

# IMPACT DE L'EUTROPHISATION DANS LA LAGUNE DE TUNIS (PARTIE NORD)

## I<sup>ère</sup> PARTIE: INDICES BIONOMIQUES

J. ZAOUALI et S. BAETEN

*Institut National Agronomique de Tunisie, 43, avenue Charles Nicolle, Tunis*

*Abstract* : Bionomical study of macrobenthic populations in northern part of lagoon of Tunis, using ecological indexes of Fisher, Shannon, Daget and Motomura, points out : (1) intense selectivity due to high eutrophication, without excluding good general equilibrium ; (2) strong summer crisis, followed in autumn by a quick regulation of the ecosystem ; (3) positive action of side canals 10 and 11 ; (4) impact of thermal influence at station 8, positive during winter, negative on summer, and, mainly, in autumn.

*Résumé* : L'étude bionomique des populations macrobenthiques de la partie septentrionale de la lagune de Tunis sous l'aspect des variations spatio-temporelles des indices écologiques de Fisher, de Shannon, de Daget et de Motomura permet de montrer : (1) l'existence d'une très forte sélectivité due à une eutrophisation élevée n'excluant pas cependant un bon équilibre général, surtout en période hivernale ; (2) l'existence d'une crise estivale forte suivie d'une régulation rapide de l'écosystème dès l'automne ; (3) l'influence positive des chenaux latéraux (10 et surtout 11) ; (4) l'impact des rejets thermiques des centrales électriques sur les peuplements de la station 8, positif en hiver, négatif en été et surtout en automne.

### INTRODUCTION

Si l'on entend par pollution "tout élément apportant une réduction de la diversité de la vie aquatique et éventuellement une perturbation de son équilibre" (Patrick, 1950), il est possible de caractériser la pollution d'un écosystème sous l'aspect de ses variations spatio-temporelles de diversité. Dans notre étude, nous nous en sommes tenus aux indices écologiques les plus en usage, à savoir ceux de Fisher, de Shannon, de Daget et de Motomura.

### MATERIEL ET METHODES

Des prélèvements benthiques ont été effectués au cours de l'année 1980-1981 dans 9 stations distantes d'environ 1,200 km suivant une radiale ouest-est correspondant à la partie médiane de la lagune de Tunis (fig. 1), depuis la zone proche de la ville (station 1 : Esplanade) jusqu'à la zone proche de la mer (station 9 : Khéreddine). Ces prélèvements, faits au moyen d'une drague type Raillier du Baty à partir d'une barque, ont été répétés à chaque station et à chaque saison (mai, juillet, novembre 1980, mars 1981). On n'a pris en considération que les éléments faunistiques. Au total, 43 espèces faunistiques différentes ont été recensées. Après abandon de la station 1, complètement azoïque au niveau benthique, il nous reste 32 relevés, chacun combinaison d'une des 8 stations prospectées (2 à 9) avec une des 4 saisons.

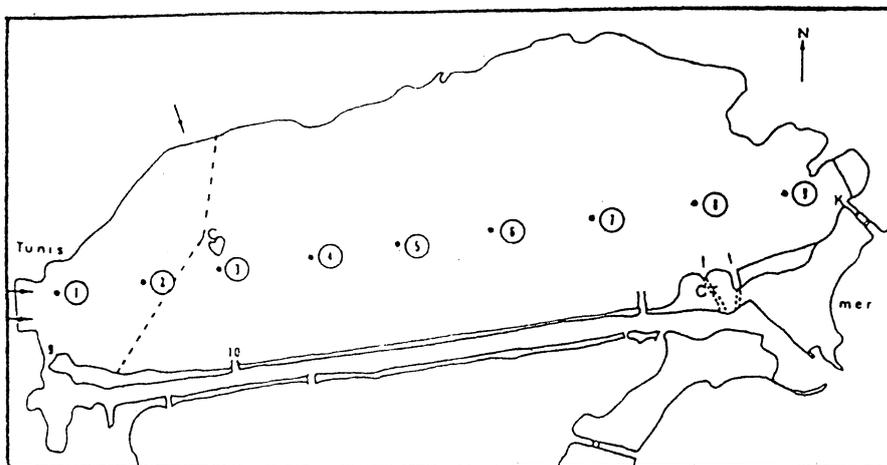


Fig. 1 - La lagune de Tunis (partie nord et canal central) : ① à ⑨ : stations de prélèvement ; 9, 10, et 11 : chenaux ; C : îlot Chikli ; K : canal de Khéreddine ; petites flèches : eaux chaudes ; grandes flèches : eaux usées ; petits pointillés : arrivées d'eau de refroidissement des centrales thermoélectriques (CT) ; grands pointillés : digue démantelée.

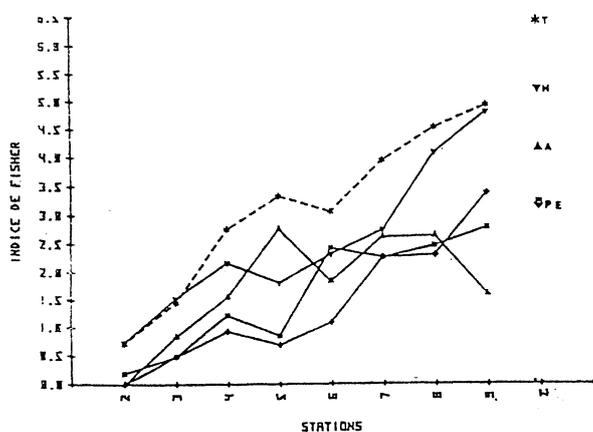


Fig. 2

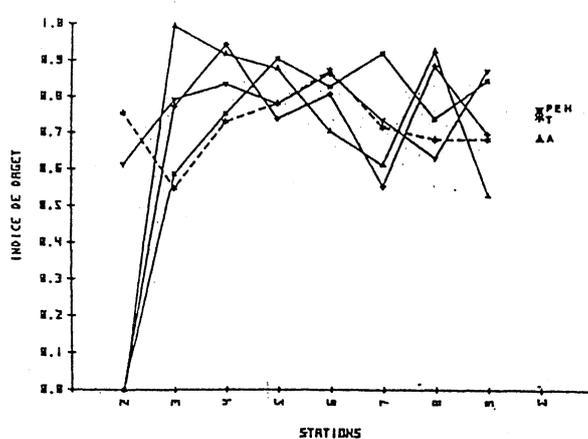


Fig. 4

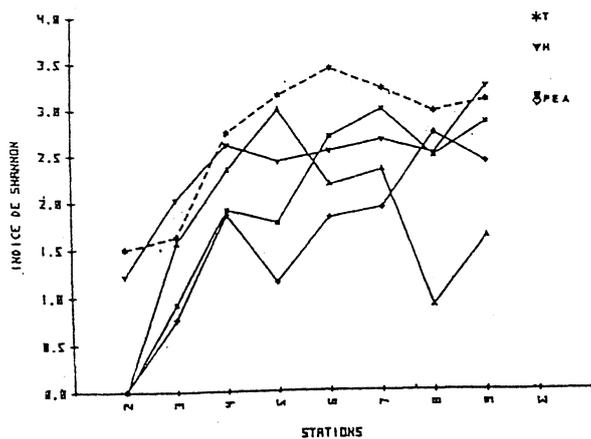


Fig. 3

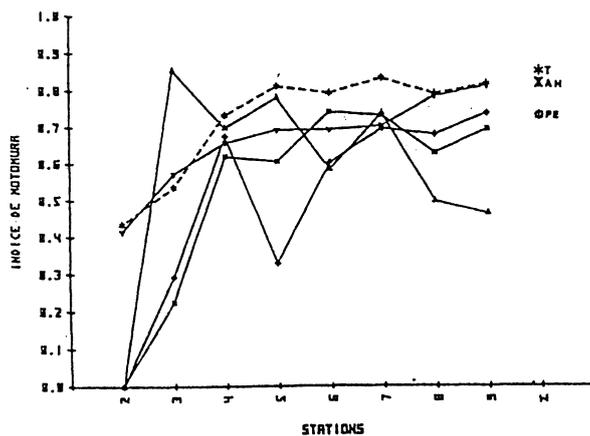


Fig. 5

## RESULTATS

### 1. Indice de Fisher

L'indice de diversité de Fisher, ci-après dénommé  $f$ , est tel que

$$N = f \log_e \left( i + \frac{Q}{f} \right)$$

où  $N$  est le nombre total d'espèces (différentes) rencontrées et  $Q$  le nombre total d'individus du relevé. Le calcul de  $f$  se fait par itérations successives. A une grande valeur de  $f$  correspond(ent) un nombre élevé d'espèces et/ou un nombre relativement faible d'individus.

D'une manière générale, on voit sur le graphe (fig. 2) que, d'une part, les valeurs de  $f$  croissent avec la proximité marine, c'est-à-dire dans la partie la moins eutrophisée de la lagune, et que d'autre part, elles sont plus élevées en hiver qu'au printemps et en été. On remarque aussi que c'est à la station 7 que les variations de cet indice au cours des saisons sont les plus faibles, probablement grâce à l'influence régulatrice du chenal 11 qui débouche à ce niveau, alors que les variations saisonnières sont les plus fortes aux stations 5 et 9.

### 2. Indice de Shannon

L'indice de diversité de Shannon se formule comme suit :

$$I = - \sum_{i=1}^{i=N} p_i \log_2 p_i$$

où  $N$  est le nombre d'espèces et  $p_i = q_i/Q$  l'abondance relative de l'espèce  $i$ . Cet indice est grand quand les espèces ont des abondances semblables, petit dans le cas où elles sont d'abondances variables. A la limite, si toutes les espèces sont représentées par un même nombre d'individus, l'indice prend sa valeur maximale, qui est  $\log_2 N$ . Le domaine de variation de  $I$  est donc compris entre 0 et  $\log_2 N$ , cette dernière limite étant directement dépendante du nombre d'espèces. Cet indice rend donc compte à la fois du nombre d'espèces en présence, et de l'égalité de leurs abondances, sans qu'il soit possible de dissocier ces 2 effets.

Les valeurs indiquées par le graphe (fig. 3) oscillent pour la plupart entre 1,5 et 3,5. Elles indiquent un déséquilibre démographique au niveau des stations 2 et 3 (zone occidentale) en toutes saisons et au niveau de la station 8 (zone orientale) en automne. Dans la zone occidentale le déséquilibre est directement lié aux rejets des eaux polluées. A la station 8 le déséquilibre automnal est dû à l'influence des rejets des eaux chaudes en provenance des centrales thermo-électriques, à une période où la température de l'eau de la lagune se trouve déjà à un niveau critique. La zone de meilleur équilibre démographique (indice le plus élevé) est située dans la partie centrale de la lagune au niveau de la station 6, phénomène qui pourrait être expliqué par la présence permanente dans cette zone d'une biocénose "tampon" bien adaptée. Comme pour l'indice de Fisher, c'est à la station 5 qu'on observe les plus grandes variations saisonnières.

### 3. Indice de Daget

Daget (1976) a proposé de diviser l'indice de Shannon par son maximum possible pour un nombre d'espèces donné, soit :  $E = I/I_{\max}$ , avec  $I_{\max} = \log_2 N$ . Cet indice n'explique donc plus que l'équitabilité des différentes espèces et ne varie que dans l'intervalle de 0 à 1. Il est indépendant du nombre d'espèces et se prête donc mieux aux comparaisons que l'indice de Shannon.

Sur le graphe obtenu (fig. 4), la zone de meilleure "équitabilité" se trouve toujours au niveau de la station 6. Par comparaison aux valeurs obtenues par Amanieu et coll. (1978) dans les étangs palavaisiens (France), où peu de stations ont un indice supérieur à 0,7, nous pouvons conclure que

la valeur relativement forte des indices de Daget observés sur l'ensemble de la lagune de Tunis montre en définitive un certain équilibre démographique dans les peuplements.

#### 4. Indice de Motomura

La constante du milieu de Motomura est le paramètre principal du modèle de Motomura. Pour l'estimer, on range d'abord les N espèces par ordre décroissant d'abondance relative, c'est-à-dire de la plus abondante à la plus rare. L'hypothèse essentielle faite par Motomura est que ces abondances décroissent de manière géométrique :

$$\forall i (1 \rightarrow N-1) : p_{i+1} = m p_i$$

où  $p_i$  est l'abondance de l'espèce de rang  $i$ ,  $p_{i+1}$  l'abondance de l'espèce de rang  $i+1$  et  $m$  la constante du milieu de Motomura, toujours comprise entre 0 et 1. L'estimation d'un indice  $m$  global pour l'ensemble d'un élevé se réalise au moyen d'une régression linéaire simple du logarithme de l'abondance sur le rang de l'espèce correspondante : c'est pourquoi le modèle est qualifié de log-linéaire. Inagaki (1967) a montré que "la loi ne peut donc être valable que si la forme de vie et la taille des espèces en concurrence sont identiques, rigoureusement parlant, ou pas trop différentes, approximativement parlant", ce qui est le cas pour la zoocénose de cette étude. Malgré tout ce modèle nous paraît critiquable dans la mesure, où, par le fait du rangement des espèces, l'ajustement par régression est rarement insatisfaisant. De fait, nous observons peu de coefficients de corrélation inférieurs à 0,9.

L'observation du graphe (fig. 5) permet de diviser la lagune en 2 grandes zones : (1) une zone déséquilibrée ( $m < 0,6$ ) : stations 2 et 3 ; (2) une zone plus équilibrée ( $m > 0,6$ ) : stations 4 à 9. A l'échelle des saisons, on remarque une certaine amplitude des variations, plus atténuée à la saison hivernale où le graphe, une fois encore, se rapproche du graphe des indices annuels. On note l'influence régulatrice du chenal 10 ou chenal de Chikli (station 4) et du chenal 11 (station 7), atténuant les variations saisonnières de l'indice.

#### CONCLUSION

L'impact de la pollution se traduit dans la lagune par la disparition des peuplements benthiques à la station 1 (zone proche de Tunis) et par des indices de diversité croissant de façon à peu près régulière de la station 2 à la station 9 (zone proche de la mer). Les variations relativement faibles de l'indice de Daget montrent une certaine uniformité dans le graphe des peuplements et indiquerait un milieu relativement équilibré.

En définitive, le lac de Tunis, milieu très fortement eutrophisé, peut-il être considéré comme une communauté immature selon Margalef (1968) ? Cela ne semble pas être le cas dans cette lagune, où la pollution est attestée de façon historique.

#### BIBLIOGRAPHIE

- AMANIEU, M., FERRARIS, J. et GUELORGET, O., 1978. - Organisation et évolution des peuplements des lagunes littorales. Application à la macrofaune benthique des étangs palavaisiens. *Séminaires d'Ecologie, Lab. Zool. ENS Paris*, 23 p. multicopiées.
- DAGET, J., 1976. - Les modèles mathématiques en écologie. *Masson (Paris)*, 172 p.
- INAGAKI, H., 1967. - Mise au point de la loi de Motomura et essai d'une écologie évolutive. *Vie et Milieu*, 18 (1), B, 153-166.
- MARGALEF, R., 1968. - Perspectives in Ecological Theory. *Univ. Chicago Press, Chicago*, 111 p.
- PATRICK, R., 1950. - Biological measure of stream conditions. *Sewage Ind. Wastes*, 22, 926-938.