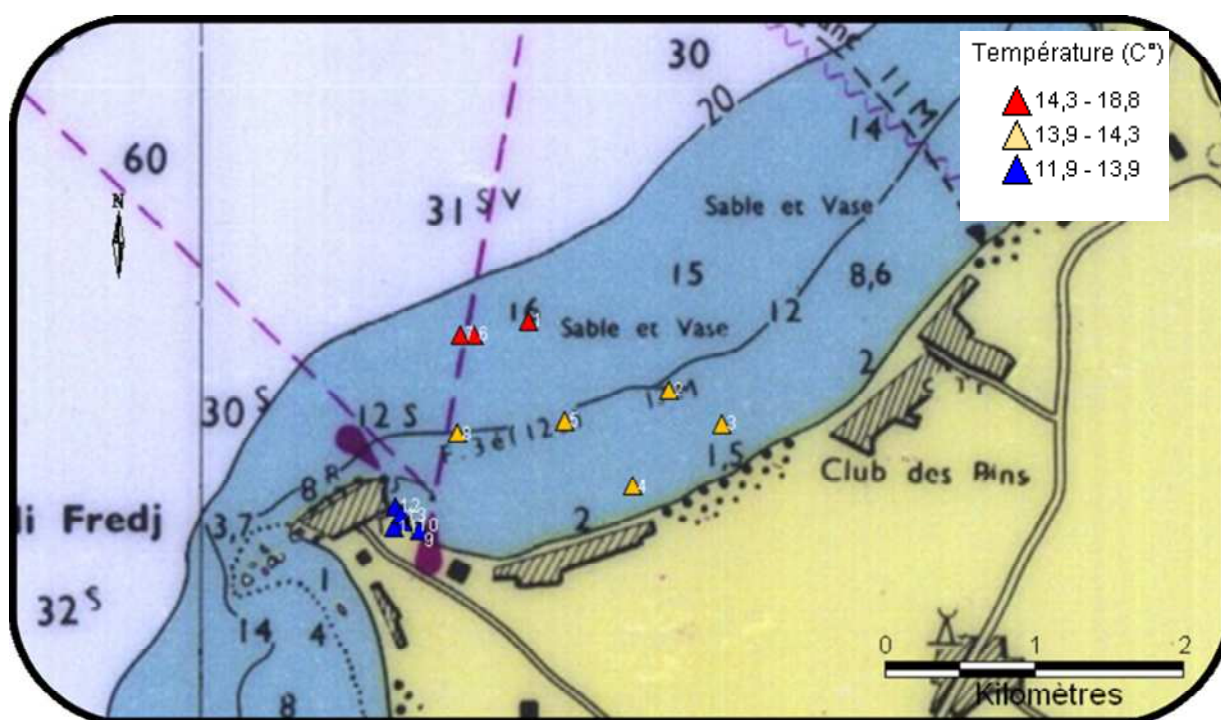


Figure 2.1.4. Répartition ponctuelle des températures (°C) des eaux de fond de la baie d'EL Djamilia (Janvier 2009)

## 2. La salinité

Les eaux de la baie d'EL Djamilia sont assez homogènes, selon les échantillons prélevés en Novembre et Décembre 2008. Elles présentent des salinités allant de 36 psu à 36,9 psu et une moyenne de 36,8 psu.

Les salinités en surface varient entre 36 psu (station 10) et 36,9 psu (stations 1 et 3). La moyenne est égale à  $36,75 \pm 0,63$  psu.

Tandis qu'en profondeur, elles fluctuent entre 36,6 psu (stations 4 et 24) et 36,9 psu (station 2 et 6), avec une moyenne de  $36,84 \pm 0,21$  psu.

En ce qui concerne les échantillons prélevés en Janvier 2009, elles présentent des salinités allant de 28 psu à 36,7 psu avec une moyenne de  $34,37 \pm 3$  psu.

**Tableau 2.2.1: les valeurs minimales, maximales et moyennes des salinités enregistrées dans la baie d'EL Djamilia (Novembre et Décembre 2008).**

	Valeurs	Salinité (psu)	Stations	Coordonnées
<b>Surface</b>	Minimale	36	10	N 36°46,181 E 002°51,659
	Maximale	36,9	1	N36°46,496 E2°51,460
			3	N36°46,292 E2°52,114
	Moyenne	$36,75 \pm 0,63$	-	-
<b>Profondeur</b>	Minimale	36,6	4	N36°46,294 E2°52,130
			24	N36°45,873 E2°50,899
	Maximale	36,9	2	N 36°46,543 E 002°51,490
			6	N 36°46,169 E 002°52,371
	Moyenne	$36,84 \pm 0,21$	-	-

**Tableau 2.2.2 : les valeurs minimales, maximales et moyennes des salinités enregistrées dans la baie d'EL Djamilia (Janvier 2009).**

	Valeurs	Salinité (psu)	Stations	Coordonnées
<b>Surface</b>	Minimale	28,8	13	N36°46,492 E2°51,091
	Maximale	36,7	3	N36°46,292 E2°52,114
	Moyenne	$33,6 \pm 2,58$	-	-
<b>Profondeur</b>	Minimale	28,08	6	N36°46,169 E2°52,371
	Maximale	36,9	12	N36°46,496 E2°51,255
	Moyenne	$35,08 \pm 3,55$	-	-

D'après ces résultats on constate que :

- Les salinités enregistrées en automne ne sont pas considérables, ne présentent pas de grandes variations. Elles sont voisines à celles observées près des côtes algériennes vu que les salinités sont d'environ 36,5 à 37,5 psu [**HADDOUCHE, 2003**].
- ces variations observées sont du essentiellement à la nature du climat tel que la Méditerranée entourée de masses continentales et exposée à un climat sec d'où d'importantes pertes par évaporation qui dépassent les apports fluviaux et la précipitation.
- Une chute de salinité notée au niveau des échantillons de mois de Janvier par rapport à ceux de Novembre et Décembre dû à la saison hivernale où il y a une abondance de précipitation et les apports d'eau douce (Oued de Beni Messous qui véhicule les eaux usées).
- En même temps une variation remarquable entre les salinités de surface avec une moyenne de 33,6 psu et celle de profondeur avec une moyenne de 35,08 psu, et ça s'explique par les eaux douces (exemple : Oued Beni Messous) d'après [**GILBERT et REGINE, 1997**] : « dans les estuaires les eaux salées peuvent remonter de plusieurs kilomètres loin d'embouchures des fleuves sous les eaux douce qui en raison de leur densité plus faible cheminent au dessus (en surface) ».

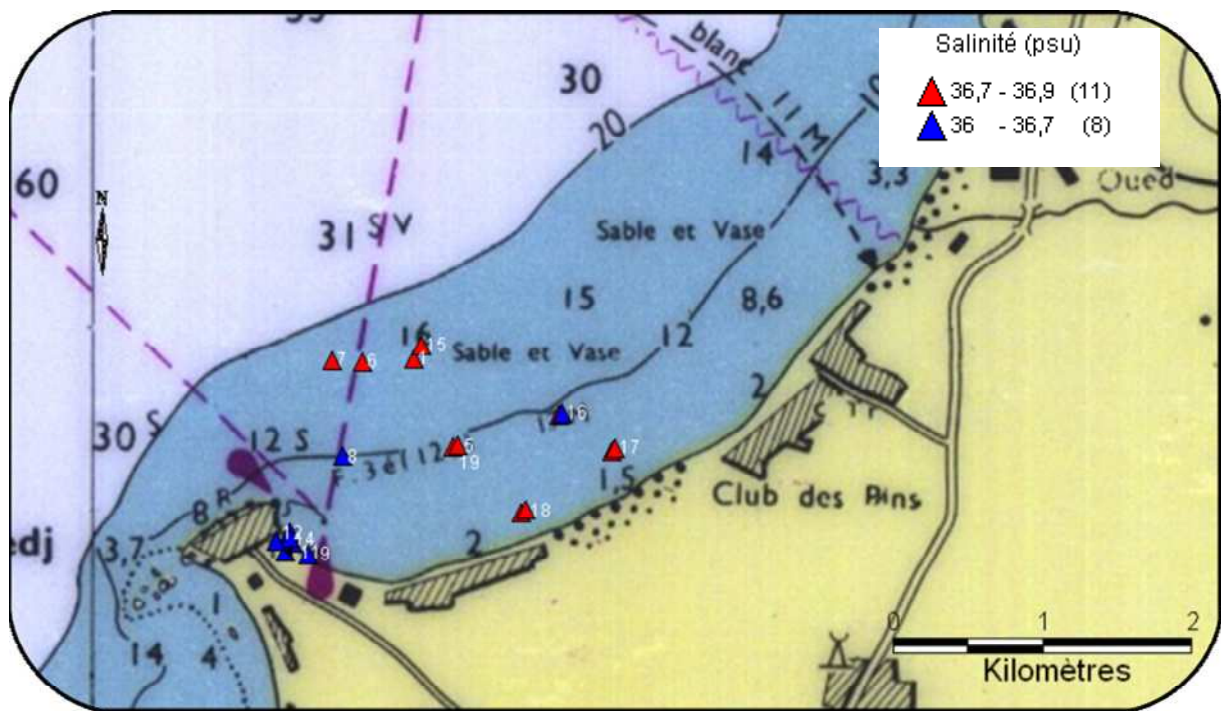


Figure 2.2.1. Répartition ponctuelle des salinités (psu) des eaux de surface de la baie d'EL Djamilia (Novembre et Décembre 2008).

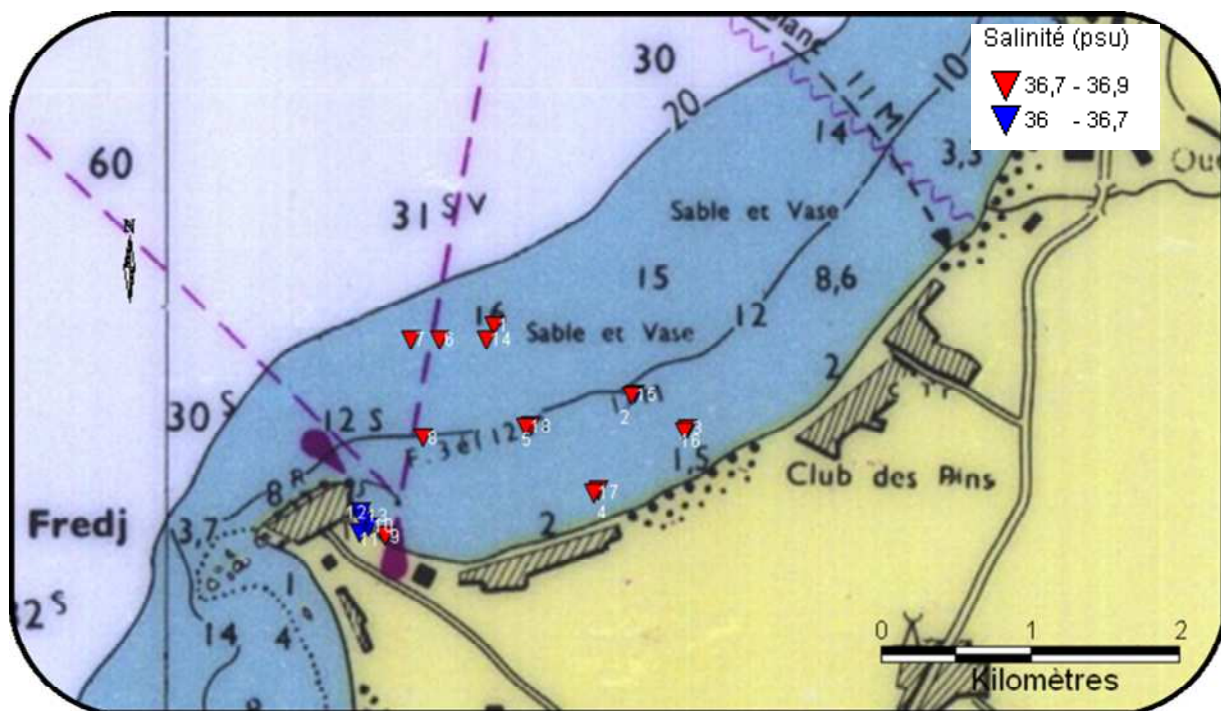


Figure 2.2.2. Répartition ponctuelle des salinités (psu) des eaux de fond de la baie d'EL Djamilia (Novembre et Décembre 2008).

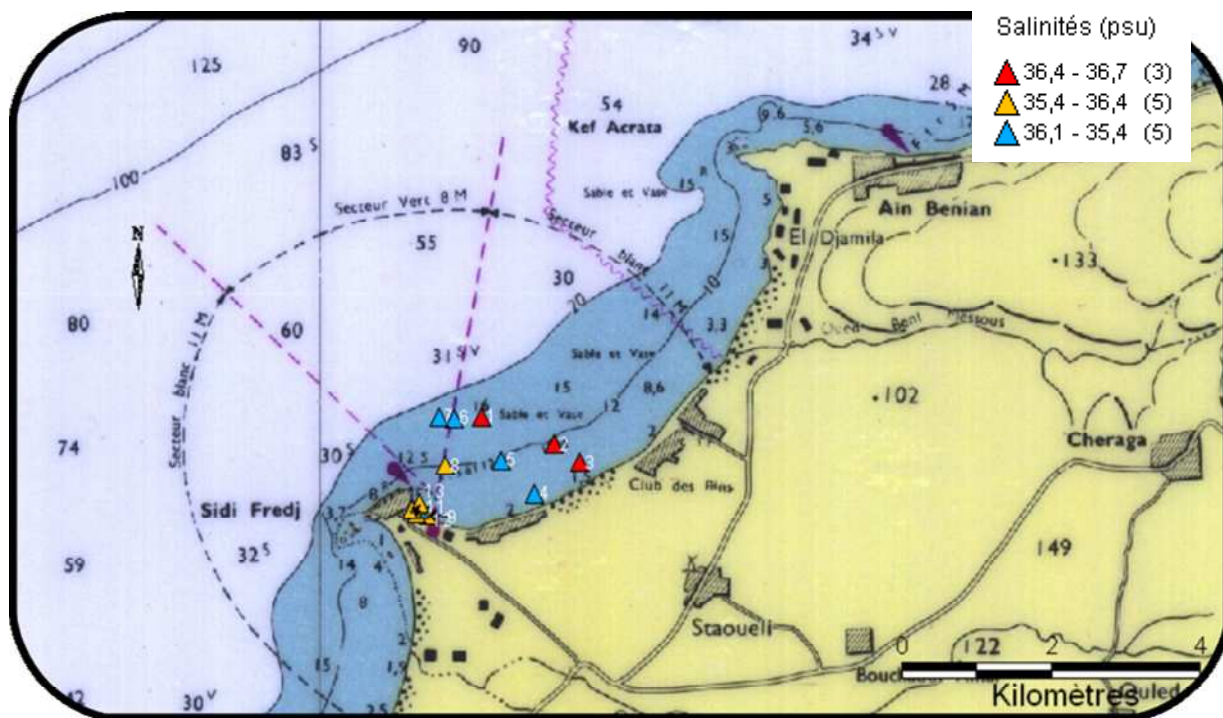


Figure 2.2.3. Répartition ponctuelle des salinités (psu) des eaux de surface de la baie d'EL Djamila (Janvier 2009).

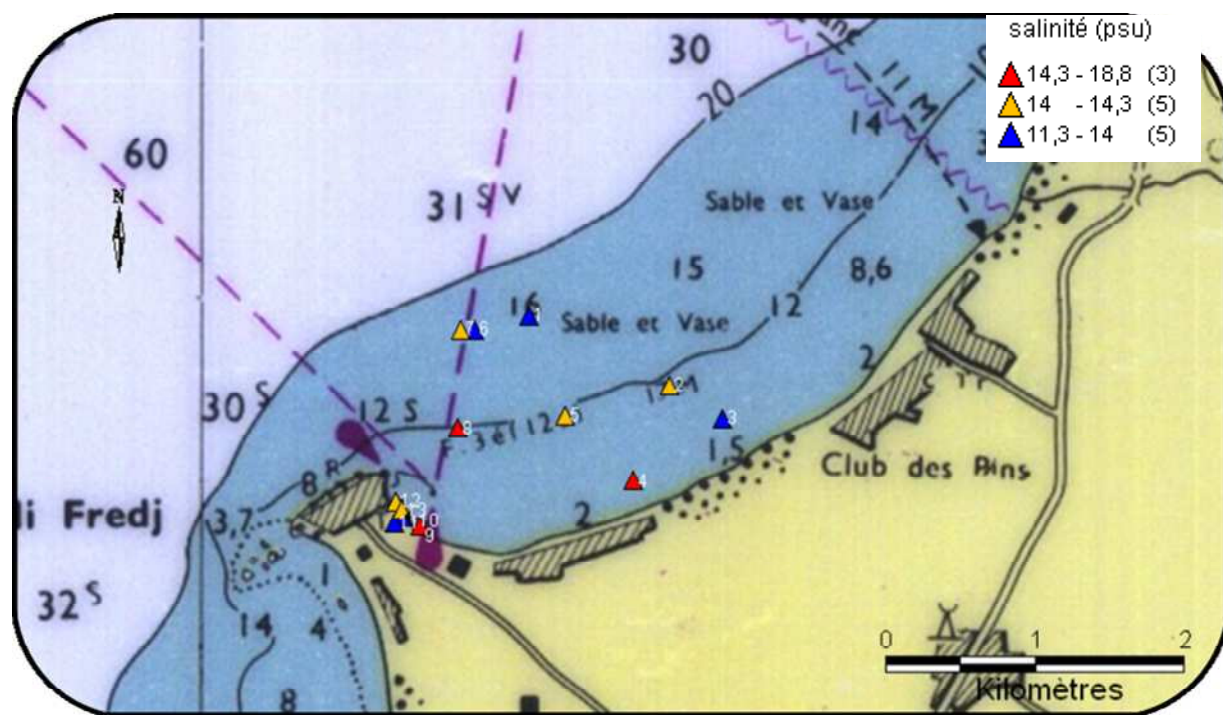


Figure 2.2.4. Répartition ponctuelle des salinités (psu) des eaux de fond de la baie d'EL Djamila (Janvier 2009).

### 3. L'oxygène dissous

Les variations des teneurs en oxygène dissous (**tableau 2.3.1**) et du pourcentage de saturation (**tableau 2.3.2**) nous permettant de noter les points suivants :

En Novembre et Décembre 2008 (automne), ces valeurs homogènes enregistrées entre la surface et la profondeur, elles atteignent leur maximum à la station 11 avec 9,58 mg/l et leur minimum à la station 27 avec 8,04mg/l, avec une moyenne de 8,74±1,08 mg/l.

Cette homogénéité est due à la faible profondeur de la zone d'étude et à la stratification des eaux.

**Tableau 2.3.1 : les valeurs minimales, maximales et moyennes en oxygène dissous (mg/l) enregistrées dans la baie d'EL Djamilia (Novembre et Décembre 2008).**

	Valeurs	O <sub>2</sub> dissous (mg/l)	Stations	Coordonnées
<b>Surface</b>	Minimale	8,04	27	N36°45,842 E2°50,920
	Maximale	9,58	11	N36°46,480 E2°51,230
	Moyenne	8,74±1,08	-	-
<b>Profondeur</b>	Minimale	8,12	10	N36°46,181 E2°51,659
	Maximale	9,52	30	N36°46,292 E2°52,114
	Moyenne	8,78±1,02	-	-

Concernant le taux de saturation en oxygène, (**calculer à partir le tableau de l'annexe 6**), on note une sursaturation avec un minimum de 102,01 % (station 10) et atteignent un maximum de 120,8% (station 11), avec une moyenne de 110,58%.

**Tableau 2.3.2 : les valeurs minimales, maximales et moyennes de saturation en oxygène dissous (%) enregistrées dans la baie d'EL Djamilia (Novembre et Décembre 2008).**

Valeurs	Saturation en O <sub>2</sub> (%)	Stations	Coordonnées
Minimale	102,01%	10	N36°46,181 E2°51,659
Maximale	120,8%	11	N36°46,480 E2°51,230
Moyenne	110,58%	-	-

Cette sursaturation peut être expliquée par une forte production chlorophyllienne et selon [GILBERT et REGINE, 1997] : « la concentration d'oxygène est proche de la saturation avec parfois une sursaturation du fait de l'activité photosynthétique des végétaux ».

En plus, [AMINOT et CHAUSSEPIED, 1983] affirment qu'elle est due à la biologie, c'est-à-dire ; bloom phytoplanctonique.

Dans la zone eutrophe des développements importants de phytoplancton peuvent engendrer leur sursaturation atteignant 150% voir 200%. [GAUJOUS, 1995]. Ce qui concorde bien avec nos résultats.

En Janvier 2009 (hiver) : les teneurs en oxygène dissous enregistrées sont plus faibles que celles de l'automne et ne présentent pas de grande variation entre la surface et la profondeur.

Car en surface, ces teneurs sont comprises entre 1,8mg/l (station 11) et 7,61 mg/l (station 15), avec une moyenne de  $5,53 \pm 2,18$  mg/l.

Alors qu'en profondeur, elles varient entre 4,28mg/l (station 22) et 5,18mg/l (station 8) avec une moyenne de  $5,24 \pm 1,35$  mg/l.

**Tableau 2.3.3 : les valeurs minimales, maximales et moyennes en oxygène dissous (mg/l) enregistrées dans la baie d'EL Djamila (Janvier 2009).**

	Valeurs	O <sub>2</sub> dissous (mg/l)	Stations	Coordonnées
<b>Surface</b>	Minimale	1,8	11	N36°46,480 E2°51,230
	Maximale	7,61	15	N36°46,138 E2°51,143
	Moyenne	$5,53 \pm 2,18$	-	-
<b>Profondeur</b>	Minimale	4,28	22	N36°45,794 E2°50,892
	Maximale	6,33	8	N36°45,942 E2°51,966
	Moyenne	$5,24 \pm 1,35$	-	-

Ce qui concerne le taux de saturation en constate que une sous saturation avec une variation non significative entre la surface et la profondeur.

En surface, ce taux à un minimum de 16,35% (station 11) pour atteindre un maximum de 92,35% (station 15), avec une moyenne de 65,5%.

Alors qu'en profondeur, varie entre 50,47% (station 22) et 76,54% (station 8), avec une moyenne de 66,52%.

**Tableau 2.3.4 : les valeurs minimales, maximales et moyennes de saturation en oxygène dissous (%) enregistrées dans la baie d'EL Djamilia (Janvier 2009).**

	Valeurs	O <sub>2</sub> dissous (%)	Stations	Coordonnées
<b>Surface</b>	Minimale	16,35	11	N36°46,480 E2°51,230
	Maximale	92,35	15	N36°46,138 E2°51,143
	Moyenne	65,5	-	-
<b>Profondeur</b>	Minimale	50,47	22	N36°45,794 E2°50,892
	Maximale	67,54	8	N36°45,942 E2°51,966
	Moyenne	66,52	-	-

Ces variations peuvent s'expliquer par fluctuation de la température, quand cette dernière s'élève, la teneur en oxygène diminue en raison de sa faible solubilité, mais aussi à cause de la consommation accrue par les êtres vivants et les bactéries. [RODIER et COLL, 1996].

Le faible taux de saturation peut être aussi dû à une demande biologique importante en oxygène dans les réactions d'oxydation chimiques ou dans les phénomènes de respiration.

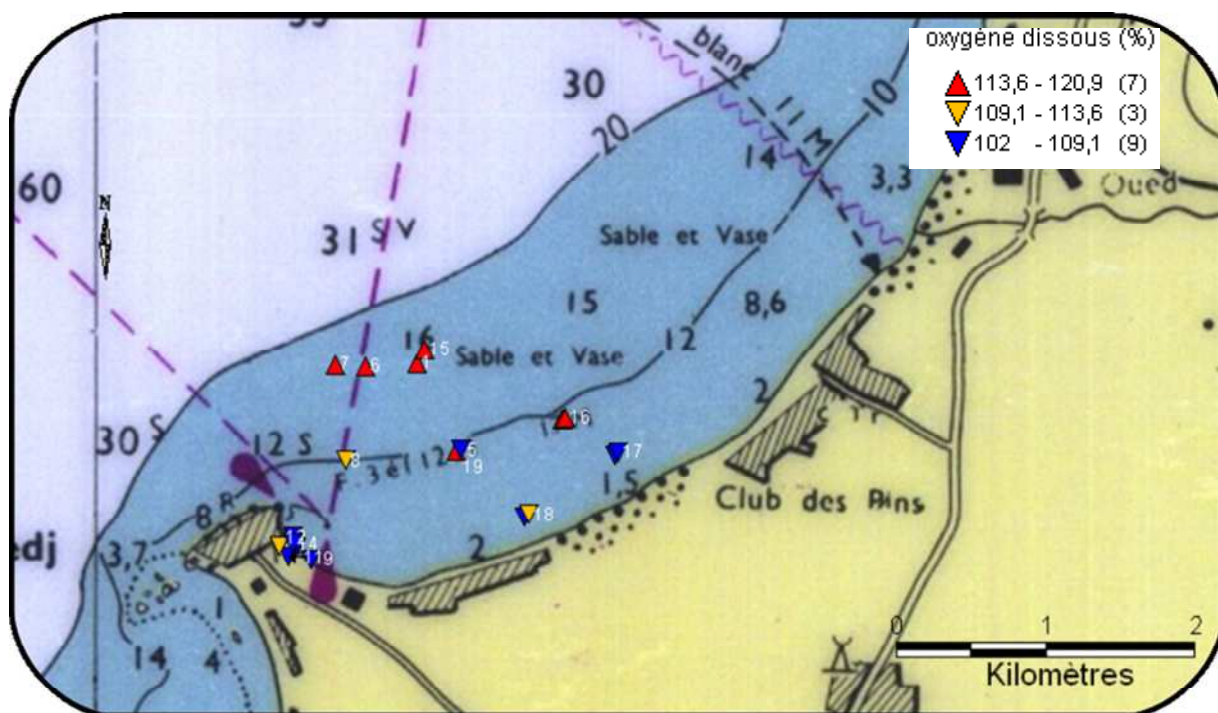


Figure 2.3.1. Répartition ponctuelle de taux d'oxygène dissous (%) des eaux de surface de la baie d'EL Djamilia (Novembre et Décembre 2008).

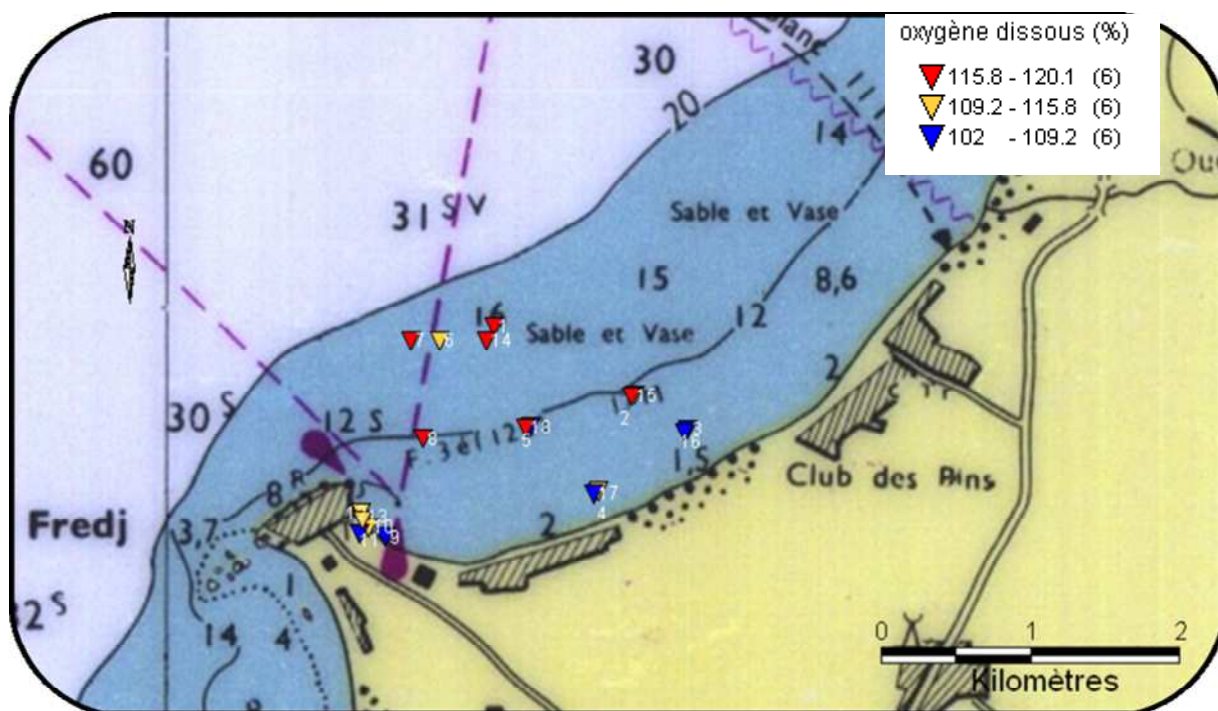


Figure 2.3.2. Répartition ponctuelle de taux d'oxygène dissous (%) des eaux de fond de la baie d'EL Djamilia (Novembre et Décembre 2008).

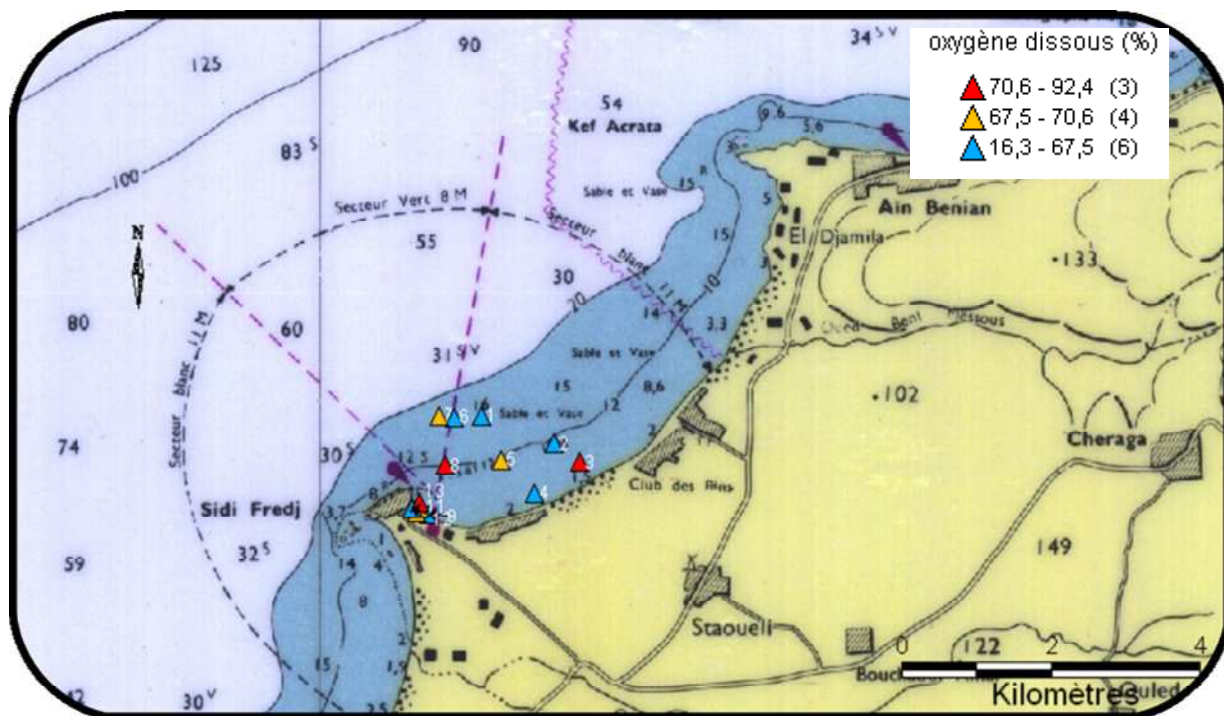


Figure 2.3.3. Répartition ponctuelle de saturation en oxygène dissous (%) des eaux de surface de la baie d'EL Djamila (janvier 2009).

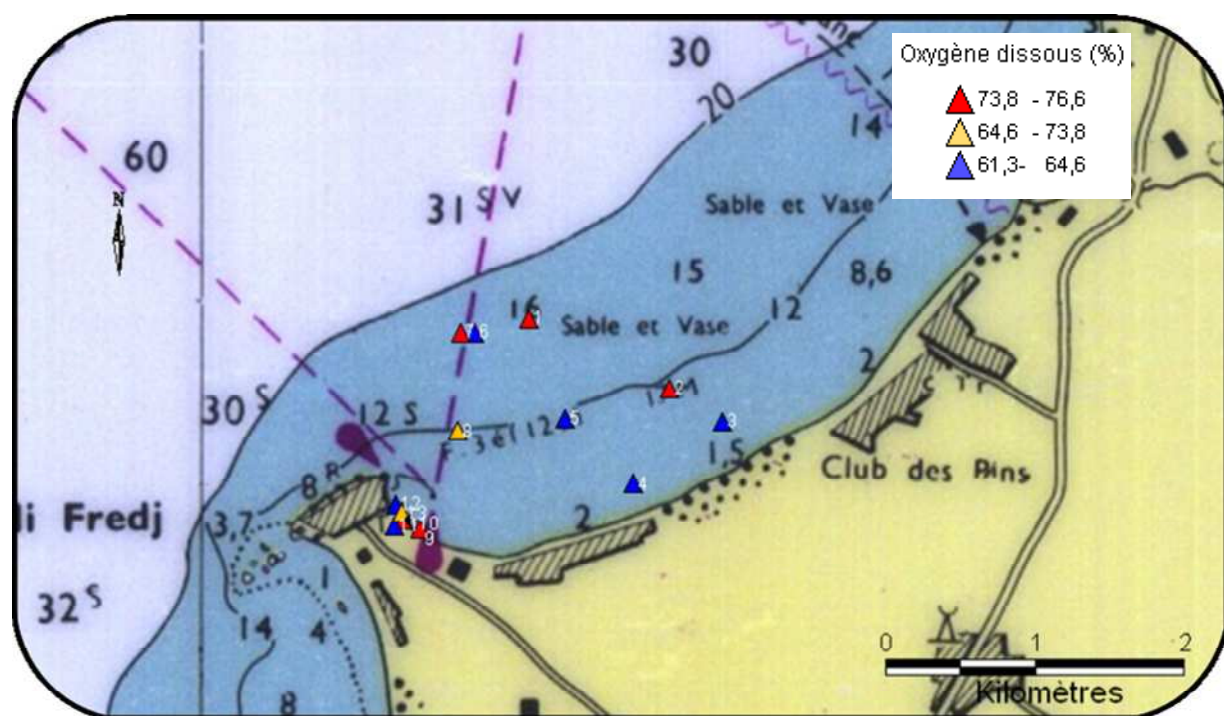


Figure 2.3.4. Répartition ponctuelle de saturation en oxygène dissous (%) des eaux de fond de la baie d'EL Djamila (janvier 2009).

#### 4. Le Potentiel Hydrogène (pH)

Selon [GILBERT et REGINE, 1997] : l'équilibre du pH est sous la dépendance d'autres interactions, essentiellement du système gaz carbonique, carbonates et le pH traduit la richesse des eaux en carbonates, le pH modifie l'équilibre des diverses formes de CO<sub>2</sub>.

Le pH de l'eau de mer varie entre 7,9 et 8,3 selon les zones, ce qui concorde bien avec nos résultats.

En Novembre et Décembre 2008, les valeurs de pH enregistrées dans notre zone d'étude ont un minimum de 8,22 et maximum de 8,44.

Elles varient entre 8,41 (station 11) et 8,22 (station 9), avec une moyenne de 8,35±0,13 en surface et entre 8,44(station 10) et 8,3 (station 28), avec une moyenne de 8,36±0,15 en profondeur.

**Tableau 2.4.1 : les valeurs minimales, maximales et moyennes des pH enregistrées dans la baie d'EL Djamilia (Novembre et Décembre 2008).**

	Valeurs	pH	Stations	Coordonnées
<b>Surface</b>	Minimale	8,22	9	N36°46,176 E2°51,640
	Maximale	8,41	11	N36°46,480 E2°51,2
	Moyenne	8,35±0,13	-	-
<b>Profondeur</b>	Minimale	8,22	18	N36°45,780 E2°51,007
	Maximale	8,44	10	N36°46,181 E2°51,659
	Moyenne	8,36±0,15	-	-

Selon [RODIER et COLL, 1996]: Ces pH ne s'observent généralement que dans les eaux où la réaction ionique est influencée par la photosynthèse de la végétation et la nature chimique des fonds, avec déplacement de l'équilibre carbonique.

Une diminution des valeurs de pH enregistrées dans la baie en Janvier 2009 où elles atteignent un minimum de 6,07 et un maximum de 8,08, avec une moyenne globale de 7.40±1,03.

Ces valeurs varient entre 8,07 (station 17) et 6,07 (station 15), avec une moyenne de 7,39±0,69 en surface, et entre 8,08 (station 20) et 7,02 (station 8) avec une moyenne de 7,45±1,34 en profondeur.

**Tableau 2.4.2 : les valeurs minimales, maximales et moyennes des pH enregistrées dans la baie d'EL Djamilia (Janvier 2009).**

	Valeurs	pH	Stations	Coordonnées
<b>Surface</b>	Minimale	6,07	15	N36°46,138 E2°51,143
	Maximale	7,88	25	N36°45,869 E2°50,902
	Moyenne	7,39±0,69	-	-
<b>Profondeur</b>	Minimale	7,02	8	N36°45,942 E2°51,966
	Maximale	8,08	20	N36°45,817 E2°50,931
	Moyenne	7,45±1,34	-	-

Cette modification de pH est due à la respiration, photosynthèse, échanges air-océan, température, même aux certains rejets industriels ou les apports d'eaux continentales qui s'avère dans ce cas un indice de pollution [AMINOT et CHAUSSPIED, 1983].

Elle peut être aussi expliquée par les pluies acides dues à la pollution atmosphérique [GAUJOUS, 1995].

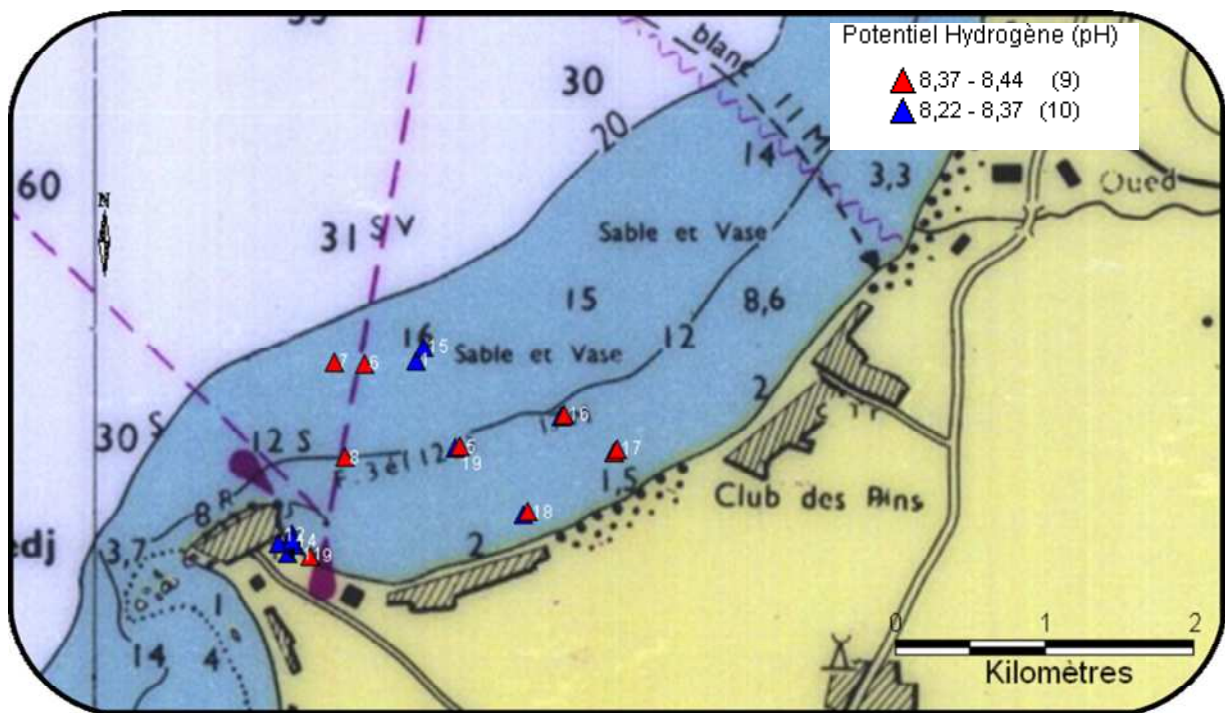


Figure 2.4.1. Répartition ponctuelle des pH des eaux de surface de la baie d'EL Djamila (Novembre et Décembre 2008).

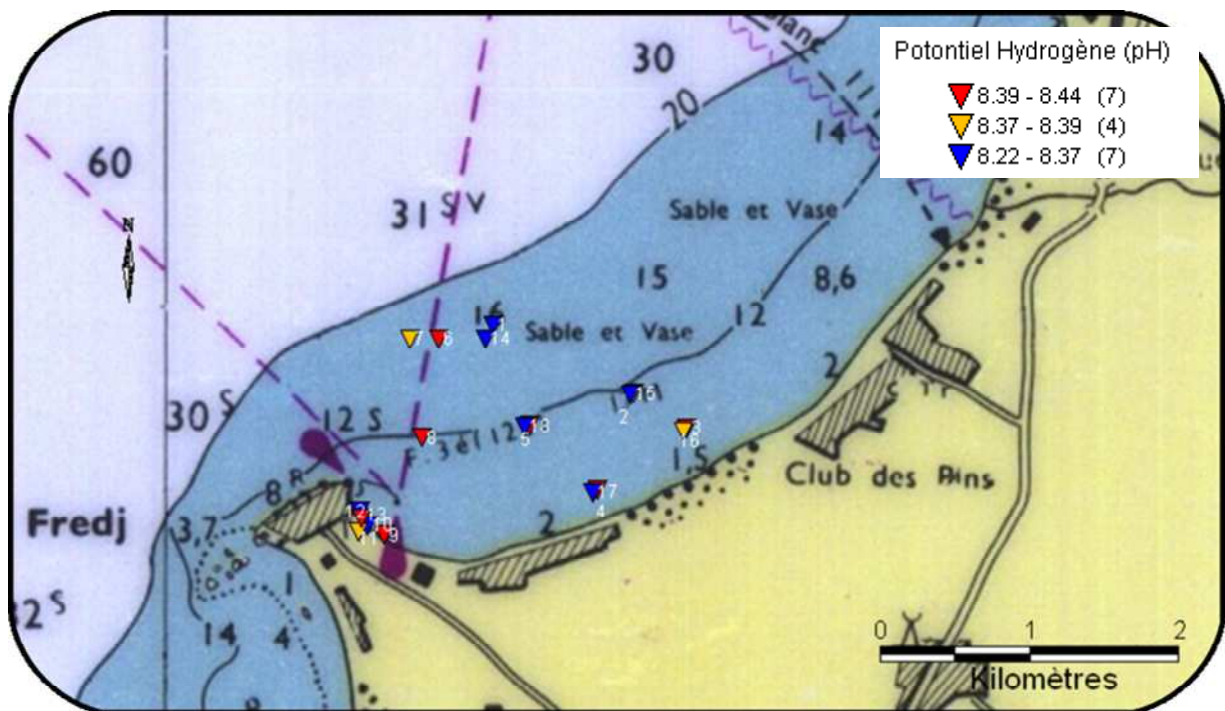


Figure 2.4.2. Répartition ponctuelle des pH des eaux de fond de la baie d'EL Djamila (Novembre et Décembre 2008).

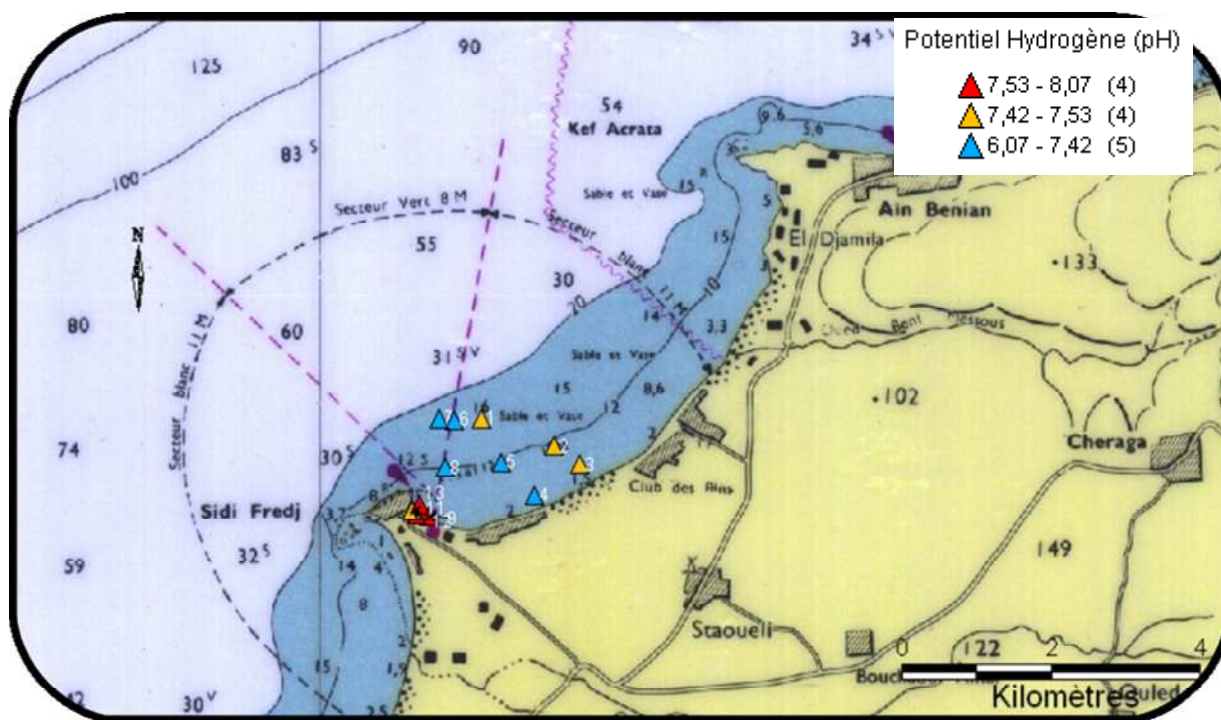


Figure 2.4.3. Répartition ponctuelle des pH des eaux de surface de la baie d'EL Djamila (Janvier 2009).

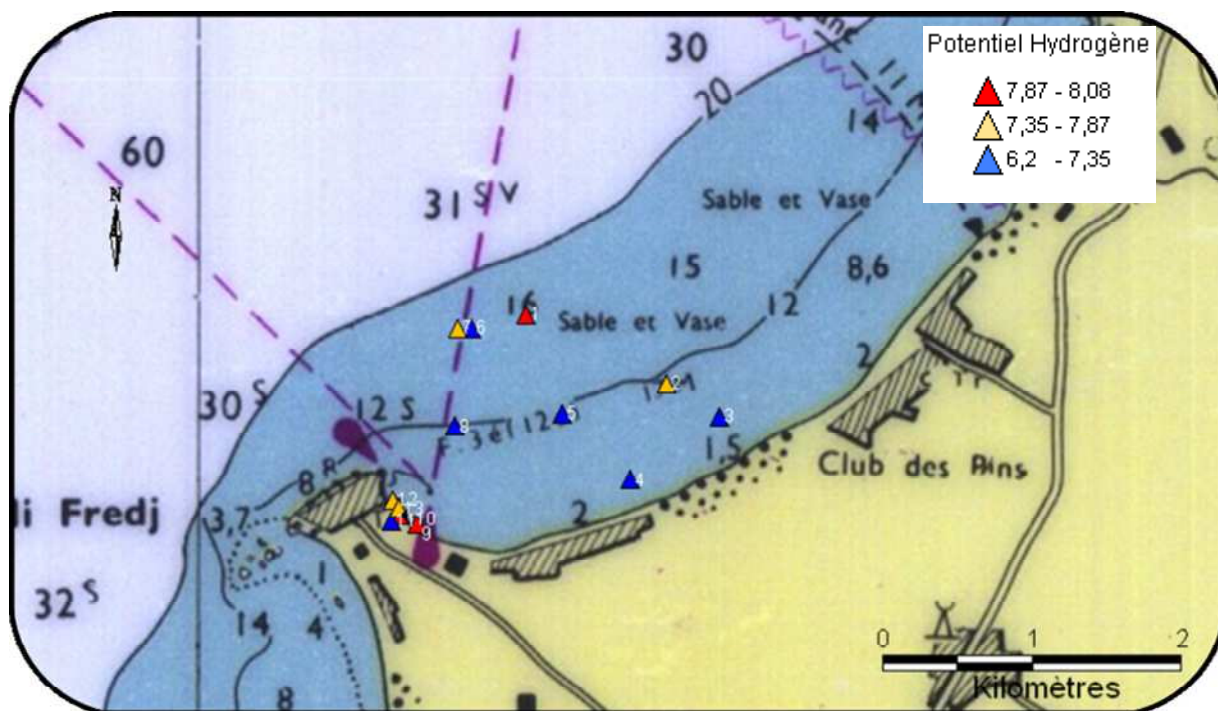


Figure 2.4.4. Répartition ponctuelle des pH des eaux de fond de la baie d'EL Djamila (Janvier 2009).

## 5. Matière en suspension

Des fluctuations des teneurs en matières en suspension apparaissent durant les deux saisons d'échantillonnage et entre les surfaces et les profondeurs.

En automne (Novembre et Décembre 2008), des concentrations très élevées varient entre 16mg/l (station 17) et 224mg/l (station 29) en surface, avec une moyenne de  $92,63 \pm 6,33$ mg/l. Et entre 16mg/l (station 2,14 et 16) et 1456mg/l (station 10) en profondeur, avec une moyenne de  $186,66 \pm 303$ mg/l.

**Tableau 2.5.1 : les valeurs minimales, maximales et moyennes des teneurs en matière en suspension (mg/l) enregistrées dans la baie d'EL Djamila (Novembre et Décembre 2008).**

	Valeurs	[M.E.S](mg/l)	Stations	Coordonnées
<b>Surface</b>	Minimale	16	17	N36°45,780 E2°50,987
	Maximale	224	29	N36°46,543 E2°51,490
	Moyenne	$92,63 \pm 6,33$	-	-
<b>Profondeur</b>	Minimale	16	2	N36°46,543 E2°51,490
			14	N36°46,494 E2°51,118
			16	N36°46,132 E2°51,172
	Maximale	1456	10	N36°46,181 E2°51,659
	Moyenne	$186,66 \pm 303$	-	-

Ces fluctuations ont en relation directe avec la faible hauteur d'eau (16m en maximum), elle peut être aussi s'expliquer selon [AMINOT et CHAUSSPIED, 1983] : « ces concentrations sont de l'ordre de 0,5 à 5mg/l et jusqu'à plusieurs grammes par litre dans les zones de maximum de turbidité ».

Qui est concorde par [GAUJOUS, 1995] où il a considéré l'eau chargée en matière en suspension une eau turbide et cette turbidité à un rôle écologique complexe.

Les faibles teneurs enregistrées au niveau des eaux de surface à l'état de la mer qui était assez calme, permettant ainsi la sédimentation de matière en suspension où elles peuvent entraîner des développements anaérobies. [RODIER et COLL, 1996].

Et selon [BOUKHETAOUI et BOUTOUILI, 1989] : «les faibles températures de l'eau enregistrées dans la baie influencent sur la vitesse de sédimentation en augmentent la viscosité de l'eau ».

Des valeurs aussi importantes spécialement en surface sont enregistrées dans la saison hivernale (Janvier 2009), elles sont comprises entre 20mg/l (station 17) et 1080mg/l (station

11), avec une moyenne de  $158,154 \pm 282,11 \text{ mg/l}$  et une chute remarquable de celles enregistrées dans la profondeur qui sont d'un minimum de  $8 \text{ mg/l}$  (station 20) et d'un maximum de  $88 \text{ mg/l}$  (station 6) et une moyenne de  $36,3 \pm 26,2 \text{ mg/l}$ .

**Tableau 2.5.2 : les valeurs minimales, maximales et moyennes des teneurs en matière en suspension (mg/l) enregistrées dans la baie d'EL Djamil (Janvier 2009).**

	Valeurs	[M.E.S](mg/l)	Stations	Coordonnées
<b>Surface</b>	Minimale	20	17	N36°45,780 E2°50,987
	Maximale	1080	11	N36°46,480 E2°51,230
	Moyenne	$158,15 \pm 282,11$	-	-
<b>Profondeur</b>	Minimale	8	20	N36°45,817 E2°50,931
	Maximale	88	6	N36°46,169 E2°52,371
	Moyenne	$36,3 \pm 26,20$	-	-

Ces fluctuations sont dues aux conditions climatiques, l'intensité de l'hydrodynamisme et le brassage des eaux qui provoquent la montée des matières en suspension vers la surface, et cette dernière s'enrichit par les cours d'eau. Aussi par les eaux denses apportées par les fleuves.

Aussi ces fortes concentrations ( $1456, 1080 \text{ mg/l} \dots$ ) peuvent être expliquée par le manque de préfiltration. Il est nécessaire de préfiltrer en milieu côtier pour éliminer le sédiment.

**Remarque :** les échantillons étaient riches en sable à l'œil.

[GILBERT et REGINE, 1997] ont donnés quelques chiffres en Méditerranée sur les eaux fluviales riveraines qui charrieraient environ 350 millions de tonnes de matières en suspension.

Sans oublier la présence de l'homme prise en compte et les différents apports à la fois urbains, industriels et agricoles qui sans rejetés son traitement d'épuration [GILBERT et REGINE, 1997].

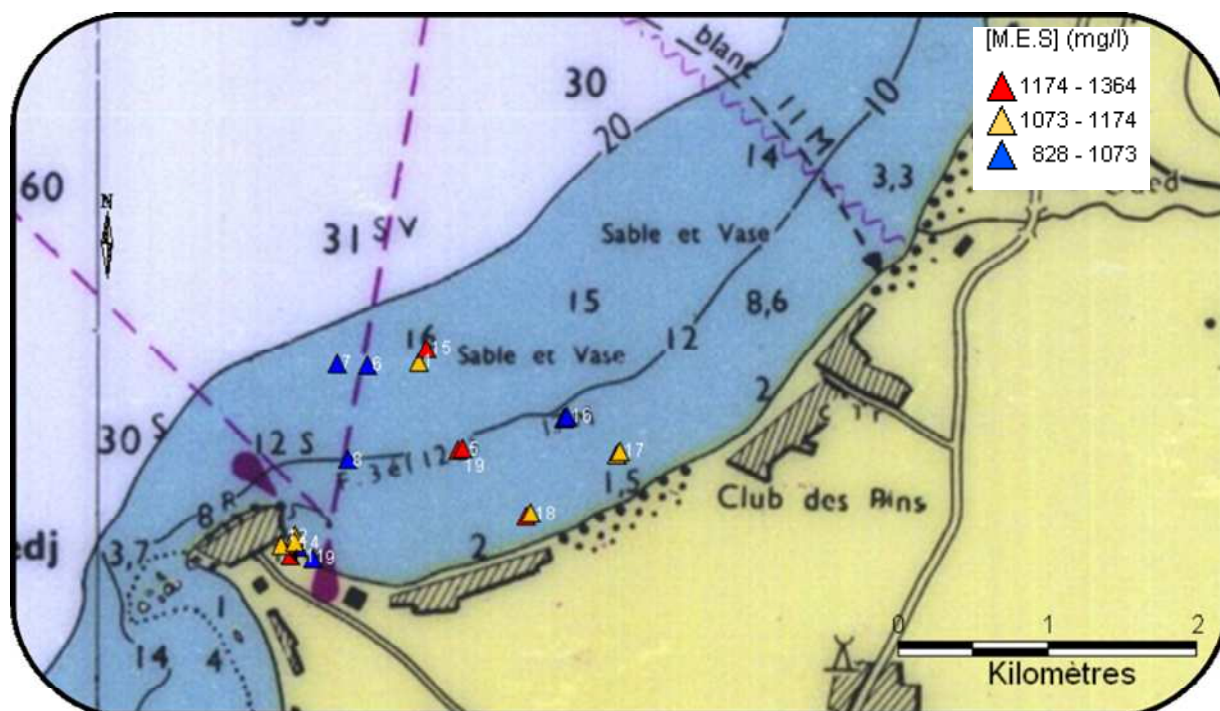


Figure 2.5.1. Répartition ponctuelle des teneurs en matière en suspension (mg/l) des eaux de surface de la baie d’EL Djamila (Novembre et Décembre 2008).

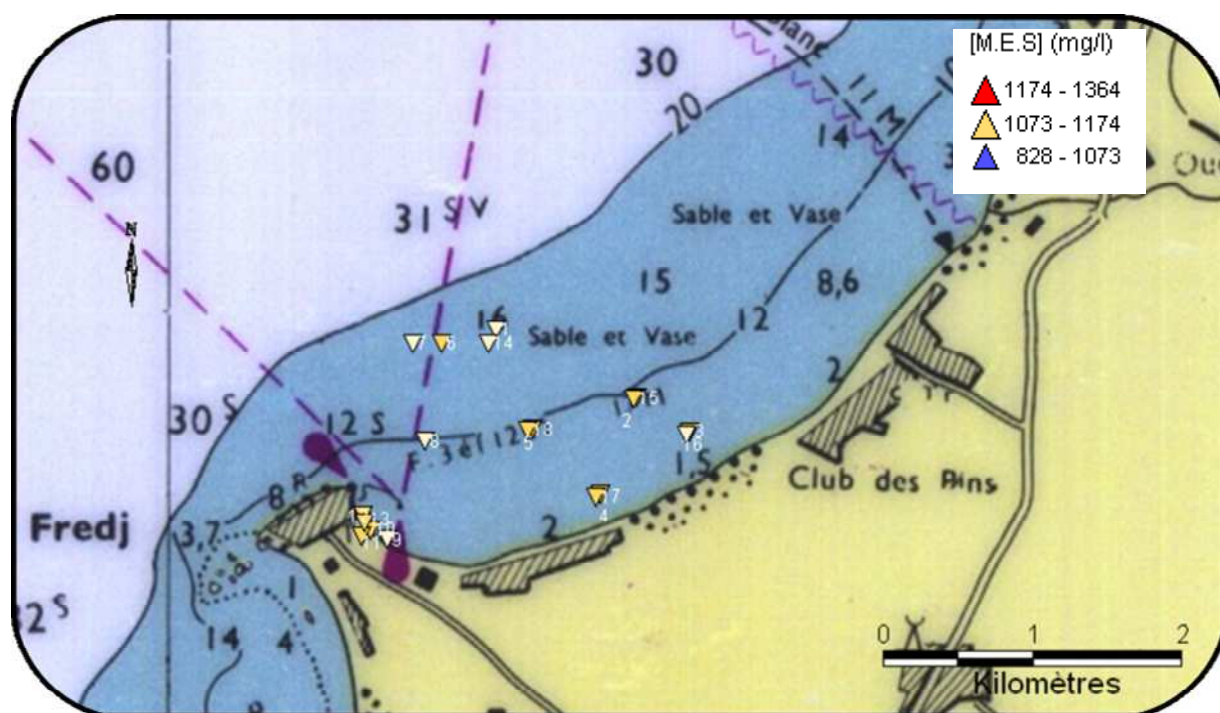


Figure 2.5.2. Répartition ponctuelle des teneurs en matière en suspension (mg/l) des eaux de fond de la baie d’EL Djamila (Novembre et Décembre 2008).

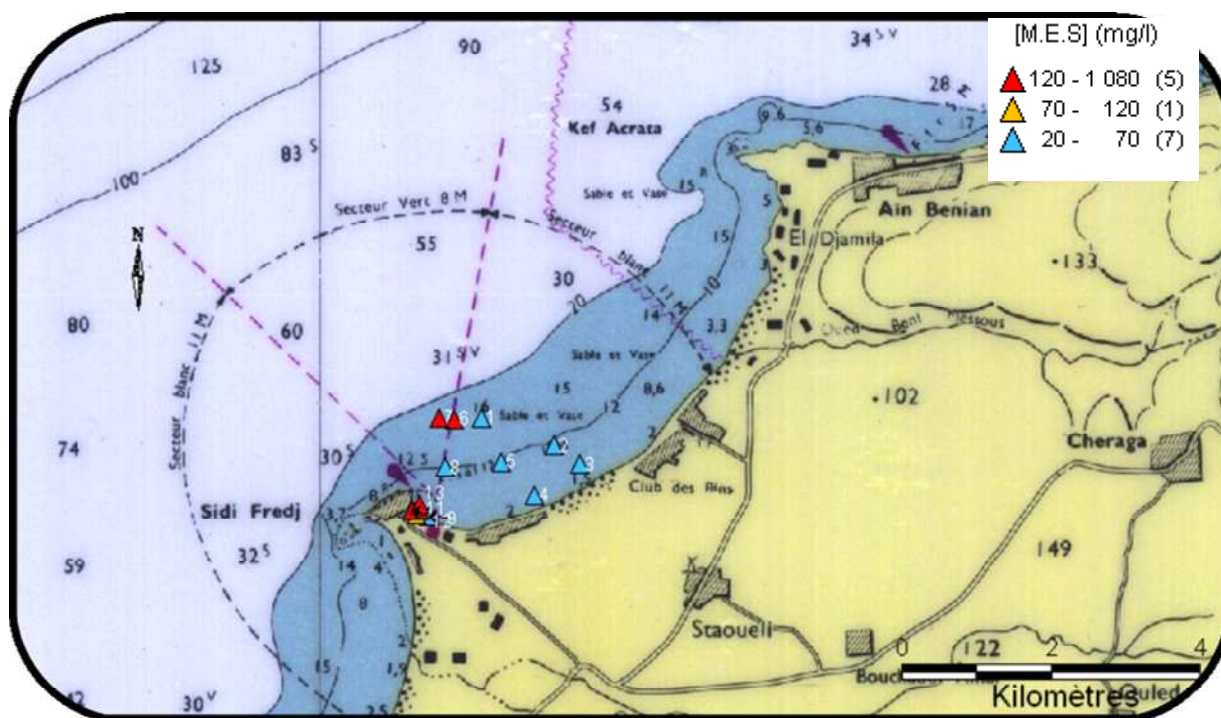


Figure 2.5.3. Répartition ponctuelle des teneurs en matière en suspension (mg/l) des eaux de surface de la baie d'EL Djamilia (Janvier 2009).



Figure 2.5.4. Répartition ponctuelle des teneurs en matière en suspension (mg/l) des eaux de fond de la baie d'EL Djamilia (Janvier 2009)

## 7. la chlorophylle-a et les pheopigments-a

La détermination quantitative globale de la fraction particulaire vivante dans les milieux aquatiques est importante pour l'étude et la compréhension des phénomènes écologiques [AMINOT et CHAUSSEPIED, 1983].

D'après nos résultats obtenus, les teneurs en chlorophylle a des échantillons prélevés en Novembre et Décembre 2008 sont comprises entre 3,324mg/m<sup>3</sup> (stations 1 et 3) et le maximum de 13,29mg/m<sup>3</sup> (station 25), avec une moyenne de 6.006±2,79mg/m<sup>3</sup> en surface. Et entre 2.216mg/m<sup>3</sup> (station 20) et 19.94mg/m<sup>3</sup> (station 4), avec une moyenne de 6.34±3,79mg/m<sup>3</sup> en profondeur.

**Tableau 2.7.1 : les valeurs minimales, maximales et moyennes de la chlorophylle-a (mg/m<sup>3</sup>) enregistrées dans la baie d'EL Djamilia (Novembre et Décembre 2008)**

	Valeurs	Chlorophylle-a (mg/m <sup>3</sup> )	Stations	Coordonnées
<b>Surface</b>	Minimale	3,342	1	N36°46,496 E2°51,460
			3	N36°46,292 E2°52,114
	Maximale	13,296	25	N36°45,869 E2°50,902
	Moyenne	6,006±2,79	-	-
<b>Profondeur</b>	Minimale	2,216	20	N36°45,817 E2°50,931
	Maximale	19,944	4	N36°46,294 E2°52,130
	Moyenne	6,34±3,79	-	-

Alors que les teneurs en chlorophylle a des échantillons prélevées en janvier 2009, fluctuent entre 0mg/m<sup>3</sup> (station 9) et 6.648mg/m<sup>3</sup> (stations 11 et 17), avec une moyenne de 4.94±1,72mg/m<sup>3</sup> en surface et entre 0mg/m<sup>3</sup> (station 16) et le maximum de 8.86mg/m<sup>3</sup> (stations 8 et 14), avec une moyenne de 4.94±2,58mg/ m<sup>3</sup> en profondeur.

**Tableau 2.7.2 : les valeurs minimales, maximales et moyennes de la chlorophylle-a ( $\text{mg/m}^3$ ) enregistrées dans la baie d'EL Djamila (Janvier 2009).**

	Valeurs	Chlorophylle-a ( $\text{mg/m}^3$ )	Stations	Coordonnées
<b>Surface</b>	Minimale	0	9	N36°46,176 E2°51,640
	Maximale	6,648	11	N36°46,480 E2°51,230
	Moyenne	4,94±1,72	-	-
<b>Profondeur</b>	Minimale	0	16	N36°46,132 E2°51,172
	Maximale	8,864	8	N36°45,942 E2°51,966
			14	N36°46,494 E2°51,118
	Moyenne	4.94±2,58	-	-

Les échantillons prélevés en Novembre, Décembre et Janvier sont totalement dépourvus des pheopigments-a, ce qui explique l'absence totale des zooplanctons qui dégradent la chlorophylle a en pheopigments-a.

Les plus faibles valeurs de pigments chlorophylliens sont associées aux valeurs maximales de nutriments. [AMINOT et al, 1997].

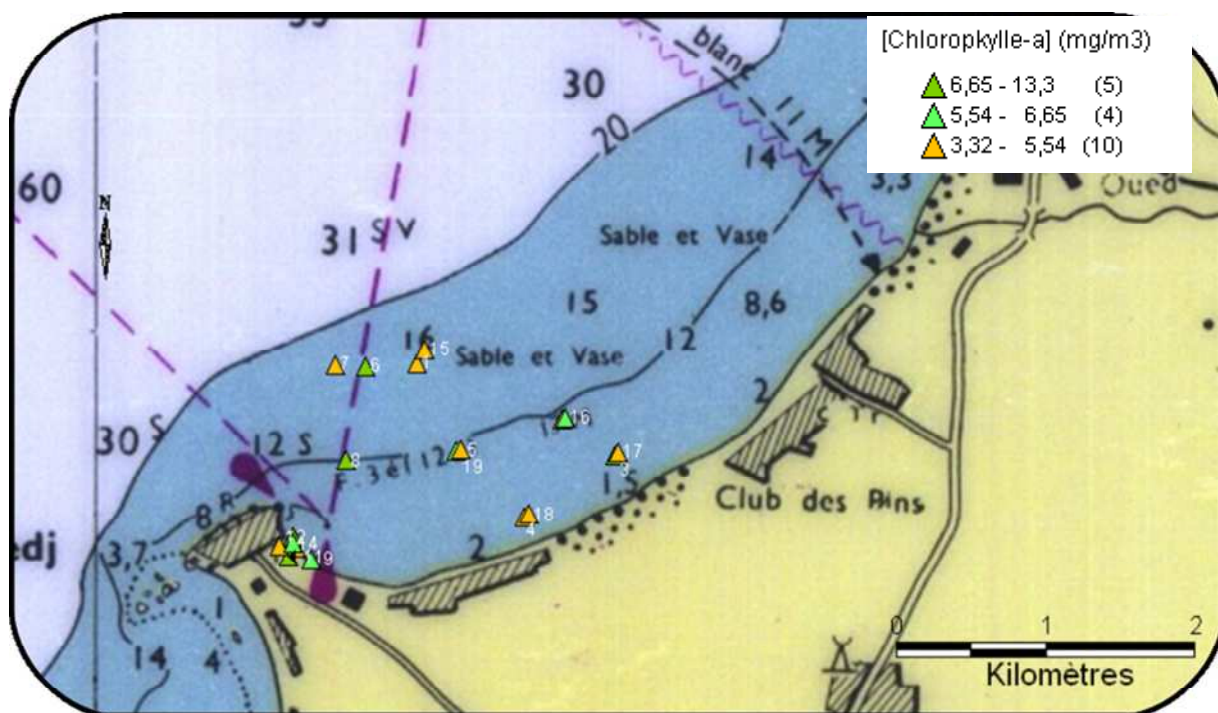


Figure 2.7.1. Répartition ponctuelle des teneurs en chlorophylle-a ( $\text{mg/m}^3$ ) des eaux de surface de la baie d'EL Djamila (Novembre et Décembre 2008).

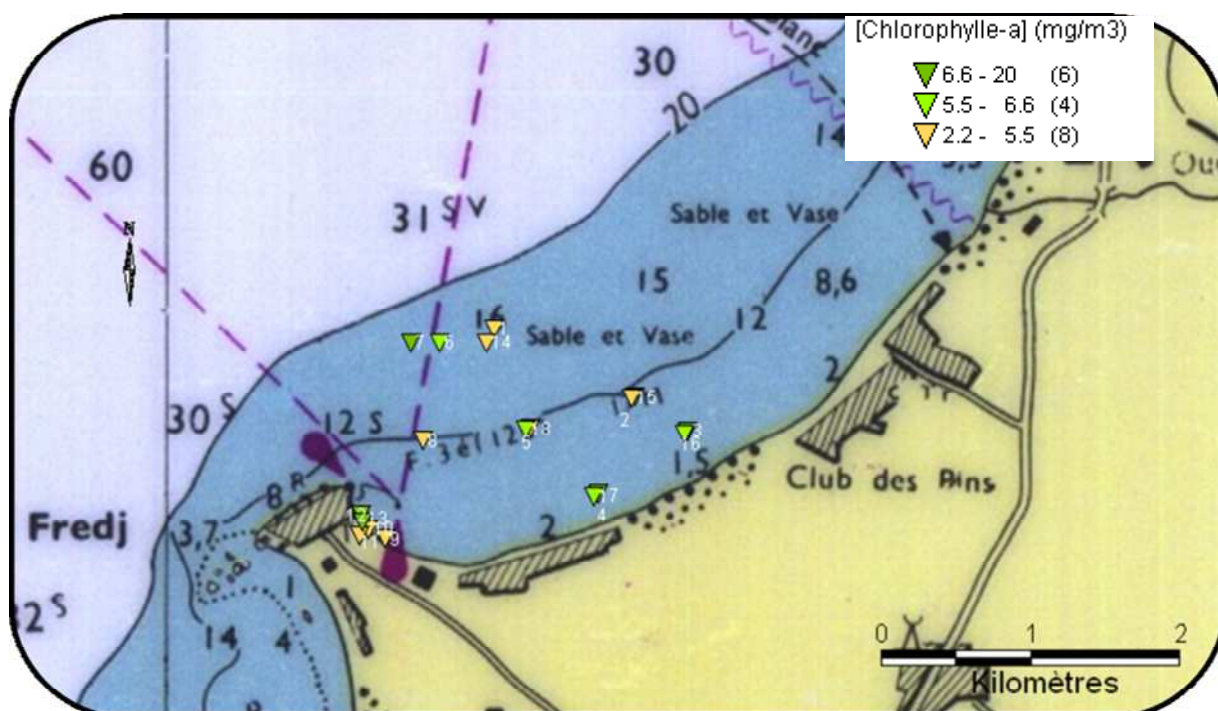


Figure 2.7.2. Répartition ponctuelle des teneurs en chlorophylle-a ( $\text{mg/m}^3$ ) des eaux de fond de la baie d'EL Djamila (Novembre et Décembre 2008).

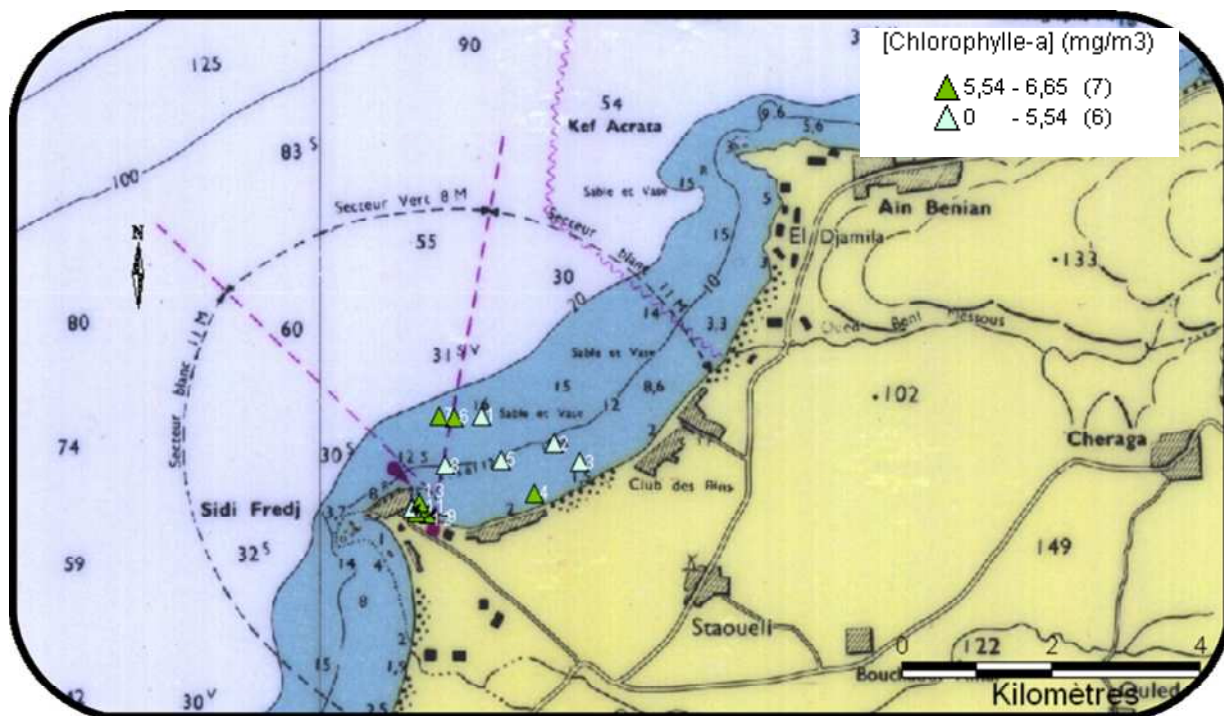


Figure 2.7.3. Répartition des teneurs en chlorophylle-a ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) des eaux de surface de la baie d'EL Djamilia (Janvier 2009).

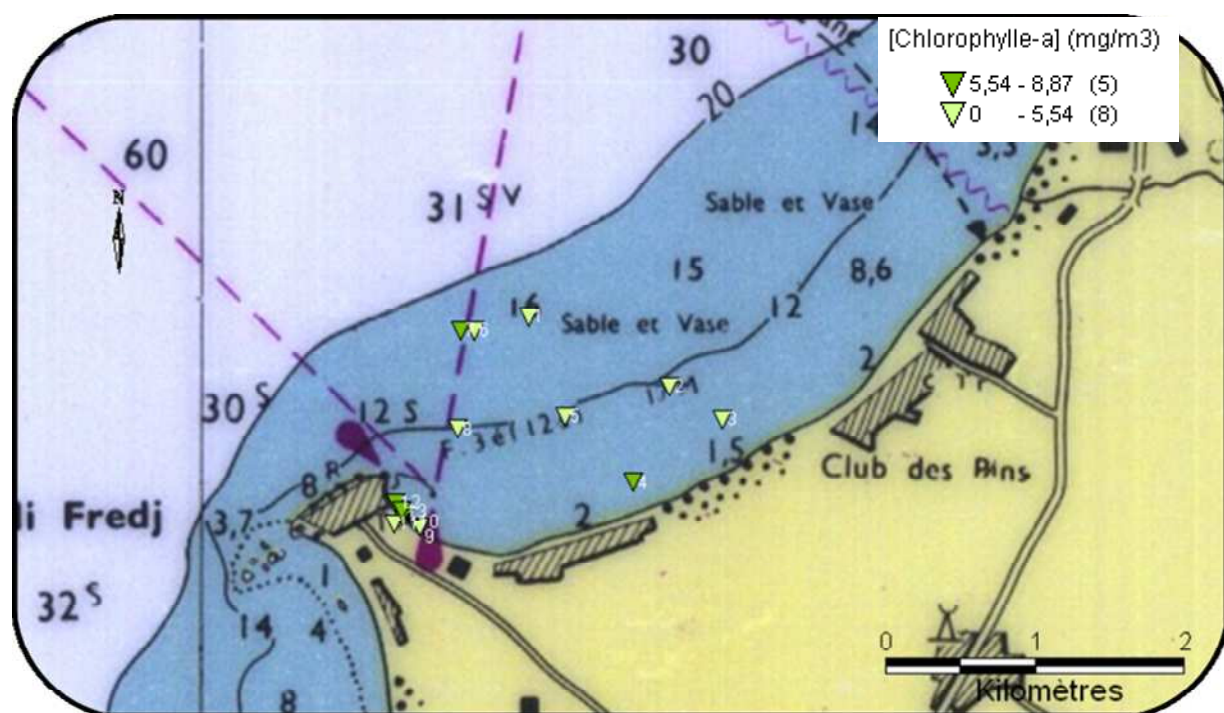


Figure 2.7.4. Répartition des teneurs en chlorophylle-a ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) des eaux de fond de la baie d'EL Djamilia (Janvier 2009).

## 8. Les sels nutritifs

### 8.1. L'azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ )

D'après les résultats obtenus, les variations des teneurs en azote ammoniacal des échantillons prélevés en Novembre et en Décembre 2008 sont comprises entre  $0,07\mu\text{mol/l}$  (station 13) et  $4,480\mu\text{mol/l}$  (stations 9), avec une moyenne de  $0,826\pm 1,12\mu\text{mol/l}$  en surface.

Tandis qu'en profondeur, l'azote ammoniacal atteint leur maximum de  $7,660\mu\text{mol/l}$  (station 8) et leur minimum de  $0,04\mu\text{mol/l}$  (station 16), avec une moyenne de  $1,096\pm 1,84\mu\text{mol/l}$ .

**Tableau 2.8.1.1 : Les teneurs minimales, maximales et moyennes en azote ammoniacal ( $\mu\text{mol/l}$ ) enregistrées dans la d'EL Djamilia (Novembre et Décembre 2008).**

	Valeurs	$[\text{NH}_4^+]\mu\text{mol/l}$	Stations	Coordonnées
<b>Surface</b>	Minimale	0,07	13	N36°46,492 E2°51,091
	Maximale	4,480	9	N36°46,176 E2°51,640
	Moyenne	$0,826\pm 1,12$	-	-
<b>Profondeur</b>	Minimale	0,04	16	N36°46,132 E2°51,172
	Maximale	7,660	8	N36°45,942 E2°51,966
	Moyenne	$1,096\pm 1,84$	-	-

Alors que les teneurs en azote ammoniacal des échantillons prélevés en Janvier 2009 fluctuent entre  $0,125\mu\text{mol/l}$  (station 5) et le maximum de  $26,071\mu\text{mol/l}$  (station 11), avec une moyenne de  $3,934\pm 7,22\mu\text{mol/l}$  en surface et entre  $0,087\mu\text{mol/l}$  (station 18) et  $23,877\mu\text{mol/l}$  (station 8), avec une moyenne de  $2,634\pm 6,45\mu\text{mol/l}$  en profondeur.

**Tableau 2.8.1.2 : Les teneurs minimales, maximales et moyennes en azote ammoniacal ( $\mu\text{mol/l}$ ) enregistrées dans la d'EL Djamilia (Janvier 2009).**

	Valeurs	$[\text{NH}_4^+]\mu\text{mol/l}$	Stations	Coordonnées
<b>Surface</b>	Minimale	0,125	5	N36°46,161 E2°52,357
	Maximale	26,071	11	N36°46,480 E2°51,230
	Moyenne	$3,934\pm 7,22$	-	-
<b>Profondeur</b>	Minimale	0,087	18	N36°45,780 E2°51,966
	Maximale	23,877	8	N36°45,942 E2°51,966
	Moyenne	$2,634\pm 6,45$	-	-

Les fortes concentrations en azote ammoniacal sont dues sûrement à la dégradation bactérienne de la matière végétale des cours d'eau et la matière organique animale ou

humaine. [RODIER et COLL, 1996]. Ou aux égouts provenant de l'Oued de Beni Messous surtout en hiver, où ils débouchent au niveau de la baie d'EL Djamila comme elles peuvent être issues des pluies. Et selon [LEFNAOUI, 2008] : l'ammoniac contenu dans les déchets des organismes entraînent dans les milieux confinés une élévation très importantes des concentrations en azote ammoniacal dans l'eau.

Ces concentrations traduisent aussi l'influence des rejets urbains ou agricoles (engrais) car elles peuvent atteindre plusieurs dizaines voir centaine de micromoles par litre. [AMINOT et CHAUSSEPIED, 1983].

Ce qu'on a noté surtout pendant la saison hivernale en surface et en profondeur, ce dernier peut entraîner la libération des eaux interstitielles très riches en ammoniacque.

En plus, les eaux profondes peuvent également se charger en ammoniacque par la réduction des nitrates sous l'action des bactéries autotrophes ou par les ions ferreux. [RODIER et COLL, 1996].

Les faibles quantités d'ammonium sont interprétées par une forte oxydation par les organismes autotrophes qui le transforment en nitrites puis en nitrates. [GAUJOUS, 1995].

En plus, l'absence totale de l'azote ammoniacal peut être expliqué par son utilisation par le phytoplancton comme source d'azote et oxydé par les bactéries nitrifiantes. [AMINOT et CHAUSSEPIED, 1983].

## 8.2. Les nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )

Dans le cycle de l'azote les ions nitrites sont des intermédiaires relativement fugaces entre l'azote ammoniacal et les ions nitrates. [AMINOT et CHAUSSEPIED, 1983].

Les eaux de la baie d'EL Djamila présentent des teneurs élevées en nitrites surtout en saison hivernale.

Les valeurs enregistrées pour les échantillons de Novembre et Décembre 2008 sont comprises entre  $0,012\mu\text{mol/l}$  (station 17) et  $0,027\mu\text{mol/l}$  (station 35), avec une moyenne de  $0,019\pm 0,004\mu\text{mol/l}$  en surface. Et entre  $0,012\mu\text{mol/l}$  (station 16) et  $0,297\mu\text{mol/l}$  (station 32), avec une moyenne de  $0,038\pm 0,006\mu\text{mol/l}$  en profondeur. (Tableau 2.8.2.1)

**Tableau 2.8.2.1 : Les teneurs minimales, maximales et moyennes en nitrites ( $\mu\text{mol/l}$ ) enregistrées dans la baie d'EL Djamila (Novembre et Décembre 2008).**

	Valeurs	$[\text{NO}_2^-]\mu\text{mol/l}$	Stations	Coordonnées
<b>Surface</b>	Minimale	0,012	17	N36°45,780 E2°50,987
	Maximale	0,0271	35	N36°45,942 E2°51,966
	Moyenne	0,0193 $\pm$ 0,004	-	-
<b>Profondeur</b>	Minimale	0,0128	16	N36°46,132 E2°51,172
	Maximale	0,297	32	N36°46,161 E2°52,357
	Moyenne	0,038 $\pm$ 0,006	-	-

Ce sont les eaux profondes qui fournissent les nutriments. [GILBER et REGINE, 1997].

Alors qu'en Janvier 2009 (saison hivernale), ces concentrations varient entre 0,026 $\mu\text{mol/l}$  (station 3) et 0,157 $\mu\text{mol/l}$  (station 1) avec une moyenne de 0,052 $\pm$ 0,039 en surface. Avec une moyenne de 0,0423 $\pm$ 0,013 $\mu\text{mol/l}$  en profondeur. (Tableau 2.8.2.2)

**Tableau 2.8.2.2 : Les teneurs minimales, maximales et moyennes en nitrites ( $\mu\text{mol/l}$ ) enregistrées dans la baie d'EL Djamila (Janvier 2009).**

	Valeurs	$[\text{NO}_2^-]\mu\text{mol/l}$	Stations	Coordonnées
<b>Surface</b>	Minimale	0,026	3	N36°46,292 E2°52,114
	Maximale	0,157	1	N36°46,496 E2°51,460
	Moyenne	0,0526 $\pm$ 0,039	-	-
<b>Profondeur</b>	Minimale	0,025	12	N36°46,496 E2°51,255
	Maximale	0,132	8	N36°45,942 E2°51,966
	Moyenne	0,0423 $\pm$ 0,013	-	-

Ces concentrations élevées de nitrites sont provenant de l'excrétion zooplanctonique (régénération directe) qui régresse à eux seules 80% de leur excrétion à cela s'ajoute la régénération bactérienne. [BOUGIS, 1974], ou de l'oxydation des composés azotés excrétés. [AMINOT et CHAUSSEPIED, 1983].

En plus, des fortes concentrations en ammonium ont été relevées, il est attendu d'observer une certaine quantité en nitrites due vrai semblablement à la lenteur de la nitrification accentuée par ces fortes concentrations [LEFNAOUI et OUALI, 2008].

Ainsi les effluents urbains et les cours d'eau qui constituent les principaux apports nutritifs qui enrichissent les eaux côtières. [GILBERT et REGINE, 1997].

En plus des phénomènes météorologiques qui provoquent le mélange des eaux qui induit dans les eaux peu profondes et ramène les nutriments vers la colonne d'eau à partir du sédiment puis les remontés vers la surface. [GILBERT et REGINE, 1997] ce qui concorde bien avec nos résultats obtenus en saison hivernale.

### 8.3. Les nitrates

L'azote nitrique est une forme oxydée stable de l'azote en solution aqueuse. Il ne présente pas de faculté de complication ou d'absorption. Il entre dans le cycle de l'azote comme support principal de la croissance phytoplanktonique, il est ensuite régénéré.

Lorsque la vitesse de la régénération est inférieure à la vitesse d'assimilation, les ions nitrates sont un facteur limitant de la croissance des algues. [AMINOT et CHAUSSEPIED, 1983].

Les eaux de la baie présentent des fortes teneurs en nitrates qui varient selon les saisons.

En automne (Novembre et Décembre 2008), les concentrations des nitrates sont considérables surtout en profondeur tel qu'ils sont entre  $0,002\mu\text{mol/l}$  (station 1) et  $0,628\mu\text{mol/l}$  (station 7). Avec une moyenne de  $0,0993\pm 0,144\mu\text{mol/l}$  en surface. Et entre  $0,001\mu\text{mol/l}$  (station 26) et  $1,744\mu\text{mol/l}$  (station 34). Avec une moyenne de  $0,259\pm 0,552\mu\text{mol/l}$  en profondeur. (Tableau 2.8.3.1)

**Tableau 2.8.3.1 : Les teneurs minimales, maximales et moyennes en nitrates ( $\mu\text{mol/l}$ ) enregistrées dans la baie d'EL Djamilia (Novembre et Décembre 2008).**

	Valeurs	$[\text{NO}_3^-]\mu\text{mol/l}$	Stations	Coordonnées
<b>Surface</b>	Minimale	0,002	1	N36°46,496 E2°51,460
	Maximale	0,628	7	N36°45,935 E2°51,946
	Moyenne	$0,0993\pm 0,144$	-	-
<b>Profondeur</b>	Minimale	0,001	26	N36°45,842 E2°50,920
	Maximale	1,744	34	N36°45,935 E2°51,946
	Moyenne	$0,259\pm 0,552$	-	-

Ces teneurs élevées des nitrates résultent de la matière organique, des engrais azotés, les résidus des animaux, fumiers, purin, les eaux usées domestiques. [GAUJOUS, 1995].

En hiver (Janvier 2009), les concentrations enregistrées sont plus élevées elles sont comprises entre  $0,0157\mu\text{mol/l}$  (station 17) et  $1,723\mu\text{mol/l}$  (station 1), avec une moyenne de  $0,486\pm 0,56\mu\text{mol/l}$  en surface et entre  $0,070\mu\text{mol/l}$  (station 14) et  $1,537\mu\text{mol/l}$  (station 8), avec une moyenne de  $0,553\pm 0,57\mu\text{mol/l}$  en profondeur. (Tableau 2.8.3.2)

**Tableau 2.8.3.2 : Les teneurs minimales, maximales et moyennes en nitrates ( $\mu\text{mol/l}$ ) enregistrées dans la baie d'EL Djamila (Janvier 2009).**

	Valeurs	$[\text{NO}_3^-]\mu\text{mol/l}$	Stations	Coordonnées
<b>Surface</b>	Minimale	0,157	17	N36°45,780 E2°50,987
	Maximale	1,723	1	N36°46,496 E2°51,460
	Moyenne	0,486 $\pm$ 0,56	-	-
<b>Profondeur</b>	Minimale	0,070	14	N36°46,494 E2°51,118
	Maximale	1,537	8	N36°45,942 E2°51,966
	Moyenne	0,553 $\pm$ 0,57	-	-

On peut dire que la saison hivernale est une période d'enrichissement des eaux de la baie tel que les fortes concentrations observées en surface et en profondeur sont avec un écart peu important et elles sont issues des eaux de ruissellement lors des précipitations qui entraînent un lessivage des sols des bassins versants et permettent une arrivée massive des nitrates dans l'eau.

En plus, la reprise des pluies et les crues consécutives des affluents font qu'une bonne partie des nitrates ne vient pas du métabolisme autochtone de l'écosystème, mais elles sont apportées par lessivage des cultures dont les nitrates doivent être introduits comme fertilisants artificiels.

Ces concentrations viennent de l'oxydation biologique de toutes les formes d'azote. **[RODIER et COLL, 1996]**

Comme elles sont liées aux activités anthropiques et à la régénération par les bactéries, que se soit de la matière organique dissoute ou des débris organiques. **[BOUGIS, 1974]**. A cela s'ajoute les apports en nitrates d'origine agricole. **[AMINOT et KHEROUËL, 2004]**.

On peut expliquer les faibles teneurs obtenues en automne par rapport à celles obtenues en hiver par la dénitrification biologique car les nitrates constituent une source d'oxygène pour le développement bactérien. **[RODIER et COLL, 1996]**. Ce phénomène qui diminue les concentrations en nitrates est connu en surface plus qu'en profondeur c'est pourquoi certaines stations sont totalement dépourvues de nitrates.

### 8.4. Les silicates

Le silicium est un élément nutritif car il entre dans la composition des squelettes de certaines espèces phytoplanctoniques (diatomées...) auxquelles il est indispensable.

[AMINOT et CHAUSSEPIED, 1983].

Notre zone d'étude présente de fortes teneurs en silicates qui varient entre la surface et la profondeur et aussi selon les saisons.

En décembre et en novembre 2008, ces teneurs oscillent entre 0,240 $\mu\text{mol/l}$  (station 29) et 14,260 $\mu\text{mol/l}$  (station 7) avec une moyenne de 1,738 $\pm$ 3,09 $\mu\text{mol/l}$  en surface, et entre 0,30 $\mu\text{mol/l}$  (station 22) et 56,620 $\mu\text{mol/l}$  (station 10) avec une moyenne de 4,377 $\pm$ 13,09 $\mu\text{mol/l}$  en profondeur. (Tableau 2.8.4.1)

**Tableau 2.8.4.1 : Les teneurs minimales, maximales et moyennes en silicates ( $\mu\text{mol/l}$ ) enregistrées dans la baie d'EL Djamilia (Novembre et Décembre 2008).**

	Valeurs	[SiO <sub>2</sub> ] $\mu\text{mol/l}$	Stations	Coordonnées
<b>Surface</b>	Minimale	0,240	29	N36°46,543 E2°51,490
	Maximale	14,260	7	N36°45,935 E2°51,946
	Moyenne	1,738 $\pm$ 3,09	-	-
<b>Profondeur</b>	Minimale	0,30	22	N36°45,794 E2°50,892
	Maximale	56,620	10	N36°46,181 E2°51,659
	Moyenne	4,377 $\pm$ 13,09	-	-

Alors qu'en hiver (janvier 2009), ces concentrations présentent un maximum de 18,940 $\mu\text{mol/l}$  (station 11) et un minimum de 0 $\mu\text{mol/l}$  (station 3), avec une moyenne de 3,016 $\pm$ 5,18 $\mu\text{mol/l}$  en surface, et un minimum de 0 $\mu\text{mol/l}$  (station 2) et un maximum de 16,980 $\mu\text{mol/l}$  (station 8), avec une moyenne de 2,404 $\pm$ 4,54 $\mu\text{mol/l}$  en profondeur. (Tableau 2.8.4.2)

**Tableau 2.8.4.2 : Les teneurs minimales, maximales et moyennes en silicates ( $\mu\text{mol/l}$ ) enregistrées dans la baie d'EL Djamilia (Janvier 2009).**

	Valeurs	[SiO <sub>2</sub> ] $\mu\text{mol/l}$	Stations	Coordonnées
<b>Surface</b>	Minimale	0	3	N36°46,292 E2°52,114
	Maximale	18,940	11	N36°46,480 E2°51,230
	Moyenne	3,016 $\pm$ 5,18	-	-
<b>Profondeur</b>	Minimale	0	2	N36°46,543 E2°51,490
	Maximale	16,980	8	N36°45,942 E2°51,966
	Moyenne	2,404 $\pm$ 4,54	-	-

Ces fortes concentrations en silicates ont une origine lagunaire et continentale par l'apport des Oueds aussi la dissolution des roches siliceuses. [BOUGIS, 1974].

Comme on peut expliquer cette élévation par les apports des eaux douces qui sont plus chargées que les eaux marines de surface, leurs concentrations peuvent atteindre plusieurs centaines de micromoles par litre.[AMINOT et CHAUSSEPIED,1983].

Dans la saison hivernale, on note une homogénéité entre les teneurs en silicates présentées en surface et en profondeur ce qui est expliqué par le brassage et la remontée des eaux profondes riches en sels nutritifs. Comme on remarque des diminutions légères dans quelques stations et une absence totale dans autres stations ( $0\mu\text{mol/l}$ ).

Cela se traduit par l'assimilation des silicates par les espèces phytoplanctoniques au moment de leur développement surtout dans la zone eutrophe. [LACAZE, 1996], où elles sont absorbées sous forme dissoute et permettent l'élaboration des enveloppes siliceuses de ces espèces.

## 8.5. Les orthophosphates

Les teneurs en orthophosphates dans la baie d'EL Djamila connaissent des fluctuations remarquables.

En automne, dans les eaux de surface elles vont de  $0\mu\text{mol/l}$  (station 1 et 3) à  $0,084\mu\text{mol/l}$  (station 25), avec une moyenne de  $0,007\pm 0,021\mu\text{mol/l}$ . (Tableau 2.8.5.1)

Alors qu'en profondeur, elles atteignent le maximum de  $10,604\mu\text{mol/l}$  (station 10) et elles sont totalement absentes  $0\mu\text{mol/l}$  au niveau de plus part des stations.

**Tableau 2.8.5.1 : les valeurs minimales, maximales et moyennes des orthophosphates ( $\mu\text{mol/l}$ ) enregistrées dans la baie d'EL Djamila (Décembre et Novembre 2008)**

	Valeurs	[ $\text{PO}_4^-$ ] ( $\mu\text{mol/l}$ )	Stations	Coordonnées
<b>Surface</b>	Minimale	0	1	N36°46,496 E2°51,460
			3	N36°46,292 E2°52,114
	Maximale	0,084	25	N36°45,869 E2°50,902
	Moyenne	$0,0076\pm 0,021$	-	
<b>Profondeur</b>	Minimale	0	2	N36°46,543 E2°51,490
			6	N36°46,169 E2°52,371
	Maximale	10,604	10	N36°46,181 E2°51,659
	Moyenne	$0,618\pm 2,49$	-	

Cet enrichissement en phosphore résulte de l'intensification de la pression démographique et des activités agricoles. [LEFNAOUI et OUALI, 2008].

Selon [TALEB, 1970] : « lors de leur cru, les Oueds nord africains déversent de grandes quantités de sels nutritifs en mer. Au contraire, les phosphates terrestres, qui sont surtout des sels tricalciques insolubles, restent dans le sol. Ceux de l'eau de mer proviennent donc de directement de la décomposition des petites cadavres en pleine eau »

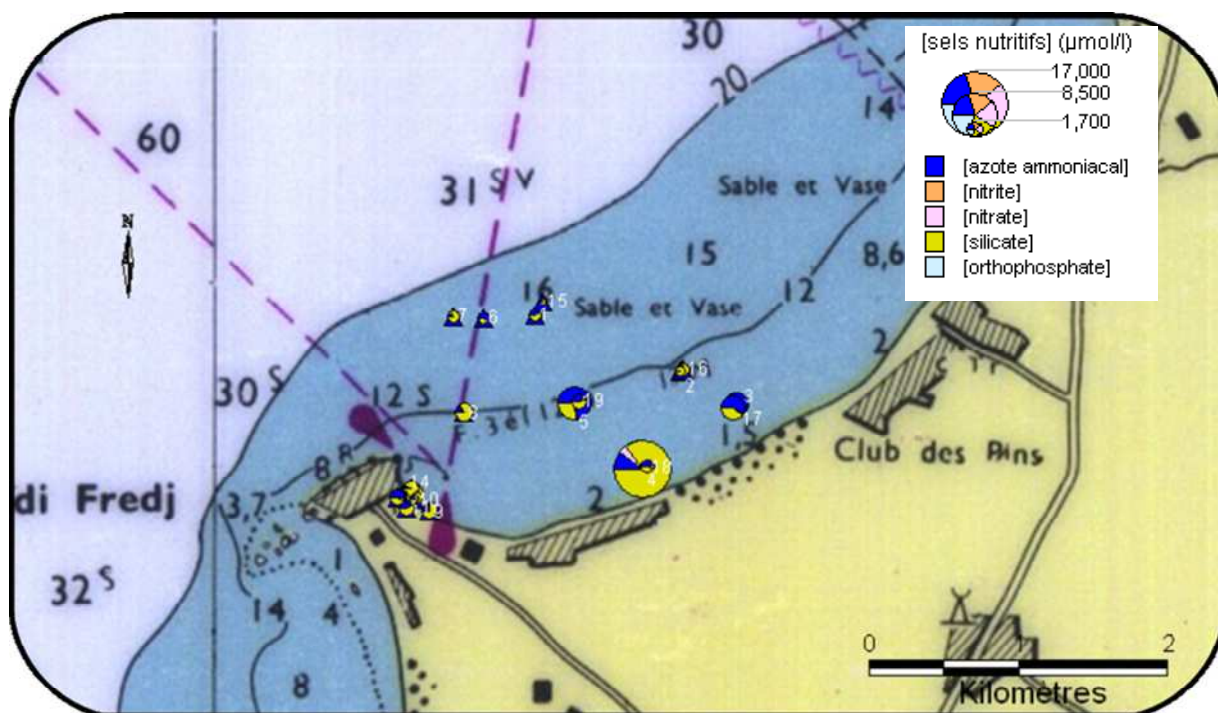


Figure 2.8.1. Répartition ponctuelle teneurs en sels nutritifs ( $\mu\text{mol/l}$ ) des eaux de surface de la baie d'EL Djamilia (Novembre et Décembre 2008).

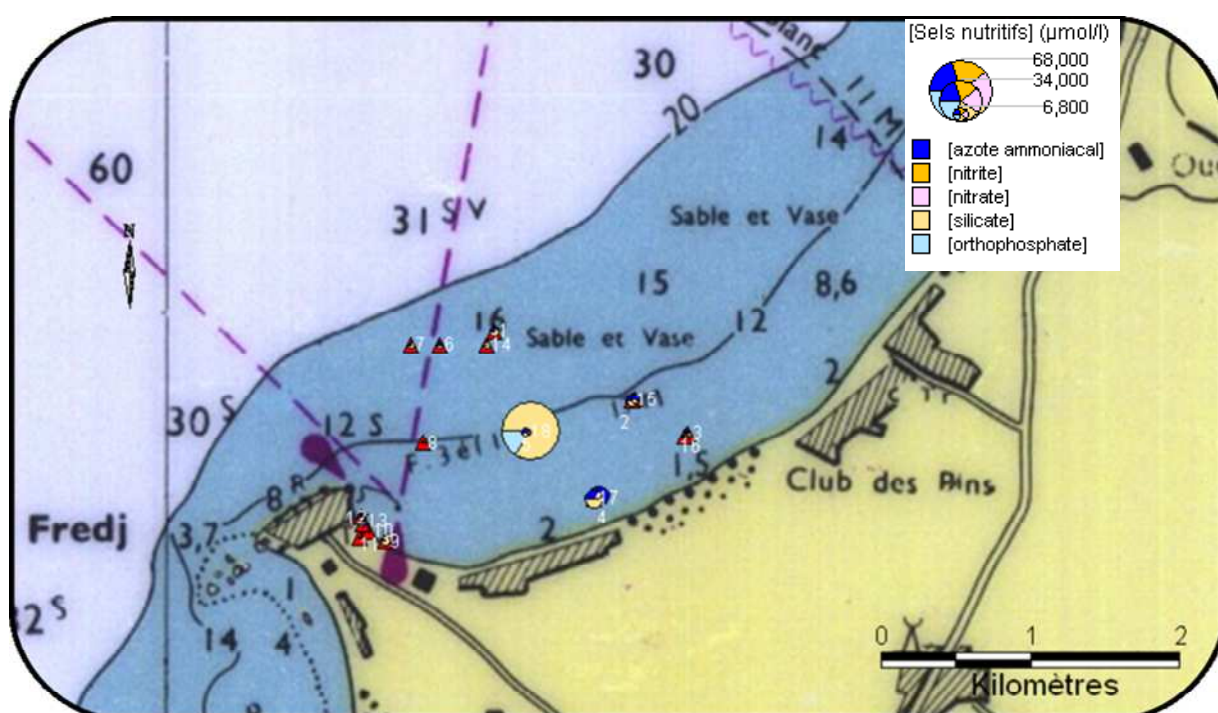


Figure 2.8.2. Répartition ponctuelle teneurs en sels nutritifs ( $\mu\text{mol/l}$ ) des eaux de fond de la baie d'EL Djamilia (Novembre et Décembre 2008).



## CONCLUSION

**M**algré les efforts fournis par les différents organismes pour protéger les milieux marins, la pollution des eaux ne cesse de progresser, et subir toujours des atteintes et des dégradations dues essentiellement à l'absence d'une approche intégrée de sa gestion et d'une concentration multi- sectorielle de son utilisation.

D'après notre travail on a conclu que les eaux côtières sont plus exposées à la pollution par l'introduction des différentes substances chimiques, organiques et inorganiques, cette pollution peut engendrer des modifications sur les organismes et l'écosystème marin.

La présente étude « les caractérisations physico chimiques et chimiques de la baie d'EL Djamila » nous a permis de préciser la qualité de ses eaux et les résultats précédemment obtenus en témoignent :

La distribution thermique présente une certaine homogénéité. Des températures sont assez stables car elle est influencée par la température de l'air.

Le pH conforme aux normes, mais il est modifié par les rejets industriels où les apports d'eaux continentale à pH acide en période hivernale. Donc on se trouve dans la troisième catégorie correspondant à une eau polluée dans cette période, ne peut être utilisée qu'après un traitement très poussé.

La salinité de la baie est identique à celle de la Méditerranée. Les teneurs en oxygènes dissous sont variables selon l'activité photosynthétique, la présence ou l'absence de matière organique dégradable et aussi le renouvellement de l'eau dans les différentes stations où l'eau est classée dans la première catégorie dans la saison automnale et dans la deuxième dans la saison hivernal.

Les résultats obtenus pour les paramètres ; MES, matière organique et matière inorganique particulaire, pheopigments a, chlorophylle a, et sels nutritifs (phosphates, silicates, ammonium, nitrites, nitrates). Sont influencées directement par les apports élevés en nutriments et matière solides véhiculés par les Oueds (Beni Messous) aussi que d'importants émissaires (rejets urbaines, domestiques, industriels).

Selon leurs concentrations on se trouve dans la première, la deuxième, la troisième et la quatrième catégorie correspondant à une eau de bonne et moyenne qualité ainsi qu'une eau polluée ou très polluée qui ne peut être utilisée qu'après un traitement très poussé et spécifique.

Donc il serait indispensable de procéder à un suivi régulier et à un contrôle rigoureux des caractéristiques physico chimiques.

Dans ce but, nous proposons le plan général ci-après pour le contrôle de la pollution dans ces eaux :

- Collecte de données de base sur toutes les sources existantes de pollution par le moyen d'enquêtes nationales et calcul des charges théoriques ;
- Evaluation de l'état des plans d'eau à l'aide d'analyses chimiques de type simple et d'activité de surveillance biologique ;
- Evaluation des dommages possibles aux pêcheries par les moyens suivants ; examen des données publiées, épreuves de toxicité pour des espèces locales et chaque fois que possible, analyses chimiques des composants de l'environnement ;
- Formulation de « normes » de sécurité pour les effluent et «établissement d'une liste « noire » et d'une liste « grise » de substances dangereuses ;
- Détermination d'objectifs pour les eaux réceptrices sur la base de critères de qualité des eaux, modifiés de manière appropriée, déjà proposés ailleurs.

## Bibliographie

- ALLAG.N et RESSAD.R, 2006.** Détermination des zones de pêches par des techniques satellitaires dans la région algéroise : reconnaissance des fronts thermiques. Mémoire d'ingénieur en pêche. I.S.M.A.L. 70pages.
- AL SID CHIKH.S et LAINSER.K, 2008.** Baie de Bou Ismail et baie d'EL Djamila : paramètres océanographiques, gestion littorale et imagerie Bathymétrique. Mémoire d'ingénieur en aménagement du littoral.I.S.M.A.L. 76pages
- AMINOT.A et CHAUSSEPIED.M, 1983.** Manuel des analyses chimiques en milieu marin. Centre national pour l'exploitation des océans. Brest. 395pages.
- AMINOT.A ; GUILLAUD.J-F ; KEROUEL.R, 1997.** La baie de Seine : hydrologie, nutriments et chlorophylle (1978-1994). IFREMER. Brest.148pages.
- AMINOT.A et KEROUEL.R, 2004.** Hydrologie des écosystèmes marins : paramètres et analyses. IFREMER. Brest. 335pages.
- BELLAHSENE.Y et MESSAOUDIS, 2005.** Etude bathymétrique, sédimentologie et pollution par les métaux lourds de la baie d'EL Djamila. Mémoire d'ingénieur en aménagement. I.S.M.A.L. 51pages.
- BOKHETAOUI. S et BOUTOUILI T.S, 1989.** Baie de Bou Ismail : Etude des paramètres physiques et chimiques, approches bio sédimentaires. Mémoire d'ingénieur en halieutique. I.S.M.A.L. 92pages.
- BOUDOUMA.N et CHENENNOU.S, 2007.** Analyse des eaux côtières pour la mise en place d'une ferme aquacole : capacité biotique. Mémoire d'ingénieur en aquaculture. I.S.M.A.L. 54pages.
- BOUGIS.P, 1974.** Ecologie du plancton marin. Ed .MASSON. Paris. 200pages.
- HADDOUCHE.I, 2003.** Etude de l'état de pollution de la baie de Bou Ismail par les sels nutritifs et les métaux lourds en Juillet 2002. Mémoire d'ingénieur en chimie marine. I.S.M.A.L. 88pages.
- GILBERT.B et REGINE.B, 1997.** Ecologie et aménagement des eaux. Tec et Doc. 319pages.
- GOUJOUS.D, 1995.** La pollution des milieux aquatiques. Aide mémoire. Tec et Doc. 220pages.
- LAGAZE.J-C, 1996.** L'eutrophisation des eaux marines et continentales : causes,

**LEFNAOUI.S et OUALI.D, 2008.** Analyses des eaux côtières de la baie de Bou Ismail pour la mise en place d'une ferme aquacole. Mémoire d'ingénieur en aquaculture. I.S.M.A.L. 50pages.

**RODIER.J et COLL, 1996.** L'analyse de l'eau (eaux naturelles, eaux résiduelles et eau de mer). DUNOD. Paris. 1383pages.

**SAMARI.N, 2008.** Qualité physico chimique, sels nutritifs et bactériologique dans la baie de BOU ISMAIL et le port de Bou Haroun. Mémoire d'ingénieur en environnement .I.S.M.A.L. 79pages.

**SEKHARA.H, 2007.** Paramètres physico-chimiques et sels nutritifs dans la baie de Jijel. Mémoire d'ingénieur en environnement. I.S.M.A.L. 56pages.

**TALEB.R, 1970.** Facteurs de répartition verticale du phytoplancton au large d'Alger. Doctorat de troisième cycle en océanographie biologique. Faculté des sciences de l'université d'Alger. 194pages.

# Listes des Annexes

## Réactifs

### Annexe 1

**Dosage de l'ammonium** : selon [AMINOT et CHAUSSPIED, 1983]

#### Réactifs

- Citrate trisodique.
- Dichloroisocyanurate de sodium (hypochlorite de sodium).
- Nitroprusiate de sodium.
- Phénol.
- Hydroxyde de sodium.
- sulfate d'ammonium.

#### Réactif 1 : solution de phénol-nitroprusiate

Introduire 65 g de phénol dans 800ml d'eau distillée.

Ajouter et dissoudre 1.5 g de nitroprusiate de sodium et compléter à 100ml.

NB : ce réactif doit être conservé au réfrigérateur et à l'abri de la lumière ; +il n'est stable que quelques semaines et doit être renouvelé s'il prend une teinte verdâtre.

#### Solution alcaline complexante

Introduire 375 g de citrate trisodique et 30 g de soude dans 800ml d'eau distillée.

Compléter à 100ml

NB : cette solution est stable plusieurs mois à température ambiante dans un flacon en plastique.

#### Réactif 2 : solution complexante d'ammonium

Sécher 1h à 105°C du Sulfate d'ammonium de pureté analytique et en dissoudre 0.661 g dans 1000ml d'eau distillée.

1ml de solution étalon contient 10 $\mu$ mole d'ammonium.

NB : cette solution est stable une année à température ambiante et à l'abri de la lumière.

#### Solution étalon secondaire d'ammonium

Diluer 20 fois la solution étalon primaire de sulfate d'ammonium, soit 50ml de la solution mère dans 1000ml d'eau distillée.

1ml de solution secondaire contient 0.5 $\mu$ mole d'ammonium.

NB : cette solution est stable une journée.

### **Calcul et expression des résultats**

Les équivalences molaires ou massiques ont les suivantes :

$$\begin{aligned} 1\mu\text{mol/l d'ammonium} &= 1\mu\text{mol/l d'azote ammoniacal (N-NH}_4^+) \\ &= 0.014 \text{ mg/l d'azote ammoniacal (N-NH}_4^+) \\ &= 0.018 \text{ mg/l d'ammonium (NH}_4^+). \end{aligned}$$

## **Annexe 2**

### **Dosage de l'orthophosphate : (AMINOT et CHAUSSPIED :1983]**

#### **Réactifs**

- . acide ascorbique.
- . Acide sulfurique.
- . Dihydrogénophosphate de potassium anhydre.
- . Heptamolybdate d'ammonium tétra hydraté.
- . Oxytartrate d'antimoine.
- . Thiosulfate.

#### **Acide sulfurique 2.9 mol/l**

- . Ajouter 160ml d'acide sulfurique (1,84kg/l ; 98,2 ; 18 mol/l) dans 840 ml d'eau distillée.

NB : cette solution se conserve indéfiniment.

#### **Réactifs 1 : solution acide d'acide ascorbique**

- . Dissoudre 5g d'acide ascorbique dans 100ml d'acide sulfurique 2.9mol/l.

NB : cette solution est stable quelque mois à température ambiante.

#### **Réactif 2 : solution acide de molybdène et d'antimoine**

- . Dissoudre 26 g de molybdène d'ammonium dans 900ml d'acide sulfurique 5.9 mol/l.
- . Dissoudre 0.6 g d'oxytartrate d'antimoine dans 100ml d'eau distillée et l'ajouter à la solution de molybdène d'ammonium.

NB : cette solution est stable quelques mois à température ambiante.

#### **Solution étalon concentrée de phosphate à 5000 $\mu$ mol/l**

- . Sécher du dihydrogénophosphate de potassium à 105°C pendant 1 heure.
- . Peser et dissoudre 0.6805 g pour 1000ml d'eau distillée.
- . Transférer la solution dans un flacon en verre ou en plastique.

1ml contient 5µmole de phosphate.

NB : cette solution se conserve plus d'un an à température ambiante et à l'abri de la lumière.

### **Solution étalon diluée de phosphate à 50 µmol/l**

- . Diluer 100fois la solution étalon concentrée soit 1ml de la solution mère dans 100ml d'eau distillée.

1ml contient 0.05µmole de phosphate.

NB : cette solution se conserve quelques jours au réfrigérateur.

### **Calcul et expression des résultats**

Les équivalences molaires ou massiques sont les suivantes :

1µmol/l de phosphate ( $\text{PO}_4^{3-}$ )

= 1µmol/l de phosphore orthophosphorique ( $\text{P-PO}_4^{3-}$ ).

= 0.031mg/l de phosphore orthophosphrique ( $\text{P-PO}_4^{3-}$ ).

= 0.095 mg/l de phosphore ( $\text{PO}_4^{3-}$ ).

## **Annexe 3**

**Dosage de silicate : [AMINOT et CAUSSEPIED ; 1983]**

### **Réactifs**

- . Acide ascorbique.
- . Acide oxalique dihydraté.
- . Acide sulfurique.
- . Heptamolybdate d'ammonium tétra hydraté.
- . Hexafluorosilicate de sodium anhydre.

### **Acide sulfurique à 4,5mol/l**

- . Ajouter 250ml d'acide sulfurique (1.84 kg/l ; 18 mol/l) dans 750ml d'eau distillée.

NB : cette solution se conserve indéfiniment en flacon de plastique.

### **Réactif 1 : solution acide de molybdate**

- . Dissoudre 60 g de molybdate d'ammonium dans 400ml d'eau distillée.
- . Ajouter lentement la totalité de la solution de molybdate à 200ml d'acide sulfurique 4.5mol/l (ne pas diluer l'acide dans la solution de molybdate).

NB : cette solution est stable indéfiniment à température ambiante et se conserve dans un flacon en plastique.

### **Réactif 2 : solution d'acide oxalique**

- . Dissoudre 10 g d'acide oxalique dans 100ml d'eau distillée.

NB : cette solution est stable indéfiniment à température ambiante et conserver dans un flacon en plastique.

### **Réactif 3 : solution d'acide ascorbique**

- . Dissoudre 2.8 g d'acide ascorbique dans 100ml d'eau distillée.

NB : cette solution se conserve au réfrigérateur plusieurs semaines, la renouveler si elle brunit.

### **Solution étalon de silicate à 5000 $\mu$ mol/l**

- . Sécher l'hexafluorosilicate de sodium à 105°C pendant 1heure.
- . Peser et dissoudre 0.9403 g d'hexafluorosilicate dans un litre d'eau distillée.

1 ml contient 5 mol/l de silicate.

NB : cette solution se conserve plusieurs années à température ambiante et à l'abri de la lumière.

## **Annexe 4**

**Dosage de l'azote nitreux (nitrite) : selon [AMINOT et CHAUSSEPIED, 1983]**

### **Réactifs**

- . Acide chlorhydrique.
- . Dichlorohydrate de N-(1-naphtyl) –éthylène diamine.
- . Nitrite de sodium.
- . Sulfanilamide.

### **Réactif 1 :solution de sulfanilamide**

- . 100ml d'acide chlorhydrique concentré dans 500ml d'eau distillée.
- . Dissoudre 10g de sulfanilamide dans cette solution.
- . Compléter à 1 litre de l'eau distillée.

N.B : Cette solution est stable plusieurs mois à l'abri de la lumière.

### **Réactif 2 : solution de N-Naphthyl-éthylène diamine :**

- . Dissoudre 1 g de dichlorohydrate de N-(1-naphtyl)-éthylène diamine dans 1 litre d'eau distillée.

N.B : Conserver cette solution au froid et à l'abri de la lumière. La renouveler tous les mois ou dès qu'il s'y développe une coloration brune.

### **Solution étalon primaire de nitrite**

- . Sécher à 100°C pendant 1 heure du nitrite de sodium.
- . Introduire 0.345 g dans de l'eau distillée.
- . Compléter à 1 litre.

1 ml contient 5 µmol de nitrite.

N.B : conserver à l'abri de la lumière et à température ambiante, cette solution est stable plusieurs mois.

### **Solution étalon secondaire de nitrite**

- . Diluer 100 fois la solution étalon primaire pour obtenir la solution secondaire, soit 1ml d'étalon primaire dans 100ml d'eau distillée.

1ml contient 0.05µmole de nitrite.

NB : cette solution doit être préparée extemporanément : elle ne conserve que quelques heures.

### **Calcul et expression des résultats**

Les équivalences molaires ou massiques sont les suivantes :

$$\begin{aligned} 1\mu\text{mol/l de nitrite (NO}_2^-) &= 1\mu\text{mol/l d'azote nitreux (N-NO}_2^-) \\ &= 0.014\text{mg/l d'azote nitreux (N-NO}_2^-) \\ &= 0.046\text{mg/l de nitrite (NO}_2^-). \end{aligned}$$

## **Annexe 5**

### **Dosage des nitrate : selon [AMINOT et KEROUEL, 2004]**

On mesure en réalité la somme des concentrations des ions nitrites et nitrates. Par déduction de la concentration en nitrite, déterminée sans réduction de la concentration en nitrate.

## Réactifs de préparation de la colonne

- **Cadmium :**

Utiliser du cadmium en grain de taille d'environ 0.5 à 2mm

- **Solution d'acide chlorhydrique à 2mol/l :**

Diluer 50ml d'acide chlorhydrique dans 250ml d'eau distillée.

- **Solution d'acide nitrique à 0.3 mol/l :**

Diluer 10ml d'acide nitrique dans 500ml d'eau distillée.

- **Solution de sulfate de cuivre à 0.08mol/l :**

Dissoudre 4 g de sulfate de cuivre dans 200ml d'eau distillée.

- **Solution de chlorure d'ammonium à 4.5mol/l :**

Dissoudre 240 g de chlorure d'ammonium dans 1 l d'eau distillée.

NB : cette solution se conserve indéfiniment à température ambiante.

- **Solution d'hydroxyde de sodium à 0.43 mol/l :**

Dissoudre 17 g d'hydroxyde de sodium dans l'eau distillée.

NB : cette solution se conserve indéfiniment en flacon de plastique à température ambiante.

- **Solution tampon pH = 8.5 :**

-Dans 500ml d'eau déminéralisée, ajouter 10ml de solution de chlorure d'ammonium puis 10ml de d'hydroxyde de sodium et mélanger.

-Conserver dans un flacon hermétiquement bouché (vapeur d'ammonium).

- **Traitement de cadmium :**

- . Mettre 40 à 50 g de cadmium dans un erlenmeyer de 250ml.
- . Laver le cadmium à l'acide chlorhydrique 2mol/l puis rincer à l'eau distillée.
- . Laver rapidement avec l'acide nitrique 0.3mol/l puis rincer à l'eau distillée
- . Laver à nouveau avec l'acide chlorhydrique 2mol/l pour éliminer le nitrate résiduel et rincer abondamment à l'eau distillée.
- . Vider le maximum d'eau et ajouter sans délai 150ml de la solution de sulfate de cuivre sur le cadmium. Laisser en contact pendant plusieurs minutes en agitant légèrement de temps en temps, si la solution se décolore totalement, la renouveler.
- . Laver ensuite abondamment à l'eau distillée, par débordement de l'erlenmeyer, en évitant de mettre le cadmium traité au contact de l'air. Poursuivre ce lavage jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de fines particules en suspension.

- **Remplissage de la colonne et traitement du réducteur :**

- . Dans une colonne droite, mettre un peu de laine de verre au bas de la colonne.
- . Remplir complètement la colonne de la solution tampon.
- . Remplir d'eau distillée l'erlenmeyer contenant le cadmium traité et lui adapter le bouchon muni d'un tube de verre de sorte que l'eau remplisse le tube jusqu'à son extrémité.

- . Retourner l'erenmeyer sur la colonne, sous y faire entrer d'air et faire tomber le cadmium petit à petit.
- . Tapoter la colonne pour obtenir un tassement régulier, le volume occupé par le réducteur avec la solution tampon.
- . Prendre garde à ne pas introduire d'air dans la colonne.
- . Laisser alors le réducteur en milieu tampon pendant 24 à 48h renouvelant plusieurs fois la solution.

- **Activation de réducteur :**

- . A 500ml de tampon, ajouter 10ml d'étalon de nitrate à 5000 $\mu$ mol/l.
- . Passer la solution sur la colonne, en réglant le débit.
- . Rincer en suite impérativement le réducteur avec la solution tampon.

- **Réactifs de dosage :**

✓ **Réactif 1 :** solution de sulfanilamide

- . 100ml d'acide chlorhydrique concentré dans 500ml d'eau distillée.
- . Dissoudre 10g de Sulfanilamide dans cette solution.
- . Compléter à 1 litre avec de l'eau distillée.

NB : cette solution est stable plusieurs mois à l'abri de la lumière.

✓ **Réactif 2 :** solution de N-(1-naphtyl)-éthylène diamine diamètre :

- . Dissoudre 1 g de Dichlorhydrate de N-(1-naphtyl)-éthylène diamètre dans 1 litre d'eau distillée.

NB : conserver cette solution au froid à l'abri de la lumière la renouveler tous les mois ou dès qu'il s'y développe une coloration brune.

- **Solution étalon :**

**Solution étalon primaire de Nitrite à 500 $\mu$ mol/l.**

- . Sécher à 100°C pendant 1 heure le nitrite de sodium.
- . Introduire 0.345 g dans de l'eau distillée.
- . Compléter à 1 litre. (1ml contient 5 $\mu$ mol/l de Nitrite).

NB : conserver à l'abri de la lumière et à température ambiante cette solution tous les mois.

## Annexe 6 [AMINOT et KHEROUEL, 2004]

Tableau VII.4 - Saturation en dioxygène dissous exprimée en milligramme par litre.

t°C	Salinité PSS78																				
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
0	14,62	14,42	14,22	14,02	13,83	13,63	13,44	13,26	13,07	12,89	12,71	12,54	12,36	12,19	12,02	11,85	11,69	11,53	11,37	11,21	11,05
1	14,22	14,02	13,83	13,64	13,45	13,26	13,08	12,90	12,72	12,55	12,38	12,21	12,04	11,87	11,71	11,55	11,39	11,23	11,08	10,93	10,77
2	13,83	13,64	13,46	13,27	13,09	12,91	12,74	12,56	12,39	12,22	12,06	11,89	11,73	11,57	11,41	11,26	11,10	10,95	10,80	10,65	10,51
3	13,46	13,28	13,10	12,92	12,75	12,58	12,41	12,24	12,07	11,91	11,75	11,59	11,43	11,28	11,13	10,98	10,83	10,68	10,54	10,39	10,25
4	13,11	12,93	12,76	12,59	12,42	12,25	12,09	11,93	11,77	11,61	11,46	11,30	11,15	11,00	10,85	10,71	10,56	10,42	10,28	10,15	10,01
5	12,77	12,60	12,43	12,27	12,11	11,95	11,79	11,63	11,48	11,32	11,17	11,02	10,88	10,73	10,59	10,45	10,31	10,18	10,04	9,91	9,78
6	12,45	12,28	12,12	11,96	11,81	11,65	11,50	11,35	11,20	11,05	10,90	10,76	10,62	10,48	10,34	10,21	10,07	9,94	9,81	9,68	9,55
7	12,14	11,98	11,82	11,67	11,52	11,37	11,22	11,07	10,93	10,79	10,65	10,51	10,37	10,23	10,10	9,97	9,84	9,71	9,58	9,46	9,34
8	11,84	11,69	11,54	11,39	11,24	11,10	10,95	10,81	10,67	10,53	10,40	10,26	10,13	10,00	9,87	9,74	9,62	9,49	9,37	9,25	9,13
9	11,56	11,41	11,27	11,12	10,98	10,84	10,70	10,56	10,43	10,29	10,16	10,03	9,90	9,78	9,65	9,53	9,40	9,28	9,16	9,05	8,93
10	11,29	11,14	11,00	10,86	10,73	10,59	10,45	10,32	10,19	10,06	9,93	9,81	9,68	9,56	9,44	9,32	9,20	9,08	8,97	8,85	8,74
11	11,03	10,89	10,75	10,62	10,48	10,35	10,22	10,09	9,96	9,84	9,71	9,59	9,47	9,35	9,23	9,12	9,00	8,89	8,78	8,67	8,56
12	10,78	10,64	10,51	10,38	10,25	10,12	9,99	9,87	9,75	9,62	9,50	9,38	9,27	9,15	9,04	8,92	8,81	8,70	8,59	8,49	8,38
13	10,54	10,41	10,28	10,15	10,02	9,90	9,78	9,66	9,54	9,42	9,30	9,19	9,07	8,96	8,85	8,74	8,63	8,52	8,42	8,31	8,21
14	10,31	10,18	10,05	9,93	9,81	9,69	9,57	9,45	9,33	9,22	9,11	8,99	8,88	8,77	8,67	8,56	8,46	8,35	8,25	8,15	8,05
15	10,08	9,96	9,84	9,72	9,60	9,48	9,37	9,25	9,14	9,03	8,92	8,81	8,70	8,60	8,49	8,39	8,29	8,19	8,09	7,99	7,89
16	9,87	9,75	9,63	9,52	9,40	9,29	9,18	9,06	8,95	8,85	8,74	8,63	8,53	8,43	8,32	8,22	8,12	8,03	7,93	7,83	7,74
17	9,66	9,55	9,43	9,32	9,21	9,10	8,99	8,88	8,77	8,67	8,57	8,46	8,36	8,26	8,16	8,06	7,97	7,87	7,78	7,68	7,59
18	9,47	9,35	9,24	9,13	9,02	8,92	8,81	8,71	8,60	8,50	8,40	8,30	8,20	8,10	8,00	7,91	7,82	7,72	7,63	7,54	7,45
19	9,28	9,17	9,06	8,95	8,85	8,74	8,64	8,54	8,45	8,35	8,24	8,14	8,04	7,95	7,85	7,76	7,67	7,58	7,49	7,40	7,31
20	9,09	8,99	8,88	8,78	8,67	8,57	8,47	8,37	8,27	8,18	8,08	7,99	7,89	7,80	7,71	7,62	7,53	7,44	7,35	7,27	7,18
21	8,92	8,81	8,71	8,61	8,51	8,41	8,31	8,21	8,12	8,02	7,93	7,84	7,75	7,66	7,57	7,48	7,39	7,31	7,22	7,14	7,05
22	8,74	8,64	8,54	8,44	8,35	8,25	8,15	8,06	7,97	7,88	7,78	7,69	7,61	7,52	7,43	7,34	7,26	7,18	7,09	7,01	6,93
23	8,58	8,48	8,38	8,29	8,19	8,10	8,00	7,91	7,82	7,73	7,64	7,56	7,47	7,38	7,30	7,21	7,13	7,05	6,97	6,89	6,81
24	8,42	8,32	8,23	8,13	8,04	7,95	7,86	7,77	7,68	7,59	7,51	7,42	7,34	7,25	7,17	7,09	7,01	6,93	6,85	6,77	6,69
25	8,26	8,17	8,08	7,99	7,90	7,81	7,72	7,63	7,54	7,46	7,38	7,29	7,21	7,13	7,05	6,97	6,89	6,81	6,73	6,66	6,58
26	8,11	8,02	7,93	7,84	7,76	7,67	7,58	7,50	7,41	7,33	7,25	7,17	7,09	7,01	6,93	6,85	6,77	6,70	6,62	6,55	6,47
27	7,97	7,88	7,79	7,70	7,62	7,53	7,45	7,37	7,28	7,20	7,12	7,04	6,97	6,89	6,81	6,73	6,66	6,59	6,51	6,44	6,37
28	7,83	7,74	7,66	7,57	7,49	7,40	7,32	7,24	7,16	7,08	7,00	6,93	6,85	6,77	6,70	6,62	6,55	6,48	6,41	6,33	6,26
29	7,69	7,61	7,52	7,44	7,36	7,28	7,20	7,12	7,04	6,96	6,89	6,81	6,74	6,66	6,59	6,52	6,44	6,37	6,30	6,23	6,16
30	7,56	7,48	7,39	7,31	7,23	7,15	7,08	7,00	6,92	6,85	6,77	6,70	6,63	6,55	6,48	6,41	6,34	6,27	6,20	6,13	6,07
31	7,43	7,35	7,27	7,19	7,11	7,04	6,96	6,88	6,81	6,73	6,66	6,59	6,52	6,45	6,38	6,31	6,24	6,17	6,10	6,04	5,97
32	7,30	7,23	7,15	7,07	6,99	6,92	6,84	6,77	6,70	6,63	6,55	6,48	6,41	6,34	6,28	6,21	6,14	6,08	6,01	5,94	5,88
33	7,18	7,11	7,03	6,95	6,88	6,81	6,73	6,66	6,59	6,52	6,45	6,38	6,31	6,24	6,18	6,11	6,05	5,98	5,92	5,85	5,79
34	7,06	6,99	6,92	6,84	6,77	6,70	6,63	6,55	6,48	6,42	6,35	6,28	6,21	6,15	6,08	6,02	5,95	5,89	5,83	5,76	5,70
35	6,95	6,88	6,80	6,73	6,66	6,59	6,52	6,45	6,38	6,31	6,25	6,18	6,12	6,05	5,99	5,92	5,86	5,80	5,74	5,68	5,62

## Annexe 7

### **Les normes utilisées pour l'estimation de la qualité de l'eau superficielle et souterraine en fonction d'un certain nombre de paramètres.**

Les eaux sont classées en quatre catégories de qualité :

**Catégorie 1** : Eau de bonne qualité, utilisable sans exigence particulière.

**Catégorie 2** : Eau de qualité moyenne, utilisable après traitement simple.

**Catégorie 3** : Eau polluée, ne peut être utilisée qu'après un traitement très poussé.

**Catégorie 4** : Eau très polluée, ne peut être utilisée qu'après un traitement spécifique et onéreux.

<b>Paramètres</b>	<b>Catégorie 1</b>	<b>Catégorie 2</b>	<b>Catégorie 3</b>	<b>Catégorie 4</b>
O <sub>2</sub> dissous	>100	100-50	50-30	< 30
DBO <sub>5</sub> mg/l	5	4-10	10-15	>15
DCO mg/l	20	20-40	40-50	>50
MO	5	5-10	10-15	>15
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	0-0,1	0,01-0,1	0,1-3	>3
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> mg/l	0-0,01	0,01-0,1	0,1-3	>3
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	0-10	10-20	20-40	>40
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> mg/l	0-0,01	0,01-0,1	0,1-3	>3
pH	6,5-8,5	6,5-8,5	< 6,5>-8,5	< 5,5>-8,5
MES mg/l	0-30	30-75	75-100	>100
T °C	25	25-30	30-35	>35
Odeur ,goût	sans	sans	sans	Sans