

## EVOLUTION DE L'ETAT TROPHIQUE DANS LE LAC DE TUNIS (PARTIE NORD)

par  
Souâd TURKI et Mohamed HADJ ALI \*

Accepté : Février 1990

### ملخص

كان للأشغال الأخيرة لتطهير ولتهيئة الجزء الشمالي من بحيرة تونس أثر مباشر في انخفاض كميات المواد الغذائية والكلوروفيل أ .  
أما بالنسبة للجزء الذي لم يتم جهره بهاته البحيرة فقد بقيت كميات النترات والكوروفيل أ مرتفعة نسبياً .

### RESUME

Les derniers travaux d'assainissement et de restauration de la partie nord du lac de Tunis ont eu un impact direct sur l'état trophique de l'écosystème, provoquant une nette réduction des concentrations en sels nutritifs et en chlorophylle a des eaux du lac. Néanmoins, la partie non draguée reste caractérisée par des teneurs assez élevées en nitrate et en chlorophylle a.

### ABSTRACT

The Tunis lake cleaning project reveals north lake's trophic state changes considerably to a net reduction of nutrients and phytoplanktonic biomass. However, the undredged part of this lake is still characterised by a high level of nitrate and chlorophyll a.

Mots clés : Etat trophique / Chlorophylle a / Nitrates / phosphates / Lac nord de Tunis /

### INTRODUCTION

Le lac de Tunis est une lagune côtière méditerranéenne située dans la partie nord de la Tunisie; au fond de la baie de Tunis (fig. 1).

La topographie, la bathymétrie et les communications avec la mer y ont été souvent modifiées au cours de son histoire pour des raisons commerciales, halieutiques ou d'assainissement.

(\*) Institut National Scientifique et Technique d'Océanographie et de Pêche 2025 Salammbô, Tunisie.

Les derniers travaux d'assainissement et de restauration ont eu un impact positif sur cet écosystème qui connaissait auparavant et durant la saison estivale des crises dystrophiques conduisant au dégagement d'odeurs nauséabondes et à la mortalité des poissons (Heldt, 1952, Crouzet 1972; Ktari 1975; Belkhir et Hadj Ali Salem 1981-1982; Aubert et Aubert, 1986).

En 1983, la première phase de ces travaux consistait à stopper définitivement l'entrée des rejets urbains et leur canalisation vers la station d'épuration de Choutrana où a lieu leur traitement.

La lagune de Tunis est une Lagune sédimentaire (Harbridge 1974 in Chauvet 1986; Zaouali 1982). La vase s'étend à une épaisseur de plusieurs mètres dont la couche superficielle noire contient 2,1 tonnes par hectare de phosphore et 8 tonnes par hectare d'azote (G.T.Z., 1977-1978 in Chauvet 1986). Un des objectifs des travaux de restauration consistait à l'enlèvement de cette couche de sédiments riches en sels nutritifs par draguage de la partie ouest du lac. Les ulves macrothalliques dont la décomposition aggrave le phénomène de sédimentation organique étaient simultanément collectées et retirées.

L'un des grands problèmes du lac nord est la mauvaise circulation des eaux aggravée par des récifs à *Mercierella enigmatica* dont la présence a été signalée par Heldt (1952), Vuillemin (1952), Crouzet (1972), Belkhir (1977). Par ailleurs, ce dernier auteur divise la partie nord du lac en zones de caractéristiques physico-chimiques et biologiques différentes (fig. 1 a).

La deuxième phase des travaux d'aménagement a été l'installation d'un nouveau système de circulation des eaux réalisé par le draguage du canal de khérredine; principale voie de communication avec la mer; la construction de vannes sur ce dernier et une digue de séparation qui s'y étend jusqu'à l'île Chekli (fig. 1 b).

Les aménagements de terrains après rectification des berges du lac ont touché essentiellement la partie nord et est du lac diminuant ainsi sa superficie.

Ce travail consiste à étudier l'évolution de l'état trophique de ce milieu avant et après les travaux d'assainissement et de restauration.

## MATERIEL ET METHODE

Dans le cadre des travaux d'aménagement de la partie nord du lac de Tunis, un programme de suivi des paramètres physico-chimiques sur 5 stations (fig. 1 b) a été réalisé dans le but de suivre la qualité de l'eau. Les analyses ont été effectuées à une fréquence mensuelle à bimensuelle. Les sels nutritifs et la chlorophylle a sont analysés par méthode spectrophotométrique selon les techniques citées dans le manuel pratique de Strickland et Parsons (1968).

## RESULTATS ET DISCUSSION

Stirn (1967) estime que le phytoplancton est surtout composé de chlorophycées, de diatomées et de nombreux dinoflagellés. Selon les observations de Belkhir et Hadj Ali Salem (1981), la production planctonique présente un

premier pic en mars et un deuxième pic en juillet. Celle-ci remonte et atteint un pallier accidenté de septembre à janvier. Cette production planctonique apparaît indépendante des teneurs en sels nutritifs.

D'après les observations de Crouzet (1972), cette production présente trois pics dont les deux premiers correspondent à l'étude de Belkhir et Hadj Ali Salem (1981) alors que le troisième pic; plus important; est signalé en novembre après une production nulle en août. D'après cet auteur, il n'existe pas de corrélation entre la production d'une part et P-P04, N-N03, N-N02, N-NH4, N, N-N03/P-P04; ni avec la température ou la salinité d'autre part.

Au cours de la présente étude, 3 pics similaires à ces dernières observations ont été signalés. Cependant, le troisième pic; le plus important (novembre) n'est pas précédé par une production nulle au mois d'août (fig. 2).

D'après cette étude, l'amplitude des variations de la biomasse chlorophyllienne est faible par rapport à celle enregistrée par Belkhir (1977) et par Crouzet (1972); c'est-à-dire avant et après les travaux d'assainissement et de restauration de la partie nord du lac de Tunis (voir domaine de variation des valeurs annuelles dans le tableau 1). Toutefois, la concentration en chlorophylle a été assez élevée au niveau de la station 5 par rapport aux autres stations (fig. 2).

On peut avancer que le lac nord de Tunis n'est plus considéré comme un milieu hypereutrophe; alors qu'il était le plus eutrophique du monde d'après Kelly et Naguib (1984).

Les variations des teneurs en phosphates et nitrates sont à la base d'une productivité très élevée (Crouzet; 1972, Belkhir; 1977, Belkhir et Hadj Ali Salem; 1982). L'amplitude de variation des nitrates est très élevée (tabl. 1); les teneurs les plus élevées coïncident avec les périodes de fortes précipitations (novembre à janvier et octobre à novembre) et durant les périodes qui précèdent ou succèdent les blooms phytoplanctoniques (mars et juillet) d'après Belkhir et Hadj Ali Salem (1982).

Les concentrations en phosphate minéral sont de l'ordre de 5 à 24,9  $\mu\text{g at/l}$  à l'échelle du lac (Belkhir, 1977). De fortes concentrations ont été constatées durant la période de mars à juin avec un enrichissement global des eaux du lac en phosphates pendant les périodes de pluie (septembre-octobre). Les plus fortes teneurs se trouvent généralement dans le secteur délimité par l'esplanade, la Cherguia et l'île Chikli (Belkhir et Hadj Ali Salem 1981).

Durant la présente étude, les concentrations en phosphates et nitrates ont nettement diminué. Les valeurs maximales en nitrates ont été enregistrées en octobre, novembre et décembre; alors que des pics de moindre importance ont été signalés au mois de juillet (fig. 3). Quant à la concentration en phosphates, les valeurs sont maximales durant la période allant de septembre à décembre avec des pics très importants signalés en octobre et novembre. Un autre pic de moindre importance a été déterminé en janvier-février (fig. 4).

A l'échelle du lac, ce sont les stations 4 et 5 qui ont été caractérisées par les teneurs les plus élevées en nitrates alors que la station 2 a été caractérisée par les concentrations les plus élevées en phosphates.

Se basant sur les concentrations des phosphates, nitrates et chlorophylle a, on pourrait penser à une certaine homogénéité de la masse d'eau lagunaire au niveau des stations 1,2 et 3 où les échanges hydrodynamiques entre la mer et la lagune ont été améliorés par les travaux d'aménagement et de restauration alors que les stations 4 et 5 restent caractérisées par un enrichissement relatif du taux des nitrates ainsi qu'une forte biomasse chlorophyllienne.

TABLEAU N° 1  
Valeurs extrêmes des concentrations  
en nitrates (N-N03), phosphates (P-P04) et chlorophylle a enregistrées  
au cours des périodes (Oct. 75-oct.76) et (fév. 88-janv. 89)  
dans la partie nord du lac de Tunis

	Paramètres	N-N03 ug at/l	P-P04 ug at/l	CHI a ug/l
Belkhir 1977	Stations			
	* D (1)	0,62-6,94	0 - 3,07	6,22-138,6
	* C (4)	0 - 10,82	0 - 6,6	0 - 254,8
	* B (3)	0 - 22,53	0 - 10,09	0 - 406,2
Présent travail	1	0 - 3,16	0 - 1,58	1,33-11,96
	2	0,03-2,94	0 - 2,17	0 - 13,6
	3	0 - 2,83	0 - 1,36	0 - 12,08
	4	0,07-7	0 - 1,44	0,01-14,3
	5	0 - 6,22	0 - 1,29	0 - 31,1

\* (D.C.B) : Stations équivalentes aux stations (1), (4) et (3) de la présente étude

Comparativement à la mer ouverte, la concentration des sels nutritifs ainsi que celle de la chlorophylle a sont supérieures dans la partie nord du lac de Tunis (tab. 2).

TABLEAU N° 2  
Variation de la teneur en sels nutritifs et de la chlorophylle a  
par rapport à la mer ouverte

Milieu paramètres	Lac Nord de Tunis (valeurs maximales)	Mer méditerranée (golfe de Lion)
Nitrates (ugat/l)	2,83-6,22	0-4.89 (Coste et Minas, 1968)
Phosphates (ugat/l)	1,3-2,17	0.01-0.23 (Coste et Minas, 1968)
Chloroph. a (ug/l)	12-31,1	1,66 (Minas 1971)

Par rapport à d'autres lacs tunisiens, la biomasse chlorophyllienne reste assez élevée et serait même légèrement supérieure par rapport au Lac Ichkeul qui n'a pas les caractéristiques d'une lagune côtière méditerranéenne (tabl. 3).

TABLEAU N° 3

*Comparaison de la concentration en chlorophylle a dans la partie nord du Lac de Tunis par rapport a d'autres lacs tunisiens*

Lac de Bizerte (Frisoni et AL, 1986)	1 ug/l (4 à 5 ug/l en décembre 88 communication personnelle)
Lac Ichkeul (Le Moalle, 1986)	3 a 27 ug/l
Lac d'El Bibane (Le Moalle, 1986)	< 1 ug/l
Lac nord de Tunis (Présent travail)	12 à 31, 1ug/l

### CONCLUSION

Avant les travaux d'assainissement et de restauration de la partie nord du lac de Tunis, l'évolution du phénomène d'eutrophisation reflète la plus forte pollution organique sur les rives nord et ouest (rejets urbains et fluviaux) que sur les rives sud (influence marine) d'après Belkhir et Hadj Ali Salem (1981).

Suite à ces derniers travaux, le milieu a évolué différemment. C'est la partie non draguée du lac (station 4 et 5) qui se trouve caractérisée par des teneurs en nitrates et chlorophylle a les plus élevées alors qu'au niveau de la station 2 la concentration en phosphates reste élevée. Néanmoins, cette étude nous a rendu compte d'une nette diminution des concentrations, en sels nutritifs à côté de la biomasse chlorophyllienne (figures 2, 3, 4 et 5). D'autant plus que les dernières analyses de ce dernier paramètre effectuées jusqu'en janvier 1990 (communication personnelle) reflètent d'une évolution progressive vers une diminution de la concentration de la chlorophylle a au niveau de toutes les stations de prélèvement dont les teneurs seraient proches des autres milieux lagunaires tunisiens.

### REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé dans le cadre de la convention S.P.L. «contrôle et analyse des eaux du lac Nord de Tunis» pour l'année 1988. Les analyses de sels nutritifs ont été effectuées par Mrs. H. Ghabi, A. Mastouri et K. Dridi (Institut National Scientifique et Technique d'Océanographie et de Pêche).

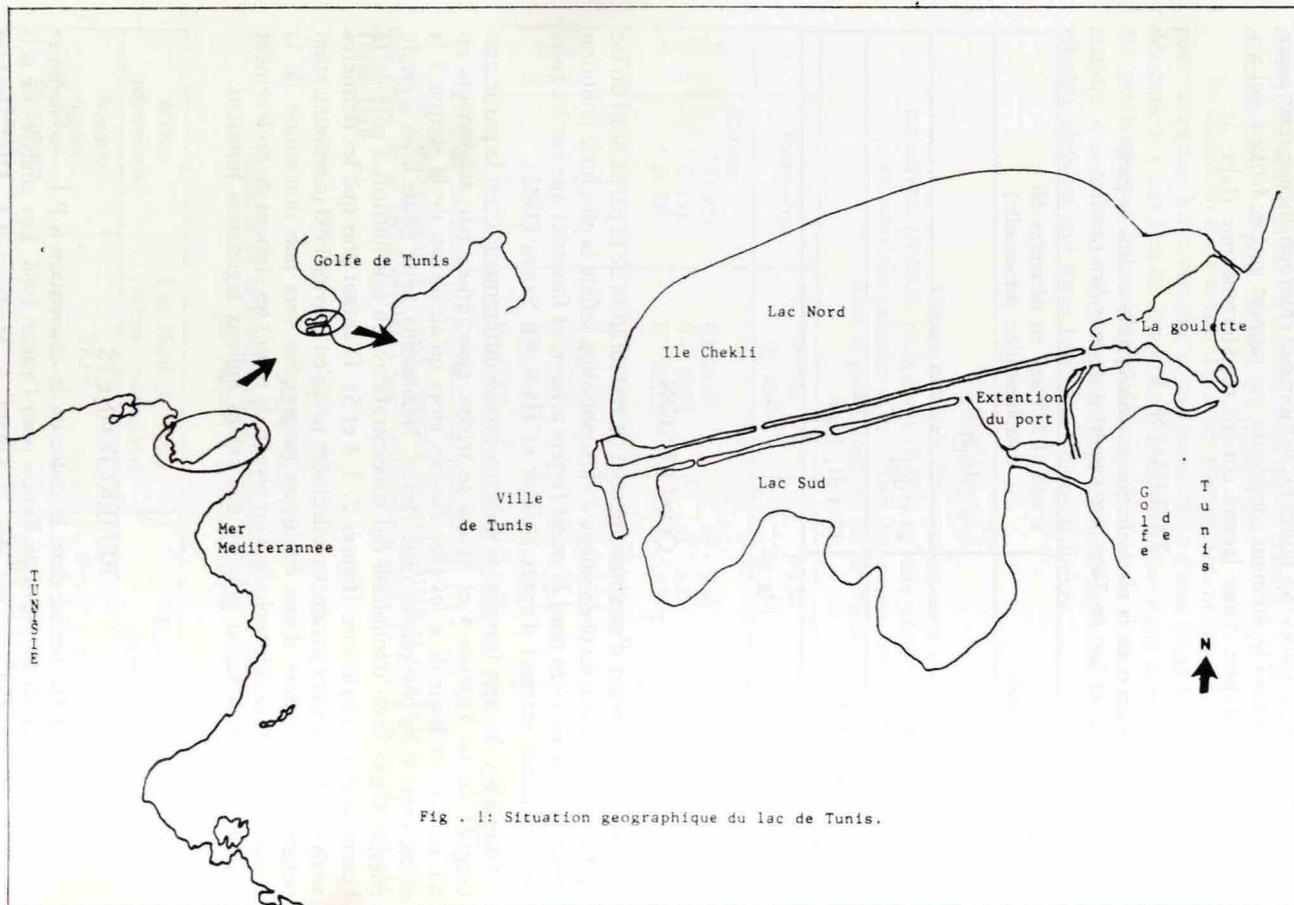


Fig . 1: Situation géographique du lac de Tunis.

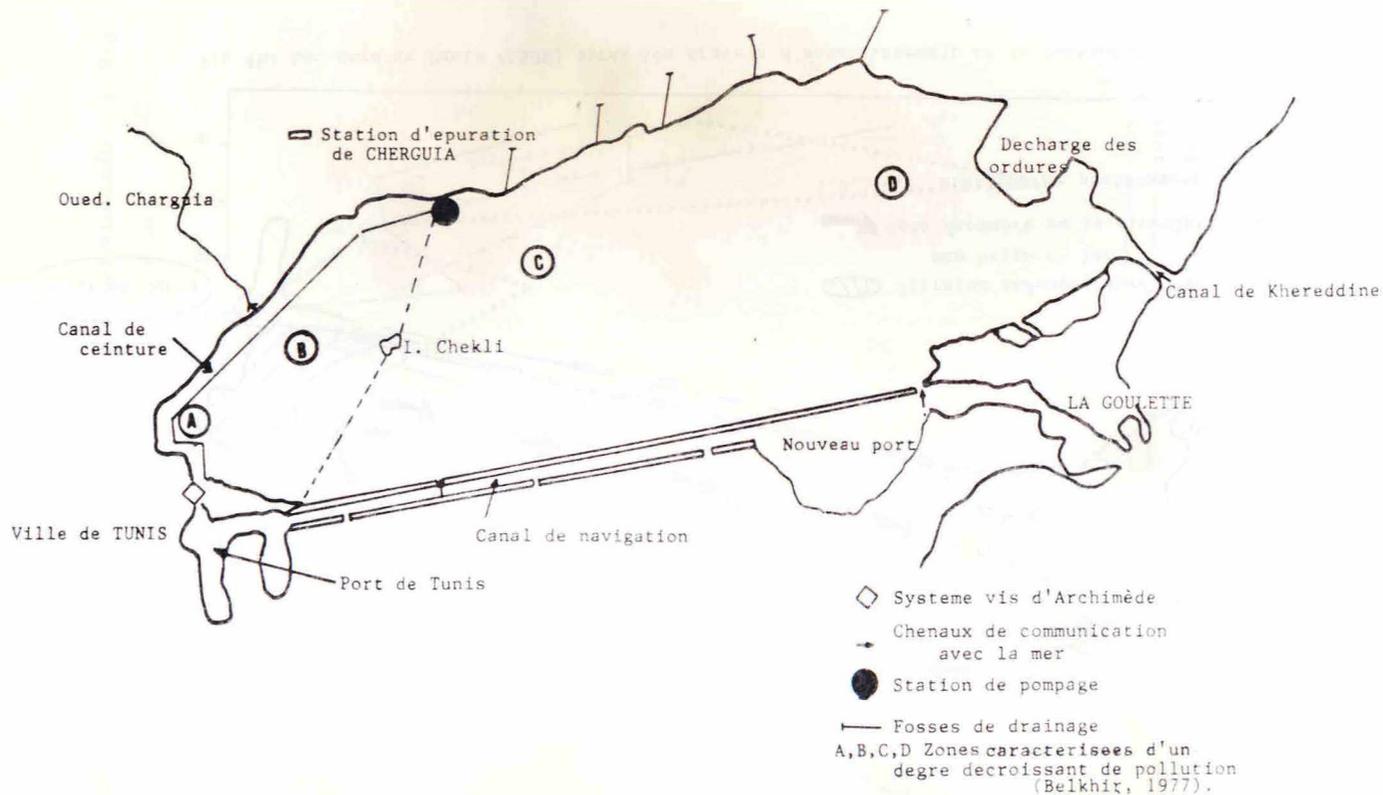


Fig. 1a : Lac Nord de Tunis (1983) avant les travaux d'assainissement et de restauration.

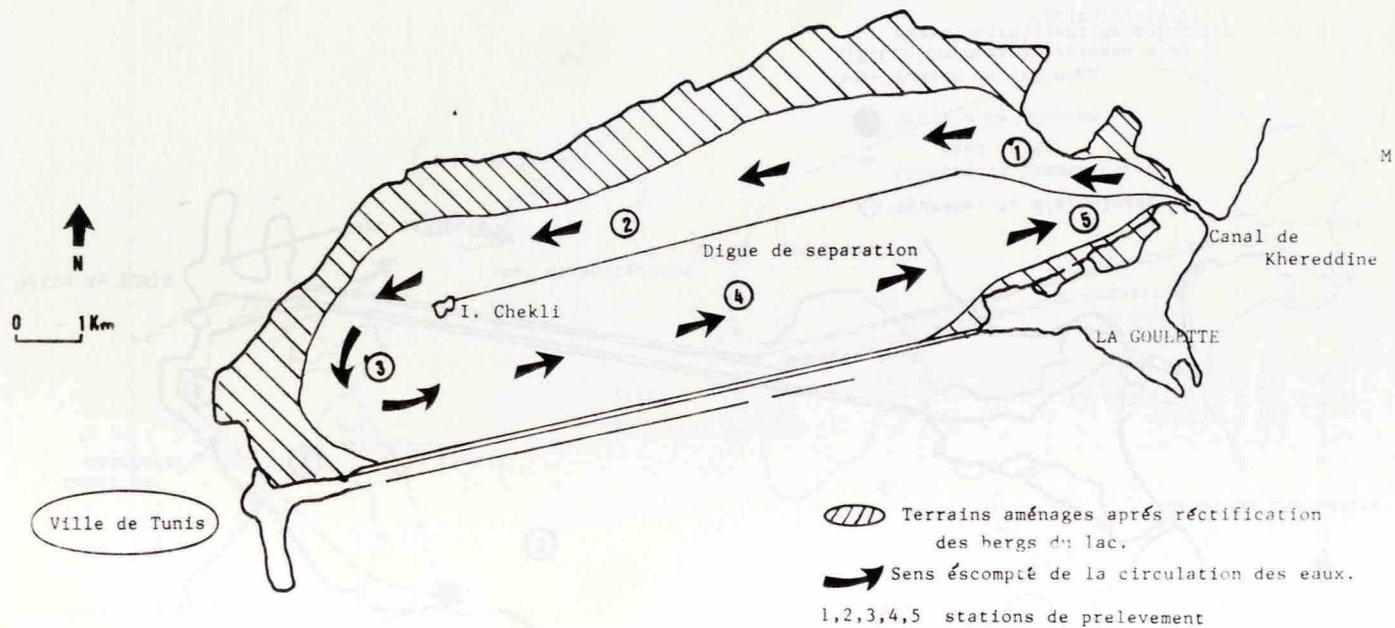


Fig. 4b: Lac nord de Tunis (1988) après les travaux d'assainissement et de restauration.

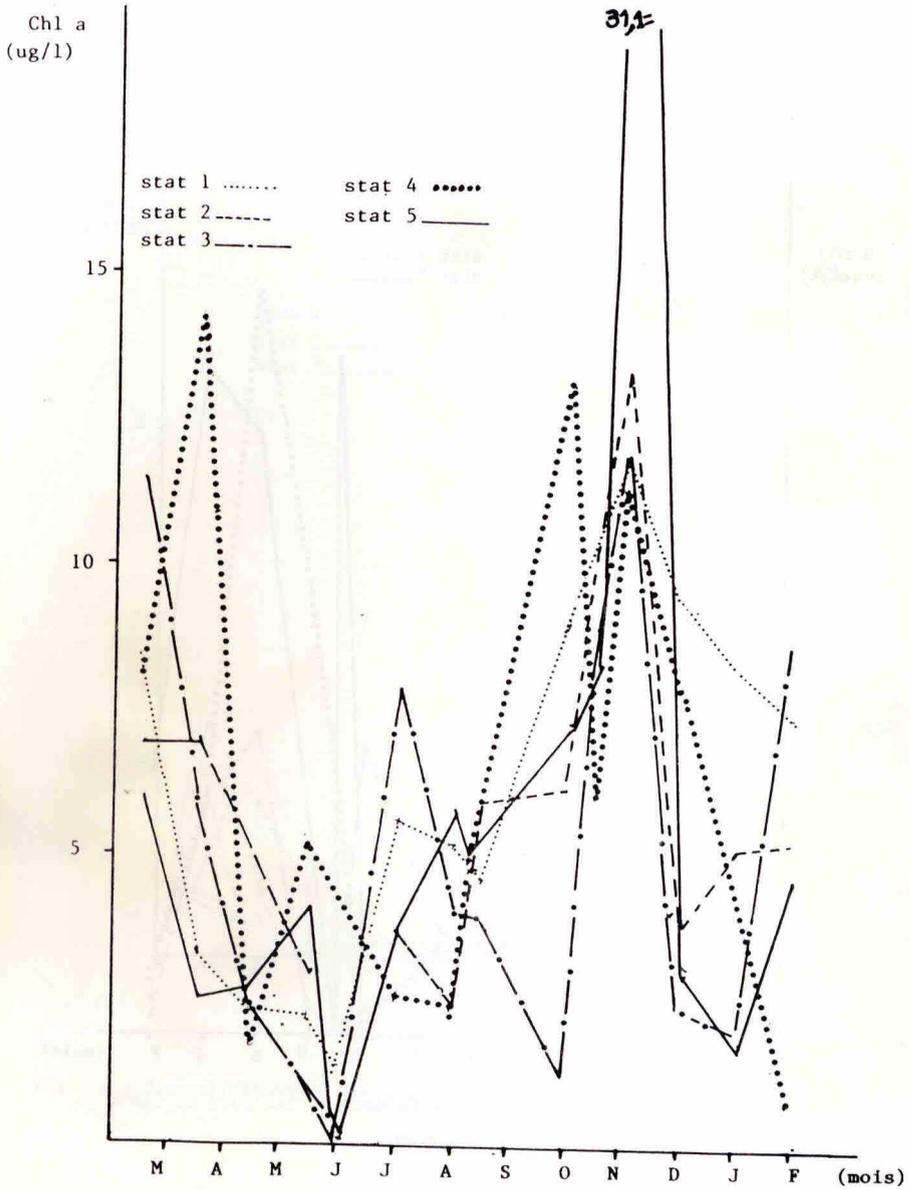


Fig. 2 : concentration en chlorophylle a dans le lac Nord de Tunis (Fev 88 - Janv 89).

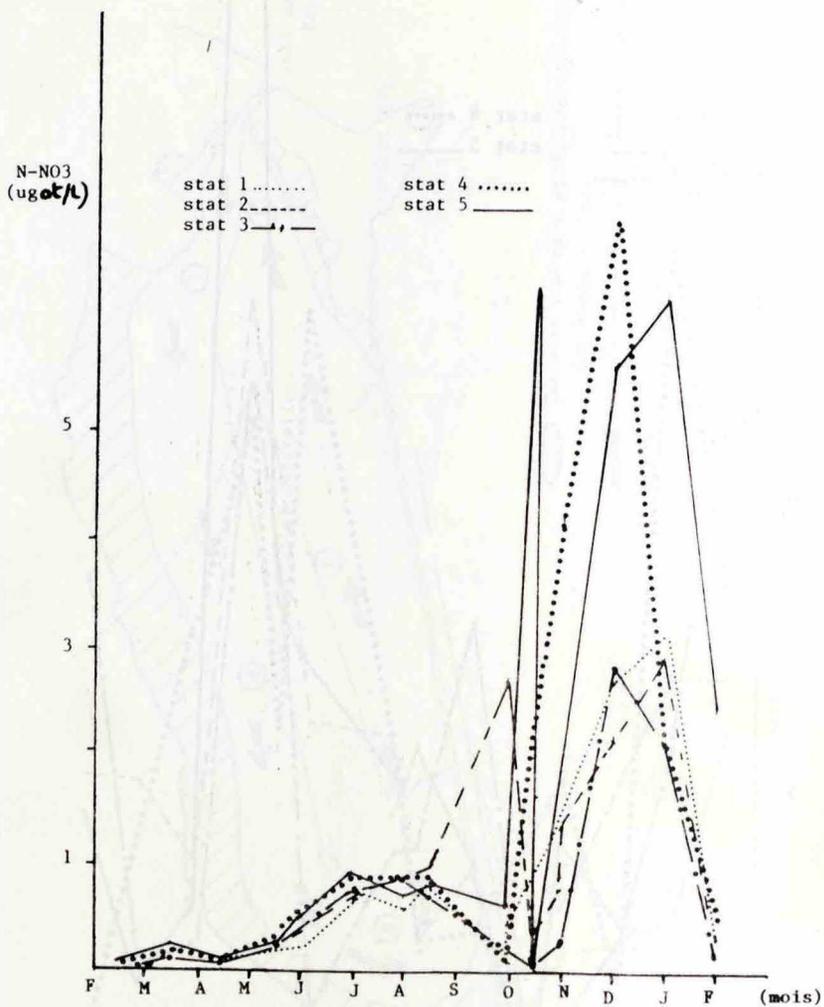


Fig . 3 : Concentrations en nitrates dans le lac Nord de Tunis.

( Fev 88- Janv89)

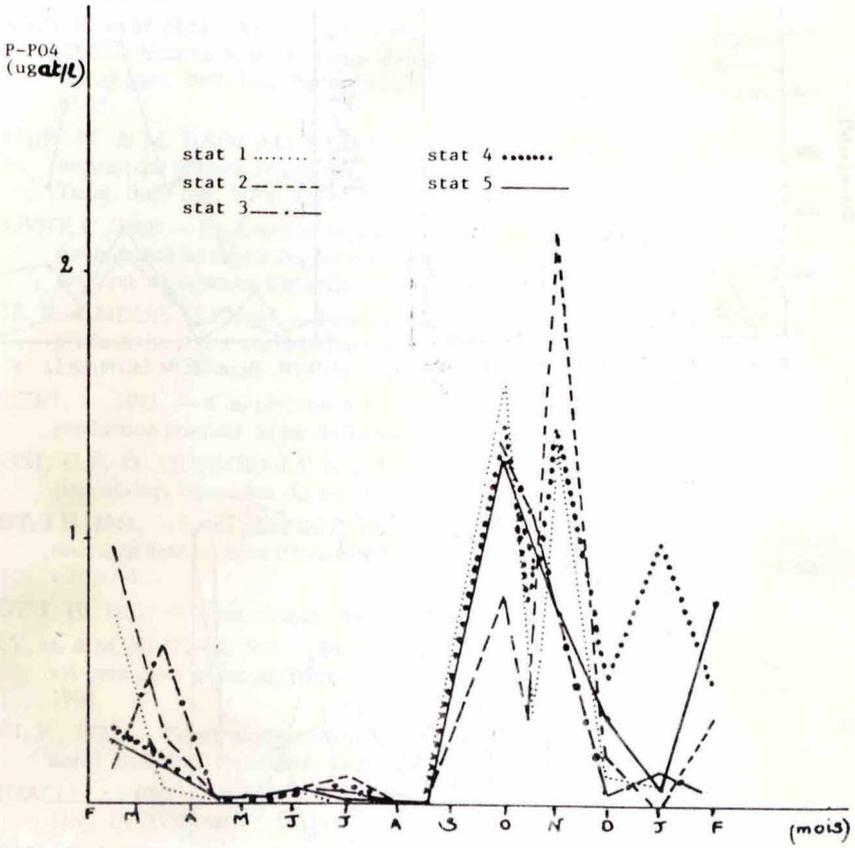


Fig . 4 : Concentrations en phosphates dans le lac nord de Tunis ( Fev 88 - Jan 89)

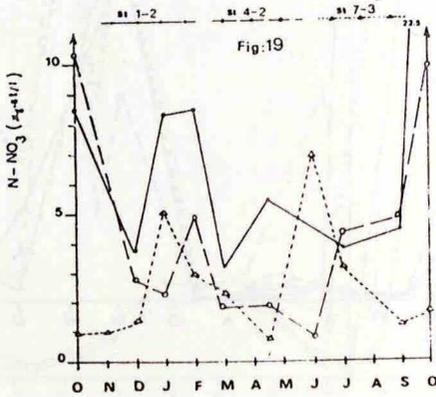
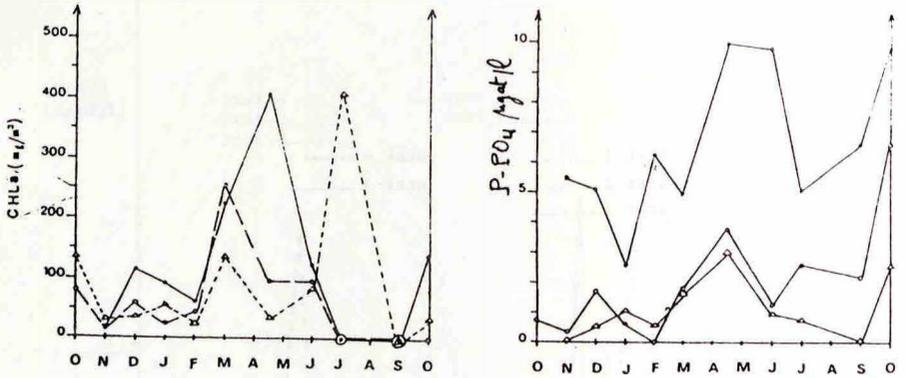


Fig. 5 : Variations des teneurs en phosphates, nitrates et chlorophylle a dans le lac de Tunis pendant la période oct. 75-oct. 76 (Belkhir, 1977).

## BIBLIOGRAPHIE

- AUBERT, M. J. AUBERT, 1986. — Eutrophie et dystrophie en milieu marin. Phénomènes, planctoniques et bactériens. Revue internationale d'océanographie médicale. tomes LXXXIII et LXXXIV.
- BELKHIR, M., 1977. — Recherches sur la production primaire du lac de Tunis. Biomasse chlorophyllienne et macroalgale, croissance des ulves. D.E.A. Faculté des sciences de Tunis.
- BELKHIR, M. et M. HADJ ALI SALEM; 1981. — Contribution à l'étude des mécanismes d'eutrophisation du lac de Tunis. Evolution des paramètres physico-chimiques et biologiques. Bull. Inst. Natn. Scien. Techn. Océanogr. Pêche Salammbô, 8 : 81-93.
- BELKHIR, M. & M. HADJ ALI SALEM; 1982. — Variations spatio-temporelles des nitrates; des nitrates, des phosphates inorganiques et du rapport N/P dans le lac de Tunis. Bull. Inst. Natn. Scien. Techn. Océanogr. Pêche. Salammbô, 2 : 71-88.
- CHAUVET, C., 1986. — Exploitation du peuplement ichtyologique de la lagune de Tunis et des populations exploitées par les bordigues (Muges, loups, daurades). Thèse de doctorat de sciences naturelles. Université de Perpignan.
- COSTE, B. & MINAS, H.J. 1967. — Premières observations sur la distribution du taux de productivité et des concentrations des sels nutritifs des eaux de surface du golfe de Lion. Cah. Océanogr., 19 (5) : 417-429.
- CROUZET, P; 1972. — Contribution à la connaissance de la physico-chimie et de la production primaire du lac de Tunis, Tunisie, thèse de 3ème cycle, Paris : 1-94.
- FRISONI, G.F; O. GUELORGET & J.P. PERTUISOT, 1986. — Evaluation des potentialités aquacoles du lac de Bizerte. FAO/MEDRAP, Sept. 1986.
- HELDT, J.H. 1944. — Sur la présence de *Mercierella enigmatica*, Fauvel Serpulien d'eau, saumâtre dans les eaux très salées du lac de Tunis. Note sta. Océanogr. Salammbô (30), 1-4.
- HELDT J. H; 1952. — Eaux rouges. Bull. Soc. Hist. Nat. Tunisie, 5 p, 103-106.
- KELLY, M. & M. NAGUIB; 1984. — Eutrophication in coastal marine areas and lagoons : «A case study of lac de Tunis». Unesco reports in marine science, 29, Unesco, 1986.
- KTARI, F.; 1972. — Etude physico-chimique et microbiologique du lac de Tunis (partie nord). Bull. Inst. Nat. Scien. Tech. Océanogr. Pêche Salammbô; 2 (3) : 417-443.
- LE MOALLE, J.; 1983. — Le Lac Ichkeul. Eléments de l'hydroclimat en 1981-82. Rapp. Doc. INSTOP, n° 1 : 1983.
- LE MOALLE, J; 1986. — Etude de la lagune El Bibane, I. Les conditions du milieu. Rapp. Doc. INSTOP. n° 2 : 1986.
- STRICKLAND, J. D. H, & T. R. PARSONS; 1968. — A practical hand book of sea water analysis. Bull. Fish Res. Bd. Canada, 197 : 1-311.
- VUILLEMIN, S. 1952. — Les récifs à *Mercierella enigmatica* Fauvel. Bull. Soc. des sciences, Tunisie, (31) : 209-211.
- ZAOUALI, J. 1977. — Le lac de Tunis, facteurs climatiques, physico-chimiques et crises dystrophiques. Bull. off. Natn. Pêches, 1 (1) : 37-50.
- ZAOUALI, J. 1982. — Historique de l'évolution sédimentologique de la lagune de Tunis. Colloque de Djerba, 1982.