

**MESURE DE LA PRODUCTION PRIMAIRE  
PHYTOPLANCTONIQUE  
DANS LE LAC NORD DE TUNIS**

par

**Philippe Crouzet (1)**

**RESUME**

Une étude de la production primaire du lac Nord de Tunis a été poursuivie pendant une année, en six stations.

Deux maximums de production ont été observés, l'un, extrêmement élevé, en septembre, où la production primaire fut environ de  $2.300 \text{ mg C/m}^3/\text{j}_{24}$ , l'autre, moins important, en mars ( $500 \text{ mg C/m}^3/\text{j}_{24}$ ).

Pour l'ensemble de l'année considérée, la production *nette* (après déduction de la respiration nocturne) fut de 2.800 tonnes de carbone organique pour les 27,63 millions de  $\text{m}^3$  du lac.

**ABSTRACT**

Tunis North lake primary production was studied throughout one year at six stations.

Two maxima in production were found, one extremely high, in september, when net production was about  $2.300 \text{ mg C/m}^3/\text{d}_{24}$ , other of less importance in march ( $500 \text{ mg C/m}^3/\text{d}_{24}$ ).

For the whole of the considered year, *net* production (after deduction of night respiration) was 2,800 tons of organically combined carbon in the  $27.63 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  of the lake.

**INTRODUCTION**

Une étude hydrologique complète a été menée en six stations du lac Nord de Tunis. Ces stations seront dénommées de 1 à 6 (Fig. 1). Seuls les résultats de la production primaire seront exposés ici.

---

(1) Laboratoire de biologie marine, Faculté des sciences, Tunis.

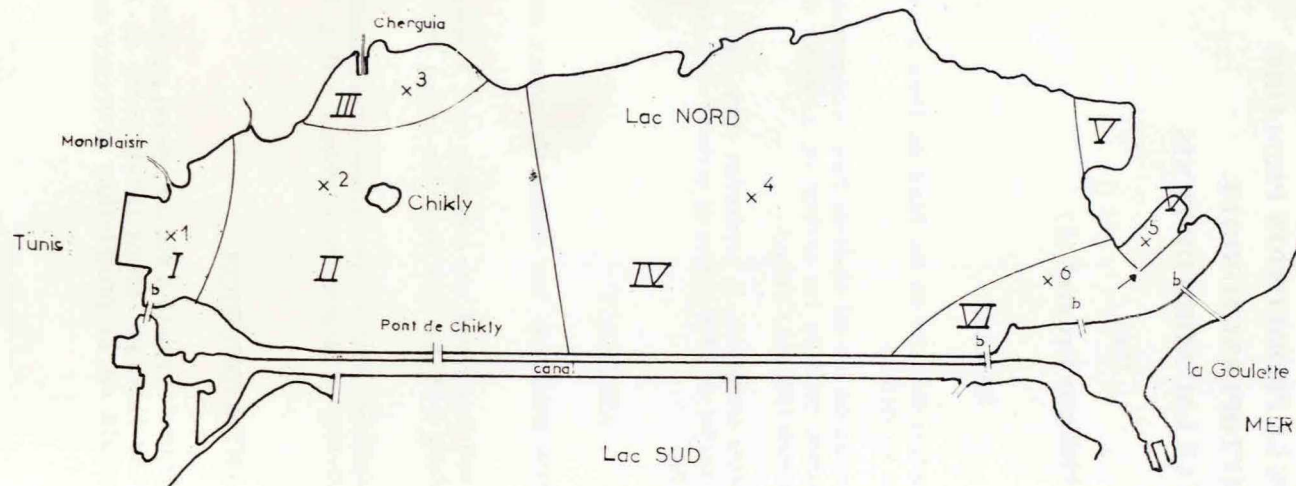


Fig. 1 : Le lac de Tunis. Stations et zones.

x : emplacement de la station (les chiffres arabes indiquent le n° de la station); b : bordigue de pêche.

Les chiffres romains indiquent les zones, les traits fins sur la surface du lac délimitent les zones.

La flèche en VI indique le passage dans la jetée qui enferme V.

## TECHNIQUES

### A. Principe

Deux méthodes ont été employées. La première consiste à mesurer la variation d'oxygène dissous d'un échantillon d'eau dont une partie est incubée à la lumière et une autre à l'obscurité, la quantité d'oxygène initialement présente étant connue.

Cette méthode est décrite en détail et critiquée par Strickland et Parsons (1968), Strickland (1960). Patter et coll. (1960) ont étudié sa précision et ses limites d'emploi. Dans le cas présent, la forte production primaire justifie son utilisation.

La méthode, dite au  $^{14}\text{C}$ , mise au point par Steeman-Nielsen (1952), dont on peut trouver les modalités pratiques dans Strickland et Parsons (1968) et des indications pour un comptage de routine simplifié dans Lind et Campbell (1969), a également été mise en œuvre à partir d'août 1970, mais les comptages n'ont pu être effectués.

Des échantillons d'eau (10 l) filtrée sur stramine de 300  $\mu$  étaient prélevés à cinquante centimètres de profondeur aux points 2 et 4. Après agitation et repos d'une heure à l'ombre pour éliminer l'excès d'oxygène, l'eau était siphonnée du fond du récipient dans six flacons B.O.D. AFNOR de 300 ml pour chaque station.

Ces flacons se distribuaient comme suit :

- 2 clairs enfermés dans un sac de toile noire. Le sac n'était ôté qu'à l'immersion;
- 2 en verre foncé, peints en noir et recouverts de papier aluminium afin de réduire l'échauffement;
- 2 en verre foncé, servant de témoins pour l'oxygène initial.

Les quatre premiers flacons, attachés par le goulot à une corde étaient suspendus dans l'eau du canal de la pêcherie de Pont de Chikly (Fig. 1) et descendus à une profondeur telle qu'ils recevaient le même éclaircissement qu'à leur point d'origine. Immédiatement après, les deux témoins étaient fixés par un millilitre de chacun des deux réactifs de Winkler.

Après une demi-journée solaire d'exposition, les flacons immergés étaient sortis et fixés à leur tour. Le transport des flacons fixés s'effectuait dans un seau d'eau et, après acidification au laboratoire, l'iode libéré était déterminé par trois titrations sur des pipettages de 50 ml.

La production primaire, ramenée à la journée solaire, était calculée par application des équations de Strickland et Parsons (1968).

## B. Pigments photosynthétiques

Une analyse des chlorophylles était effectuée sur des échantillons d'eau provenant de chacun des six points, selon les normes SCOR-UNESCO (1966).

### ZONES ET METHODES DE CALCUL

#### A. Zones

L'étude hydrologique, les données de Stirn (1970), ainsi que les comptages de phytoplancton, ont montré que le lac pouvait être divisé en deux régions.

La première, à l'Ouest, comprend les stations 1, 2, 3. Les égouts de Montplaisir et Cherguia se jettent à proximité des stations 1 et 3. Les teneurs en azote et phosphore y sont très élevées ( $50 \mu\text{g-at N-NO}_3/\text{l}$  et  $3 \mu\text{g-at P-PO}_4/\text{l}$  en moyenne). Les comptages ont montré une grande identité, tant qualitative que quantitative, dans la composition du phytoplancton des stations 1, 2 et 3. Aussi, les mesures directes de production n'ont été effectuées qu'en 2. Les productions en 1 et 3, considérées comme associées à 2 ont été déduites des teneurs en chlorophylle *a* à ces stations le jour de la mission et de la production en 2. Chacune de ces stations détermine une zone couvrant une certaine fraction du lac. Ces zones sont nommées I, II et III.

Un raisonnement similaire a permis d'associer les stations 5 et 6 à la station 4. Les zones correspondantes, respectivement V, VI et IV forment la région est du lac. Les égouts ne l'alimentent pas et un relèvement du fond du lac, à la limite entre II et IV (Fig. 1) restreint les échanges d'eau entre les deux régions.

#### B. Expression des résultats

##### 1. — Définitions

- Production brute (P.B.) : Quantité totale de carbone assimilé : écart entre les bouteilles noires et blanches.
- Production nette (P.N.) : P.B. — quantité perdue par respiration pendant le même temps.
- Production nette corrigée en  $\text{mg C/m}^3/\text{j}_{24}$  : production nette ramenée à 24 h réelles par soustraction de la respiration nocturne.

D'après Brown (1953) la respiration du phytoplancton à l'obscurité est la même qu'en éclairage normal. Ici, les corrections ont été faites en tenant compte de la respiration mesurée. La production nette corrigée est très proche de 60 % de la production nette. Ceci s'accorde bien avec les données de Brouardel et Serruya (1967).

## 2. — Méthodes de calcul

a. La production brute (en  $\text{mg C/m}^3/\text{j}$ ) mesurée est divisée par la quantité de chlorophylle *a* présente à la station considérée, le jour de la mission (Strickland, 1960).

b. La production brute des stations associées est estimée à partir des valeurs obtenues au paragraphe « a » et de leur teneur en chlorophylle *a*.

c. A partir des mesures directes de production, la production nette est estimée pour chacune des stations.

d. La production nette est corrigée à partir des mesures de respiration de la consommation nocturne.

e. Les valeurs obtenues permettent de construire une courbe annuelle de production pour chaque station. L'aire comprise entre l'axe des abscisses et la courbe permet de calculer la production journalière moyenne et la production annuelle (Fig. 2). Les valeurs numériques concernant les stations 1, 3, 5, 6 sont indiquées dans le tableau 1.

Tableau n° 1  
*Production nette par mission*

| M<br>S | M <sub>1</sub> | M <sub>2</sub> | A <sub>1</sub> | A <sub>2</sub> | M   | J   | A | S    | O    | N   | D   | J  | F   |
|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----|-----|---|------|------|-----|-----|----|-----|
|        | 220            | 520            | 520            | 300            | 120 | 0   | 0 | 2000 | 1700 | 470 | 710 | 76 | 410 |
|        | 545            | 545            | 845            | 210            | 147 | 132 | 0 | 620  | 380  | 110 | 280 | 92 | 800 |
|        | 565            | 49             | 22             | 126            | 24  | 0   | / | 2100 | 140  | 11  | 106 | 75 | 160 |
|        | 41             | 50             | 60             | 250            | 49  | 0   | 0 | 1650 | 84   | 11  | 78  | 31 | 135 |

Les valeurs sont exprimées en  $\text{mg/m}^3/\text{j}_{24}$ .

S : N° de la station.

M : Missions. Pour les dates, voir la légende de la fig. 1.

N.B. : En août la station 5 n'a pu être visitée.

## RESULTATS

### A. Phytoplancton

La majeure partie du phytoplancton est constituée par des Chlorophycées des genres *Nannochloris* et *Stichococcus* (Margalet communication personnelle).

$\text{mg C/m}^3/\text{j}_{24}$

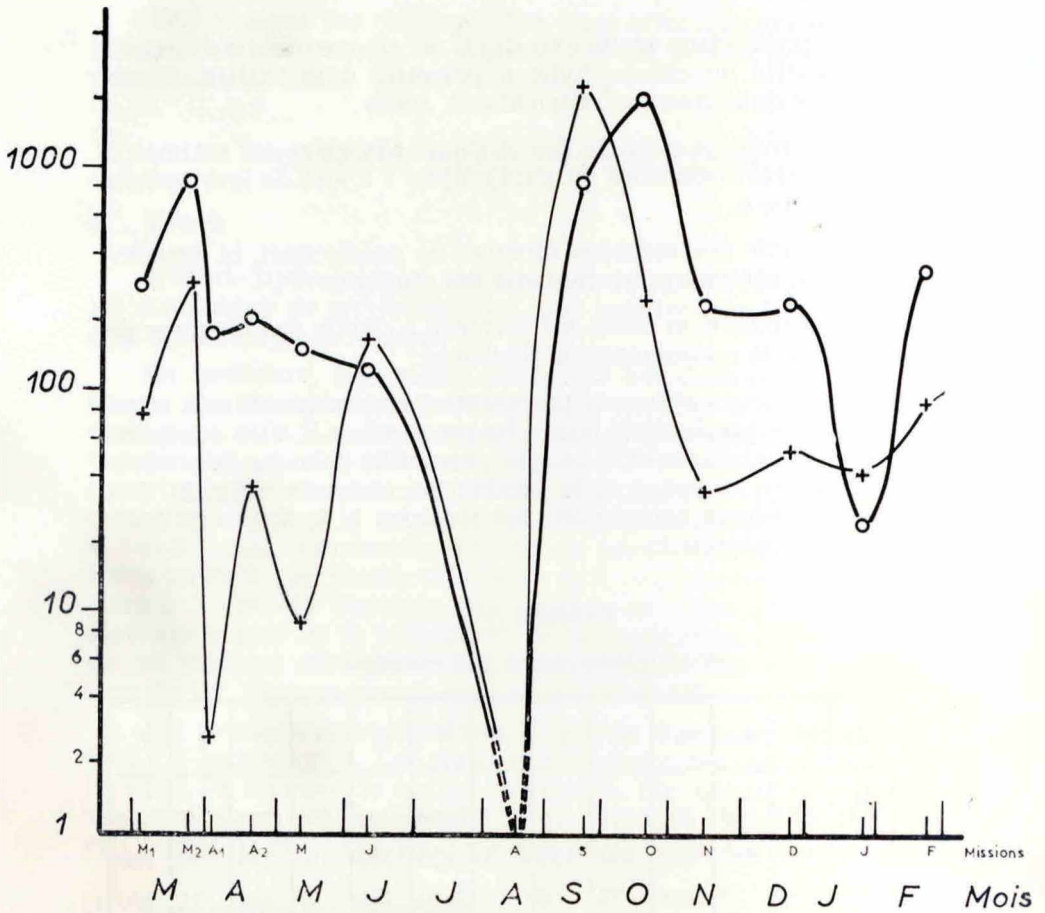


Fig. 2 :

O : Production en  $\text{mg C/m}^3/\text{j}_{24}$  à la station n° 2

+ : Production en  $\text{mg C/m}^3/\text{j}_{24}$  à la station n° 4

M₁ : 2 mars 1970

M₂ : 22 mars 1970

A₁ : 4 avril 1970

A₂ : 21 avril 1970

M : 13 mai 1970

J : 13 juin 1970

Pas de sortie en juillet

A : 14 août 1970

S : 22 septembre 1970

O : 20 octobre 1970

N : 17 novembre 1970

D : 23 décembre 1970

J : 26 janvier 1971

F : 24 février 1971

N.B. : Les indications de mois sont également valables pour le tableau n° 1.  
Les pointillés au niveau d'août indiquent une discontinuité, la production étant nulle, son logarithme tend vers  $-\infty$

Ces cellules peuvent atteindre à l'état naturel une densité de 11 milliards de cellules au litre (station 1, septembre 1970). Les Diatomées ne dépassent jamais 40 millions de cellules au litre.

En culture, les « *Nannochloris* » atteignent 45 milliards de cellules au litre car ces espèces, au métabolisme élevé, se divisent toutes les cinq heures dans un milieu dont la composition en sels nutritifs est identique à celle du lac.

Des expériences en cours, ainsi que des travaux antérieurs (Stirn, 1970) tendent à montrer qu'une partie de ces cellules est composée de spores de Diatomées thermophiles. Une culture à 18°C, Cl = 17 p. 1000, ne contient que des cellules sphériques, ressemblant à des *Nannochloris*. L'extrait pigmentaire de cette culture contient de la chlorophylle *c* mise en évidence par chromatographie et spectrophotométrie (Jeffrey et Shibata, 1969).

Une culture de ces mêmes cellules, maintenue à 30° C, Cl = 28 p. 1000 présente de grandes taches brunes, formées de Diatomées agglutinées. La salinité ne semble pas être le facteur déterminant de transformation.

## B. Production primaire

Une quantité de 2 812 tonnes de carbone organique a été calculée. On trouvera dans le tableau 2 le détail des calculs.

Tableau n° 2  
Détail des calculs (voir texte)

| Zone  | % volume | Volume<br>× 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> | Production<br>g/m <sup>3</sup> /an | Production<br>par zone en T |
|-------|----------|--------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| I     | 3,8      | 1,05                                       | 165                                | 174                         |
| II    | 32,9     | 9,05                                       | 123                                | 1230                        |
| III   | 3,9      | 1,08                                       | 101                                | 109                         |
| IV    | 46,7     | 12,92                                      | 83,6                               | 1082                        |
| V     | 3,0      | 0,85                                       | 74,5                               | 63                          |
| VI    | 9,7      | 2,68                                       | 57,8                               | 154                         |
| Total | 100,0    | 27,63                                      |                                    | 2812                        |

### E. Possibilités de consommation

La production annuelle a une valeur moyenne de  $97 \text{ g C/m}^2/\text{an}$  ou  $91 \text{ g C/m}^2/\text{an}$  (surface du lac =  $29,54 \text{ km}^2$ ). Il est évident que la production d'automne ne saurait être entièrement consommée, à cause même de son abondance. On peut, en une première approximation, estimer la production consommable en ne considérant que la production inférieure au pic d'hiver ( $200$  à  $400 \text{ g C/m}^2/\text{an}$ ). La production en 4 est ramenée à  $37 \text{ g C/m}^2/\text{an}$ . En 2, elle n'est plus que de  $80 \text{ g}$ . La production automnale représente donc au moins la moitié de la production annuelle, ce qui est néfaste pour l'économie des pêches.

### F. Comparaison avec d'autres travaux

Pour la mer Méditerranée, au large de Monaco, Brouardel et Rinck (1963) indiquent  $37 \text{ g C/m}^2/\text{an}$ , la zone est du lac présente une valeur annuelle (moins l'automne) identique. Cette valeur est très faible. Par contre, les pics de production mesurés pour le lac de Tunis sont du même ordre de grandeur que ceux signalés par Steeman-Nielsen (1954) pour la baie de Walvis :  $3800 \text{ mg C/m}^2/\text{j}$ .

Brouardel et Serruya (1967-1968) indiquent pour les lacs Léman et de Nantua respectivement  $142$  et  $130 \text{ g C/m}^2/\text{an}$ . Ces valeurs sont supérieures à celles du lac de Tunis. Il faut toutefois préciser que les zones euphotiques de ces lacs sont dix à vingt fois plus profondes que celle du lac de Tunis.

En Tunisie, Zaouali (1971) cite pour la mer de Bou-Grara les productions nettes suivantes :  $216$  et  $127 \text{ mg C/m}^2/\text{j}$ . Ces chiffres correspondent à la moyenne du lac de Tunis.

## CONCLUSION

Les deux régions du lac de Tunis (Est et Ouest) montrent une productivité très différente. La première est pauvre, sa production utilisable est de l'ordre de celle de la mer ouverte ( $37 \text{ g C/m}^2/\text{an}$ ). L'autre est riche, même en déduisant  $80 \%$  du pic d'automne, une moyenne annuelle de  $80 \text{ g C/m}^2$  reste disponible. L'eutrophisation due aux eaux d'égout permet cette production, alors qu'elle est limitée par le couple éclaircissement - température. L'inhibition estivale limite les dystrophies qui se produisent en août, la quantité de matière organique à reminéraliser étant faible.

Une réduction de la fertilisation est souhaitable. Elle n'aurait probablement pour effet que de réduire la végétation ben-

thique (*Chaetomorpha*, *Ulva*) — qui n'est pas consommée par les prédateurs —, le cycle végétatif de ces algues les faisant se développer à des époques où le phytoplancton est inhibé par la lumière.

L'aménagement de la production du lac est souhaitable car il pourrait aboutir à un contrôle et à une meilleure utilisation augmentant les ressources de pêche.

## BIBLIOGRAPHIE

- BALLESTER A. (1966). — Critica de los metodos espectrofotometricos y cromatograficos en el estudio de los pigmentos del plancton. *Invest. Pesq.*, t. 30 : 613-630.
- BALLESTER A. y PLANA A. (1969). — Estudio cromatografico y autoradiografico de los pigmentos fotosintetizados en algas marinas. *Proc. int. Seaweed Symp.*, t. 6 : 427-433.
- BOUGIS P. (1967). — Le Plancton. Paris, P.U.F., Que sais-je ? n° 1241 : 124 p.
- BROUARDEL J. et RINCK E. (1963). — Mesure de la production organique en Méditerranée dans les parages de Monaco à l'aide de  $^{14}\text{C}$ . *Ann. Inst. océanogr.* Paris, t. 40, n° 2 : 110-164.
- BROUARDEL J. et SERRUYA C. (1967). — Mesure de la production organique dans le lac Léman à l'aide de  $^{14}\text{C}$ . *Ann. Limnol.*, t. 3, n° 2 : 299-330.
- BROUARDEL J. et SERRUYA C. (1968). — Mesure de la production organique dans le lac de Nantua à l'aide de  $^{14}\text{C}$ . *Id.*, t. 4, n° 1 : 133-147.
- BROWN A. H. (1953). — The effect of light on respiration using isotopically enriched oxygen. *Am. J. Botany*, t. 40 : 719-740.
- JEFFREY S.W. and KAZUO SHIBATA (1969). — Some spectral characteristics of chlorophyll c from *Tridacna crocea zooxanthellae*. *Biol. Bull.*, Woods Hole, t. 136, n° 1 : 54-62.
- LIND O.T. and CAMPBELL R.S. (1969). — Comments on the use of liquid scintillation for routine determination of  $^{14}\text{C}$  activity in production studies. *Limnol. Oceanogr.*, t. 14, n° 5 : 787-789.
- MARSHALL S.M. and ORR A.P. (1948). — Further experiments on the fertilization of a sea loch (loch Craiglin). The effect of different plant nutrients on the phytoplankton. *J. Mar. biol. Ass. U.K.*, t. 27, n° 2 : 360-380.
- PATTER B.C. and all. (1964). — Some experimental characteristics of dark and light bottles. *J. Cons. int. Explor. Mer*, t. 28, n° 3 : 335-354.
- SCOR - UNESCO (1966). — Monographs on oceanographic methodology. 1. Determination of photosynthetic pigments in sea water. Paris, UNESCO, 69 p.
- STEEMAN - NIELSEN E. (1952). — The use of radioactive carbon  $^{14}\text{C}$  for measuring organic production in the sea. *J. Cons. int. Explor. Mer*, t. 18 : 117-140.
- STEEMAN - NIELSEN E. (1954). — On organic production in the oceans. *Id.*, t. 19, n° 3 : 309-320.
- STIRN J. (1967). — Rapport sur l'assainissement du lac de Tunis. Tunis, Ministère de l'Agriculture.

- STIRN J. (1970). — Further contribution to the study of the bioproductivity of polluted marine ecosystems. *Rev. int. Océanogr. méd.*, t. 28-29 : 21-27.
- STRICKLAND J.D.H. (1960). — Measuring the production of marine phytoplankton. *Bull. Fish. Res. Bd Canada*, n° 122 : 172 p.
- STRICKLAND J.D.H. and PARSONS T.R. (1968). — A manual of sea water analysis. *Id.*, n° 167 : 311 p.
- ZAOUALI J. (1971). — Etude de l'écologie du lac de Tunis et de la mer de Bou Grara (Tunisie). Leurs peuplements malacologiques. Thèse doctorat 3ème cycle. Univ. Caen. UER Sciences de la vie et du comportement. 121 p. multcop.