

## 2. Méthode d'analyse chimique

### 2.1. Dosage du Silicium

L'analyse est effectuée selon la méthode de Parsons et Strickland (1972). Le dosage colorimétrique est fondé sur la formation du complexe sili-comolybdique qui après réduction, donne une coloration bleue intense. On n'utilisera pas de flacons en verre mais exclusivement du plastique (polyéthylène, polypropylène), et ne jamais filtrer l'échantillon sur filtre en fibre de verre, pour éviter la contamination d'échantillons par le verre (Aminot et Chaussied, 1983).

Les teneurs sont données en micromole par litre ou  $\mu\text{M}$ .

- **Réactifs**

#### Réactif 1 : Réactif au Molybdate

Pour 500 ml de réactif :

Dissoudre 4g de paramolybdate d'ammonium en poudre fine dans 300ml d'eau distillée.

Ajouter 12ml d'acide chlorhydrique concentré ( $d=1.18$ ) mélanger et compléter à 500ml de l'eau distillée. Cette solution conservée en flacon de polyéthylène et à l'abri de la lumière, reste stable plusieurs mois.

#### Réactif 2 : Réducteur

Ce réactif réducteur est obtenu en mélangeant successivement les réactifs ci-dessous dans l'ordre et les proportions suivantes :

- 100ml de solution de métol-sulfite.
- 60ml de solution d'acide oxalique.
- 60ml d'acide sulfurique à 50%.
- Compléter avec l'eau distillée pour obtenir 300ml de solution.

Cette solution doit être préparée juste avant l'utilisation et ne se conserve pas.

#### Solution de Metol-Sulfite

Dans 500ml d'eau distillée :

Dissoudre 6g de sulfite de sodium anhydre.

Ajouter 10g de métol (sulfate de p-méthylaminophénol).

Cette solution se détériore rapidement et doit être renouvelée toutes les deux à trois semaines.

Solution d'Acide Oxalique

Agiter 50g d'acide oxalique avec 500ml d'eau distillée, cette solution est stable indéfiniment.

Solution d'Acide Sulfurique à 50% en volume

Ajouter avec précaution et en mélangeant au fur et à mesure 250ml d'acide sulfurique concentré ( $d=1,18$ ) à 250ml d'eau distillée.

- **Mode Opératoire**

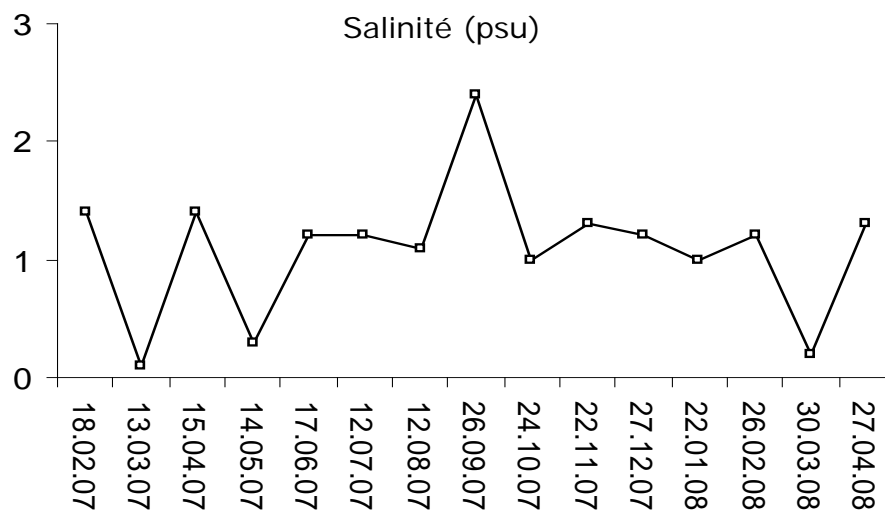
La température des échantillons doit être comprise entre 18 et 25°C.

- Introduire dans une éprouvette en polyéthylène de 50ml, 10ml de réactif1.
- Ajouter 25ml d'échantillon, boucher et mélanger.
- Attendre 10 min et ajouter le réactif 2 pour compléter à 50ml et mélanger aussitôt.
- Attendre 2 à 3 heures et mesurer l'absorbance.

## Chapitre III : Hydrologie

### 1. Variation de la salinité dans l'Oued Seybouse

Les eaux d'Oued Seybouse à l'embouchure, présentent des salinités variant entre 0,1 et 2,50 psu avec une moyenne de 1 psu. Les valeurs élevées sont en effet le résultat des intrusions marines dans l'Oued lorsque le débit s'affaiblit (Figure 9). Les pénétrations marines ne sont font sentir véritablement qu'en septembre.



**Figure 9 :** Variation de la salinité dans les eaux de la surface d'embouchure de Seybouse en février 2007- avril 2008, les données d'après Fekrache (2007) et Aonallah (2008).

## 2. Variation de la salinité dans l'estuaire du Mafrag

Le tableau 5 montre que la salinité des eaux de la surface de l'estuaire du Mafrag fluctue entre 1 et 5,6 psu, avec une moyenne de 3 psu, et dans les eaux du fond les valeurs ont évolué entre 6 et 24 psu avec une moyenne de 15 psu.

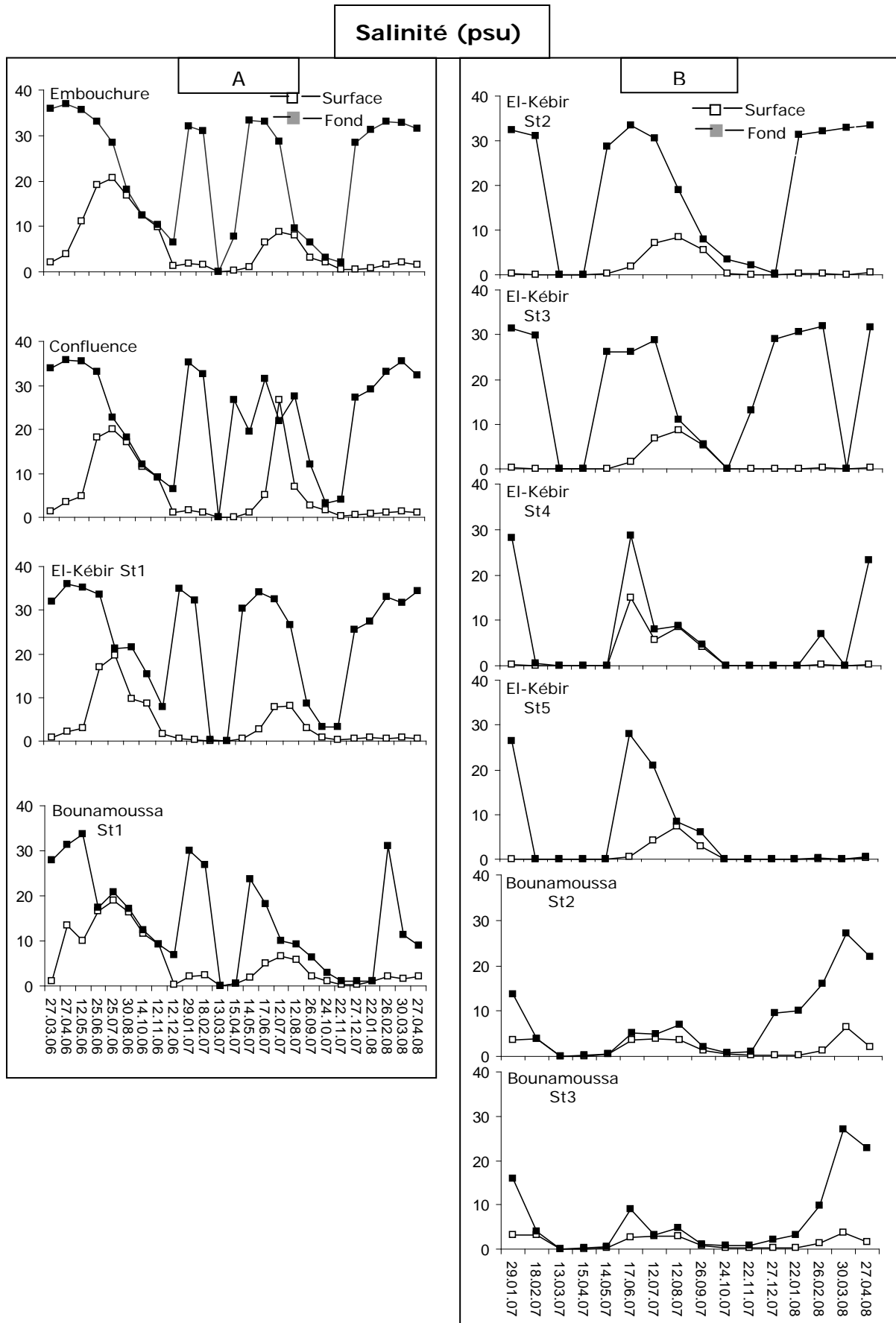
Sur la figure 10 on remarque que la variation de la salinité dans l'estuaire du Mafrag est conditionnée par deux événements hydrologiques majeurs, une phase d'ouverture en période humide (hiver et printemps) et une phase de fermeture en période sèche (été et automne).

Durant la période humide l'estuaire étant entièrement renouvelés et occupé par les eaux fluviales et les eaux de marécages avoisinants. Il fonctionne comme un véritable fleuve avec des salinités typiquement d'eaux douces. Au printemps, les eaux de la surface ont des salinités de l'ordre de 1 à 2 spu et des salinités typiquement marines dans les eaux du fond de l'ordre de 26 à 30 spu (Figure 10 et tableau 5).

En période sèche l'estuaire reste déconnecté de la mer par suite de la fermeture de l'embouchure. Les apports en eaux douces sont négligeables et l'estuaire est influencé par l'atmosphère (évaporation, mélange sous l'action des vents) et par les eaux souterraines (apports par nappe). On remarque une augmentation de la salinité des eaux de surface de l'ordre de 11 psu et une diminution de celle de fond de l'ordre de 18 psu par suite du mélange du au influences atmosphériques.

**Tableau 5 :** Valeurs moyennes, minimales et maximales de la salinité dans les eaux de surface et de fond dans l'ensemble de l'estuaire du Mafrag en mars 2006-avril 2008, les données d'après : Ziouche (2006), Kebabsa (2007) et Zaidi (2008).

	Moyenne annuelle Surface	Moyenne annuelle Fond	Moyenne annuelle	Maximum	Minimum
Embouchure	5,5	22,5	14	36,8	0
confluence	5,6	23	14,4	35,8	0
El-kébir st1	4	23,5	13,5	36	0
El-kébir st2	1,5	20	11	33,5	0
El-kébir st3	1,5	18,5	10	32	0
El-kébir st4	2	7	4,5	29	0
El-kébir st5	1	5,65	3,3	28	0
Bounamoussa st1	5,3	15	10	33	0
Bounamoussa st2	2	7,75	4,9	27	0
Bounamoussa st3	1,5	6,5	4	27	0



**Figure 10 :** Variation de la salinité dans l'estuaire du Mafrag, A : en mars 2006-avril 2008 et B : en 2007-avril 2008.

### 3. Variation de la salinité dans le golfe d'Annaba

Dans le golfe d'Annaba, durant la période mars 2007-avril 2008 la salinité a varié entre 29,7 et 37,6 psu avec une moyenne annuelle de 36,70 psu (Tableau 6). Sur la figure 11 on remarque qu'il n'y a pas une tendance claire entre les 7 stations, sauf pour la station 7 où l'on enregistre une diminution des valeurs de salinité à partir de mars jusqu'à août.

Il n'est pas facile de distinguer une différence significative entre les valeurs de la salinité dans les eaux de la surface et celle du fond, on note cependant des valeurs moyennes très proches : 36,53 psu dans la surface et 36,80 psu dans les du eaux fond (Figure 11 et tableau 6).

**Tableau 6 :** Valeurs moyennes, minimales et maximales de la salinité dans les eaux de surface et de fond dans le golfe d'Annaba en mars 2007-avril 2008, les données d'après Lejdel (2007) et Belhadi (2008).

	Moyenne annuelle Surface	Moyenne annuelle Fond	Moyenne annuelle	Maximum	Minimum
Station 1	36,8	36,9	36,85	37,6	35,8
Station 2	37	36,9	36,95	37,5	36,3
Station 3	37	36,9	36,95	37,5	36,5
Station 4	36,65	36,9	36,75	37,5	36,3
Station 5	36,5	36,9	36,65	37,5	36,5
Station 6	36,8	36,95	36,9	37,5	35,8
Station 7	35	36,75	35,9	37,2	29,7

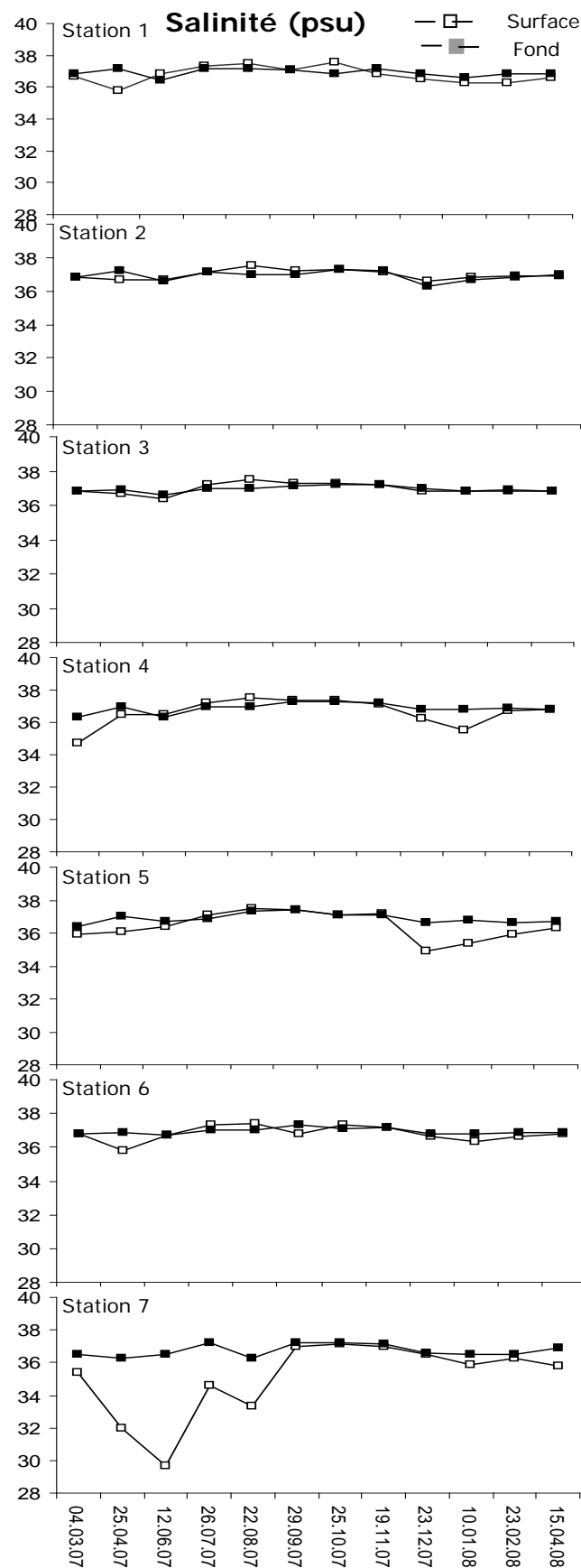
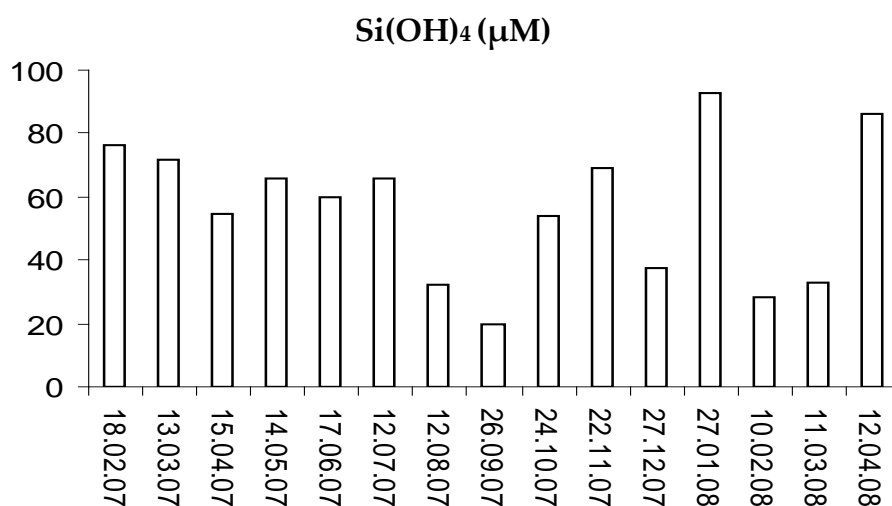


Figure 11 : Variation de la salinité dans le golfe d'Annaba en mars 2007-avril 2008.

## Chapitre IV : Distribution du silicium

### 1. Distribution du silicium dans l'Oued Seybouse

Durant la période février 2007-avril 2008, les teneurs en  $\text{Si(OH)}_4$  sont élevées avec des valeurs moyennes allant jusqu'à  $57 \mu\text{mole.l}^{-1}$ . Les concentrations des  $\text{Si(OH)}_4$  varient remarquablement avec le cycle hydrologique de l'Oued Seybouse. On constate que les valeurs sont élevées pendant toute la période étudiée avec un maximum de  $93 \mu\text{M}$ . Les teneurs diminuent cependant quelque peu en période sèche lorsque le débit de l'oued est à son minimum en août et en septembre où les teneurs ne sont que de l'ordre de  $20 \mu\text{M}$  comme le montre la figure 12.



**Figure 12 :** Distribution des teneurs en  $\text{Si(OH)}_4$  dans les eaux d'Oued Seybouse au cours de la période février 2007-avril 2008.



## 2. Distribution du silicium dans l'estuaire du Mafrag

Dans l'estuaire du Mafrag les teneurs des  $\text{Si(OH)}_4$  montrent une distribution saisonnière bien marquée avec de fortes teneurs en saison humide et de faibles valeurs en été (Figure 13). La concentration a évolué entre 1,53 et 172  $\mu\text{M}$  avec des teneurs moyennes de 46  $\mu\text{M}$ .

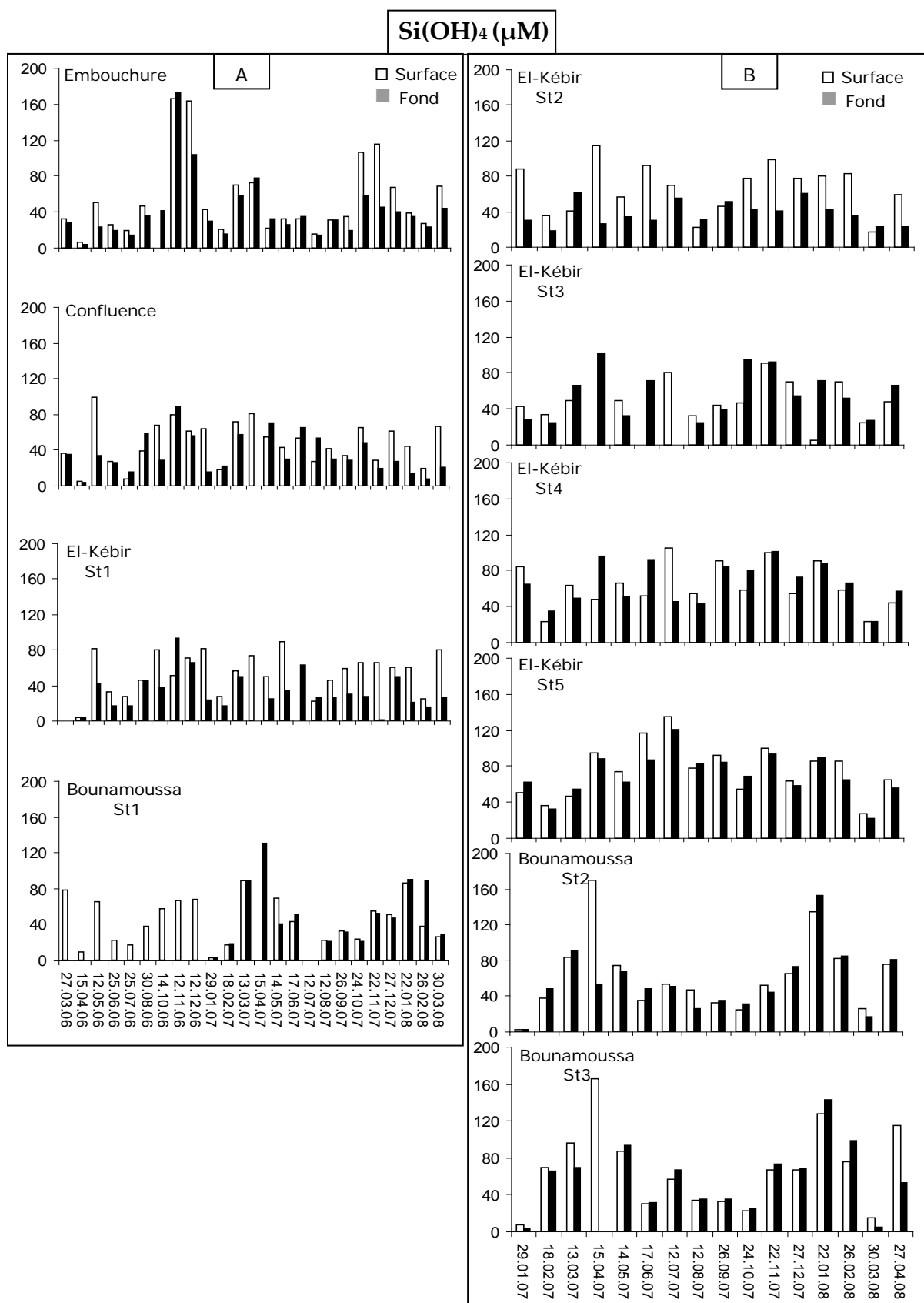
Dans l'embouchure et la confluence, les teneurs moyennes annuelles des  $\text{Si(OH)}_4$  sont respectivement de 48 et 41  $\mu\text{M}$  et augmentent jusqu'à 57  $\mu\text{M}$  à El-kébir et à Bounamoussa (Tableau 7).

De façon générale, on note des différences spatiales avec des valeurs plus élevées en amont qu'en aval. On peut constater d'autre part que les stations 4 et 5 d'El-Kébir montrent les plus fortes teneurs durant tout le cycle janvier 2007-avril 2008 (Figure 13).

En période d'ouverture, les concentrations des  $\text{Si(OH)}_4$  sont très élevées fluctuant entre 93 et 172  $\mu\text{M}$  cependant qu'en période de fermeture, les valeurs chutent jusqu'à 1,50 à 24  $\mu\text{M}$  (Tableau 7 et figure 13). L'appauvrissement général en période de fermeture s'explique par une consommation phytoplanctonique (par les diatomées) bien que les teneurs n'arrivent pas à l'épuisement en raison d'un apport sédimentaire. Il n'est pas facile de distinguer une différence significative entre les valeurs de la surface et celle du fond pour El-Kébir (st3, st4, st5) et pour Bounamoussa (st1, st2, st3) (Figure 13). On note en revanche que généralement les eaux de surface sont un peu plus riches que celles du fond, avec une valeur moyenne de 58  $\mu\text{M}$  dans la surface et 51  $\mu\text{M}$  dans le fond (Tableau 7).

**Tableau 7 :** Valeurs moyennes, minimales et maximales des teneurs en  $\text{Si(OH)}_4$  dans les eaux de surface et de fond dans de l'estuaire du Mafrag au cours de la période mars 2006-avril 2008.

	Moyenne annuelle Surface	Moyenne annuelle Fond	Moyenne annuelle	Maximum	Minimum
Embouchure	54,60	41,29	48	172	4,5
confluence	47	35,85	41,31	99,80	4
El-kébir st1	53,83	32	42,9	93,50	1,53
El-kébir st2	66,33	37,91	52,12	114,70	17,10
El-kébir st3	48,50	56,56	52,53	101	24,42
El-kébir st4	63,67	65,54	64,60	105,45	22,77
El-kébir st5	75,33	70,61	73	135	22,56
Bounamoussa st1	44,90	53,15	49	130,80	2,50
Bounamoussa st2	62,28	56,82	59,55	169,46	2,77
Bounamoussa st3	66,88	57,80	62,34	166	3,21



**Figure 13 :** Distribution des teneurs en Si(OH)<sub>4</sub> dans l'estuaire du Mafrag, A : mars 2006-avril 2008 et B : janvier 2007-avril 2008.

### 3. Distribution du silicium dans le golfe d'Annaba

A l'opposé de l'estuaire et de la Seybouse, les teneurs des  $\text{Si(OH)}_4$  dans le golfe d'Annaba montrent de faibles valeurs fluctuant entre 0,5 et 18  $\mu\text{M}$ , avec une moyenne de 6,6  $\mu\text{M}$  (Tableau 8).

Les teneurs des  $\text{Si(OH)}_4$  dans le golfe d'Annaba montrent une forte variabilité saisonnière (Figure 14) avec un maximum au printemps et en été de 13 à 17,80  $\mu\text{M}$  et de faible valeur en hiver et en automne de 1 à 3,5  $\mu\text{M}$ .

Pour la distribution du silicium on remarque qu'il n'y a pas une tendance claire entre les 7 stations, mais on peut constater que les valeurs sont un peu élevées dans la zone plus directement sous l'influence des apports estuariens (stations 1, 2 et 3) que le reste des stations (Figure 14).

On note généralement que les concentrations des  $\text{Si(OH)}_4$  dans les eaux de surface sont un peu élevées que celles des eaux du fond, avec une moyenne de 7  $\mu\text{M}$  dans la surface et 6  $\mu\text{M}$  dans le fond (Tableau 8).

**Tableau 8 :** Valeurs moyennes, minimales et maximales de  $\text{Si(OH)}_4$  dans le golfe d'Annaba en mars 2007-avril 2008.

	Moyenne annuelle Surface	Moyenne annuelle Fond	Moyenne annuelle	Maximum	Minimum
Station 1	6,62	6,61	6,62	15,66	0,92
Station 2	5,63	6,38	6	14,83	2,56
Station 3	4,78	7,40	6,10	17,62	0,31
Station 4	8,36	5,20	6,78	13,80	1,53
Station 5	6,55	5,92	6,24	12,77	3,39
Station 6	8,61	5,62	7,12	14,21	1,33
Station 7	7,69	6,89	7,29	17,82	1,33