

المملكة المغربية  
ROYAUME DU MAROC

المكتب الوطني للصيد  
OFFICE NATIONAL DES PECHEES

## DEVELOPPEMENT DE LA PECHE MARITIME

INSTITUT SCIENTIFIQUE DES PÊCHES MARITIMES

OBSERVATIONS HYDROLOGIQUES SUR LA SEBKHA  
BOU AREG (LAGUNE DE NADOR) - MAROC -  
BILAN D'AUTOMNE 1976 et d'HIVER 1977.

J-C BRETHES  
Institut Scientifique des Pêches  
Maritimes,  
avec la collaboration de M. TESSON,  
Géologue de la Faculté des Sciences  
de RABAT.

Travaux et documents n° 24

Avril 1978.

## R E S U M E

Le présent travail fait état des observations hydrologiques effectuées en Octobre 1976 et Février-Mars 1977, sur la lagune de NADOR (MAROC).

Une forte dessalure des eaux lagunaires et une diminution notable des échanges avec la mer ont été constatées. Ces phénomènes sont liés à la fermeture progressive de la passe et à une augmentation des apports d'eau douce.

Les mesures effectuées en Octobre, sur les teneurs en sels nutritifs montrent également des indices d'eutrophisation excessive du milieu avec risque de pollution.

## S U M M A R Y

The present work is the result of hydrological observations done in October 1976 and February-March 1977 on the lagoon of NADOR (Morocco).

A great decrease of salinity of lagoon waters and an important reduction of water exchanges with the sea were noticed. Those reduction are connected with the progressive closing of lagoon channel and with the increase of fresh water amounts.

Nutrients measurements, made in october, show some signs of eutrophisation with risks of pollution.

## S O M M A I R E

	<u>Pages</u>
I.- INTRODUCTION	1
II.- MATERIEL-METHODES.	2
2.1.- Novembre 1976	2
2.2.- Février-Mars 1977	3
III.- RESULTATS	3
3.1. Paramètres hydrologiques dans la lagune	3
3.1.1.- Mission d'Octobre 1976	3
3.1.2.- Mission de Février 1977	7
3.2.- Débits dans la BOKHANA	8
IV.- DISCUSSION	12
4.1.- Facteurs hydrologiques	12
4.2.- Pollution	14
4.3.- Facteurs biologiques	14
V.- CONCLUSIONS	15
VI.- BIBLIOGRAPHIE	17

## I.- I N T R O D U C T I O N .

La SEBKHA BOU AREG ou MAR CHICA de NADOR, est la plus vaste lagune du MAROC avec 115 Km<sup>2</sup>.

Elle a toujours été le siège d'une pêche artisanale portant essentiellement sur des espèces migratoires : rouget, daurade, crevette "caramotte" (*Penaeus kerathurus*). Cette pêche a été compromise ces dernières années par la fermeture progressive de la passe, qui assure les échanges avec la mer.

Les problèmes de la pêche dans cette région ont intéressé l'I.S.P.M. Si les tonnages débarqués sont assez peu importants, il s'agit toutefois de poissons possédant une réelle valeur marchande. Par ailleurs, on rencontre une quantité d'anguilles assez importante semble-t-il ; cette espèce est actuellement négligée par les artisans locaux, mais elle pourrait prendre plus d'importance à l'avenir puisqu'il s'agit d'un poisson exportable, sur le marché européen principalement.

Mais la pêche n'est pas le seul intérêt de ce vaste plan d'eau. Sa richesse apparente et la présence à l'état naturel de crevettes "caramotte" laissent voir de nombreuses possibilités d'aquaculture.

L'étude a débuté en 1976, en collaboration avec le Département "Sciences de la Terre", de la Faculté des Sciences de RABAT et la Direction des Ports Secondaires du Ministère des Travaux Publics.

Elle a porté jusqu'à présent sur les problèmes de l'hydrologie de la lagune, qui régit en grande partie la répartition des espèces et la richesse du milieu.

Trois missions ont eu lieu :

- la première, en juin 1976, a déjà fait l'objet d'un rapport (TESSON, 1977).
- le présent travail fait état des observations effectuées au cours des deux autres missions, en octobre 1976 et février-mars 1977.

## II.- MATERIEL - METHODES.

Au cours de ces deux missions, les mesures et prélèvements ont été effectués sur les dix-sept stations définies lors des travaux précédents (fig. 1) aux deux niveaux, surface et fond.

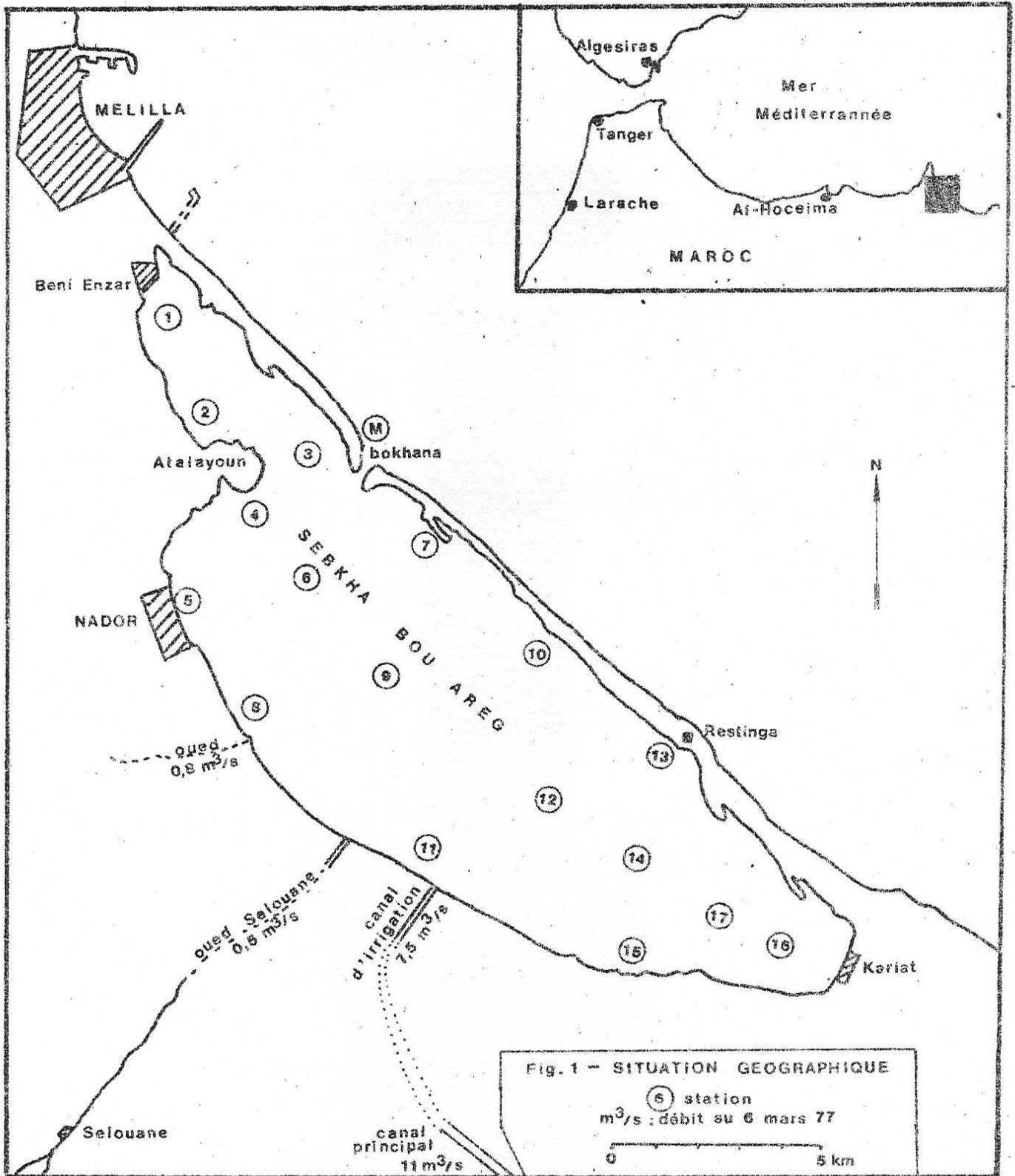
### 2.1.- Novembre 1976.

-----

- Les prélèvements ont été faits avec des bouteilles à clapets de type "NISKIN", en plastique de 1,7 litres de contenance.
- Température : thermomètre à renversement.
- oxygène dissous : méthode de WINKLER.
- Salinité : conductivité.
- Poids sestonique : méthode de KREY (1950) - la filtration a été effectuée sur place et les filtres placés au congélateur en présence de silicagel jusqu'à leur pesée au laboratoire de CASABLANCA.
- Phosphates (P-P04) : méthode de STRICKLAND & PARSON (1968).
- Nitrates-Nitrites : méthode de BARNES (1959) -  
Pour ces deux dernières mesures, les échantillons ont été congelés sur place puis analysés à CASABLANCA, par Melle. IDRISSE, responsable du laboratoire de Chimie de l'I.S.P.M.

Les conditions météorologiques n'ont permis de réaliser qu'une seule série de mesures.

Des débits dans la passe (BOKHANA) ont été mesurés sur une station fixe de douze heures.



## 2.2.- Février-Mars 1977.

---

- Les prélèvements ont été faits à l'aide d'une petite pompe manuelle.
- Au cours de cette mission, seules les paramètres salinité, oxygène dissous et température ont été mesurés, selon les mêmes méthodes qu'en novembre. Les données présentées sont des moyennes de deux ou trois observations.
- une station fixe de neuf heures a été réalisée dans la BOKHANA, avec mesure des débits à chaque heure et prélèvements pour l'étude des trois paramètres hydrologiques.
- Des débits ont également été mesurés dans les Oueds et canaux se déversant dans la lagune - ces débits ont été portés sur la figure 1.

## III.- R E S U L T A T S.

---

### 3.1.- Paramètres hydrologiques dans la lagune.

---

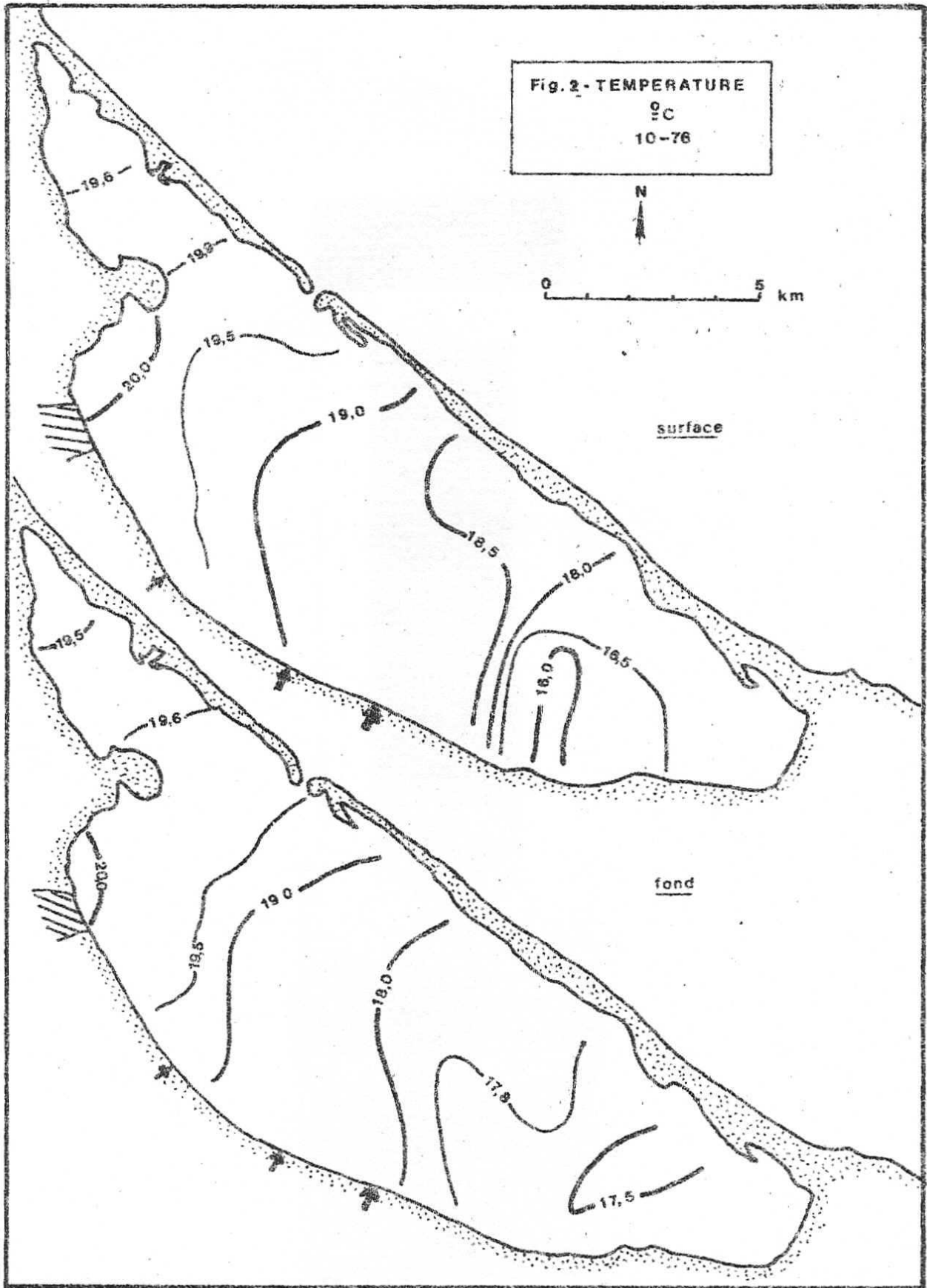
#### 3.1.1.- Mission d'Octobre 1976.

---

##### Température (fig. 2).

Un gradient latéral assez fort est observé tant en surface qu'au fond : la température décroît régulièrement depuis l'extrémité Nord-Ouest vers le Sud-Est avec une amplitude de 4° en surface et 3° au fond. La zone la plus chaude est représentée par une poche d'eau de température supérieure à 20° entre NADOR et l'ATALAYUN.

La stratification verticale est, par contre, pratiquement inexistante.





Salinité (fig.3).

La salinité varie de 35,5‰ à 34,2‰ : la valeur maximale est observée à la station 1 (35,49‰, surface et fond), la valeur minimale est rencontrée à l'autre extrémité de la lagune (station 16) avec 34,2‰ en surface et 34,3‰ au fond.

- En surface - l'isohaline de 35‰ divise la lagune en deux moitiés, les salinités supérieures étant situées au nord de cette ligne. Deux poches de salinité inférieure à 34,5‰, se situent l'une en face des débouchés de l'Oued SELOUANE et du canal d'irrigation, l'autre en extrémité de la lagune vers KARIAT.

- Au fond - on observe la pénétration d'une langue de salinité supérieure à 35,3‰ le long de la flèche, presque jusqu'à la hauteur de RESTINGA, repoussant l'isohaline de 35‰ jusqu'au niveau de l'Oued SELOUANE.

Les gradients verticaux restent assez peu marqués - les salinités ne varient pratiquement pas de la station 1 à 8 (au nord de l'isohaline de surface de 35‰-) avec une légère diminution de la salinité de la surface vers le fond inférieure à 0,04‰, ce qui correspond à une diminution de 0,015‰ à 0,001‰ par mètre de profondeur. Pour les autres stations, les gradients sont plus marqués avec, cette fois, une augmentation de la salinité avec la profondeur, les variations les plus nettes se situant aux stations de 10, 11 et 12 où l'on note une augmentation de l'ordre de 0,1‰ par mètre de profondeur. Les stations 13 et 17 présentent un gradient un peu moins élevé de l'ordre de 0,05‰ par mètre.

Oxygène dissous (fig. 4).

Les concentrations varient peu autour de 5 ml/l.

Les débouchés de l'Oued SELOUANE et du canal sont marqués par des teneurs élevées, supérieures à 6 ml/l, en surface ; ce phénomène n'est pas observé au fond.

.../...

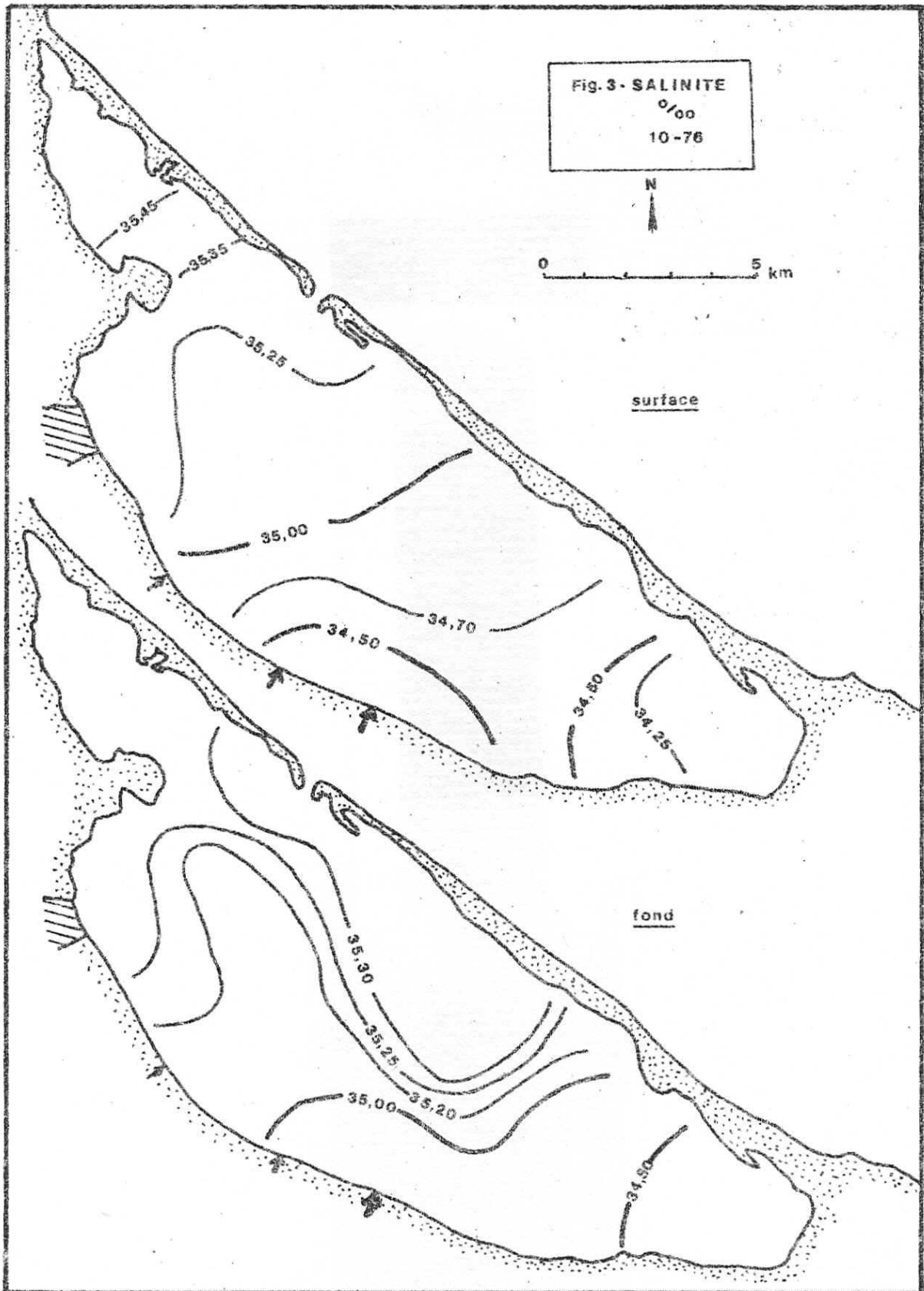
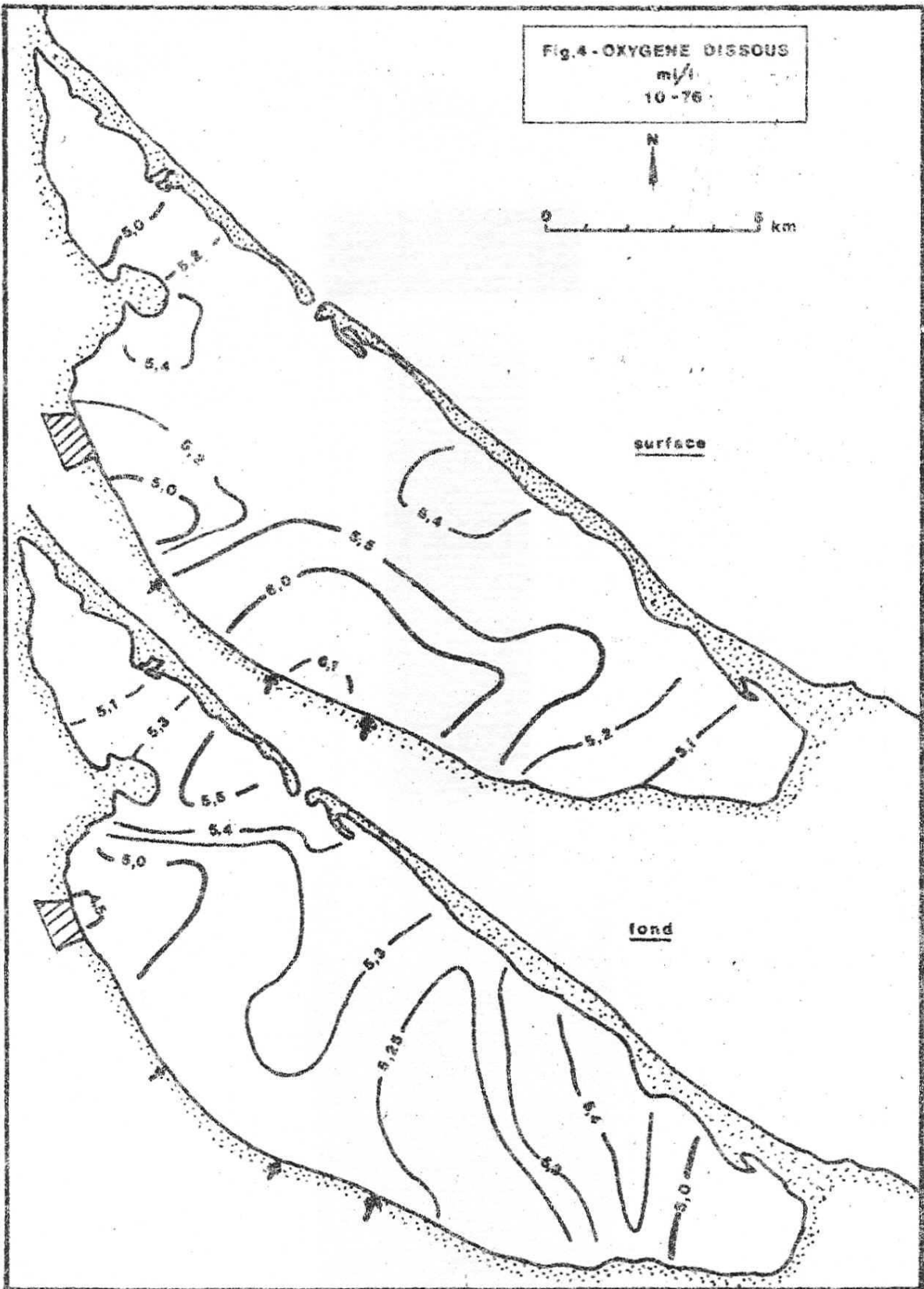


Fig.4 - OXYGENE DISSOUS  
m/l  
10-76



0 5 km



Les concentrations minimales sont rencontrées, aussi bien au fond qu'en surface, dans les extrémités de lagune et devant NADOR (inférieures à 5 ml/l).

Les eaux lagunaires sont largement saturées en oxygène (fig. 5) puisque les valeurs dépassent généralement 100 % : ici encore, les eaux les moins saturées se rencontrent aux extrémités (KARIAT, BENI-ENZAR) et devant NADOR, où la valeur est plus basse avec 88,9% au fond.

#### Nitrates (fig. 6).

Les concentrations varient de 0,10 à 0,92  $\mu$ atg/l.

- En surface - les teneurs sont maximales devant les débouchés d'Oued et au niveau de RESTINGA. Les valeurs minimales se rencontrent entre le port de NADOR et l'ATALAYUN, ainsi que vers BENI-ENZAR.

- Au fond - à l'exception d'une zone restreinte à la hauteur de l'ATALAYUN, les concentrations sont inférieures à celles de la surface, les minima étant observés dans les extrémités de lagune et devant NADOR.

#### Nitrites.

Les valeurs varient de  $8 \cdot 10^{-3}$  à  $77 \cdot 10^{-3}$   $\mu$ atg/l. De façon générale, les gradients verticaux sont faibles : il existe une légère augmentation de la surface vers le fond dans la moitié nord, ce phénomène étant inversé dans la moitié sud, sauf une petite zone de KARIAT à RESTINGA.

Le rapport nitrates/nitrites est partout voisin de 20/1.

#### Phosphates (fig. 7).

Les concentrations sont en général plus élevées que celles obtenues pour les nitrates (entre 0,4 et 3,5  $\mu$ atg/l) (moyenne 1  $\mu$ atg/l).

Fig. 5 - SATURATION EN OXYGENE

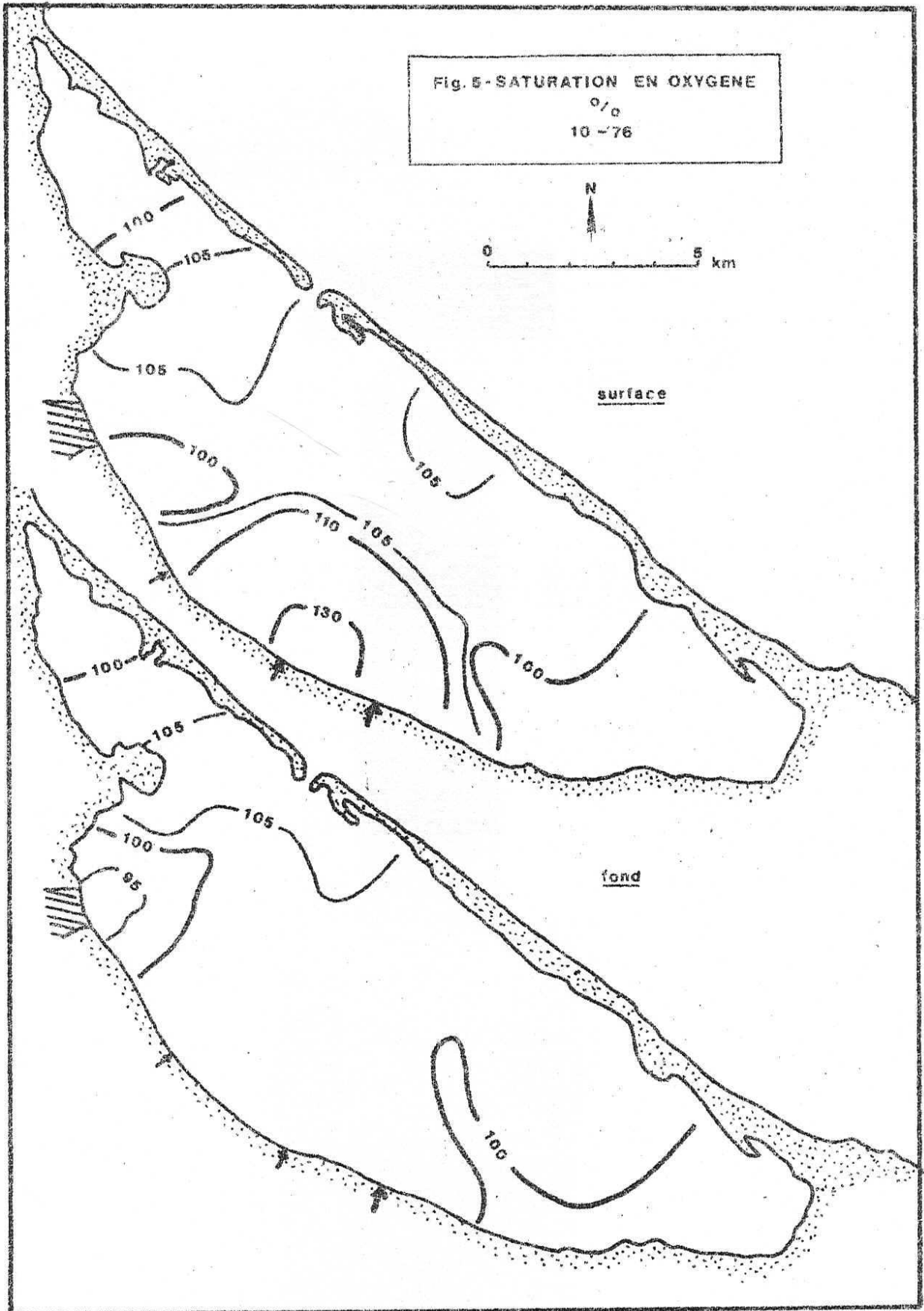
‰  
10 - 76

N

0 5 km

surface

fond



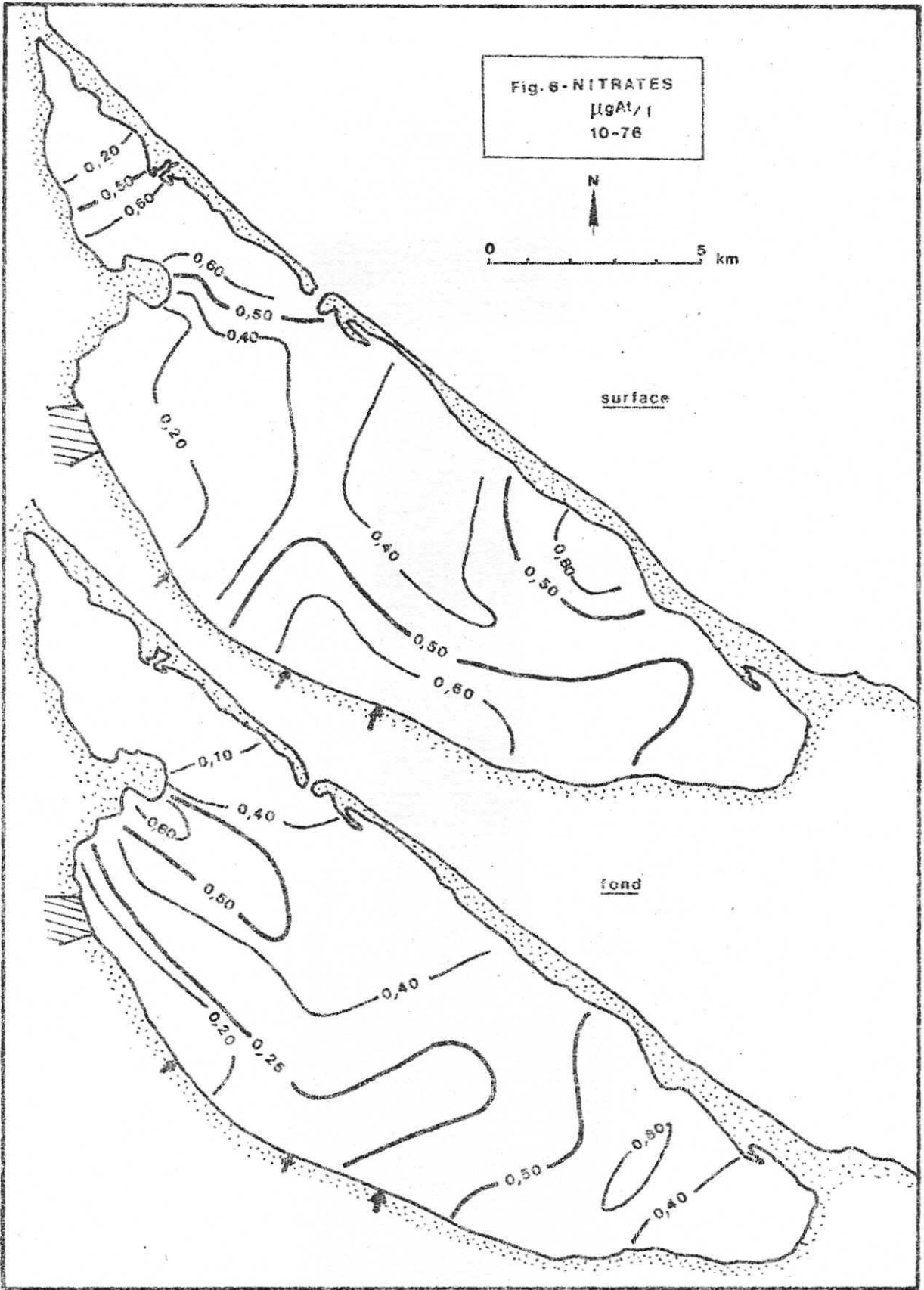
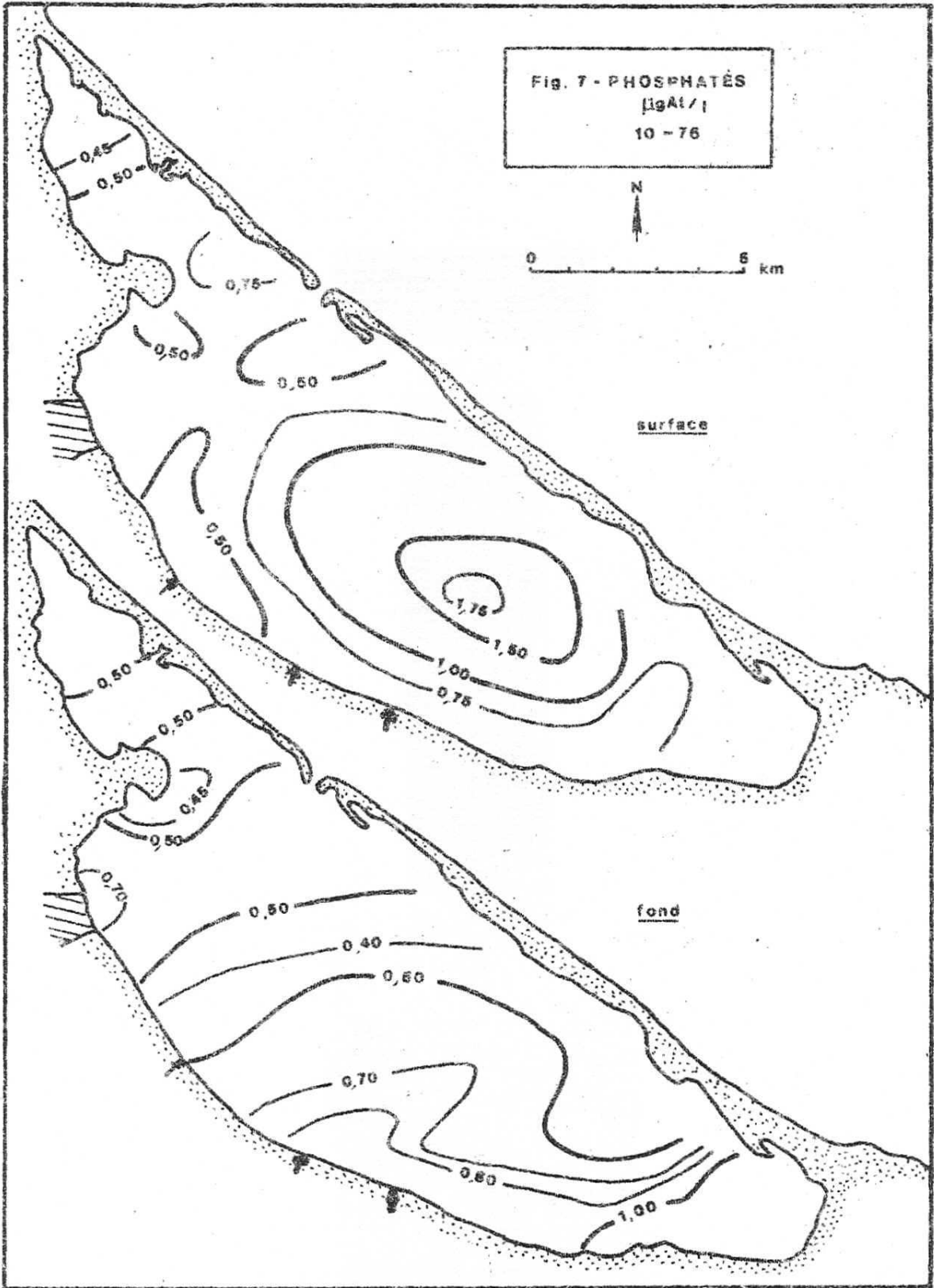


Fig. 7 - PHOSPHATÈS  
[lgAt/l]  
10 - 76



0 5 km



- En surface - une zone de concentration maximale forme un "oeil" au centre de la lagune entre les oueds et RESTINGA.
- Au fond - les concentrations, inférieures à celles de la surface, présentent un maximum devant les débouchés d'oued et devant KARIAT. Une petite poche de concentration supérieure à  $70.10^{-3}$  mg/l est observée devant le port de NADOR.

Les rapports nitrates/phosphates (fig.8) qui peuvent être considérés comme des indices d'équilibres du milieu, sont généralement voisin de 1., ce qui est fondamentalement différent du milieu marin où ce rapport est souvent voisin de 16. Le minimum absolu est situé devant le port de NADOR (N/P = 0,22 au fond et en surface). Les autres valeurs minimales sont notées aux extrémités de lagune. Les valeurs du rapport N/P supérieures à 1, se rencontrent à proximité de la BOKHANA et des débouchés d'oued, en surface, et le long de la flèche, en profondeur.

#### Poids sestonique (fig. 9).

Il s'agit de la quantité de matières en suspension dans l'eau retenue par un filtre de porosité déterminée (ici, 0,45 microns). Les poids obtenus sont assez élevés (de 2,5 à 24,2 mg/l, moyenne = 11,8 mg/l).

- En surface - les quantités de matière en suspension sont maximales entre la BOKHANA et ATALAYUN et vers KARIAT. Mais en général, les valeurs sont assez constantes.

- Au fond - les teneurs sont nettement plus faibles qu'en surface (moyenne = 9,6 mg/l contre 13,9 mg/l en surface). Les poids sont maximum sur l'axe médian de la lagune et à proximité de la Bokhana.

.../...



FIG. 8 - RAPPORT NITRATES / PHOSPHATES  
10-76

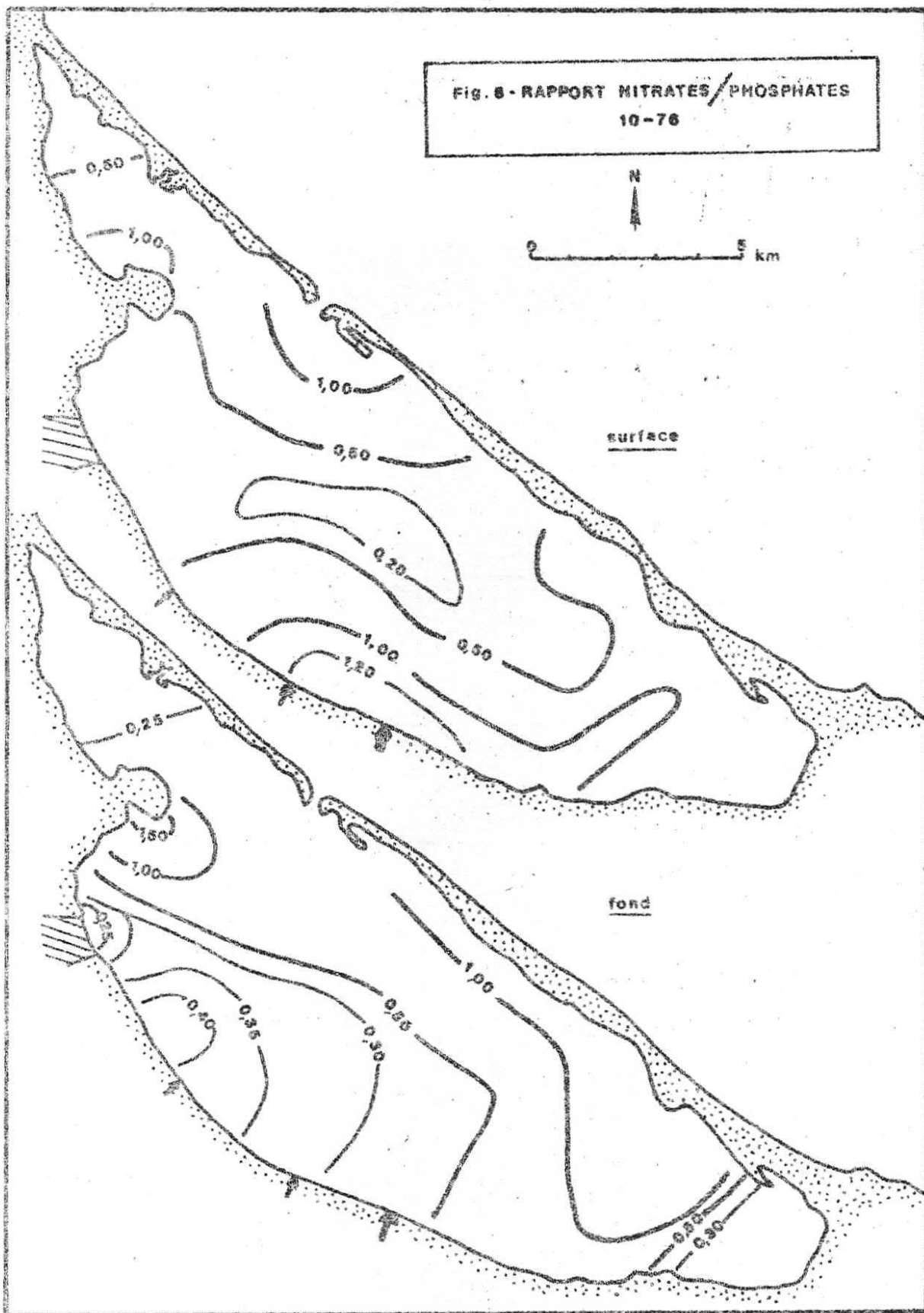
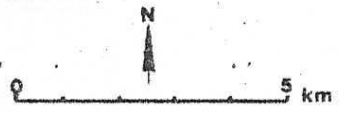


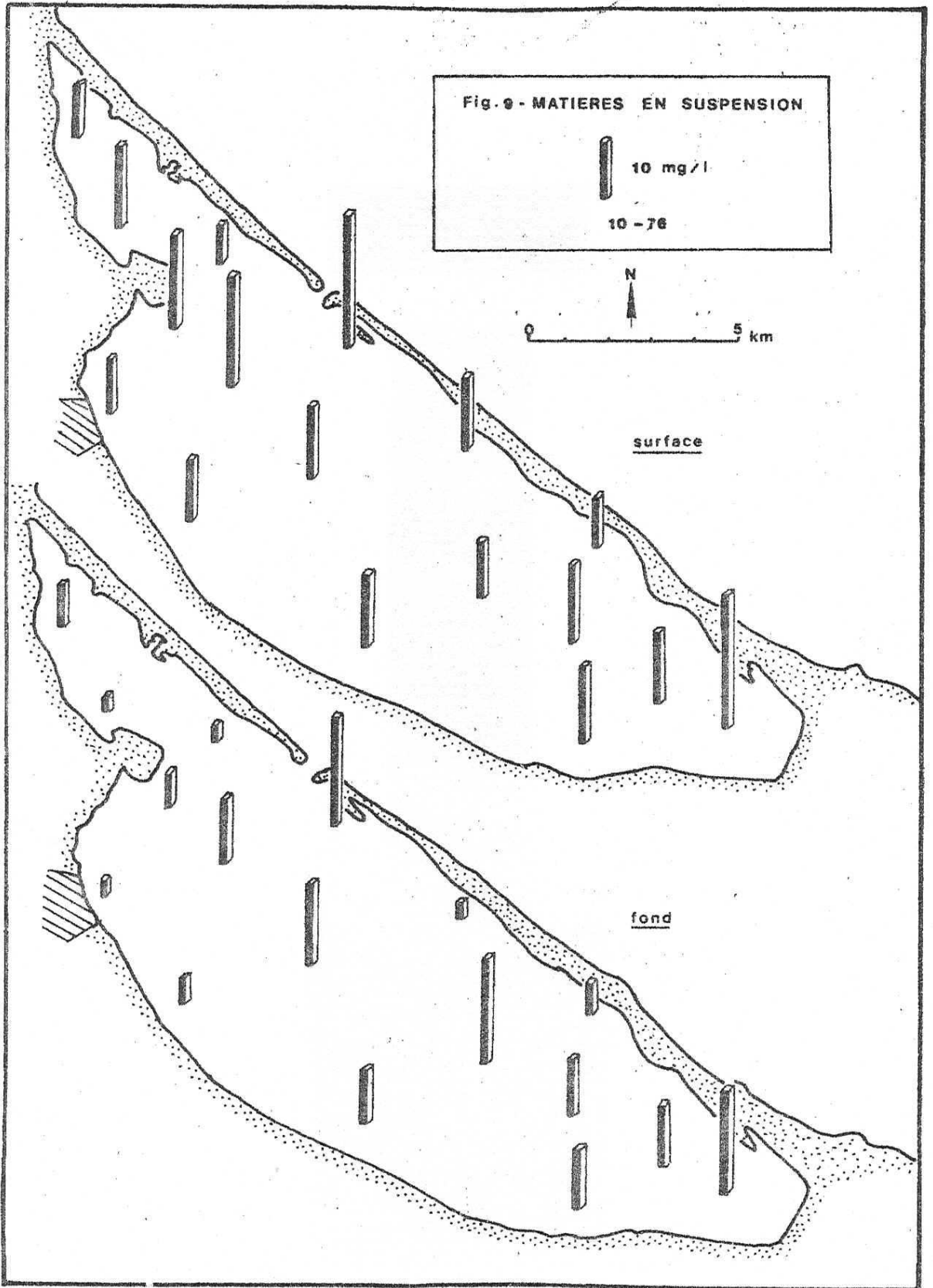
Fig. 9 - MATIERES EN SUSPENSION

10 mg/l  
10 - 76



surface

fond



3.1.2.- Mission de Février 1977.  
-----

Température (fig. 10)

Elle est comprise entre 15° et 16°5 C.

La zone située au nord de l'ATALAYUN est encore une zone relativement chaude avec un gradient vertical faible.

- En surface - une zone de température supérieure à 16° se place grossièrement entre NADOR et le canal d'irrigation. La zone la plus froide (inférieure à 15°) se situe à la hauteur de RESTINGA.

- Au fond - la lagune est nettement séparée en deux par une large bande d'eau de température supérieure à 16°5, les températures inférieures à 16° se situant entre NADOR et l'ATALAYUN d'une part, et au sud-est d'une ligne BOKHANA canal, d'autre part. Les points les plus froids sont rencontrés dans le centre de la lagune entre le canal et RESTINGA (stations 12 et 17).

Salinité (fig. 11).

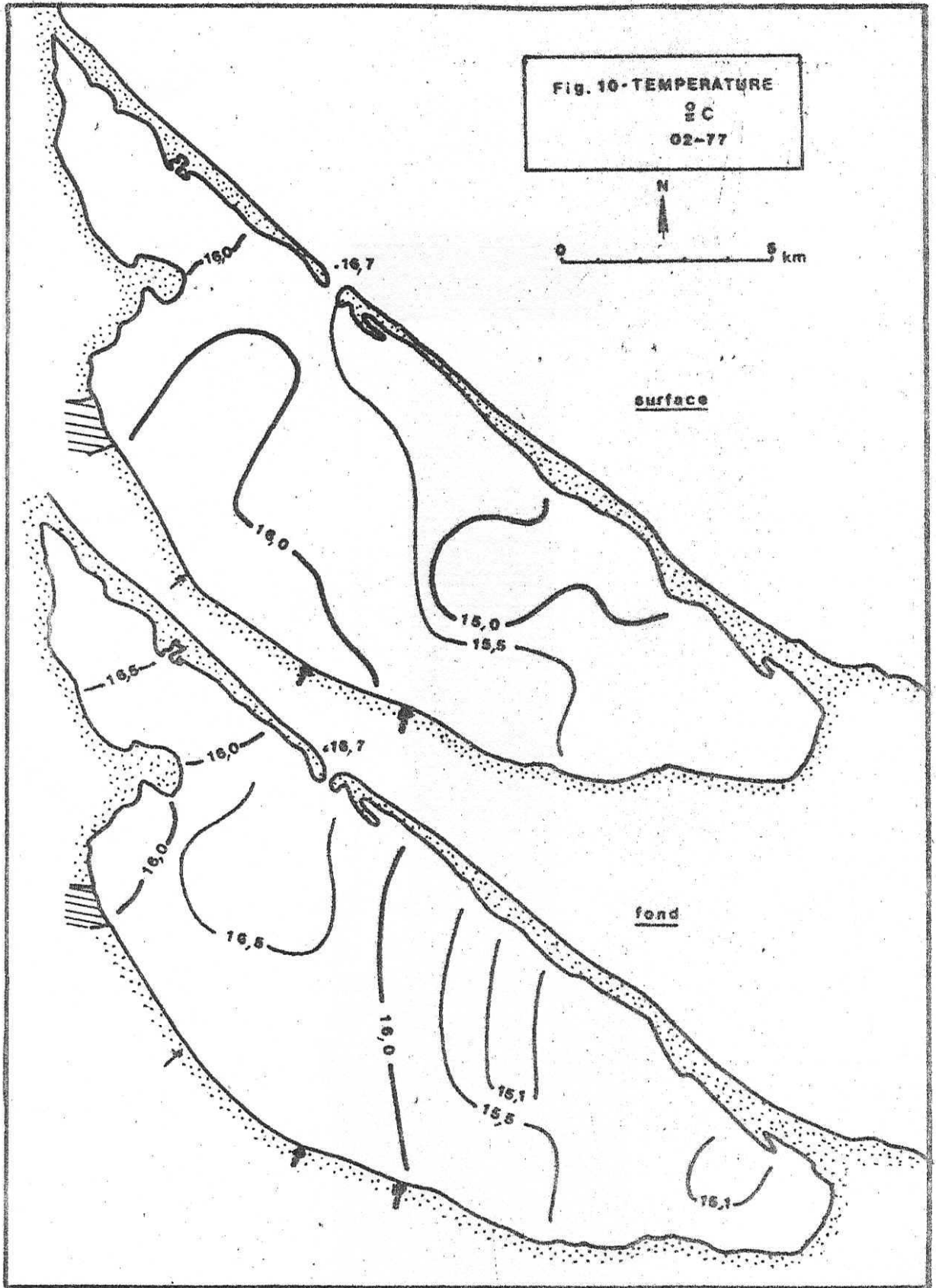
Une diminution très nette est enregistrée depuis le mois de novembre puisqu'en février, les salinités ne sont plus comprises qu'entre 30,2 et 32,6°/°° alors que les valeurs étaient de l'ordre de 35°/°°.

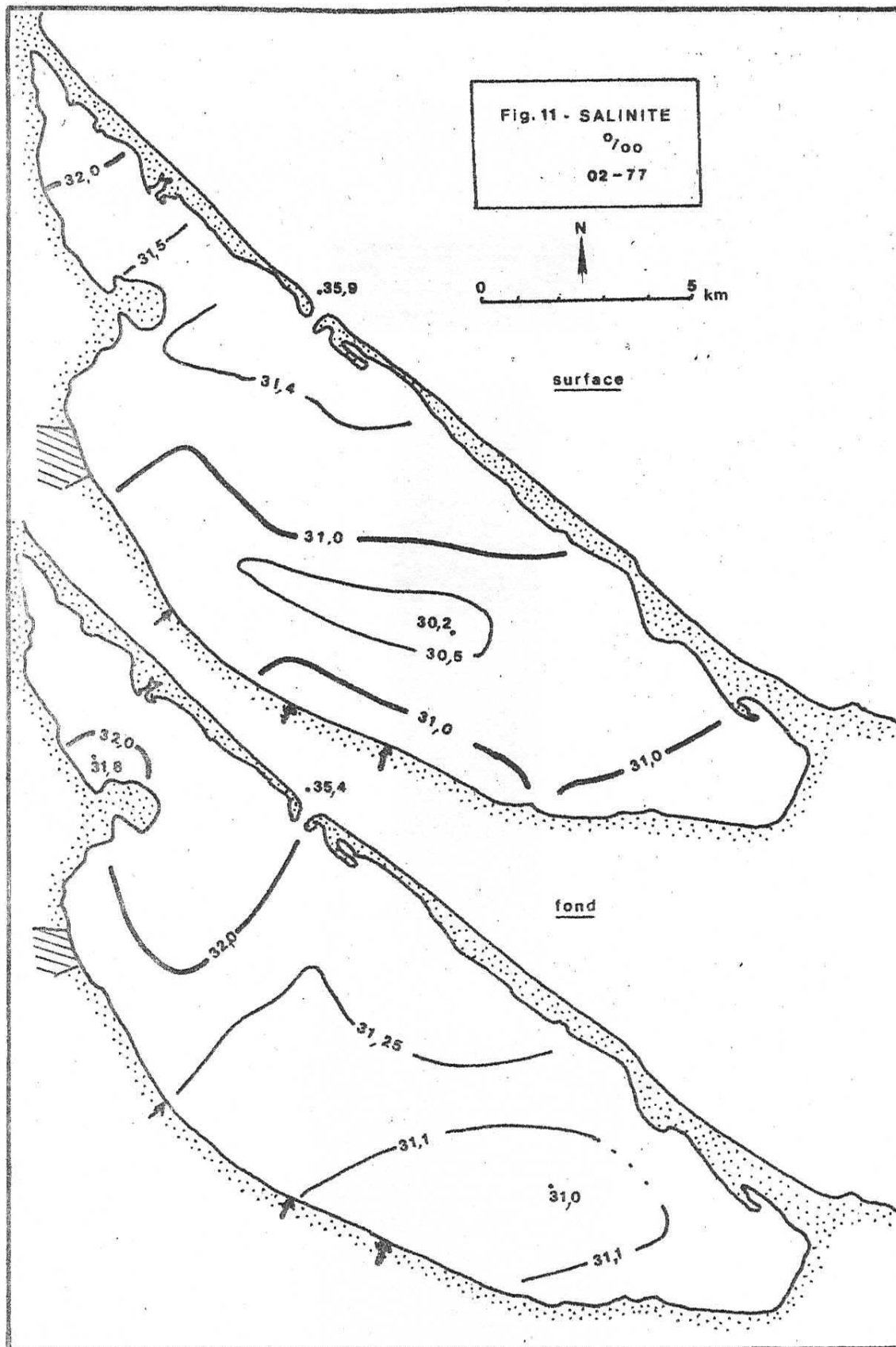
- en surface - la lagune est encore nettement divisée mais cette fois par une isohaline de 31°/°°. Les valeurs minimales ne sont plus remarquées directement devant les débouchés d'Oued, mais dans le centre de la lagune.

Cette anomalie peut être expliquée par une émission maximale des oueds précédant la période d'observations, et la dispersion des eaux dessalées ne serait pas encore complètement réalisée.

Les salinités maximales sont encore rencontrées au nord de l'ATALAYUN.

../...





- au fond - les salinités maximales (supérieures à  $32^{\circ}/\text{‰}$ ) ne représentent plus qu'une petite avancée entre l'ATALAYUN et la BOKHANA et atteint à peine la hauteur de NADOR. Le reste de la lagune est occupée par des eaux de salinité inférieure à  $31,5^{\circ}/\text{‰}$ . Les salinités minimales se rencontrent dans une zone étroite en face des débouchés de l'Oued SELOUANE et du canal.

Les gradients verticaux sont plus marqués qu'en novembre. La salinité augmente généralement avec la profondeur, sauf, toutefois, aux stations 5, 7 et 9 où une légère diminution est enregistrée (de l'ordre de  $0,002^{\circ}/\text{‰}$  par mètre). Au nord, d'une ligne BOKHANA-station 8, la moyenne des gradients est la plus élevée avec des variations voisines de  $1^{\circ}/\text{‰}$  (soit environ  $0,2^{\circ}/\text{‰}$  par mètre).

#### Oxygène dissous (fig. 12).

Les teneurs en oxygène dissous sont en nette augmentation avec des valeurs de l'ordre de 6ml/l.

- En surface - les concentrations minimales se situent entre la BOKHANA et NADOR et dans les extrémités de la lagune. Les teneurs supérieures à 6 ml/l, occupent une vaste étendue entre NADOR et RESTINGA.

- Au fond - la situation est assez complexe avec des concentrations minimales devant NADOR et KARIAT. Des concentrations assez basses par rapport au reste de la lagune sont rencontrées vers KARIAT et se prolongent sous forme d'arête vers le centre de la lagune.

Les eaux sont toutes fortement saturées en oxygène (fig. 13), avec des taux supérieurs à 105%. Une seule station montre de l'eau très légèrement sous saturée : en profondeur devant le port de NADOR.

#### 3.2.- Débits dans la BOKHANA.

---

Les conditions climatiques très défavorables, ainsi que la circulation intensive des barques de pêche les rares jours de beau temps, y compris la nuit, n'ont pas permis la réalisation de nombreuses mesures complètes de débits dans la BOKHANA.

Fig.12 - OXYGENE DISSOUS  
ml/l  
02 - 77

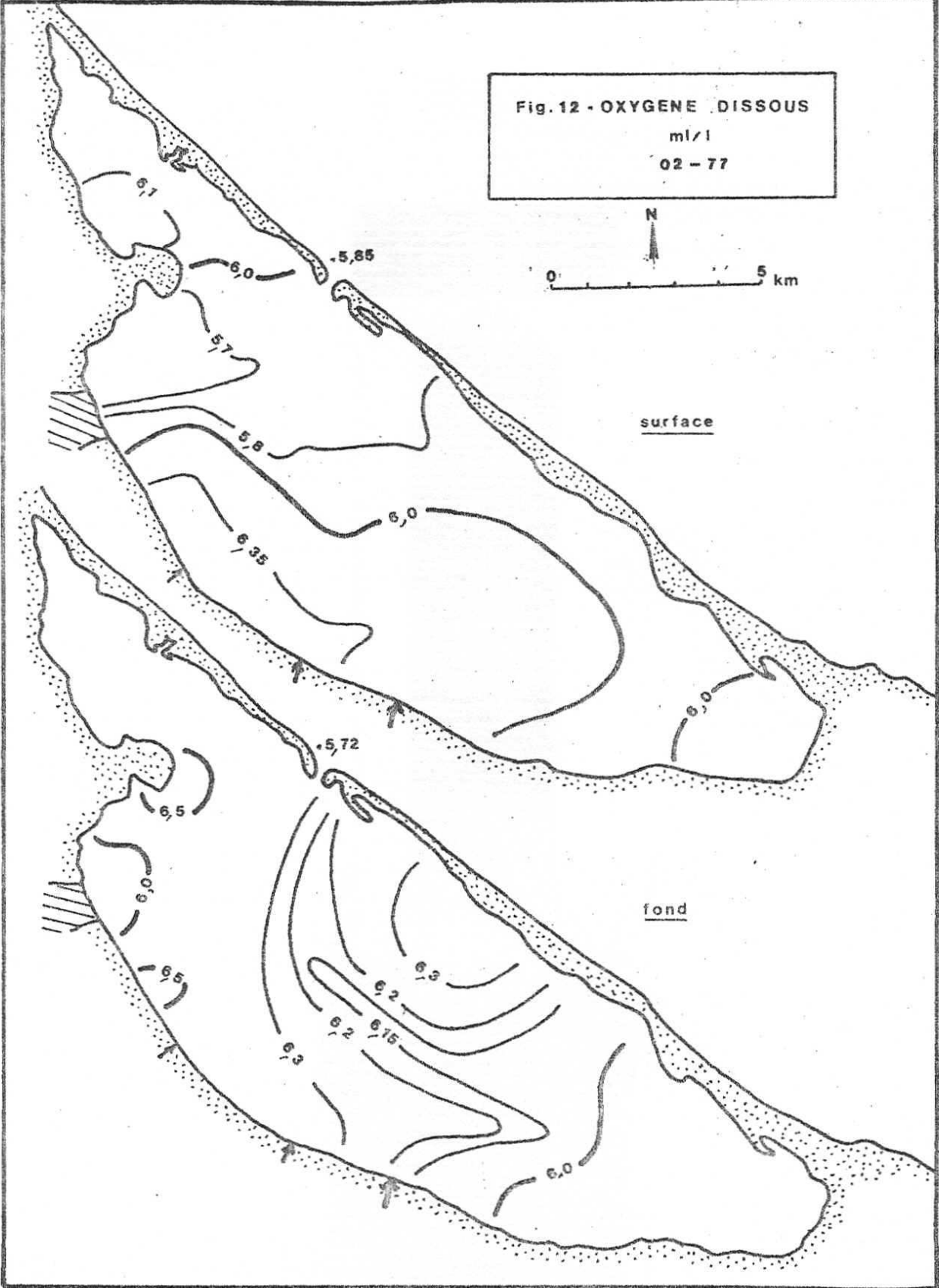
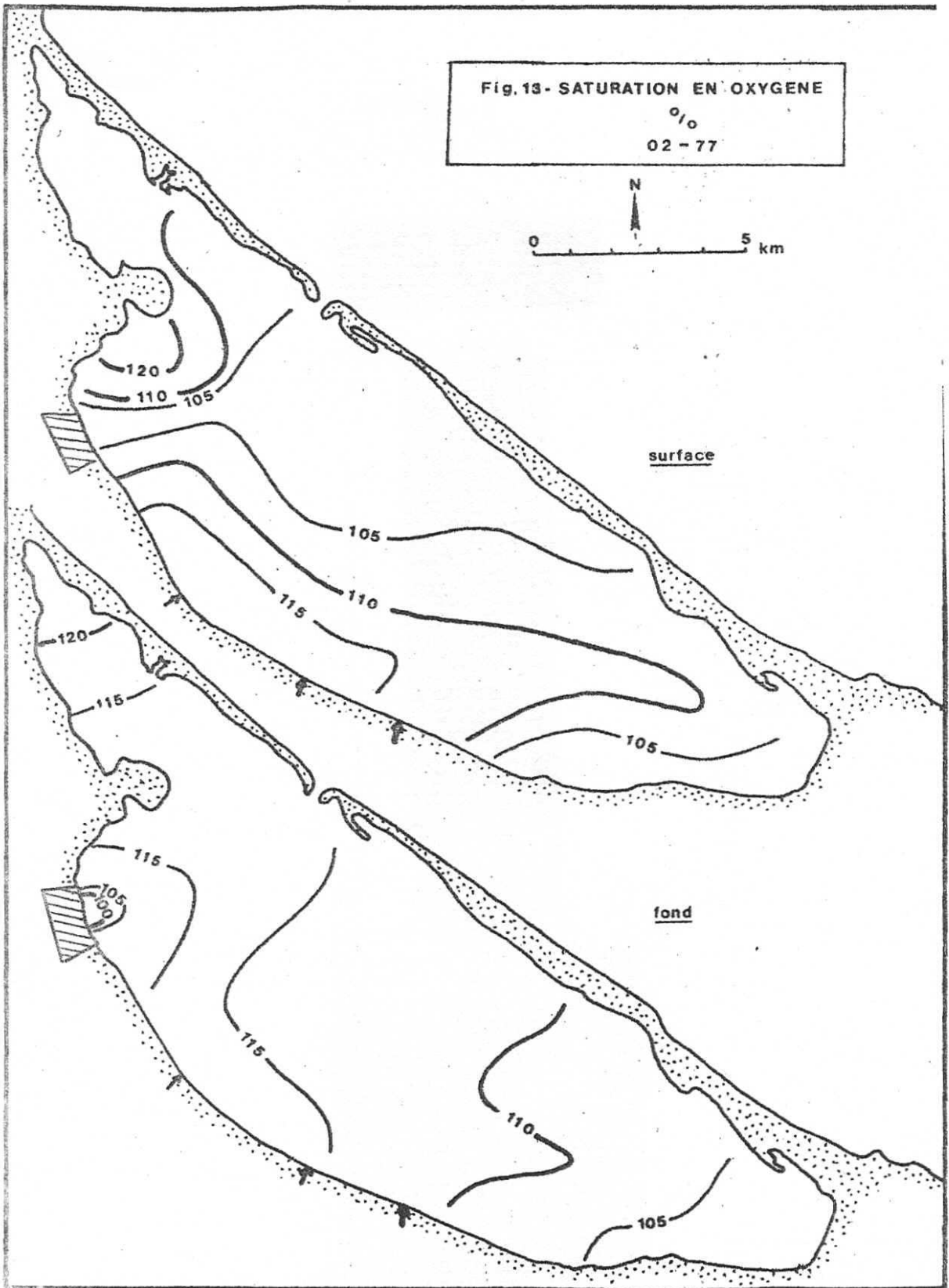
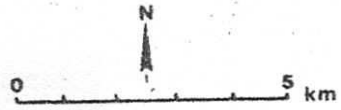


Fig. 13- SATURATION EN OXYGENE

‰  
02 - 77





Il a été réalisé deux stations de mesures de vitesses de courant pendant un cycle complet de marée : l'une le 18/10/1976, l'autre le 7/03/1977.

La station du 7/03/77 a été doublée, en continu, d'une série de prélèvements pour étude des salinités-température-oxygène dissous.

#### Les courants de Marée (pl. 14)

##### - Station du 18/10/76.

L'amplitude de la marée observée à la BOKHANA a été de 10.0 cm. Il semble que cette amplitude soit exagérée, le calcul théorique ayant laissé prévoir un marnage de 7.0 cm à 8.0 cm.

Les vitesses moyennes maxima atteintes ont été de 0.60 m/s. en flot et de 0.45 m/S en jusant.

La durée du jusant a été de 6h. 30 alors que le flot n'a pas excédé 5h.00 Les renverses de pleine mer et de basse-mer se sont produites sensiblement à mi-flot et 2h. 30 après la fin du flot.

##### - Station du 7/03/77.

L'amplitude de la marée (16.0 cm) a correspondu aux prévisions (marée de vives-eaux). La courbe montre un large plateau durant plus de 3h.00 à la pleine mer. Il semble que le même phénomène se soit produit plus discrètement à la basse mer. Les parties montantes et descendantes de la courbe de marée sont donc plus abruptes que lors des marées de mortes-eaux et moyennes-marées.

La présence de deux plateaux laisse pressentir que la valeur 16.0 cm représente le marnage maximum possible dans la BOKHANA pour sa section présente.

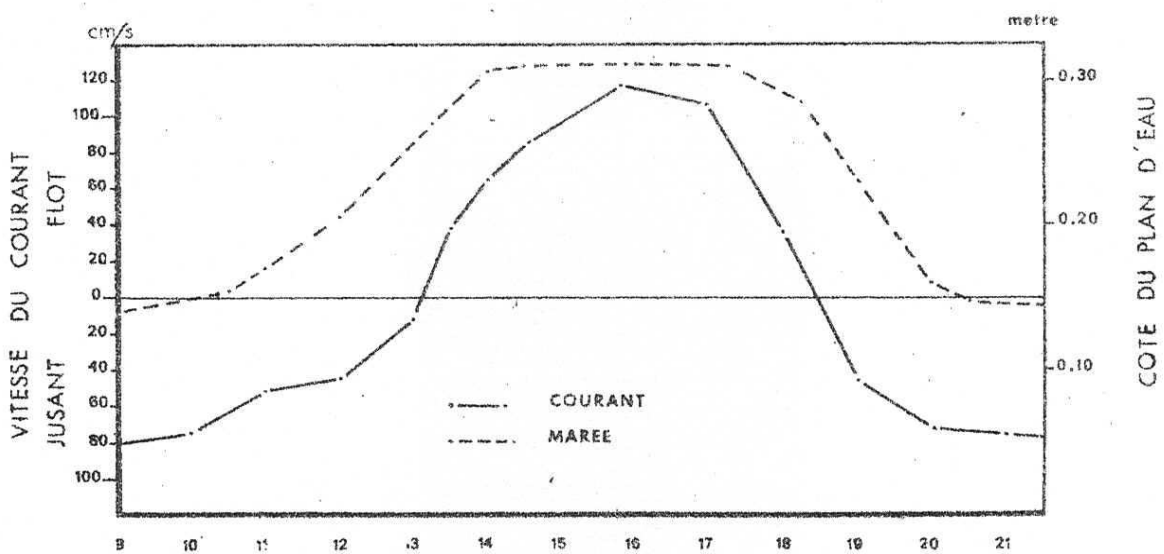
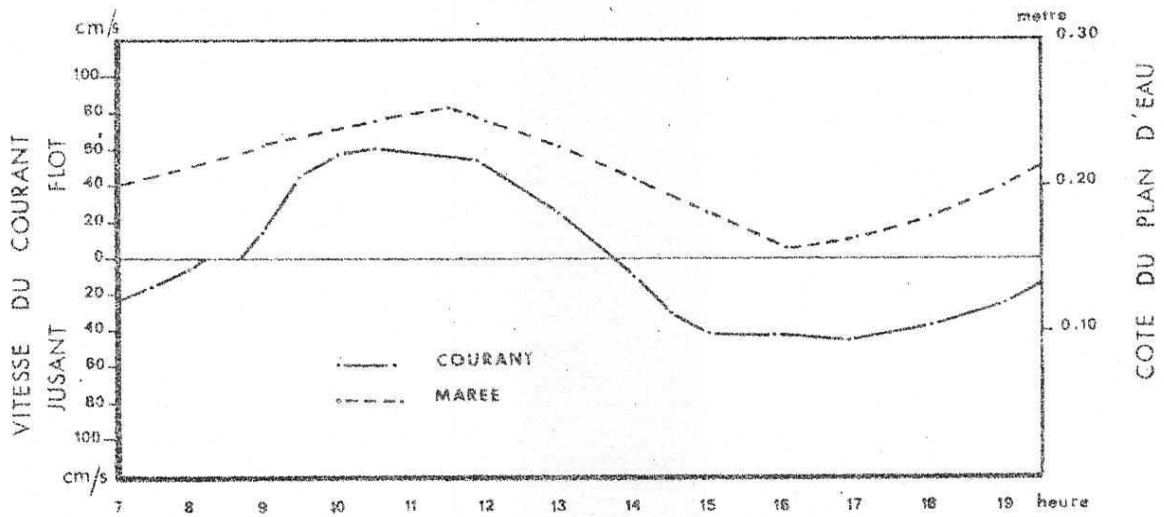
Les vitesses moyennes maxima ont été de 1.18 m/s en flot et de 0.80 m/S en jusant.

fig. 14- LA BOKHANA

— VITESSE DU COURANT —

— COURBE DE MAREE —

STATION DU 18.10.1976



STATION DU 7.03.1977

La durée du jusant a été de plus de 7h.00, alors que le flot n'a pas excédé 5h.00. Les courbes de vitesses de courants de flot et de jusant sont assymétriques, avec une plus forte pente en fin de flot et début de jusant.

Les Débits Liquides dans LA BHOKANA.

- Débits liquides instantanés (pl. 15).

Les courbes de débits liquides instantanés suivent la forme des courbes des vitesses moyennes de courants car l'amplitude très faible de la marée n'apporte pas de grosses modifications.

- Station du 18/10/76.

Les débits liquides instantanés de flot n'ont pas dépassé 90 m<sup>3</sup>/s et ceux de jusant sont toujours restés inférieurs à 75 m<sup>3</sup>/s.

- Station du 7/03/77.

Les débits instantanés maxima de flot ont été de 110m<sup>3</sup>/s., et ceux de jusant de 70 m<sup>3</sup>/s.

- Volumes liquides transitant de flot et de jusant.

- Station du 18/10/76.

Les calculs conduisent aux estimations suivantes :

Volume du flot .....	1.13 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
<u>Volume du jusant .....</u>	<u>1.35 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup></u>
Volume total des échanges .....	2.48 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
=====	=====

Encore une fois le volume des eaux expulsées durant le jusant paraît excédentaire par rapport aux apports du flot, aux erreurs près.

.../...

- Station du 7/03/77.

Les calculs fournissent les résultats suivants :

Volume du flot .....	1.44 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
<u>Volume du jusant .....</u>	<u>1.28 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup></u>
Volume total des échanges .....	2.72 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
=====	

Plusieurs points sont remarquables. Tout d'abord, avec un marnage de 16.0 cm, le volume total des échanges est faible, de l'ordre de 60% du volume théorique correspondant (df. Travaux et Documents n° 21).

En outre, les volumes liquides introduits durant le flot sont supérieures à ceux expulsés au jusant. Ceci est d'autant plus remarquable qu'en cette saison, les apports directs d'eaux douces sont les plus importants (pluies et irrigations) et que l'évaporation est minimale. Il faut certainement imputer ce phénomène aux caractéristiques des marées de vives-eaux, avec une longue tenue de pleine mer.

#### Relations entre les eaux lagunaires et les eaux marines franches.

Les mesures de température-salinité-oxygène dissous effectués durant la station de mesure des débits dans la BOKHANA en Mars 1977 confirme les tendances notées en JUIN 1976.

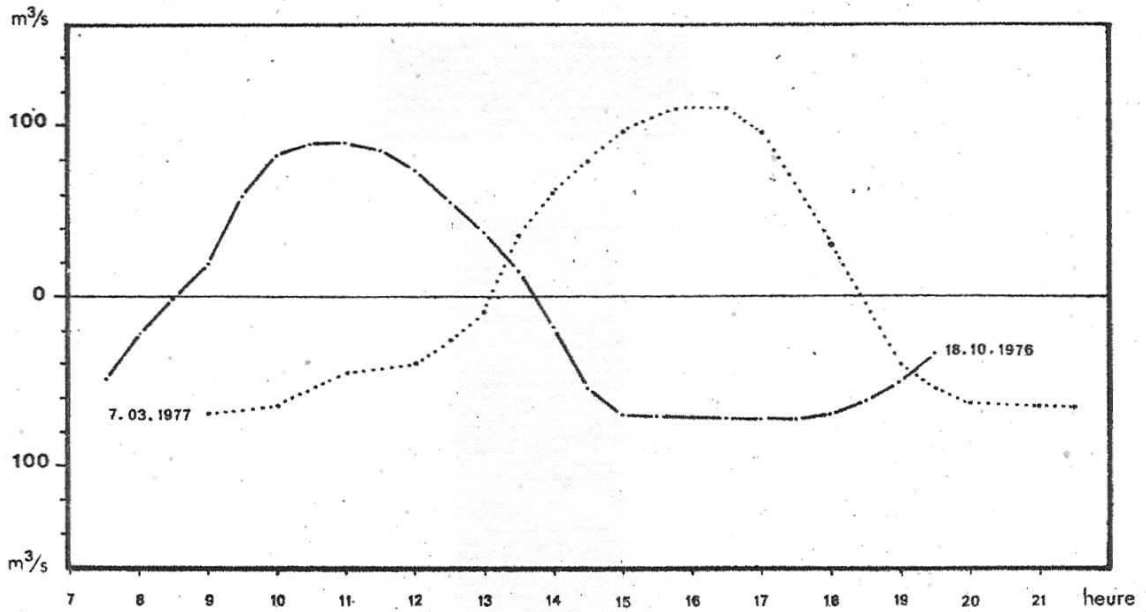
Les courbes de salinité et oxygène dissous caractérisent nettement les eaux s'écoulant en jusant et en flot. Les eaux expulsées au jusant ont une salinité plus faible (environ 31 ‰) alors que celles introduites au flot ont une salinité proche de 35 ‰. Les eaux de jusant paraissent mieux oxygénées.

La courbe de température est d'interprétation plus délicate. D'une part, les variations sont faibles ; en outre elle monte régulièrement pendant le jusant, atteignant une valeur maximum au moment de la renverse aux environs de 13h.00. Les températures restent élevées pendant tout le flot.

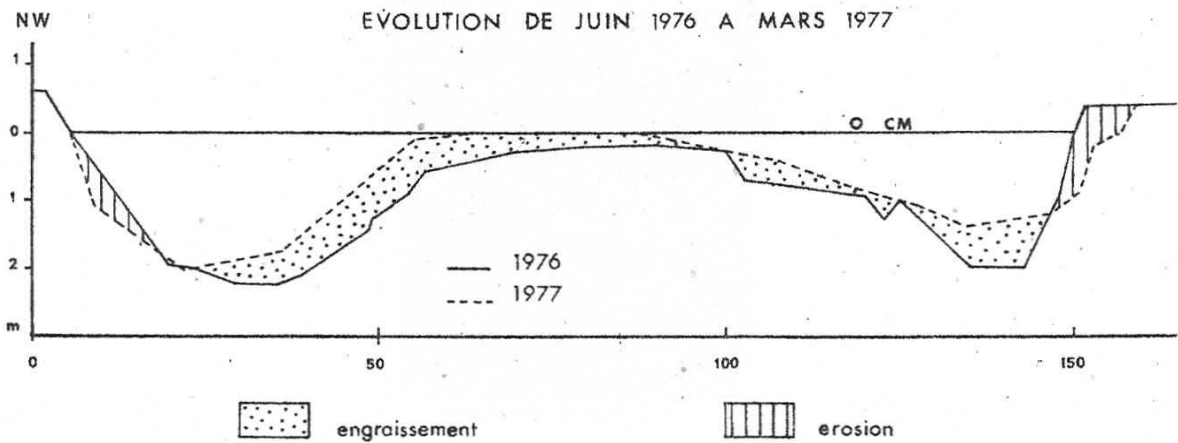
.../...

fig. 15 - LA BOKHANA

## DEBITS LIQUIDES INSTANTANES



## SECTION TRANSVERSALE



Il est possible d'envisager deux hypothèses :

- la première reliant la température à la différenciation des masses d'eaux (lagunaires et marines).
- la seconde, reliant cette température à l'insolation croissant dans la journée.

Le diagramme T-S (pl. 16) montre que les eaux introduites durant le flot ne se placent pas sur la droite reliant les eaux de début de jusant et celles de la Méditerranée. Il s'agit donc plus certainement d'un problème d'insolation et de réchauffement de la pellicule d'eau superficielle.

Evolution Morphologique de La BOKHANA. (Mars 1977).

---

Le profil en travers de la BOKHANA, à l'emplacement des mesures de débits, a fait l'objet d'un levé bathymétrique comparatif.

En mars 1977, (pl. 15), la section mouillée à la cote O.C.M., est de 116 m<sup>2</sup> pour une largeur de chenal de 152 m. Un banc médian longitudinal découvre sur environ 25.0 m de largeur.

En fait, cela correspond, par rapport à la section antérieure (174 m<sup>2</sup> à 0 C.M. en Octobre 76), à une réduction de plus de 30% de la surface mouillée. Cette très forte tendance à l'obstruction, liée aux tempêtes hivernales est donc à corrélérer directement aux faibles valeurs des débits liquides mesurés en Mars, pour des marnages cependant maxima.

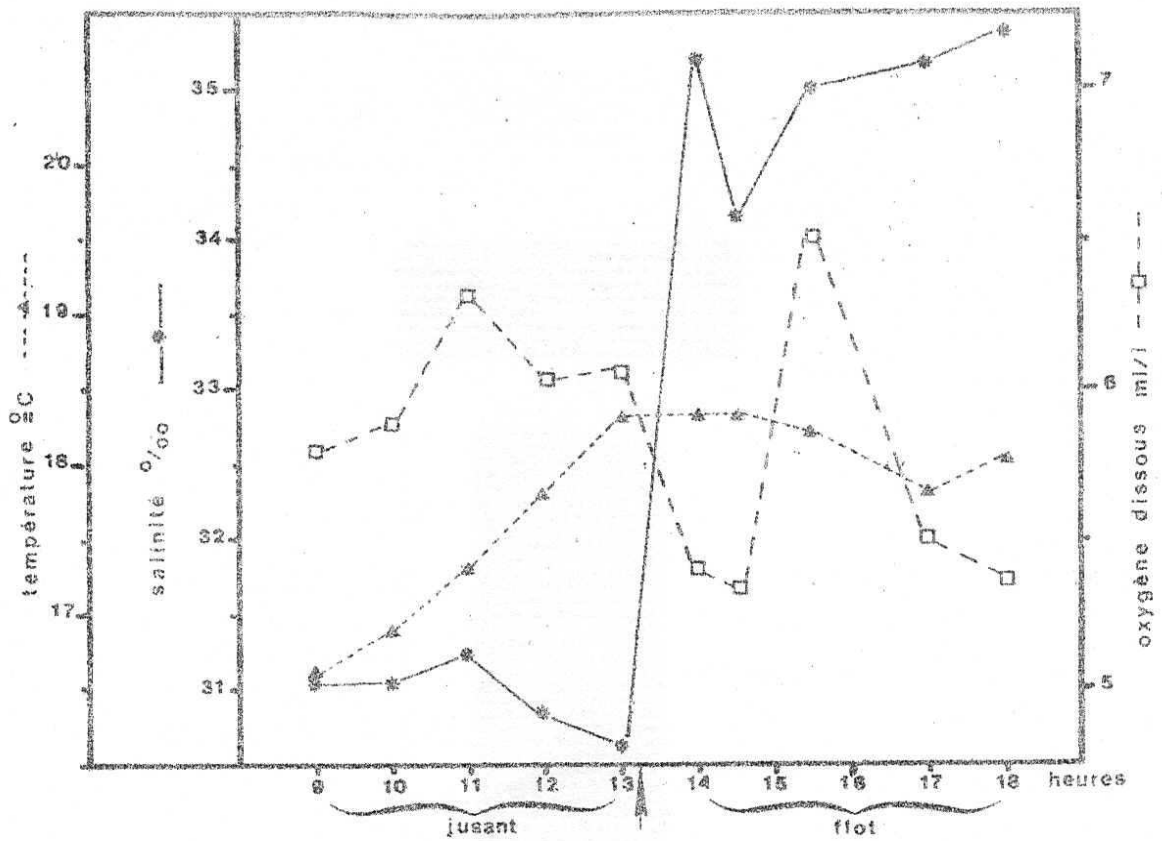
#### IV.- D I S C U S S I O N.

##### 4.1.- Facteurs hydrologiques.

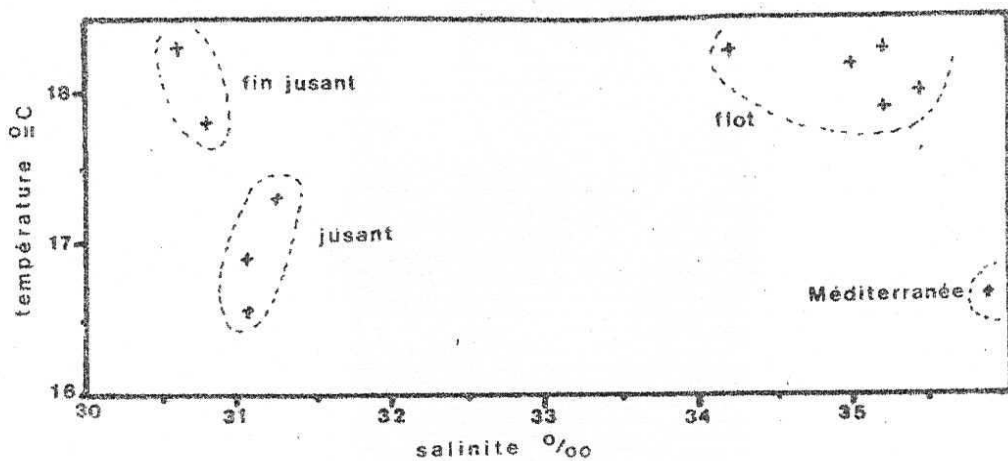
Avec les observations de juin 1976, présentées par M. TESSON, il est possible de tracer un tableau rapide de l'évolution de la lagune au cours de ces trois saisons successives :

- la température moyenne a régulièrement diminué,
- la salinité, de l'ordre de 33‰ à 34‰ en juin, est sensiblement remontée en automne mais a enregistré une diminution brutale en hiver,
- les concentrations en oxygène dissous ont régulièrement augmenté.

- fig. 16 -



STATION FIXE (BOKHANA 07-03-77)  
VARIATION DE PARAMETRES HYDROLOGIQUES



STATION FIXE (BOKHANA 07-03-77)  
DIAGRAMME T-S

Pour une analyse plus détaillée, on peut poser que la lagune est sous l'influence principale de deux facteurs :

- les eaux méditerranéennes,
- les eaux douces.

Une exception doit être faite de la région ATALAYUN-BENI ENZAR, qui semble subir son évolution propre qui suit avec un certain retard l'évolution générale de la lagune telle qu'elle vient d'être décrite.

Les eaux douces exercent leur influence principalement entre NADOR et KARIAT avec l'arrivée de deux oueds surtout du canal d'irrigation ainsi que l'arrivée des eaux de la nappe phréatique.

Les apports d'eau douce sont marqués par une dessalure et une forte concentration en oxygène dissous. Ils se traduisent également par des teneurs sensiblement élevées en nitrates et en nitrites.

En automne, ces effets se font essentiellement sentir en surface, au sud d'une diagonale RESTINGA-NADOR.

En hiver, l'effet des eaux douces gagne largement vers le nord et les eaux "salées" ne forment plus qu'un coin entre la BOKHANA et l'ATALAYUN.

Dans ces conditions, l'influence marine apparaît comme pratiquement inexistante ce qui est confirmé par la pauvreté des débits de la BOKHANA. Si en automne, les eaux de la moitié nord-ouest présentent encore une salinité se rapprochant de celle de la mer, les teneurs en sels nutritifs n'ont rien de commun avec ce milieu (les teneurs en nitrates sont près de dix fois supérieures à celles trouvées par H.J. MINAS - 1968 - pour la Méditerranée profonde, les rapports N/P sont complètement différents), les concentrations en oxygène dissous restent assez voisines.

Les pulsations de marées dans la BOKHANA seules apportent un léger rééquilibrage dans les sels nutritifs, suivit par une augmentation des matières en suspension.

.../...



En hiver, les apports marins peuvent être considérés comme nuls : la dessalure est générale, gagnant vers le nord puis en profondeur.

L'ensemble de ces phénomènes est lié à la fermeture progressive de la BOKHANA : ainsi l'influence des eaux douces devient prépondérante. L'augmentation de salinité observée en automne est sans doute à la baisse des apports pendant l'été à laquelle s'ajoute une forte évaporation.

#### 4.2.- Pollution.

-----

Une mention brève doit être faite ici des aspects de pollution tels que ces données permettent de les entrevoir.

La présence de nitrites laisse supposer qu'il existe une certaine pollution lagunaire, sans doute apportée par les eaux douces, puisque les teneurs maximales sont notées à proximité des Oueds.

D'autre part, une diminution du rapport Nitrate/Phosphate traduit généralement une eutrophisation excessive du milieu. On peut donc considérer que la lagune a tendance à être polluée, bien que ce fait ne présente encore rien d'alarmant (les teneurs en nitrites sont presque dix fois plus faibles qu'en étang de BERRE par exemple, considéré comme assez fortement pollué - BLANC & al., 1967).

Un effet de pollution très net est remarqué devant le port de NADOR, où le rapport N/P est le plus faible, et qui présente le seul endroit sous-saturé en oxygène. Mais cet aspect, très marqué, semble localisé à la proximité immédiate de la ville : si cette pollution présente un incertain désagrément pour les riverains, elle ne semblait pas encore affecter les zones voisines et encore moins l'ensemble lagunaire, du moins à la période d'observation.

#### 4.3.- Facteurs biologiques.

-----

En l'absence de mesures effectives sur la production du milieu et sur la richesse en plancton, il est possible de ne poser que des hypothèses.

.../...

En milieu lagunaire, au contraire du milieu marin, l'interprétation des poids sestoniques est malaisée, puisque les matières en suspension peuvent contenir une proportion notable de matière minérale : mais les valeurs trouvées sont très voisines de celles rencontrées par F. BLANC & al. (1967) dans l'étang de BERRE, qui est un milieu à forte production planctonique, et très supérieures à celles observées dans l'étang de THAU.

D'autre part, il a été noté que les faibles rapports N/P pouvaient être liés à une eutrophisation excessive (poussée très importante de plancton végétal). Enfin, de fortes concentrations en phosphates sont généralement des indices de production phytoplanctonique élevée. Tous ces éléments permettent de penser que la lagune est une zone fortement eutrophisée, donc riche en matière vivante.

Considérant qu'une eutrophisation excessive est nuisible à l'équilibre du milieu, les régions favorables à un cycle biologique "normal" se trouveraient à proximité des apports de sels nutritifs "jeunes" à savoir les abords de la BOKHANA (le long de la flèche) et la proximité des exutoires d'Oued, avec restriction pour ces derniers puisque les apports de matière minérale qu'ils doivent engendrer gênent sans doute les processus de photosynthèse.

Il est certain que ces interprétations ne sont que des hypothèses qui devront être vérifiées.

#### - C O N C L U S I O N .

Les deux missions effectuées sur la SEBKHNA BOU AREG, en automne 1976 et en hiver 1977, confirment la tendance observée en Juin 1976, à savoir une dessalure de plus en plus marquée de la lagune, liée à la diminution des échanges avec la mer et à l'augmentation des apports d'eau douce.

.../...

Ceci est dû à la fermeture progressive de la BOKHANA, qui outre ses effets sur le plan purement hydrologique, entraîne d'autres problèmes tels que l'apparition d'indices de pollution et la diminution des captures en poissons dans le milieu lagunaire : en effet, la plupart des espèces pêchées consistait en jeunes d'espèces marines entrant dans la lagune pour y grossir, la fermeture de la passe constituait donc un barrage à l'entrée de ces poissons.

Toutefois, depuis ces trois missions, la BOKHANA a été recreusée par le soin des Travaux Publics de NADOR, et il y a lieu de penser que l'évolution des phénomènes décrits ici sera, sinon inversée, du moins ralentie.

Les travaux présentés doivent donc être considérés comme un bilan de la lagune avant recreusement de la passe.

-:-:-:-:-:-:-

VI.- B I B L I O G R A P H I E.

---

- BARNES H.  
1959                      Apparatus and methods of oceanography  
1 Chemical : 341 pp. LONDON : ALLEN &  
UNWIN.
- BLANC F.  
COSTE B.  
MINAS H.J.  
SZEKIELDA K.H.  
1967                      Distribution et corrélations des princi-  
                              paux facteurs hydrobiologiques dans un  
                              milieu de forte production organique  
                              (ETANG DE BERRE).  
Marine Biology 1 (1) - 43-55
- KREY J.  
1950                      Eine neue Methode zur quantitativen Bes-  
                              timmung des Planktons.  
Kieler Meeresforsch. 7 : 58-75.
- MINAS H.J.  
1968                      Recherche sur la production organique  
                              primaire dans le bassin méditerranéen  
                              nord occidental. Rapports avec les phéno-  
                              mènes hydrologiques.  
Thèse de doctorat, Fac. Science Marseille.
- STRICKLAND J.D.H.  
PARSON T.R.  
1965                      A manual of sea water analysis. 2 nd rev ed.  
Bull. Fish. Res. Bd. Can. 125 : 1-203.
- TESSON M.  
1977                      Régime hydrologique et hydrodynamique de  
                              la SEBKHA BOU AREG (Lagune de NADOR. -  
                              MAROC) - Bilan du printemps 1976.  
Trav. Doc. Dev. Pêche Maroc 21 - 66 pp.