

# Etude de quelques paramètres physico-chimiques de la lagune de Ghar El MQELH

par

Founoun KTARI-CHAKROUN\* et Mohamed Salah ROMDHANE\*

## ملخص

تناولت هذه الدراسة ، منذ أكتوبر 1980 حتى سبتمبر 1981 ، تطورات درجة الحرارة والملوحة ونسبة الأوكسجين في الماء ، حسب الزمان والمكان وذلك في بحيرة غار الملح . وقد اثبتت النتائج تأثير العوامل المناخية على تغيرات هذه الخصائص الفيزيوكيميائية .

## RESUME

Durant la période allant d'octobre 1980 à septembre 1981 l'évolution temporelle et spatiale de la température, de la salinité et de l'oxygène dissous dans la lagune de Ghar El Melh a été suivie. Les résultats obtenus ont mis en évidence l'influence des facteurs climatiques sur les fluctuations de ces paramètres physico-chimiques.

## ABSTRACT

Since october 1980 to september 1981, a study of temporal and spatial evolution of the temperature, the salinity and the dissolved oxygen, in Ghar El Melh lagoon, includes the climatic influence on the variation of these parameters.

\* I.N.A.T. Dépt. Halieutique, 43 Av. Charles Nicolle, 1002 TUNIS, TUNISIE

## INTRODUCTION

Les lagunes littorales saumâtres constituent des milieux de haute productivité biologique et par voie de conséquence de forte production halieutique. Aussi une attention particulière leur a été accordée ces dernières années afin d'accroître leurs ressources naturelles, d'une part, et d'y développer l'aquaculture, d'autre part. Cependant un tel objectif ne peut être atteint qu'après avoir acquis une meilleure connaissance de ces plans d'eau au point de vue hydrologique, écologique, biologique, dynamique, etc. En Tunisie, il existe cinq principales lagunes littorales saumâtres : Ichkeul, Bizerte, Ghar El Melh, Tunis et Les Bibans.

La plupart de ces milieux ont fait l'objet de nombreuses études d'ordres hydrologiques, biologiques etc. Quant à la lagune de Ghar El Melh, anciennement appelée lac de Porto Farina, elle n'a suscité aucune étude, mis à part les travaux de Dantan et Heldt (1932) et de Azouz (1971) sur les possibilités d'ostréiculture. C'est pour cette raison que nous avons entrepris, durant une année, d'octobre 1980 à septembre 1981, l'étude hydrologique de cette lagune et analysé l'évolution de certains paramètres physico-chimiques en fonction des facteurs climatiques.

## MATERIEL ET METHODES

### Stations d'étude

La lagune de Ghar El Melh est en fait un complexe lagunaire de 3.000 ha de superficie qui comprend :

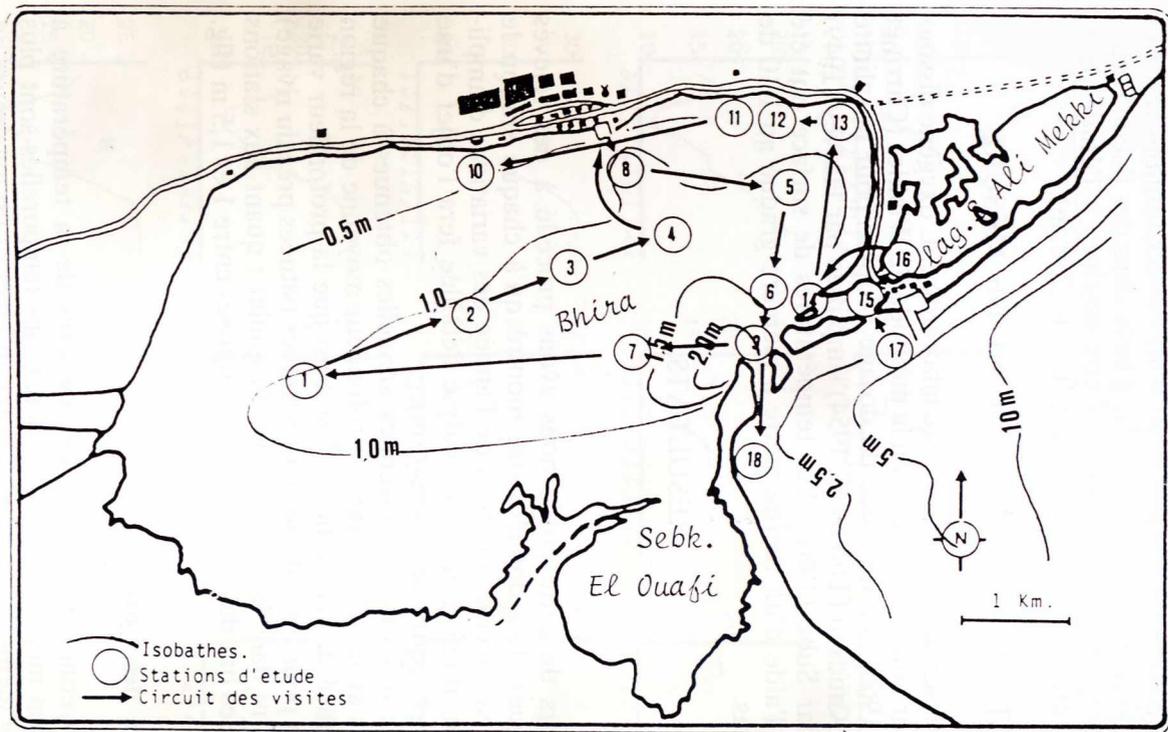
— une lagune principale, appelée communément « Bhira », de forme elliptique ayant environ 7 km de longueur en direction est-ouest, sur 4,5 km de largeur en direction sud-nord ; la longueur de ses côtes est de 22 km et sa superficie est de 2.610 ha ;

— la lagune de Sidi Ali El Mekki, située du côté est, couvre 275 ha ; elle est presque isolée de la précédente par la route menant au nouveau port ;

— la Sebkhia « Elouafi » ou « Koukou », située plus au sud, couvre environ 250 ha et communique largement avec la lagune principale.

La lagune de Ghar El Melh est reliée à la mer au niveau du cordon littoral par trois passes dont la plus importante localement « Boghaz » a une largeur moyenne de 70 m.

Les stations d'étude ont été choisies de manière à couvrir l'ensemble de la lagune. Cependant du fait que certaines zones de hauts fonds sont inaccessibles nous n'avons pas pu prospecter les régions sud-ouest y compris la Sebkhia Elouafi. 18 stations ont été retenues (fig. 1). Les sorties ont été effectuées à raison d'une à deux fois par quinzaine.



## METHODES DE PRELEVEMENT

Les échantillons ont été prélevés à la main dans la couche superficielle comprise entre 0 et - 0,20 m. Les échantillons réservés à l'étude de l'oxygène dissous ont été placés dans des flacons bruns (type Winkler) et fixés sur place. Ceux destinés à l'étude de la salinité ont été mis dans des bouteilles de 250 ml.

## METHODES D'ANALYSE ET DE MESURE

Les analyses ont été réalisées au laboratoire. L'oxygène dissous a été dosé par voie chimique selon la méthode de Winkler (Carrit et Carpenter, 1966). La méthode du dosage adoptée pour la salinité est celle de Knudsen (Thomsen, 1954) simplifiée par Harvey (1949) et reprise par Sube (1981). Les températures de surface ont été mesurées à l'aide d'un thermomètre à mercure gradué au 1/10 de degré Celsius.

## RESULTATS

### Bathymétrie

Au cours de cette étude nous avons procédé à des relevés bathymétriques. Les données ont montré qu'à chaque station le niveau de l'eau accuse au cours de l'année des variations d'amplitude plus ou moins grandes (l'analyse détaillée fera l'objet d'une publication en cours de réalisation).

A partir des valeurs moyennes annuelles obtenues à chaque station, nous avons déterminé la profondeur moyenne de la région d'étude et tracé des isobathes ; c'est ainsi que la profondeur varie entre 0,25 m pour les stations périphériques (situées près du rivage) et plus de 2 m dans la zone proche du goulet ; quant aux stations centrales, elles ont des profondeurs comprises entre 1 et 1,5 m (fig. 1).

### Température des eaux

Les moyennes mensuelles des mesures de la température à chaque station montrent que les fluctuations temporelles sont plus ou moins les mêmes avec un minimum en hiver et un maximum en été (fig. 2). La température moyenne annuelle pour toute la lagune est minimale en janvier avec 9,7°C, et maximale en août avec 27,4°C. L'écart moyen entre le mois le plus chaud et le mois le plus froid est ainsi de 17,7°C. L'examen des variations des températures dans l'espace et par saison dans la lagune montre en général une répartition plus ou moins homogène de la température. C'est ainsi

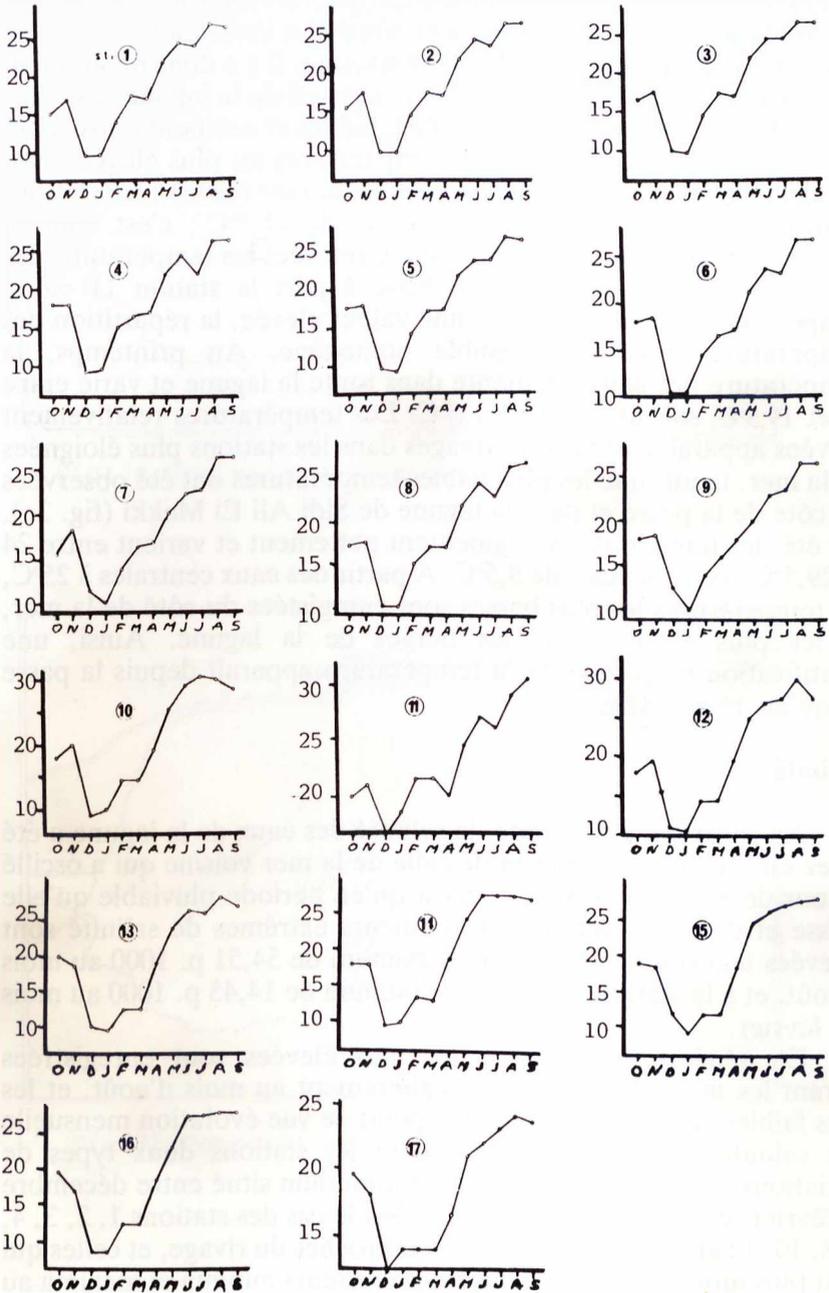


Fig. 2 : Températures moyennes (°C) mensuelles par station (oct. 1980 - sept. 1981)

qu'en automne les températures relevées varient entre 19,5 et 22°C, soit un écart de 2,5°C. Les valeurs les plus faibles sont notées dans les zones sud, et les plus élevées au nord et à l'est. La température des eaux centrales est de 20,5°C en moyenne. Il y a donc un gradient de température croissant du sud vers le nord de la lagune (fig. 3a). En hiver, les températures sont assez faibles et oscillent entre 11 et 12°C, avec un écart de 1°C. Les températures les plus élevées sont enregistrées dans les stations proches de la mer (12°C) ; les stations centrales ont une température voisine de 11,5°C ; c'est dans la lagune de Sidi Ali El Mekki qu'ont été relevées les températures les plus basses, soit 9°C (fig. 3b). Mise à part la station 11 où la température présente toujours une valeur élevée, la répartition des températures hivernales semble homogène. Au printemps, la température des eaux augmente dans toute la lagune et varie entre 18 et 19,5°C, soit un écart de 1,5°C. Les températures relativement élevées apparaissent vers les rivages dans les stations plus éloignées de la mer, tandis que les plus faibles températures ont été observées du côté de la passe et dans la lagune de Sidi Ali El Mekki (fig. 3c). En été, les températures augmentent nettement et varient entre 24 et 29,5°C, avec un écart de 5,5°C. A partir des eaux centrales à 25°C, les températures les plus basses sont enregistrées du côté de la mer, et les plus élevées vers les berges de la lagune. Ainsi, une stratification croissante de la température apparaît depuis la passe jusqu'au rivage (fig. 3d).

### Salinité

Au cours de notre étude, la salinité des eaux de la lagune a été assez élevée en comparaison de celle de la mer voisine qui a oscillé autour de 37,42 p. 1000 et ce n'est qu'en période pluviale qu'elle baisse et devient inférieure. Les valeurs extrêmes de salinité sont relevées à la station 10 avec un maximum de 54,51 p. 1000 au mois d'août, et à la station 12 avec un minimum de 14,45 p. 1000 au mois de février.

En général, les salinités les plus élevées sont enregistrées durant les mois chauds, et particulièrement au mois d'août, et les plus faibles en janvier-février. Du point de vue évolution mensuelle des salinités, nous distinguons selon les stations deux types de variations : celles qui présentent un minimum situé entre décembre et février, et un maximum en été ; c'est le cas des stations 1, 2, 3, 4, 5, 8, 10, 12 et 13 situées au centre ou proches du rivage, et celles qui sont plus mouvementées et accusent plusieurs minima et maxima au cours de l'année ; c'est le cas des stations 6, 7, 9, 14 et 15 (fig. 4). La station 11, située au voisinage immédiat de la source El Ayoun, montre des variations particulières, avec un minimum de 1,76 p. 1000 en mars et un maximum de 21,06 p. 1000 en octobre. Quant à la station 16, localisée dans la lagune de Sidi Ali El Mekki, elle

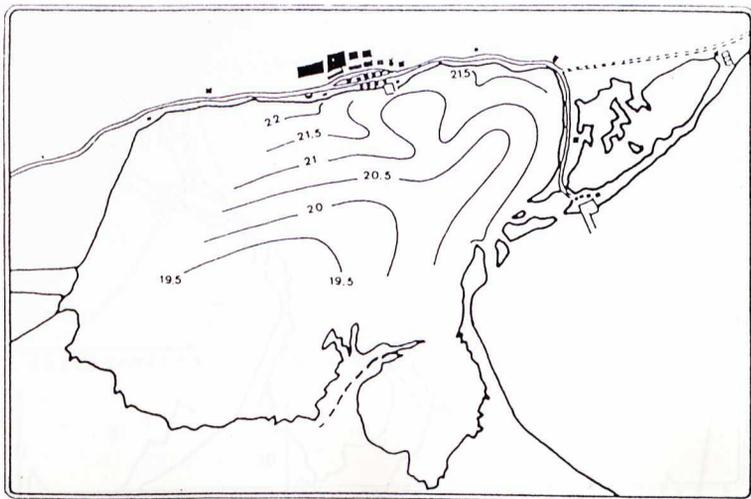


Fig.3a: *Températures automnales.*

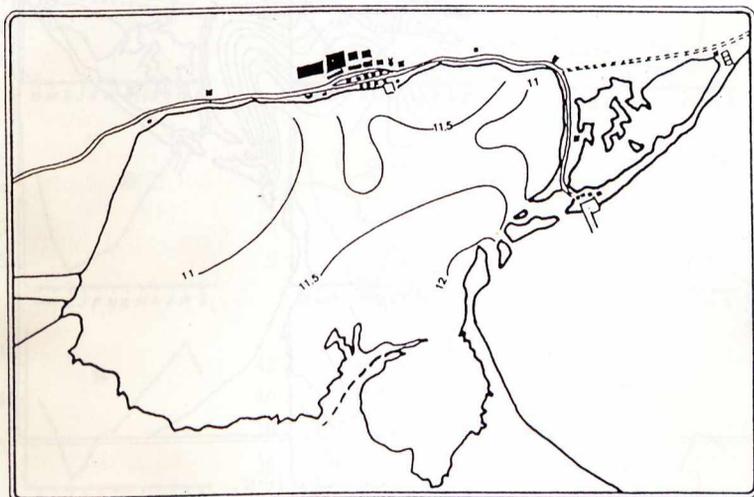


Fig.3b: *Températures hivernales.*

Fig. 3 : Température de surface (°C)  
 (a) répartition automnale  
 (b) répartition hivernale

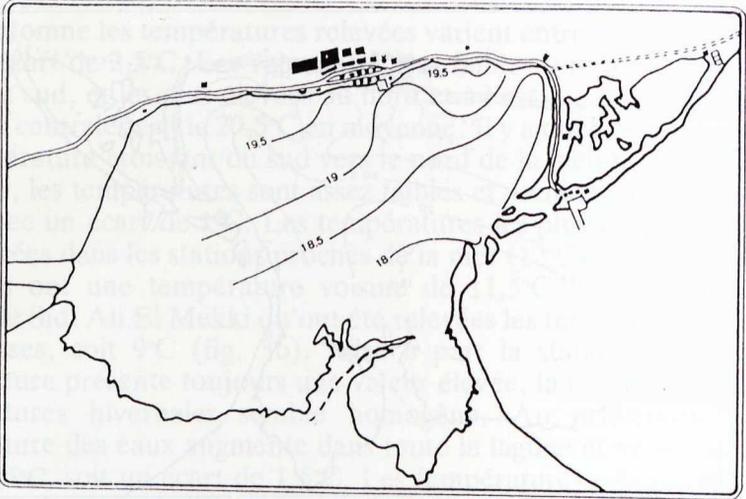


Fig. 3c: Températures printanieres.

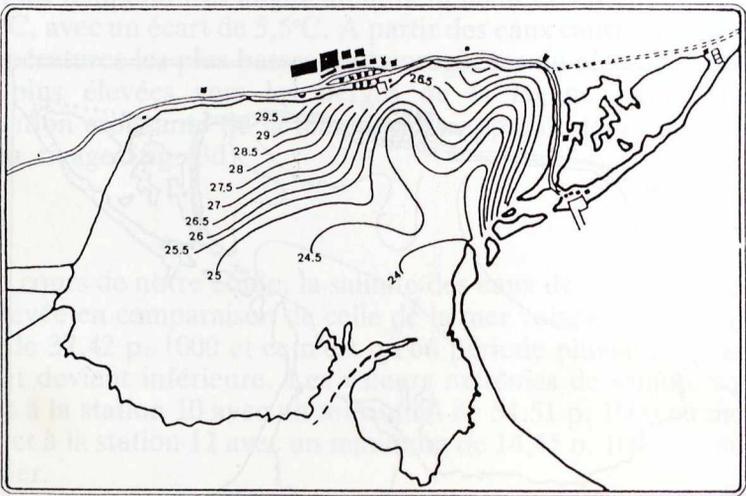


Fig. 3d: Températures estivales.

Fig. 3 : Températures de surface (°C)  
 (c) répartition printanière  
 (d) répartition estivale

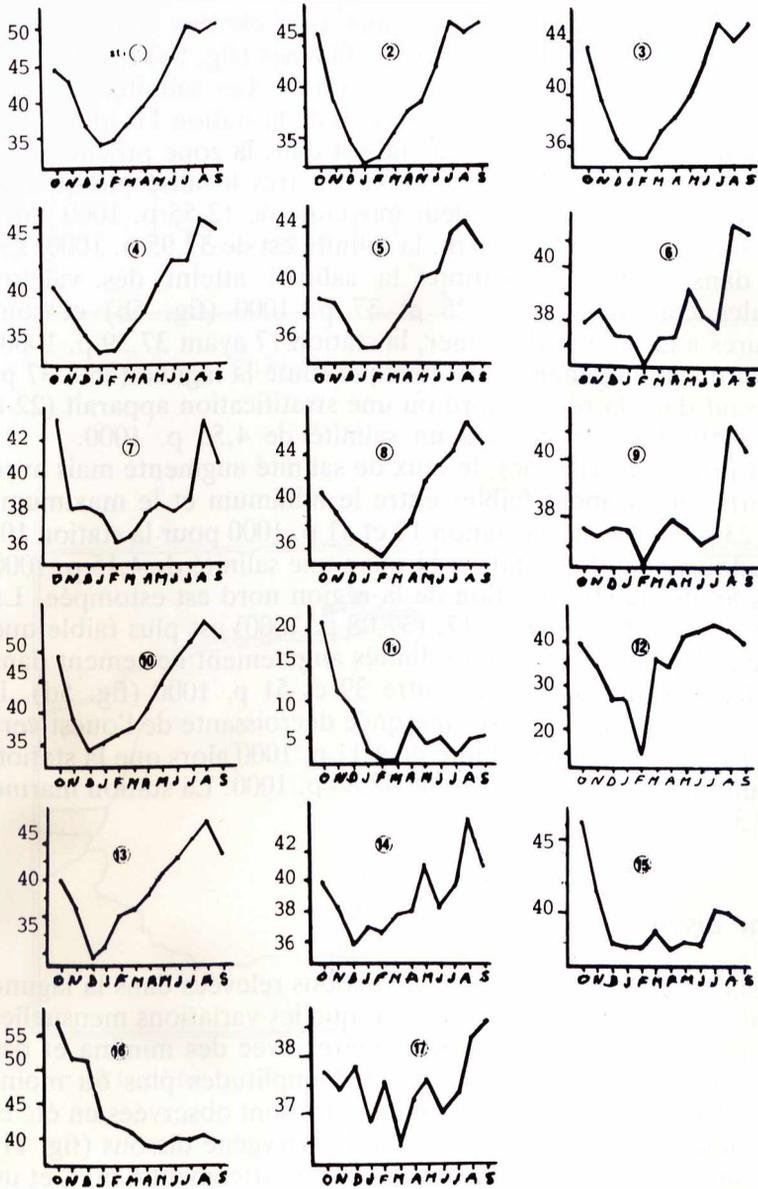


Fig. 4 : Salinités moyennes (‰) mensuelles par station (oct. 1980 - sept. 1981).

accuse des taux de salinité importants avec un minimum de 38,76 p. 1000 en mai et un maximum de 57,02 p. 1000 en octobre. C'est pour cette raison que nous n'avons pas tenu compte de ces deux stations (11 et 16) dans le calcul des moyennes annuelles.

En ce qui concerne la distribution spatiale de la salinité dans la lagune, l'analyse globale de la répartition saisonnière des salinités montre qu'en automne les salinités sont assez élevées ; elles varient entre 39 et 46 p. 1000. Les courbes isohalines (fig. 5a) révèlent un gradient croissant de salinité d'est en ouest. Les salinités les plus basses sont observées au nord au niveau de la station 11, alimentée par la source d'El Ayoun, et au sud-est dans la zone proche de la passe principale. L'effet de la source est très localisé puisqu'à la station 11 la salinité a une valeur moyenne de 12,55 p. 1000 alors qu'à la station 12 située à 500 m, la salinité est de 37,95 p. 1000. En hiver, dans toutes les stations la salinité atteint des valeurs minimales comprises entre 25 et 37 p. 1000 (fig. 5b) et sont inférieures à la salinité de la mer, la station 17 ayant 37,39 p. 1000. La salinité s'homogénéise dans presque toute la lagune (36 à 37 p. 1000), sauf dans la région nord où une stratification apparaît (22 à 36 p. 1000). La station 11 a une salinité de 4,55 p. 1000.

Au printemps (fig. 5c), le taux de salinité augmente mais avec des écarts relativement faibles entre le minimum et le maximum, soit 37,23 p. 1000 pour la station 12 et 41 p. 1000 pour la station 10, l'effet adoucissant de la station 11 qui a une salinité de 4,15 p. 1000 est très limité, la stratification de la région nord est estompée. La salinité de la station marine 17, (37,08 p. 1000) est plus faible que celle de la lagune. En été, les salinités augmentent nettement dans toutes les stations, et varient entre 39 et 51 p. 1000 (fig. 5d). Il apparaît une stratification très marquée décroissante de l'ouest vers l'est. La station 11 a une salinité de 4,11 p. 1000 alors que la station 12 atteint une salinité moyenne de 42,89 p. 1000. La station marine accuse 37,53 p. 1000.

## Oxygène dissous

Les concentrations en oxygène dissous relevées dans la lagune pendant la durée de l'étude montrent que les variations mensuelles à chaque station (fig. 6) sont irrégulières avec des minima et des maxima plus ou moins nombreux et d'amplitudes plus ou moins grandes. En général, les valeurs minimales sont observées en été et en automne. Le cycle annuel moyen de l'oxygène dissous (fig. 11) montre un pic important au mois de février, atteignant 6 ml/l, et un autre en juillet avec 4,94 ml/l. Quant au minimum absolu, il se situe au début de l'automne, soit 4,37 ml/l au mois de septembre. En fin d'automne, l'augmentation de taux d'oxygène est directe alors que la chute se fait par paliers à partir du printemps.

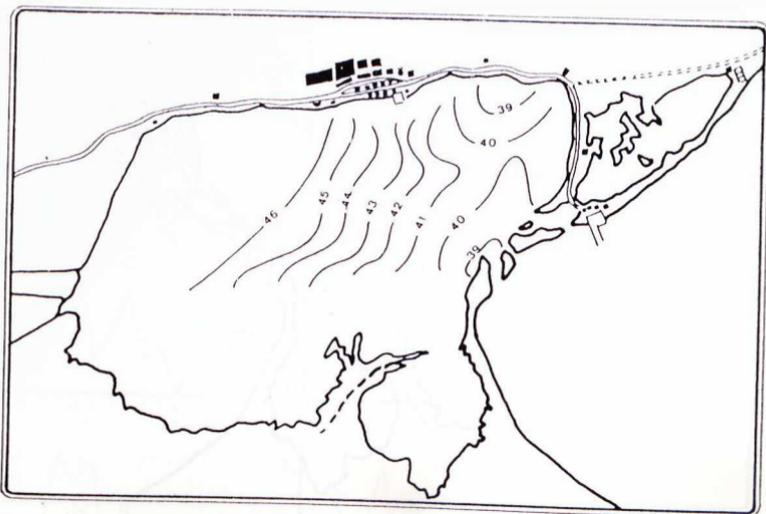


Fig.5a: Salinités automnales.



Fig.5b: Salinités hivernales.

Fig. 5 : Salinités moyennes (‰)  
 (a) répartition automnale  
 (b) répartition hivernale

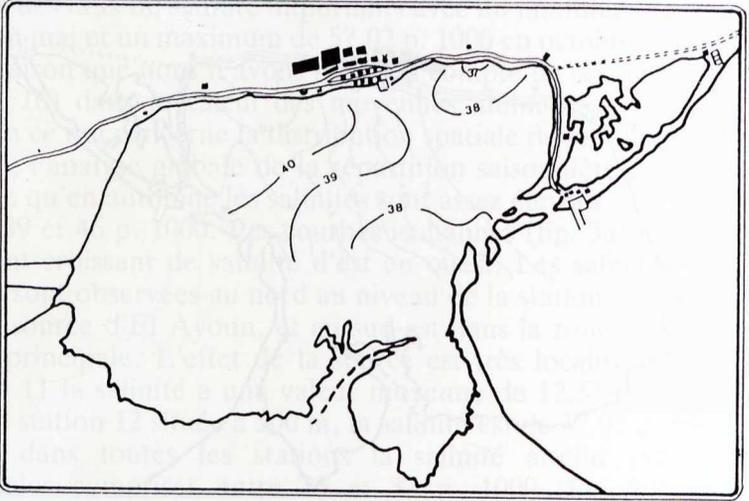


Fig.5c: Salinités printanieres.

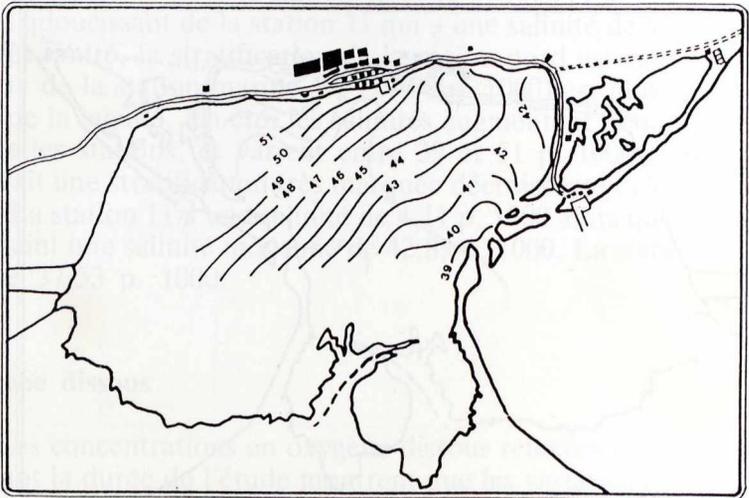


Fig.5d: Salinités estivales.

Fig. 5 : Salinités moyennes (‰)  
 (c) répartition printanière  
 (d) répartition estivale

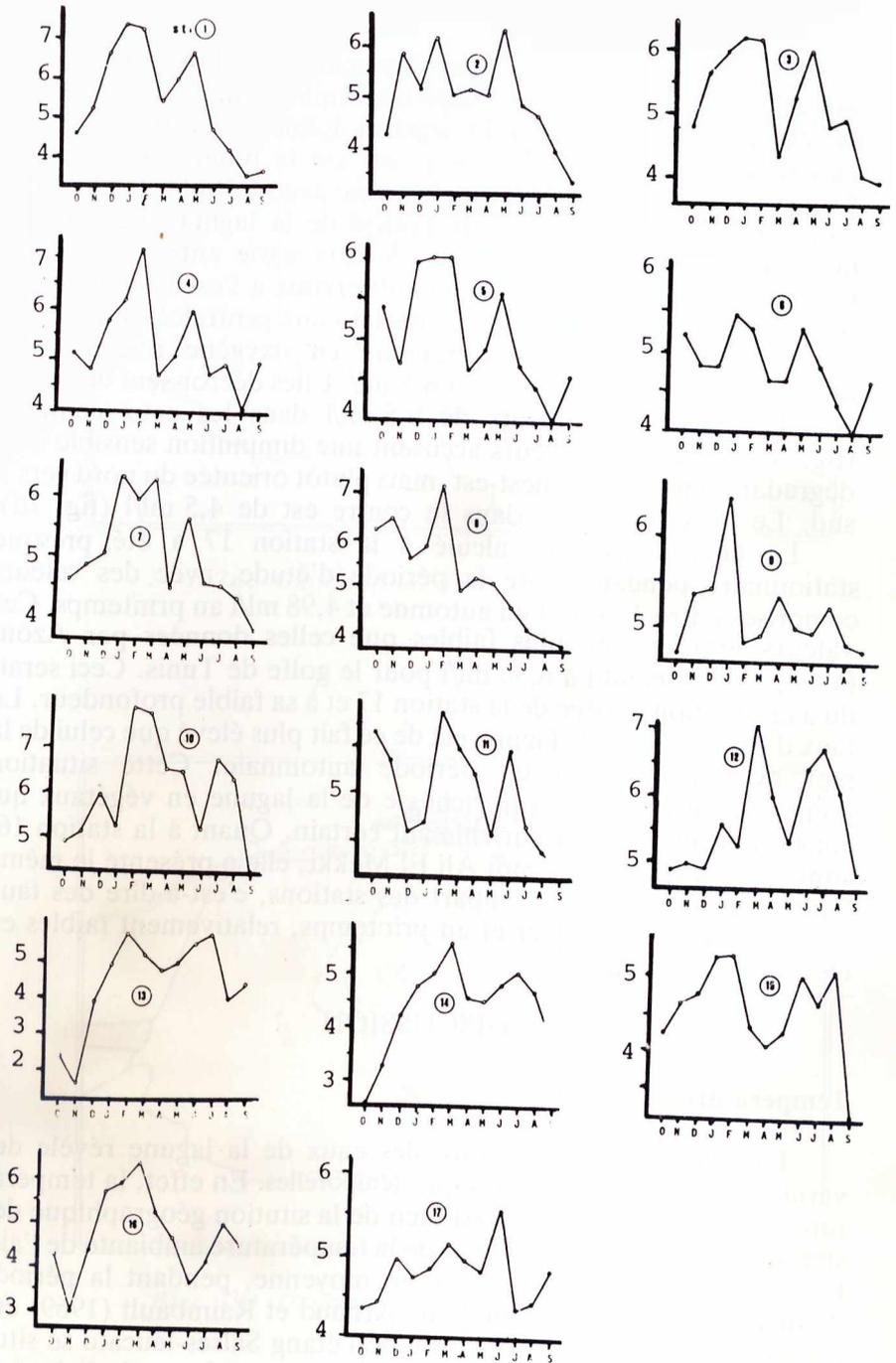


Fig. 6 : Teneurs moyennes (mg/l) en oxygène dissous par station (oct. 1980 - sept. 1981).

En ce qui concerne la répartition spatiale de l'oxygène dans la lagune au cours des saisons, nous remarquons qu'en automne, les valeurs enregistrées sont relativement faibles avec des taux qui varient entre 3 et ml/l. La partie est est la moins oxygène (3 à 4 ml/l), le centre est par contre plus riche avec 4,5 ml/l. Un gradient croissant apparaît de l'est vers l'ouest de la lagune (fig. 7a). En hiver le taux d'oxygène est plus élevé et varie entre 5 et 7 ml/l. Comme pendant l'automne, nous observons à l'est les valeurs les plus basses. Le taux d'oxygène dans les eaux centrales est de 6 ml/l (fig. 7b). Au printemps les teneurs en oxygène restent assez importantes et varient entre 5 et 6,5 ml/. Elles décroissent de l'ouest vers l'est avec des teneurs de 5,5 ml/l dans les eaux centrales (fig. 7c). En été, les valeurs accusent une diminution sensible et la dégradation n'est plus ouest-est, mais plutôt orientée du nord vers le sud. Le taux d'oxygène dans le centre est de 4,5 ml/l (fig. 7d).

Le taux d'oxygène calculé à la station 17 a été presque stationnaire pendant toute la période d'étude, avec des valeurs comprises entre 4,54 ml/l en automne et 4,98 ml/l au printemps. Ces valeurs sont un peu plus faibles que celles données par Azouz (1966), soit 4,90 ml/l à 6,30 ml/l pour le golfe de Tunis. Ceci serait dû à la situation abritée de la station 17 et à sa faible profondeur. Le taux d'oxygène dans la lagune est de ce fait plus élevé que celui de la mer avoisinante, sauf en période automnale. Cette situation pourrait être attribuée à la richesse de la lagune en végétaux qui constituent un élément enrichissant certain. Quant à la station 16, située dans la lagune de Sidi Ali El Mekki, elle a présenté le même type de variation que la plupart des stations, c'est-à-dire des taux d'oxygène élevés en hiver et au printemps, relativement faibles en été et bas en automne.

## DISCUSSION

### Température des eaux

L'étude de la température des eaux de la lagune révèle des variations aussi bien spatiales que temporelles. En effet, la température de l'eau est fonction aussi bien de la situation géographique des stations que de la profondeur et de la température ambiante de l'air. La température des eaux a été en moyenne, pendant la période d'étude, le reflet de celle de l'air. Arnaud et Raimbault (1969) ont aussi constaté que la température de l'étang Salses-leucate se situe régulièrement entre les deux températures extrêmes de l'air. Les courbes de la figure 8 représentent les fluctuations de la moyenne mensuelle de la température des eaux de la lagune, celle de l'air ambiant et celle de la mer. Nous notons que l'évolution de la température des eaux a un mouvement semblable à celui de l'air, mais en valeurs toujours inférieures de 1,1°C. Cependant, l'étude

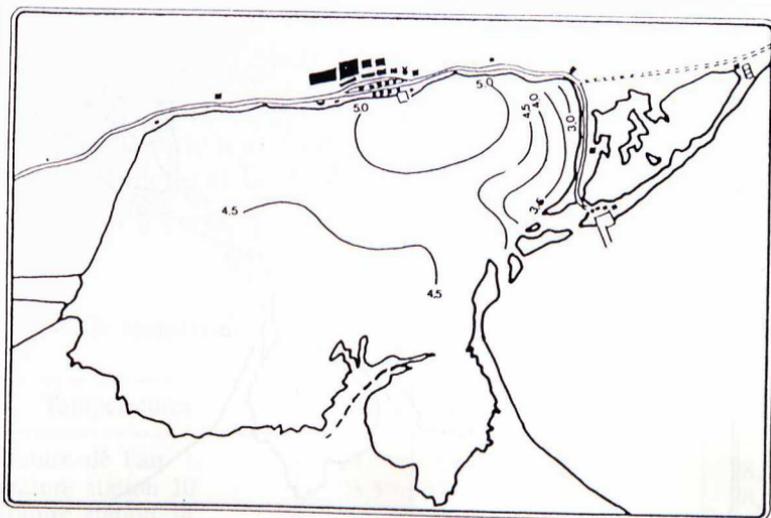


Fig.7a: Oxygène dissous (ml/l).

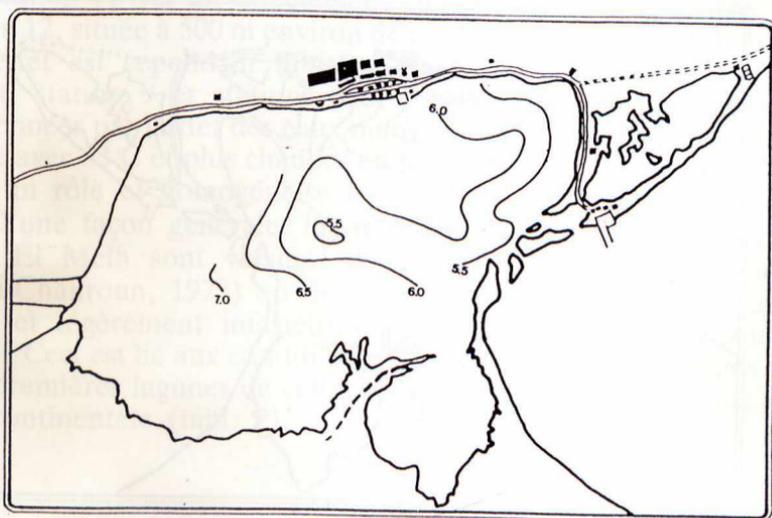


Fig.7b: Oxygène dissous (ml/l).

Fig. 7 : Teneurs moyennes (ml/l) en oxygène dissous  
 (a) répartition automnale  
 (b) répartition hivernale

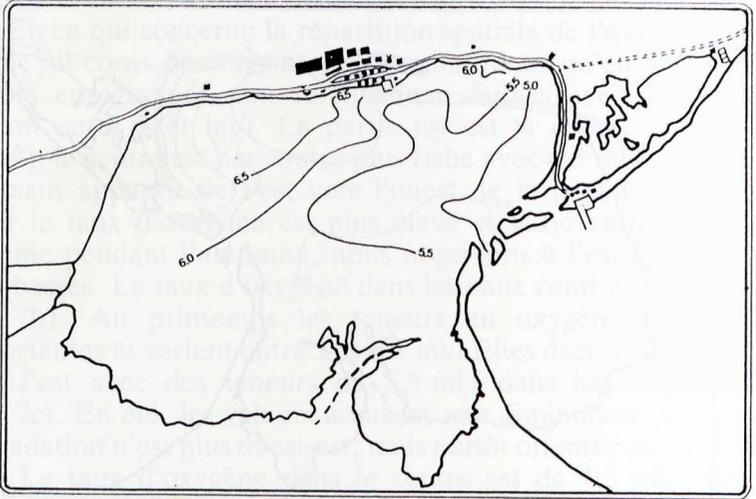


Fig.7c: Oxygene dissous (ml/l).

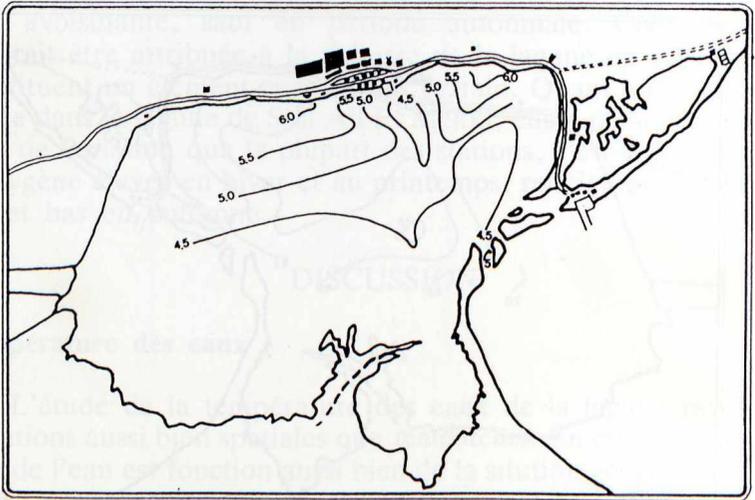


Fig.7d: Oxygene dissous (ml/l).

Fig. 7 : Tenneurs moyennes (ml/l) en oxygène dissous  
 (c) répartition printanière  
 (d) répartition estivale

des stations prises une à une fait apparaître pour certaines des valeurs supérieures ou égales à celles de l'air (tabl. 1). Cette situation serait imputable à la faible profondeur des stations et à leurs positions éloignées à la faible profondeur des stations et à leurs positions éloignées de toute influence d'eau douce ou marine ; de ce fait, le renouvellement des eaux est limité, ce qui provoque une inertie thermique.

TABLEAU 1

Stations où la température de surface est aussi élevée que celle de l'air

Températures	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.
Température de l'air	25	27,5	29	30	28,5
Température station 10	25,5	29	30,5	30	28,5
Température station 14		28			
Température station 15	25				28,5
Température station 16		27,5			

Par ailleurs, la source d'El Ayoun dont la température est élevée à une influence sur les eaux de la lagune, et particulièrement à la station 11 qui est directement alimentée par cette source. La station 12, située à 500 m environ de la 11, subit aussi son influence. Cet effet est cependant limité. Quant aux stations proches du goulet, station 9 et stations 6 et 7, elles ont des températures tamponnées par l'effet des eaux marines (fig. 8) ; elles sont fraîches en été avec 23°C et plus chaudes en hiver avec 13,5°C. Le vent joue aussi un rôle et homogénéise les eaux de surface par brassage.

D'une façon générale, les températures extrêmes relevées à Ghar El Melh sont voisines de celles du lac de Tunis Nord (Ktari-Chakroun, 1972) ou de celles du lac de Bizerte (Zaouali, 1979) et légèrement inférieures à celles de l'Ichkeul (Zaouali, 1975) ; Ceci est lié aux conditions climatiques comparables dans ces trois premières lagunes de celles de l'Ichkeul qui est différente car plus continentale (tabl. 2).

TABLEAU 2

Température extrême dans quelques lagunes de Tunisie

Lagune	T°C : Janvier	T°C : Août
Ghar El Melh .....	9,7	27,4
Tunis Nord .....	9,5	28
Ichkeul .....	12	29,5
Bizerte .....	10	28,6

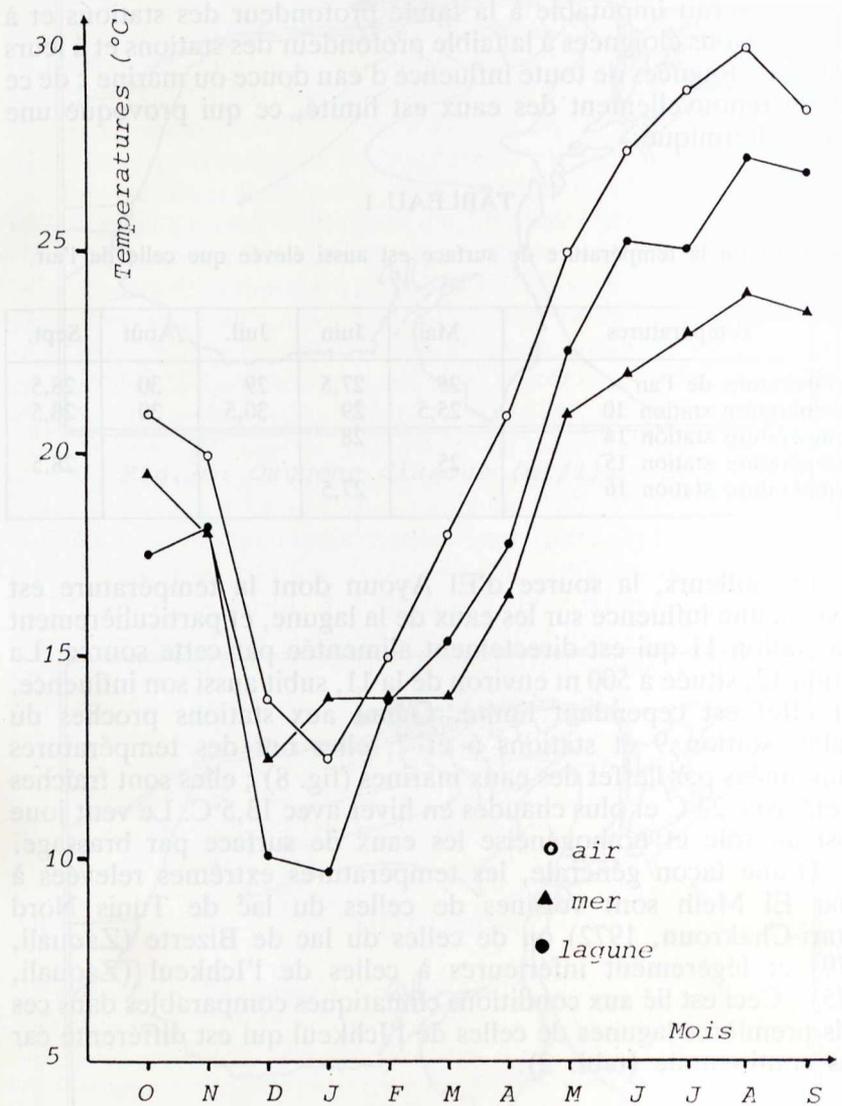


Fig. 8 : Variations mensuelles des températures : de l'air, du lac et de la mer.

## Salinité

Dans la lagune de Ghar El Melh il y a des stations qui subissent au cours de l'année des grandes variations de salinité avec des écarts allant de 10 à 20 p. 1000, et celles dont les variations sont moins accentuées : 4 à 8 p. 1000. Les premières sont situées surtout près du rivage et du fait de leurs faibles profondeurs, sont très sensibles aux variations climatiques et sont régies par l'évaporation en été ou par les chutes de pluie en hiver, ce qui explique les grands écarts de salinité entre ces deux périodes. Quand aux dernières, elles sont sous l'influence de la mer qui tamponne leurs variations et les écarts absolus restent faibles. Pour ce qui est de la station 11, qui reçoit directement les eaux de la source, elle garde toute l'année une salinité nettement plus faible que les autres. Cependant, son influence sur les eaux de la lagune est plus marquée en hiver, où elle contribue à abaisser la salinité dans le nord-est jusqu'à 25 p. 1000. Pendant les autres périodes, son influence est très limitée et devient presque nulle en été. La station 16 de la lagune de Sidi Ali El Mekki montre pendant l'année une évolution différente des autres, et parfois même inverse, puisqu'en été, sa salinité baisse. Cette évolution particulière semble être liée à sa position dans une zone presque fermée et à proximité des jardins qui drainent dans cette zone les eaux d'irrigation. Nous pensons que les valeurs signalées par Azouz (1971) et qui sont supérieures à 40 p. 1000 en hiver et peu différentes de 30 p. 1000 en été, ont été relevées dans cette lagune puisqu'elles ne correspondent pas à celles des autres stations de la lagune principale. Les variations de la salinité dans la lagune de Ghar El Melh sont donc régies par plusieurs facteurs tels qu'apports d'eaux continentales ou de pluie, évaporation et vent.

Les apports d'eau douce proviennent surtout :

— de la pluie reçue par la lagune avec une moyenne annuelle de 576,1 mm ;

— des oueds qui drainent les bassins versants ouest, nord et sud, principalement en période pluvieuse. Ces oueds sont : l'oued Kherba, l'oued Nechma, le canal de la Mabtouha et l'oued Charchara ; leurs apports sont variables selon la fréquence des pluies et du flux de ruissellement qui dépend de l'état du sol ;

— de la source El Ayoun, dont le débit est de 30 litres par seconde, selon le service régional des eaux ;

— des déversements urbains des eaux usées qui sont d'environ 100 m<sup>3</sup> par jour (service régional des eaux).

Tous ces apports vont agir sur l'évolution des salinités dans la lagune, et sachant que les déversements urbains et l'apport de la source d'El Ayoun sont permanents tout le long de l'année, nous remarquons que les variations mensuelles des salinités sont presque inversement proportionnelles aux précipitations (fig. 9).

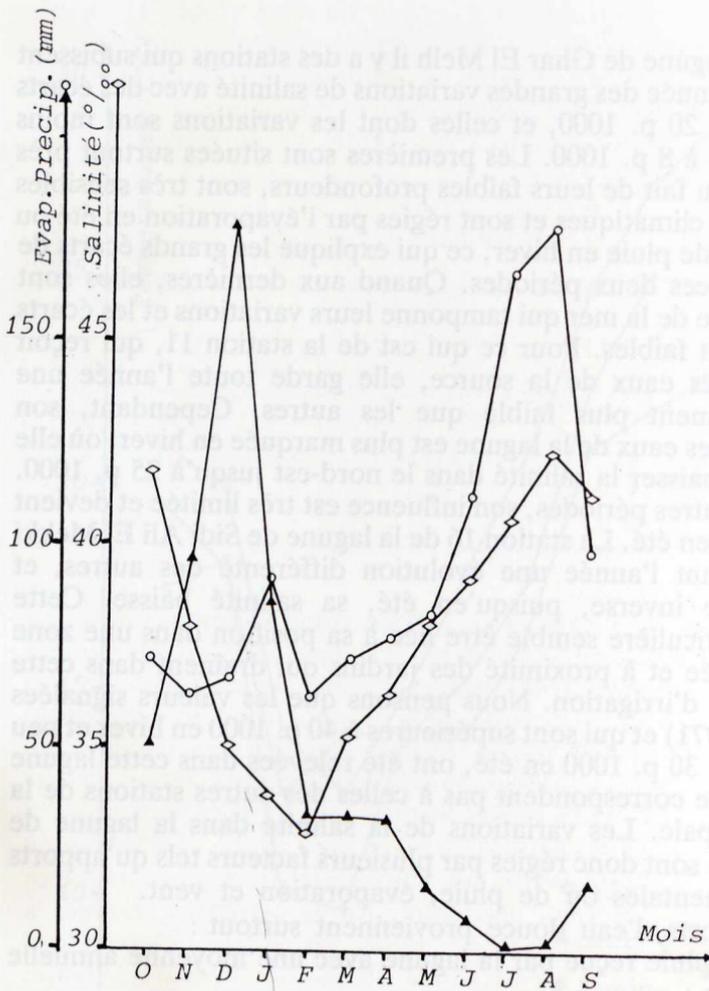


Fig. 9 : Evolutions mensuelles de la salinité (◇) de l'évaporation (○) et des précipitations (▲)

Quant à l'évaporation, amplifiée aussi bien par l'accroissement des températures que par le vent sirroco, elle évolue parallèlement à la salinité (fig. 9) sauf aux mois de décembre et de janvier pendant lesquels l'augmentation de l'évaporation est imputable aux vents qui ont été très fréquents et très forts. L'évaporation annuelle totale est de 1.336,1 mm.

Le vent joue aussi un rôle important dans la répartition des salinités. C'est ainsi que lorsqu'il souffle du secteur nord-ouest il favorise l'influence des eaux de la zone nord de la lagune, qui sont moins salées en période hivernale.

Si on compare la salinité moyenne de la lagune de Ghar El Melh, soit 39,62 p. 1000, (minimale 34,36 p. 1000 et maximale 45,05 p. 1000) à celles des autres lacs, nous remarquons que celle-ci se rapproche du lac de Tunis Nord où Ktari-Chakroun (1972) a signalé des valeurs comprises entre 35 et 44 p. 1000, et Zaouali (1977) a trouvé une chlorinité de 21,17 p. 1000, soit une salinité de 38,25 p. 1000. Cependant, la lagune Ghar El Melh paraît plus salée que le lac de Bizerte dont la salinité moyenne est de 34,17 p. 1000 (Azouz, 1966), et que le lac Ichkeul qui a 8,33 p. 1000 de chlorinité, soit 15,05 p. 1000 de salinité (L.U.C., 1977). Les salinités du lac de Tunis Sud (42,99 p. 1000) signalées par Zaouali (1977) et du lac Bilan (45,38 p. 1000 en janvier et 48,08 p. 1000 en août) données par Medhioub (1979), ainsi que celles de Khniss (50 p. 1000 en juillet d'après Mortier (1978)), restent plus élevées que la salinité moyenne de Ghar El Melh.

De par sa salinité, la lagune de Ghar El Melh peut être ainsi considérée comme euhaline d'après la classification du « Système de Venise » (1958), basée sur la valeur moyenne de la salinité. Dans la figure 10, nous avons représenté l'amplitude de variations de salinité de la lagune de Ghar El Melh par rapport à celles d'autres lagunes tunisiennes. Par ailleurs, si nous appliquons la classification d'Aguesse (1957), qui à notre avis définit plus précisément la lagune puisqu'elle tient compte aussi bien des moyennes que des variations de salinité, cette classification distingue quatre catégories :

- Eau oligosaumâtre : salinité moyenne entre 0,5 et 5 p. 1000.
- Eau saumâtre : salinité moyenne entre 5 et 16 p. 1000.
- Eau polysaumâtre : salinité moyenne entre 16 et 40 p. 1000.
- Eau salée : salinité moyenne plus de 40 p. 1000.

Une seconde subdivision est effectuée tenant compte de la position des valeurs extrêmes dans les catégories précitées. Ainsi, la lagune de Ghar El Melh serait définie comme polysaumâtre mésopoikilohaline positive :

- polysaumâtre puisque sa salinité moyenne (39,62 p. 1000) est incluse dans la 3ème catégorie.
- mésopoikilohaline du fait que le maximum relevé (45,05 p. 1000) et le minimum (34,36 p. 1000) se situent dans deux catégories adjacentes, à savoir la 4ème et la 3ème.

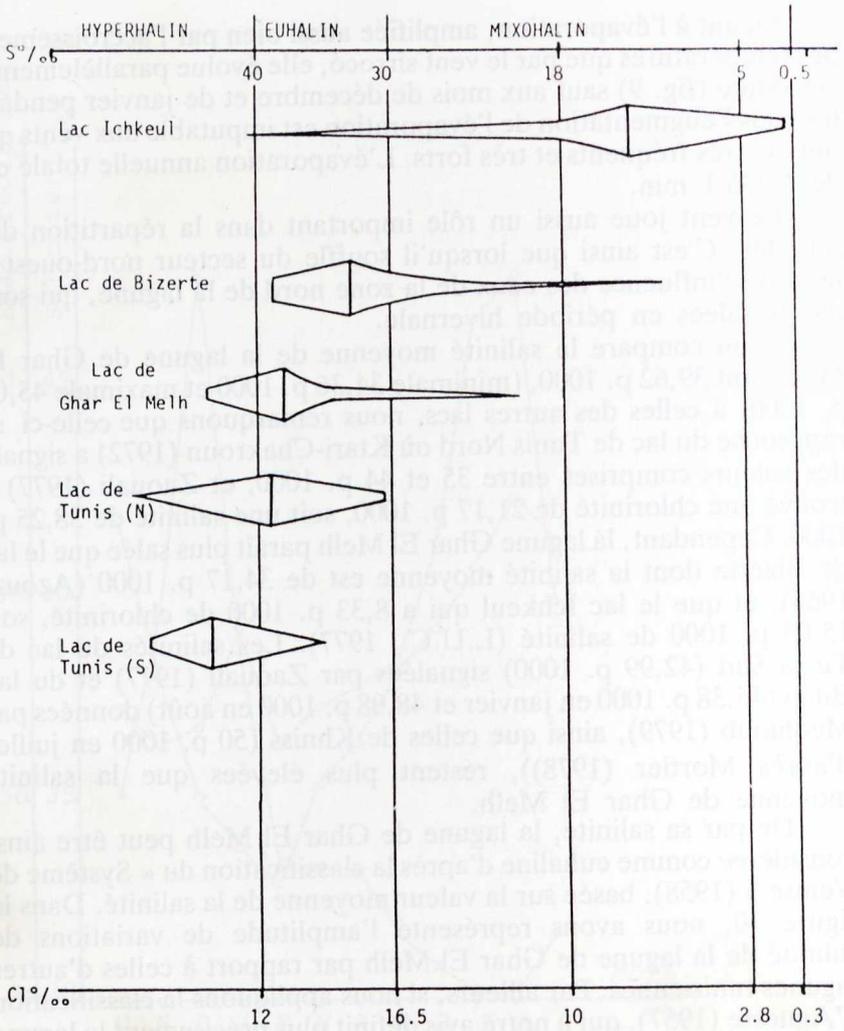


Fig. 10 : Salinités des principales lagunes tunisiennes : valeurs moyennes, minimaux et maximaux.

— enfin, elle est positive car c'est le maximum qui sort de la catégorie moyenne.

## Oxygène dissous

La concentration de l'oxygène dissous dans les milieux saumâtres est régie par plusieurs facteurs antagonistes aussi bien climatiques, physico-chimiques que biologiques, les uns favorisent son accroissement, les autres tendent à l'abaisser. C'est ainsi que le vent peut être considéré comme l'élément prépondérant de l'élévation du taux d'oxygène dans l'eau, puisqu'il augmente par brassage la dissolution de l'oxygène atmosphérique dans l'eau. La température de l'air joue aussi un rôle important. Ainsi, aux fortes températures, l'oxygène tend à se dégager hors de l'eau, alors qu'aux faibles températures, sa dissolution augmente. Quant à la salinité, elle agit dans le même sens que la température, c'est-à-dire que les salinités élevées entraînent l'abaissement du taux d'oxygène dans l'eau, et les basses salinités provoquent le phénomène inverse. Les organismes vivants prennent aussi une grande part dans les fluctuations de la concentration de l'oxygène dans l'eau. La photosynthèse qui caractérise les végétaux chlorophylliens benthiques et pélagiques est un facteur positif qui accroît in-situ et pendant l'éclairement diurne le taux d'oxygène. Ce processus biologique est plus ou moins intense selon les espèces végétales et selon leur cycle de développement. Alors que la respiration, qui est l'apanage de tous les organismes vivants, animaux et végétaux, constitue par contre un facteur négatif permanent nocturne et diurne qui contribue à la réduction du taux d'oxygène dans le milieu.

Les concentrations de l'oxygène dans la lagune de Ghar El Melh sont donc soumises à l'influence de tous ces paramètres ; et ceci d'autant plus que la profondeur est faible. Si on compare des moyennes mensuelles générales de l'oxygène dissous avec celles des salinités, des températures et des vents forts enregistrés pendant la période d'étude (fig. 11), on observe que le taux maximal d'oxygène dissous observé en hiver correspond à une période ventée. A cet effet s'ajoute pour le pic hivernal celui des basses températures et des basses salinités, alors que pour le pic de mai et de juillet, le développement végétal probable serait la cause de cet accroissement. Nous savons en effet que la période de développement des végétaux se trouve échelonnée sur toute l'année, du fait de la diversité des espèces en présence, phanérogames, algues benthiques et pélagiques. Nous avons d'ailleurs remarqué dans la lagune de Ghar El Melh que les zoostères sont au maximum de leur développement pendant l'été. Ceci confirme les observations faites par Mathias (1952), et par Mars (1961) dans l'étang de Thau. Pour les minima enregistrés, les périodes de calme peuvent être incriminées, de même que les augmentations relatives des salinités et des

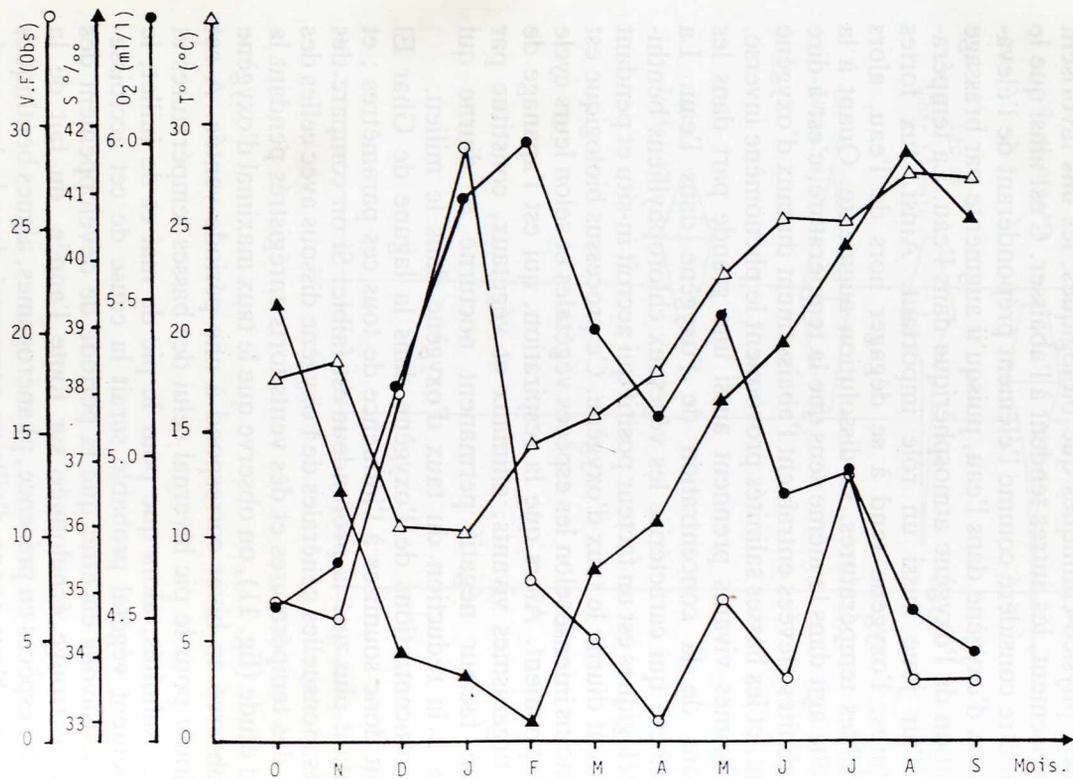


Fig. 11 : Variations mensuelles de la Salinité (▲—▲), de l'Oxygène dissous (●—●), de la Température des eaux (△—△) et du Vent fort (○—○).

températures, ainsi que la diminution de la photosynthèse. Il semble que le processus de putréfaction bactérienne ne soit pas très important, sauf à l'est de la lagune, et particulièrement à la station 13 caractérisée par l'accumulation d'algues et de phanérogames morts, et qui accuse en effet les plus faibles taux d'oxygène soit 2,8 ml/l en automne.

Cependant, il est à remarquer que les eaux de la lagune restent pendant toute l'année bien aérées puisque nous n'avons jamais décelé dans aucune station l'absence totale d'oxygène dissous. D'ailleurs les pourcentages de saturation calculés à partir de la chlorosité à 20°C (UNESCO, 1973 ; Genovese et Magazzù, 1969) et des températures moyennes, sont considérables et varient entre 82 et 113 p. 100. C'est effectivement dans la station 13 que nous avons trouvé des valeurs faibles, de l'ordre de 30 p. 100 en octobre 1980. Le maximum de saturation de 134 p. 100 est atteint en février 1981 dans la station 10. Nous tenons aussi à signaler que tous les prélèvements ont été faits pendant la journée, donc en période de photosynthèse. Nous n'avons pas de données concernant les périodes nocturnes considérées comme critiques par Sacchi et Testard (1971) surtout peu avant le lever du soleil quand le taux d'oxygène est à son minimum.

Par comparaison avec les autres lagunes de Tunisie, la lagune de Ghar El Melh semble mieux se porter que celle de Tunis, dans laquelle des taux d'oxygène très bas et même nuls ont été consignés par Ktari-Chakroun (1972) pour le Nord et Zaouali (1977) pour le lac Sud. Le taux d'oxygène minimum est cependant inférieur à celui du lac de Bizerte qui est de 2,99 ml/l (Azouz, 1966). Quant au minimum observé à Ghar El Melh (7,88 ml/l), il est inférieur à celui de Tunis Nord (8,4 ml/l) (Ktari, 1972), et de Tunis Sud (14,7 ml/l) (Zaouali, 1977), mais supérieur au taux du lac de Bizerte (4,4 ml/l) (Azouz, 1966) et d'Ichkeul (6 ml/l) (L.U.C., 1977). Ces différences pourraient être liées à l'abondance de la flore dans ces lagunes. Dans la figure 12 sont schématisées les limites des variations de l'oxygène dissous dans certaines lagunes de Tunisie.

## CONCLUSION

L'étude de certains paramètres physico-chimiques de la lagune de Ghar El Melh a permis la mise en évidence du rôle que jouent les facteurs climatiques sur leur évolution aussi bien spatiale que temporelle.

La température des eaux de **surface reflète** en général celle de l'air ambiant et varie en moyenne entre 9,7°C et 27,4°C.

La salinité, a été sous l'influence des apports pluviaux et continentaux ainsi que de l'évaporation et a eu des valeurs minimales en hiver et maximales en été. Cependant les échanges avec la mer au niveau du goulet ont joué un rôle tampon et atténué

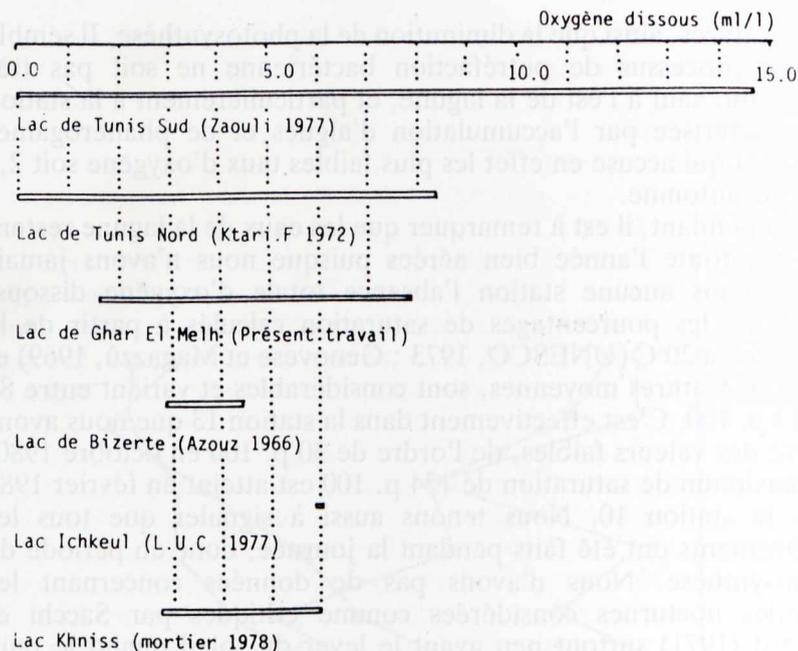


Fig. 12 : Taux d'oxygène dissous dans les principales lagunes de Tunisie, valeurs extrêmes.

les écarts alors que dans la zone alimentée par la source d'El Ayoun, le taux de salinité a été toujours très bas.

La lagune de Ghar El Melh malgré une diversité des milieux allant du milieu limnique au milieu hyperhalin peut être considérée comme euhaline. L'oxygène dissous a été toujours en quantité suffisante et aucun déficit important n'a été observé durant la période d'étude. Cette situation a été favorisée par le régime des vents qui a aéré en permanence les eaux de surface, et par l'absence d'eutrophisation aussi bien naturelle que de pollution.

#### BIBLIOGRAPHIE

- AGUESSE E.P. (1975)— La classification des eaux poikilohalines ; sa difficulté en Camargue, nouvelle tentative de classification. *Vie et Milieu*, 8 (4) : 341-365.
- ARNAUD P. et RAIMBAULT T. (1969). — L'étang de Salses Leucate ; ses principaux caractères physico-chimiques et leurs variations. *Thèse Univ. Montpellier*, 99 p.
- AZOUZ A. (1966). — Etude des peuplements et des possibilités d'ostréiculture du lac de Bizerte. *Annales de l'Inst. scient. techn. Océanogr. Pêches Salammbô*, 15 : 1-69.
- AZOUZ A. (1971). — Possibilité d'ostréiculture dans le lac de Ghar El Melh. *Bull. Inst. natn. scient. tech. Océanogr. Pêche Salammbô*, 2, (1) : 55-58.

- CARRIT D.E., CARPENTER J.H. (1966). — Comparaison and evaluation of currently employed modifications of the Winkler method for determining dissolved oxygen in sea water. *NASCO Report. J. Mar. Res.*, 24 (3) : 286-318.
- CONGRES VENISE (1958). — Sumposio sulla classificazione delle acque salmastre Venezia, Aprile 1958. *Arch. Océanogr. Limnol., Venezia*, (suppl.), 1-248 p.
- DANTAN J.L. et HELDT H. (1932). — L'ostréiculture en Tunisie. Résultats acquis dans le lac de Porto Farina. *Bull. Stn. océanogr. Salammbô*, 30 : 1-30.
- GENOVESE S. et MAGAZZU G. (1969). — Manuale d'Analisi per le acqua salmastre. Univers. Messina, 135 p.
- HARVEY H.D. (1949). Chimie et biologie de l'eau de mer. Paris : P.U.F. 179 P.
- KTARI CHAKROUN F. (1972) — Etude physico-chimique et microbiologique du lac de Tunis. Partie Nord. *Bull. Inst. Natn. Scient. Tech. Oceanogr. Pêche Salammbô*, 2 (3) : 417-444.
- L.U.C. (1977). — A management plan for the proposed Parc National d'Ichkeul Tunisia. *Conservation course University College, London, Report series* : 10, 240 p.
- MARS P. (1966). — Recherches sur quelques étangs du littoral méditerranéen français et sur leurs faunes malacologiques. *Vie et Milieu Suppl.* : 20 1-359 p.
- MATHIAS P. (1952). — L'étang du Thau. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 12 : 167-176.
- MEDHIOUB K. (1979). — La Bhiret El Bilan. Etude géochimique et sédimentologique d'une lagune du Sud-Est tunisien. *Travaux du labor. de géologie*. Paris : Doin 480 p.
- MORTIER M. (1978). — Première approche dans l'étude de la lagune et milieu. Paris : Doin 480 p.
- SUBE J. (1981). — Analyse et contrôle du milieu. Initiation aux méthodes de mesure des paramètres physico-chimiques dans l'eau de mer. IUT-USTL, *Stat. Biol. Marine Lag. Sète*, 51 p. 12 pl.
- THOMSEN H. (1954). — Instructions pratiques sur la détermination de la salinité de l'eau de mer par la méthode de Mohr Knudsen. *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, 1047.
- UNESCO-NATIONAL INSTITUTE OF OCEANOGRAPHY OF GREAT BRITAIN (1973). — Tables océanographiques internationales. Vol. 2, 141 p.
- ZAOUALI J. (1977). — Le lac de Tunis ; facteurs climatiques, physico-chimiques et crises dystrophiques. *Bull. Off. natn. Pêch. Tunisie*. 1 (1) : 37-49.
- ZAOUALI J. (1979). — Etude écologique du lac de Bizerte *Bull. Off. natn. Pêch. Tunisie*. 3 (2) : 107-140.