A C T A A D R I A T I C A

INSTITUT ZA OCEANOGRAFIJU I RIBARSTVO — SPLIT
FNR JUGOSLAVIJA

Voi. VI. No. 8.

EFFET DE LA FERTILISATION ARTIFICIELLE SUR LE PHYTOPLANCTON DE LA REGION DE MLJET

UTJECAJ UMJETNE FERTILIZACIJE NA FITOPLANKTON MLJETSKOG PODRUČJA

T. Pucher-Petković

SPLIT 1960

TISAK: NOVINSKO IZDAVAČKO PODUZEĆE »SLOBODNA DALMACIJA« – SPLIT

EFFET DE LA FERTILISATION ARTIFICIELLE SUR LE PHYTOPLANCTON DE LA REGION DE MLJET

UTJECAJ UMJETNE FERTILIZACIJE NA FITOPLANKTON MLJETSKOG PODRUČJA

Tereza Pucher-Petković
Institut d'océanographie et de pêche, Split

INTRODUCTION

Dans ce travail, notre intention est de publier les résultats obtenus au cours de la seconde phase des investigations sur la population de phytoplancton, dans la région de l'île de Mljet.

Dans la première partie, l'auteur (Pucher-Petković, 1957), expose les résultats auxquels ont abouti deux années de recherches, quantitatives et qualitatives, sur le phytoplancton et ses relations envers les facteurs du milieu (III. 1951. — III. 1953) et désire montrer les changements survenus dans la population de phytoplancton au cours de la fertilisation artificielle effectuée pendant l'année 1954.

Les travaux, sur les lacs de Mljet, étaient dirigés par le Dr M. Buljan, chef du service de physiographie près l'Institut d'océanographie et de pêche.

En cette occasion, je lui adresse ici tous mes remerciements. Je me sens tenue d'exprimer aussi ma gratitude particulière au Dr A. Ercegović, chef du service de biologie de l'Institut, qui a bien voulu controler mon travail et m'aider de ses conseils éclairés.

MATERIEL ET METHODES

On a procédé à la fertilisation du bassin selon une méthode nouvelle et économique, c'est-a-dire par l'addition d'acide sulfurique (H_2SO_4) au superphosphate utilisé comme engrais, d'où dissolution complète des sels de phosphore et dégagement partiel d'acide phosphorique, en même temps qu'impossibilité à l'engrais non dissolu de tomber au fond. Comme agent complémentaire de fertilisation on a employé l'extrait de terre (Buljan, 1957).

La fertilisation au moyenne du phosphate a commencé en janvier 1954, de sorte que, jusqu'à la fin de cette même année, 21,5 t de superphosphate avaient été déversées dans les eaux des lacs de Mljet soit, au total 36,7 mg de $P\text{-}PO_4$ par tonne d'eau de mer de cette région.

Précédemment, en 1953, dans un but d'extermination, on avait jeté dans ces eaux 2,27 t de Ca-cyanamide (Buljan, 1957), ce dont il ne sera pas tenu compte dans nos observations.

La méthode appliquée à l'analyse du phytoplancton a été la même que celle utilisée dans le travail cité: sédimentation et dénombrement au microscope inversé selon U t e r m ö h l. Le matériel a été recueilli sur les mêmes positions que précédemment (station de pleine mer de Gonoturska, Vrbovačka dans le Veliko jezero et une station dans le Malo jezero), avec cette différence qu'on en a encore ajouté quelques autres de Veliko jezero, sur lesquels on a jeté du fertilisant en mer et qui, au cours des expériences, ont été soumises au contrôle des facteurs hydrographiques et de certaines particularités biologiques (bactéries, phytoplancton, zooplancton, huîtres). Ce sont les stations suivantes: Pošta, Pospile, Jejevići, Samostan (fig. 1). Dans toutes ces stations, on a prélevé des

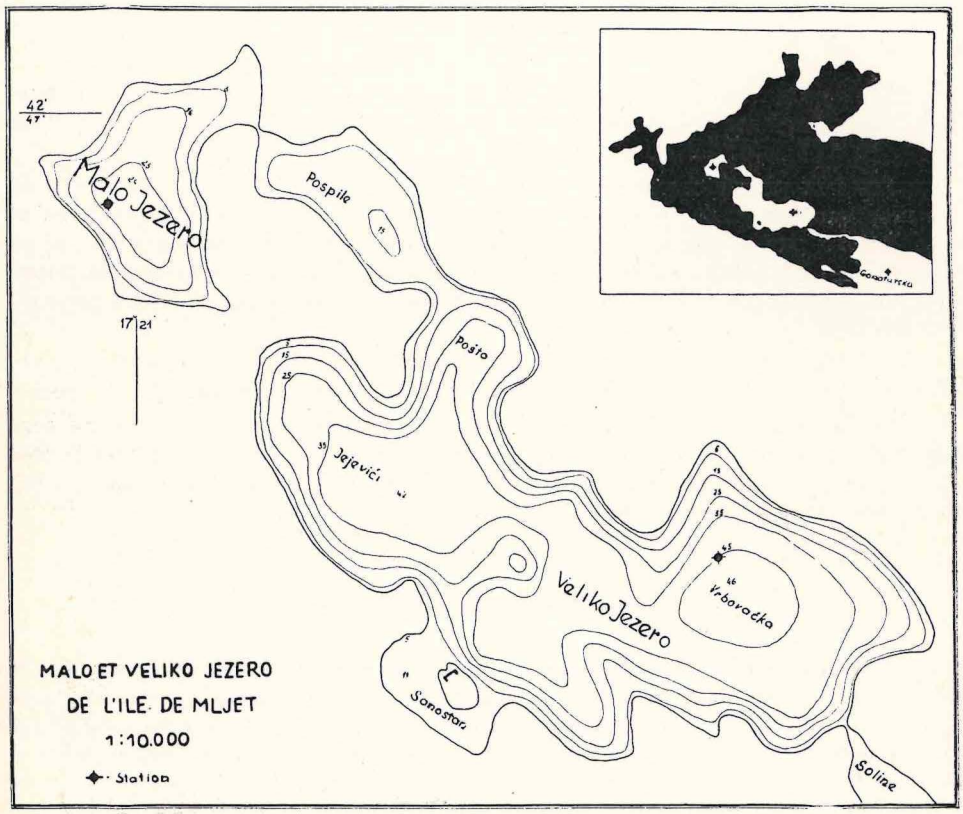

Fig. 1. Carte de la région explorée.

échantillons immédiatement avant la fertilisation et quelques jours après. Une opération de plus grande envergure a eu lieu durant les mois d'août et de septembre 1945, au cours desquels on a prélevé, tous les 3 ou 4 jours, des échantillons de phytoplancton et institué des prélèvement en vue d'autres analyses

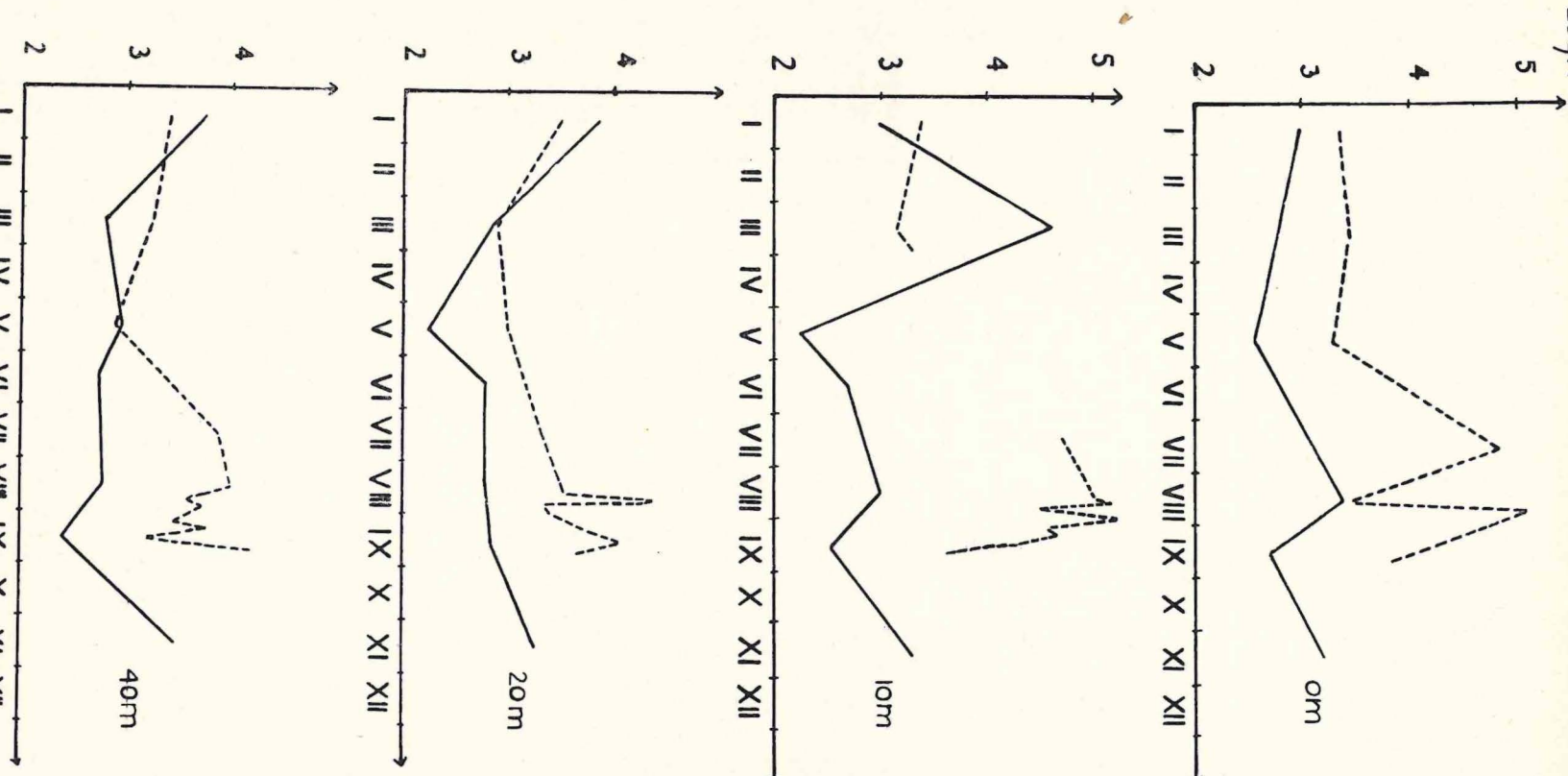

Fig. 2. Densité de la population du phytoplancton dans la station de Vrbovačka en 1953 ——— et 1954 - - - - - à 0, 10, 20 et 40 m de profondeur.

pour toutes les stations de Veliko jezero. De cette façon, il a donc été possible de suivre en détail le comportement de la population du phytoplancton dans un milieu artificiellement modifié.

EXPÉRIENCES DE FERTILISATION

En 1951, 1952, 1953, la station extérieure de Gonoturska, Vrbovačka dans le Veliko jezero, ainsi que la station de Malo jezero étaient pauvres en phytoplancton (de quelques milliers à quelques dizaines de milliers de cellules par litre d'eau de mer), sauf à l'époque de la montée automno-hivernale et printanière. Les valeurs les plus élevées, établies pendant ces périodes, sont les suivantes: 155.700/l dans le Veliko jezero, en juin 1951 à 20 m de profondeur et, en novembre de la meme année, un maximum de 140.000/l dans la couche d'eau de 20 m. La valeur maxima de 1951, dans le Malo jezero a été notée en juin — 160.000/l, à la surface; en 1953 elle est de 230.000/l, valeur représentant la plus grande quantité enregistrée avant la fertilisation dans cette région. On l'a trouvée à 10 m de profondeur en septembre. A Gonoturska, les valeurs n'ont jamais dépassé 100.000/l. (P u c h e r - P e t k o v i ć, 1957).

Les maxima ont été provoqués par l'accroissement de la flore des diatomées en particulier des formes du genre *Chaetoceros*, ainsi que de l'espèce *Thalassiothrix frauenfeldi*. Les Péridinées ont toujours eu un rôle subordonné, quant à la quantité.

Pendant la durée des expériences de fertilisation, la production de phytoplancton dans le Veliko jezero, et, partiellement aussi, dans le Malo jezero, a accusé une notable augmentation. La figure 2 nous montre les différences de densité de la population entre 1953 et 1954 dans la station de Vrbovačka, qui avait aussi fourni des échantillons les années précédentes.

Le Malo jezero, dans lequel, au cours des années précédentes, on avait noté des phénomènes analogues à ceux observés dans le Veliko jezero, n'a pas présenté en 1954 une densité de population beaucoup plus élevée qu'en 1953 (fig. 3). En 1954, les conditions existant dans le Malo Jezero semblent donc avoir subi des modifications, conclusion à laquelle nous conduit la constatation d'un accroissement très sensible des huîtres dans cette région (M o r o v i ć, 1958).

A Gonoturska, station échappant totalement à l'action de la fertilisation, la différence entre les deux années était très faible (fig. 4).

Au cours de l'année 1945, pendant la durée des expériences de fertilisation, 21,5 tonnes de superphosphate ont été déversées dans la mer.

A l'occasion de la première expérience du 21. I. 1954, 500 kg de superphosphate ont été ajoutés à l'eau de Veliko Jezero: 400 kg sur la station de Pospile et 100 kg sur la station de Samostan. Des échantillons ont été prélevés un jour avant l'opération de fertilisation et deux jours après en vue de l'analyse quantitative du phytoplancton.

P o s p i l e

19. I.	0 m — 3344/l	22. I.	0 m — 3520/l
	13 m — 2464/l		13 m — 2904/l

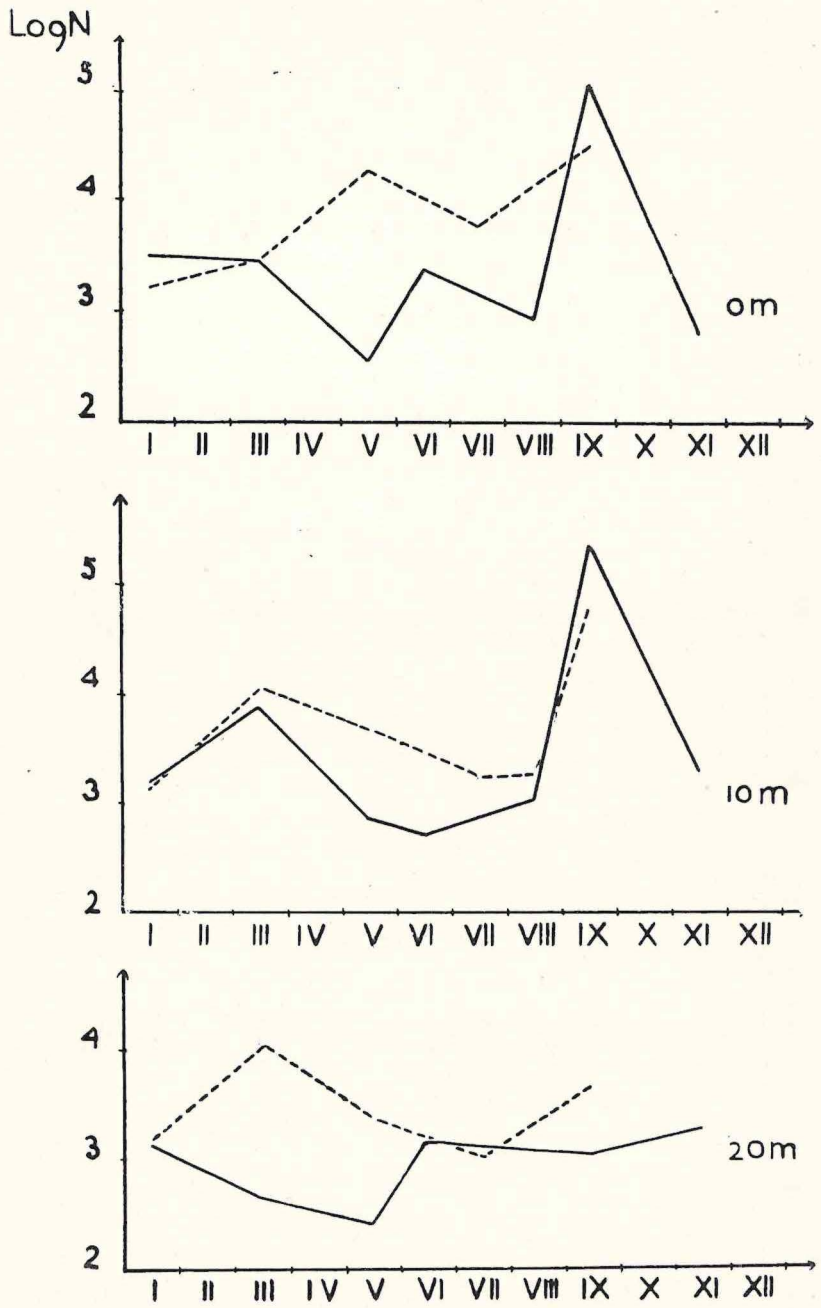

Fig. 3. Densité de la population du phytoplancton dans la station de Malo jezero en 1953—— et 1954 - - - à 0,10 et 20 m de profondeur.

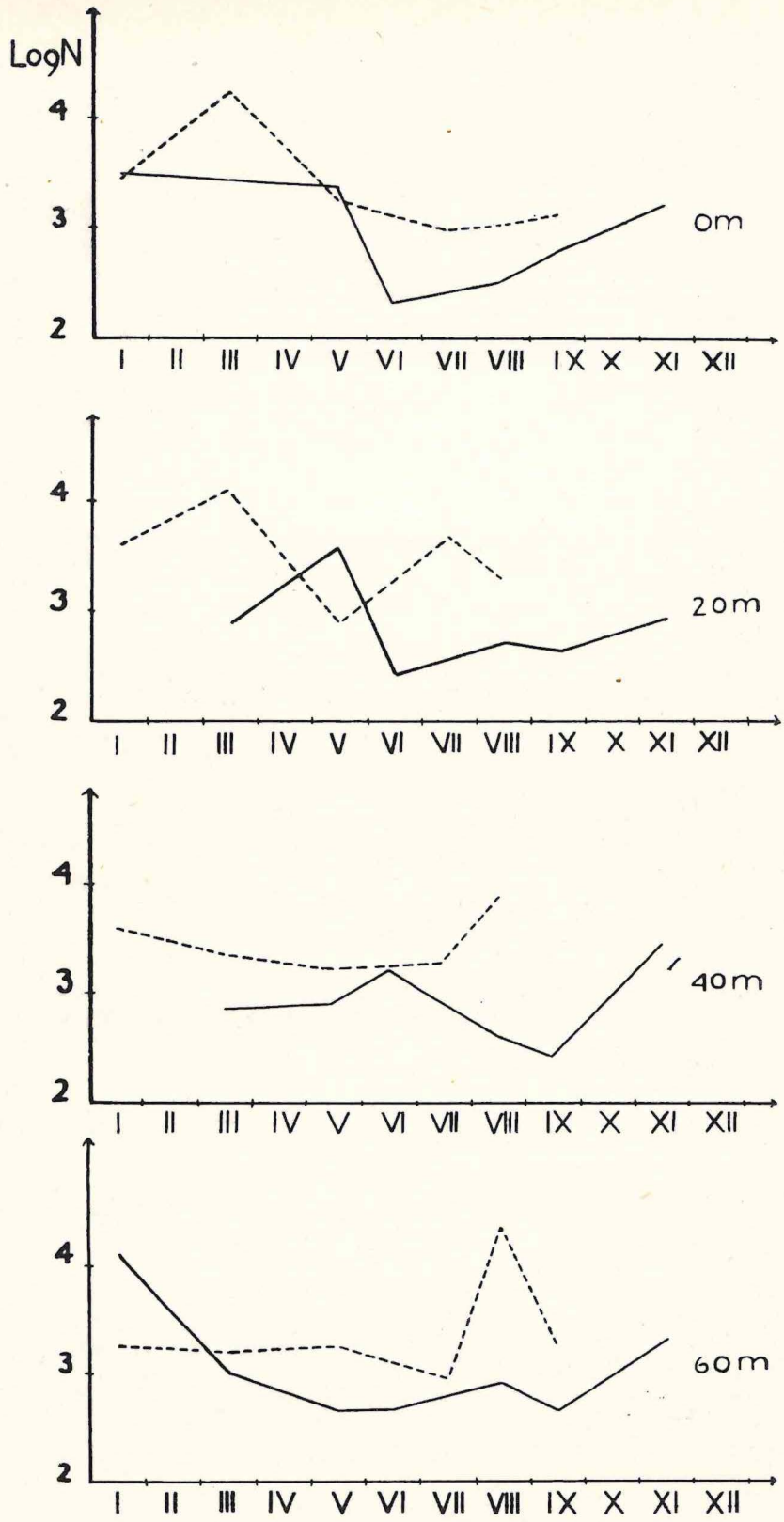

Fig. 4. Densité de la population du phytoplancton dans la station de Gonoturska en 1953 ——— et 1954 - - - - à 0, 20, 40 et 60 m de profondeur.

Samostan

20. I. 0 m — 4400/l	22. I. 0 m — ?
10 m — 704/l	10 m — 9460/l

De plus, des prélèvement ont été aussi institués dans nos trois stations habituelles. Les quantités de phytoplancton enregistrées variaient partout dans les limites normales, sauf dans la station de Samostan où, dans la couche d'eau de 10 m environ, on a trouvé une quantité de phytoplancton 13 fois supérieure à celle d'avant la fertilisation.

La seconde expérience a eu lieu en mars: 2.800 kg de superphosphate ont été déversés dans le Veliko jezero: 400 kg sur la Station de Pospile, 1150 kg à Pošta, 100 kg à Samostan, 1150 kg à Jejevići. L'opération a eu lieu le 12. III. Deux jours auparavant et un jour après l'expérience, des échantillons ont été prélevés dans ces stations. Aucune des quantités de phytoplancton enregistrées n'a présenté d'augmentation après la fertilisation, en un laps de temps si court.

Dan le Malo jezero, cependant, le jour même de la fertilisation, on a constaté des valeurs de phytoplancton légèrement augmentées qui sont demeurées telles même au moment du prélèvement suivant d'échantillons, en mai. Ce fait pourrait être expliqué par l'accroissement normal printanier de phytoplancton qui s'était manifesté les années précédentes dans le Malo Jezero à cette époque de l' année (VI. 1951., V. 1952.).

La troisième fertilisation a commencé le 26. V. et a pris fin le 3. VI. 1954. Durant cette période, tous les jours on a ajouté de l'engrais aux eaux de Veliko jezero, de sorte que 6.500 kg de superphosphate ont été employés pour cette expérience. Le contrôle de l'état des eaux a été effectué à trois reprises et à cette occasion on a démontré que la fertilisation, pendant cette période n'avait eu aucun retentissement sur la population de phytoplancton. A titre d'exemple, nous reportons ici les observations faites dans les stations de Pospile et de Samostan.

Pospile	26. V.	29. V.	3. VI.
	0 m — 2288/l	0 m — 704/l	0 m — 1320/l
	13 m — 2288/l	7 m — 880/l	7 m — 1056/l
		13 m — 616/l	13 m — 2288/l

Samostan	25. V.	28. V.
	0 m — 3080/l	0 m — 792/l
	10 m — 3168/l	10 m — 2640/l

Au cours de l'expérience suivante, qui a eu lieu le 22. VII., on a jeté 800 kg d'engrais dans les eaux de Veliko jezero: 300 kg sur la station de Pošta, 400 kg à Jejevići et 100 kg à Samostan. Des prélèvements de phytoplancton ont été effectués en même temps que d'autres le 20. et le 21. VII., c'est-à-dire avant la fertilisation.

Les valeurs du phytoplancton, dans toutes les stations de Veliko jezero, accusent un accroissement sensible, ce que nous attribuons à l'action favorable de la fertilisation, fin mai et début de juin, quand des quantités relativement importantes de superphosphates avaient été épandues dans les eaux de Veliko jezero.

Samostan 20. VII.
0 m — 60.632/l

Pospile 20. VII.
0 m — 13.736/l

Pošta 20. VII.
0 m — 6.160/l
10 m — 42.152/l

Malo jezero 21. VII.
0 m — 6.072/l

Jejevići 21. VII.
0 m — 56.584/l

Vrbovačka 21. VII.
0 m — 78.584/l
10 m — 50.160/l

A l'accroissement de la population de phytoplancton durant ce mois, la contribution la plus importante revient aux formes diverses des genres *Chaetoceros et Bacteriastrum (B. hyalinum* et *B. delicatulum)*. Une action minima de la fertilisation s'est manifestée, également, dans le phytoplancton de surface de Malo jezero. Le courant de surface de Veliko jezero y a été, probablement, pour quelque chose.

Au cours des VIII[e] et IX[e] mois, le Veliko jezero a été fertilisé à deux reprises. Le 20. et le 21. VIII. 2900 kg de superphosphate ont été utilisés pour l'experiment, et le 24. et le 25. IX. 4000 kg de fertilisant ont été employés et répartis uniformément sur toutes les stations de Veliko jezero. Le contrôle de l'état du lac a été effectué dans toutes les stations un jour avant la fertilisation (le 19. et le 20. VIII.) et s'est poursuivi pendant toute cette période, à quelques jours d'intervalle, ainsi que le montre la table ci-jointe. Pour avoir un meilleur aperçu d'ensemble, nous reportons ici des diagrammes montrant le comportement de la population de phytoplancton au cours des expériences de fertilisation dans les stations de Pospile (fig. 5.), de Pošta (fig. 6.) et de Vrbo-

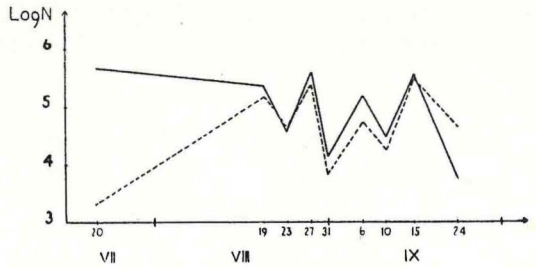

Fig. 5. Comportement de la population du phytoplancton au cours des expériments de fertilisation dans la station de Pospile (0 m——, 12—13 m - - -).

vačka (fig. 7.). Comme l'action de la fertilisation n'étant apparente qu'à partir du VII[e] mois, les diagrammes englobent seulement les expériences du VII[e] et IX[e] mois.

Le maximum d'août, apparu de 3 à 10 jours après la fertilisation, est caractéristique pour toutes les stations: le 23 août, il est enregistré dans la station de Pošta avec 180.000 cellules par litre d'eau de surface; à Vrbovačka avec 130.000/l à 0 m et 140.000/l à 10 m; dans la station de Samostan avec 212.000/l à 9,5 m; à Pospile, le 27. VIII. avec 350.000 cell./l à 0 m et 226.000/l à 12 m. Le maximum de population dans la couche d'eau de 10 m, dans la station de

Vrbovačka, ne s'est manifesté que le 31. VIII., le même jour que dans la station de Samostan à 20 mètres.

Dans toutes les stations, les différences constatées entre les quantités de phytoplancton, dans l'intervalle des prélèvements étaient très fortes et, pour mieux interpréter ces oscillations il faudrait examiner les fluctuations journalières du phytoplancton dans les conditions normales. Quelques jours plus tard, le 31 août, on a déjà observé un minimum par rapport aux valeurs enregistrées

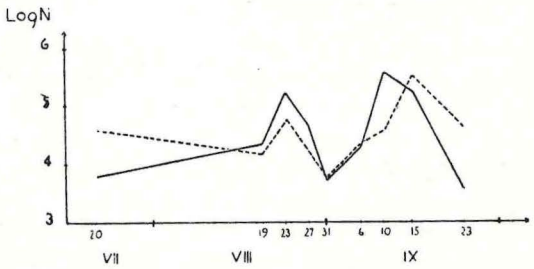

Fig 6. Comportement de la population du phytoplancton au cours des expériments de fertilisation dans la station de Pošta (0 m——, 10 m - - -).

dans nos stations pendant trois mois (juillet, août, septembre). Dans la station de Pospile, 13.000 cellules seulement ont été trouvées en surface contre 350.000/l quelques jours auparavant. A 12 m, il y en avait 6.300/l, contre 226.000/l la dernière fois. Le même fait s'est reproduit dans la station de Pošta où, le 31 août, on comptait un peu plus de 5.000 cellules à 0 et 10 m. Dans la station de Vrbovačka, le 27 août, la même tendance apparait déjà dans les couches plus pro-

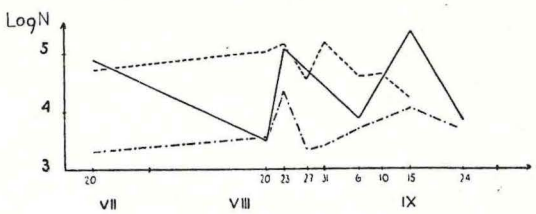

Fig. 7. Comportement de la population du phytoplancton au cours de la feritilisation dans la station de Vrbovačka (0——, 10 - - -, 20 -.-.- m)

fondes. Quant aux valeurs de surface, elles nous manquent. Dans la station de Samostan, on a également établi des valeurs moindres (19.000/l à 0 m) par raport à celles du 23. août, quand, dans la couche de surface, on avait dénombré 212.000/l.

Dès cette époque, d'une prise d'échantillons à l'autre, nous enregistrons des fluctuations plus ou moins grandes de la population, qui, dans les stations de Pospile et de Pošta, se suivent presque parallèlement dans les couches de 0 et 10 m pour diverger, souvent sensiblement, dans les autres stations et dans des eaux plus profondes. C'est ainsi qu'apparaît dans les stations de Pošta et de

Vrbovačka, mentionées précédemment, un maximum tardif à des niveaux plus profonds (dans la première station le 31. VIII. avec 322.000/l dans la couche de 20 m, dans la seconde, le même jour avec 166.000/l dans la couche de 10 mètres.

Un nouveau maximum plus fort de population phytoplanctonique, commun à toutes les stations, se manifeste le 15. IX. à Pospile, Pošta (10 m), Vrbovačka, Jejevići, et le 10. IX. déjà, dans la station de Samostan et en surface dans la station de Pošta. Dans cette dernière, la population est demeurée dense encore le 15. IX. A Pospile, ce jour-là, on a constaté 343.000/l dans la couche de 12 m et à 5 m, un maximum de 530.000/l déjà le 10. IX.

Dans la station de Pošta, nous avons enregistré le 15. IX. des valeurs maxima de 330.000/l à 10 m et en surface de 187.000/l, alors que, dans cette couche, le maximum était déjà apparu le 10. IX. avec plus de 400.000 cellules/l.

A partir de cette date une baisse brusque de la population se fait sentir.

Un contrôle effectué le 23. et le 24. IX. indique, en surface de la station de Pospile 5.000 cell/l seulement et 42.000/l encore à 13 m, chiffres très faibles, également, comparé aux valeurs enregistrées une semaine auparavant. La même situation s'est présentée dans la station de Pošta avec 3.500/l environ en surface et, plus profondément 45.000/l. Dans la station de Vrbovačka, la densité est, egalement, tombée au-dessous de 5.000 cellules/l en surface, plus profondément, elle est un peu plus élevée (vers 15.000/l à 42 m). Dans la station de Samostan, on ne trouve pas même 2.000/l en surface et à Jajevići un peu plus de 6.000/l seulement.

RESULTATS DES RECHERCHES

Il ressort de ce que nous venons d'exposer que les deux premiers essais de fertilisation — en janvier et mars 1954 — n'ont eu aucune répercussion apparente sur le développement du phytoplancton. Celui-ci, à cette époque, variait dans les limites normales des fluctuations observées en ces lieux les années précédentes. En relation avec ceci, Marshall et Orr (1948) mentionnent, dans leur travail sur les expériences de fertilisation effectuées dans la baie de Craiglin (Loch Craiglin), que le phytoplancton ne peut utiliser les substances nutritives que lorsque les algues benthoniques ont couvert leurs besoins. Ils ajoutent aussi que, dans les cas d'accroissement de la population des algues benthoniques, la fertilisation reste sans effet sur l'augmentation du phytoplancton, sauf si de très grosses quantités de sels nutritifs ont été utilisées.

Dans le cas qui nous occupe, on a mentionné en premier lieu les essais éffectués à l'époque de la floraison la plus intensive de la végétation benthonique. On trouvait alors le long de la côte et sur les hauts-fonds du lac une ceinture jaune-vert bien développée de plantes bentoniques. Mais on ne peut pas comparer les conditions existant ici avec celles de Loch Craiglin. Cette baie présente, en effet, un petit bassin sans profondeur: de 2 m en moyenne et, dans une mineure partie seulement, de 5 mètres. La flore benthonique y est très bien développée. Le Veliko jezero est, par contre, un bassin plus grand et plus profond, atteignant, par endroits, plus de 40 m de profondeur.

En janvier 1954 nous voyons que la fertilisation de Veliko jezero a déclenché une augmentation du phosphate qui y était représenté en quantité suffisante pour avoir une action sur le phytoplancton du lac. Le 20. I., c'est-à-dire le jour avant la fertilisation, dans la station de Samostan, on a trouvé, en surface, 4,5 mg/t de $P\text{-}PO_4$ et, à 10 m 0,9 mg/t. Un jour après la fertilisation, lors des nouveaux prélèvements, on a noté un accroissement du phosphate pour la première profondeur, soit 26,9 mg/t, et, pour la seconde 27,4 mg/t. Dans la station de Pospile, les phosphates ont passé, en surface, de 2,3 mg/t avant la fertilisation à 46,2 mg/t après la fertilisation et, à 13 m, de 1,0 mg/t à 18,5 mg/t. Ce qui vient d'être dit prouve que, ce mois-là, le phytoplancton disposait d'une quantité suffisante de phosphate mais qu'il n'avait pu le consommer en si peu de temps, fait imputable aux basses températures hivernales car tous les processus dans les organismes se déroulent plus lentement que pendant les mois plus chauds. Dans les stations mentionnées, les températures avaient varié entre 9,11° et 9,8°C. Dans notre cas il n'y a aucune raison de penser que la végétation benthonique ait eu la priorité pour utiliser l'engrais avant le phytoplancton, étant donné que, dans le lac, elle se limitait à la ceinture côtière et aux endroits moins profonds. A Craiglin, elle était, probablement, beaucoup plus luxuriante et, par suite de la faible profondeur du bassin, les matièeres nutritives tombant tout de suite au fond pouvaient y être consommées sur le champ.

Lors de sa seconde fertilisation, en mars, nous n'avons pas noté non plus, à l'époque des observations, (c.a.d. du 10.—13. III.) de changement apparent dans la population du phytoplancton, les prélèvements ayant été renouvelés une fois seulement et cela un jour après l'expérience. Les mensurations ultérieures de la transparence de l'eau de Veliko jezero, du 15.—30. III., n'ont accusé que de faibles valeurs, de 1 à 2 m. C'est ce qui nous fait penser que ce mois-là le phytoplancton n'y a pas été étranger. Le jour qui a suivi la fertilisation, la proportion de phosphate était justement extraordinairement élevée à Pospile. En surface, on en a trouvé jusqu'à 112,3 mg/t. Sur les autres stations, et à d'autres profondeurs, on a établi des valeurs beaucoup plus basses.

Les 20 et 21 juillet, avant la fertilisation, nous avons trouvé des valeurs de phytoplancton augmentées dans toutes les stations de Veliko jezero ce que nous attribuons aux grandes quantités d'engrais employés fin mai puis, de nouveau, au début de juin, quand 6.500 kg de superphosphate avaient été déversées dans l'eau. En juillet, avant la fertilisation, les proportions de phosphate étaient toujours encore légèrement accrues par rapport à celles des années précédentes à peu près à la même époque. Sur les stations de Veliko jezero, elles variaient de 1,8 à 4,3 mg/t. La valeur maxima du phosphore total était, près du fond de la station de Pospile, de 40 mg/t. Pour l'année 1953., nous ne possédons de données que pour juin et août; elles nous fournissent cependant une image assez exacte de la situation. En juin 1953., les phosphates ont varié de 0,3 à 2.2 mg/t et en août de 0,1 à 2.8 mg/t.

L'augmentation de la population de phytoplancton pendant ce mois est, peut-être, due à l'accroissement naturel de la végétation apparu en 1951 dans le Veliko jezero un mois avant, c'est-à-dire en juin, et qui, en 1953, n'avait pas été constaté à cette époque.

A partir de juillet 1954, une nouvelle fertilisation eut pour conséquence un fort accroissement de phytoplancton avec deux maxima — l'un en août, de 3

à 10 jours après l'expérience, et le second un mois plus tard — fait anormal pour la période du repos estival pendant laquelle toutes les stations, les années précédentes, n'avaient accusé que de très basses densités de population, ce que nous pouvons voir sur la figure 8.

Après le second maximum, la population de phytoplancton a diminué brusquement, probablement absorbée par le zooplancton du lac qui, lui, n'avait présenté, durant la période de fertilisation, aucun changement essentiel (selon une communication personelle de ma collègue V u č e t i ć).

La même situation apparaît clairement dans toutes les stations. Une hausse suivie d'une baisse brusque sont, du reste, caractéristiques pour la population de diatomées, qui, dans notre cas, prédominait.

Il est intéressant de constater que, à cette époque, deux diatomées prévalaient dans nos stations où elles constituaient le gros de la population — *Leptocylindrus adriaticus* et *Nitzschia sp.* qui, les années précédentes n'étaient apparues que dans certaines stations et en très faibles quantités.

Alors qu'en juillet 1954, dans toutes les stations avaient prédominé — comme nous l'avons mentionné précédemment — les espèces des genres *Chaetoceros* et *Bacteriastrum*, à partir de cette époque, le rôle principal dans la production revient à *Leptocylindrus adriaticus* S c h r ö d e r et *Nitzschia sp.* Déjà en 1954, à Vrbovačka, dans la couche de surface, *Bacteriastrum hyalinum* et *B. delicatulum* sont représentés avec 170.000 cell/l, mais déjà dans l'échantillon, *Leptocylindrus adriaticus* est prédominant. Des valeurs un peu supérieures de ces deux espèces ont été enregistrées dans la couche d'eau de 10 m. Pendant la période qui a suivi, *Bacteriastrum* a presque complètement disparu des échantillons pour laisser, en août, le rôle prépondérant dans la production à *Leptocylindrus adriaticus*. Cette espèce est entièrement responsable du premier maximum mentionné qui est apparu de 3 à 10 jours après la fertilisation dans nos stations. Le 31. VIII., à Vrbovačka, on a trouvé plus de 185.000 cell/l de l'espèce mentionnée ci-dessus à 10 m de profondeur; à la même date, dans la station de Pošta, on notait 261.000 cell/l, environ, dans la couche d'eau de 20 m, et, plus tard dans la même station, 396.000/l en surface. La station de Pospile a donné le maximum de l'espèce *Leptocylindrus* à 0 et 12 m déjà le 27. VIII. — plus de 190.000/l dans la première et plus de 214.000/l dans la seconde couche. A cette époque, dans cette station, *Bacteriastrum* a joué aussi un rôle dominant, ce que nous avons déjà mentionné. La quantité de cette espèce a diminué par la suite, tout en restant relativement assez élevée pendant toute la durée des recherches (normalement vers une dizaine de milliers par litre et au-dessous).

A la mi-septembre s'est substitué à celle-ci l'espèce minuscule *Nitzschia*, forme dominante de la population de phytoplancton pendant ce mois; elle a contribué à l'apparition du second maximum au cours de cette période. Dans la station de Vrbovačka, cette espèce a atteint son maximum le 15. IX. avec 158.000/l en surface, dans la station de Pošta un maximum apparaît le 15. IX. avec 127.000/l à 0 m et 240.000/l à 10 m de profondeur. Dans la station de Pospile on a enregistré des valeurs élevées pour cette même espèce déjà le 10. IX. à 5 m — 334.000/l, et encore aussi le 15. IX. (310.000/l à 0 m et 545.000/l à 12 m). Dans la station de Samostan, le maximum est noté le 10. septembre à une profondeur de 5 m avec 392.000 cellules/l. A Jejevići le 15. IX. *Leptocylindrus adria-*

ticus était aussi représenté (104.000/l) en même temps que *Nitzschia* sp. (430.000/l à 0 m).

Les espèces *Leptocylindrus adriaticus* et *Nitzschia sp.* on atteint leurs valeurs maxima dans les limites de température de 25,5—25° C, sauf le 31. VIII., date à laquelle *Leptocylindrus adriaticus* était apparu en quantités assez importantes à 20 m de profondeur, par une température de 11,89°C.

Cette fertilisation n'a pas eu d'action spéciale sur l'apparition des dinoflagellés. De plus, la différence entre les quantités d'engrais distribuées sur chacune des stations n'a pu jouer aucun rôle, celles-ci étant situées à très faible distance l'une de l'autre à travers le lac. L'effet de la fertilisation s'y est donc fait sentir dans toutes les stations, simultanément.

D'une façon générale, le lac s'est comporté comme une unité sans grandes différences entre les stations.

Dans les expériences effectuées par Marshall et Orr, au cours de l'été 1944, dans la baie de Craiglin, les deux premières fertilisations sont restées sans effet sur le phytoplancton. La troisième seulement a déclenché un fort accroissement du phytoplancton — 4 jours après le déversement de l'engrais, une augmentation des dinoflagellés et, 7 jours plus tard, des diatomées.

Ce qui, en géneral, semble caractériser la montée de phytoplancton succédant à la fertilisation c'est le nombre très restreint des espèces y participant. Lors de l'essai Marshall - Orr, seules trois espèces ont joué un rôle: *Chaetoceros simplex, Navicula minuscule* et *Nitzschia closterium,* et, des dinoflagellées, *Exuviaella marina* et *Gymnodinium spp. Nitzschia* semble être une forme très modeste et résistante. Harvey (1933) mentionne que *Nitzschia closterium f. minutissima* est capable de croître d'une façon continue même dans les milieux synthétiques, sans addition de matière organique. De plus, on a observé qu'elle est tout à fait apte à subsister en culture dans l'eau de mer normale enrichie de nitrates, de phosphates et de fer. On a remarqué que la somme de croissance était beaucoup plus élévée si on ajoutait de l'extrait de terre ou d'algues. Pour le cas qui nous occupe, ce résultat a été obtenu pour la première fois en milieu naturel (Buljan, 1957).

Buljan (1957) a comparé dans les eaux du lac les valeurs de 0_2—0_2' qui peuvent représenter la mesure de la production pour une région, avant et après la fertilisation en été (VII, VIII, IX). Il a établi que, à la suite de la fertilisation au phosphate, la production a été 6,6 fois plus élevée en 1954 qu'en 1953, à près pendant la même période de l'année. Nous savons que cette méthode ne peut donner qu'une évaluation approximative de la production et que les valeurs obtenues sont toujours de beaucoup inférieures aux valeurs réelles, étant donné que la respiration du phytoplancton et des autres organismes, comme aussi la turbulence des eaux, font baisser la teneur en oxygène dans une région, ce dont il n'a pas été tenu compte. Si nous considérons les valeurs que nous avons établies, quant à la densité de la population, qui ne représente en fait que le surplus de la production n'ayant pas été consommé et n'ayant pas succombé, nous obtenons des valeurs beaucoup plus élevées à l'avantage de l'année 1954. La figure 8 nous montre les valeurs moyennes du phytoplancton pour toute la colonne d'eau de la station de Vrbovačka, au cours des VIIe, VIIIe et IXe mois (à la même époque que chez Buljan) en 1951, 1952, 1953 et 1954.

Nos observations ont porté sur ces trois mois, la fertilisation ayant eu à cette époque une action favorable sur le phytoplancton. Durant ces moins, nous avons trouvé à Vrbovačka des valeurs de 6 à 9 fois plus élevées qu'en 1951, de 3 à 21 fois supérieures à celles de 1952 et de 37,5 à 62 fois plus élevées qu'en 1953. Une moyenne globale, calculée pour toutes ces années, nous prouve que la densité de la population de phytoplancton a été, à Vrbovačka en 1954, à peu près 23 fois supérieure à celle des années précédentes pendant les mois d'été.

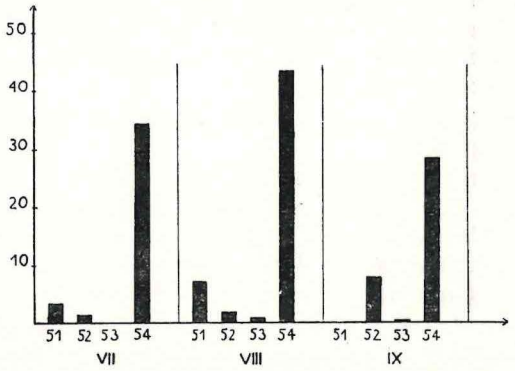

Fig. 8. Valeurs moyennes du phytoplancton dans la station de Vrbovačka en 1951, 1952, 1953 et 1954 pendant la période du repos estival. Les valeurs sont exprimées en milliers de cellules par litre d'eau.

Il convient de rappeler que la densité de population, durant les VIII^{e} au IX^{e} mois de 1954, dans les autres stations de Veliko jezero: Samostan, Pospile et Pošta, a été encore plus élevée qu'à Vrbovačka et cela à cause de la profondeur moindre des stations ou de la plus forte proportion d'engrais. A Vrbovačka, où la profondeur atteint 45 m, les couches d'eau au-delà de 20 m n'ont pas accusé un accroissement particulier du phytoplancton après la fertilisation, tandis que les supérieures étaient plus riches. En août, la quantité de phytoplancton dans les autres stations ne diffère pas, dans l'essentiel, de celle de Vrbovačka, mais en septembre, elle est de 2 à 3 fois supérieure.

La quantité de matière organique produite, adéquate au nombre de cellules, sera peut-être un peu inférieure à celle de la population mixte de phytoplancton pour le même nombre de cellules car les espèces prédominantes (*Leptocylindrus adriaticus* et *Nitzschia sp.*) responsables du maximum de cette époque, sont des formes relativement minuscules dont le corps est constitué par une quantité infime de matière organique.

Là où le lac est moins profond et le long des côtes, on a constaté une action parallèle de la fertilisation sur la végétation benthonique. Fin mai 1954, B u l j a n a a rencontré à 10 m de profondeur, dans la station de Samostan, une forte accumulation d'oxygène, qu'il pense avoir été dégagé par suite de l'assimilation intensifiée de la flore benthonique et principalement des posidonies, très développées dans cette région, de sorte que la saturation en oxygène s'élevait, le 25. mai 1954 à 198,3% et le 28. mai à 216,2%, valeurs maxima notées jusqu'à présent en Adriatique (B u l j a n, 1957).

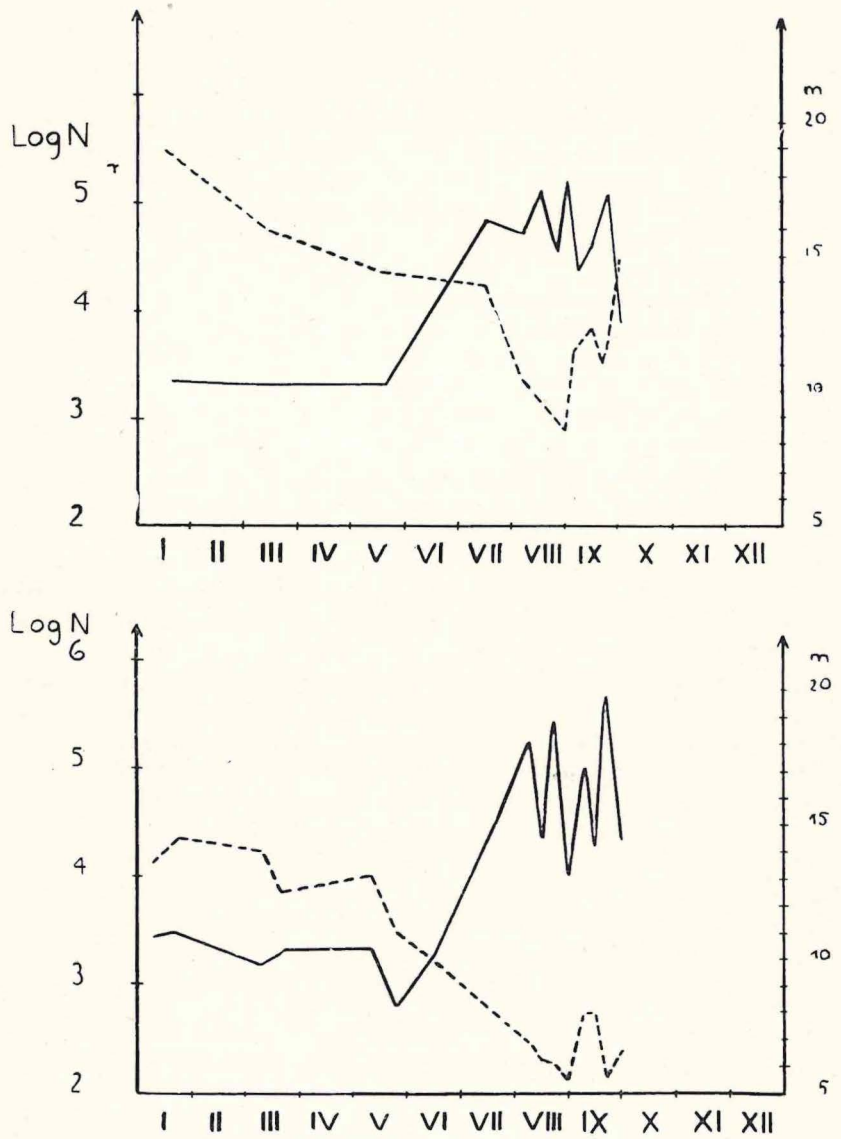

Fig. 9. Valeurs moyennes du phytoplancton (——) pour les deux cuches supérieures (0,10 m) et les indications, fournies par le disque de Secchi (- - -) dans la station de Vrbovačka (en haut) et de Pospile (en bas) en 1954.

Transparence. — La quantité augmentée de phytoplancton a sensiblement affaibli la transparence de l'eau. Les mensurations parallèles des deux facteurs ont décelé un rapport inversement proportionnel à l'époque de l'accroissement caractéristique du phytoplancton dans toutes les stations (fig. 9). Les

années précédentes, la transparence de l'eau variait régulièrement entre les limites de 13 à 17 m, sauf en septembre à Vrbovačka en 1951 et 1952, elle était tombée à 10,5 et 11 m, ce qui concorde avec le maximum d'arrière-saison à cette époque. Jamais la transparence de l'eau n'était restée faible aussi longtemps à cette époque, comme ce fut le cas en 1954, pendant la période du repos estival. En 1954, on avait noté dans la station de Vrbovačka une transparence minima en septembre, un peu plus de 8 m, ce qui est beaucoup moins, compte tenu des valeurs des années précédentes durant ce mois. De même aussi, du VII^{e} au IX^{e} mois inclus, la transparence s'est maintenue très basse.

Dans les autres stations la faible transparence est encore plus accusée. Un minimum de 7,5 m dans la station de Pošta est apparu le 31. VIII., avec 6,5 m dans la station de Samostan à la même date et le même jour à Pospile (5,5 m). Dans les stations de Pospile et de Samostan on a observé un second minimum de transparence un mois après la fertilisation, coïncidant avec un second maximum de phytoplancton, ainsi que nous l'avons mentionné précédemment.

D'après les données très basses du disque de S e c c h i, en mars 1954 (1 à 2 m), B u l j a n conclut que la production de phytoplancton devait être alors accrue, ce que nous n'avons pas établi (peut-être parce que nos échantillons n'ont été renouvelés qu'une seule fois après la fertilisation et parce que les mensurations au disque de S e c c h i ont été faites aussi pendant la période qui a suivi). L'accroissement printanier — la florasion printanière du phytoplancton — se situe normalement à cette époque.

Nous attribuons l'augmentation de la productivité pendant la période estivale du repos uniquement à la fertilisation par phosphate, les données des années précédentes indiquant, durant ce laps de temps, une grande pauvreté. On n'avait jamais observé auparavant des eaux si troubles de sorte que nous sommes obligés d'attribuer ce phénomène à la seule action du phytoplancton.

Le nombre de cellules de phytoplancton était soumis, d'une façon caractéristique, à d'amples fluctuations d'une profondeur à l'autre et d'un prélèvement à l'autre, ce qui indique que le phytoplancton occupait une zone très restreinte. Cette particularité pourrait, peut-être, avoir une relation avec l'affaiblissement de la transparence de l'eau, comme ce fut le cas dans le fijord d'Oslo (B r a a r u d, 1954) où le déversement des canalisations, en été surtout, provoquait un développement vraiment incroyable du phytoplancton dans les couches supérieures seulement, alors que plus profondément, il était enrayé par la faible transparence de l'eau. Un fait pouvait étayer cette supposition, à savoir, que, à cette époque, nous n'avons jamais rencontré une population de phytoplancton très dense dans la station de Vrbovačka, au-delà de 20 m de profondeur.

Par suite de l'accroissement de phytoplancton dans le Veliko jezero, des modifications assez importantes sont intervenues, en ce qui concerne l'oxygène. Dans les couches plus profondes de la station de Pospile se produisit, en juillet 1954, par suite de l'intensification de la minéralisation des matières organiques, une disparition totale de l'oxygène et même une formation de H_2S. Dans la station de Samostan, on a constaté, en mai 1954, dans la couche d'eau de 10 m, une accumulation d'oxygène, due, sans doute, à l'accroissement de la production de flore benthonique, fait mentionné précédemment. (B u l j a n, 1957).

Dans un travail antérieur, l'auteur a établi une relation entre le phosphate et le phytoplancton dans trois stations de cette région. Dans l'essentiel, le rapport était inversement proportionel. Malheureusement, pour des raisons d'ordre technique, des mensurations fréquentes du phosphate nous ayant fait défaut, au cours de l'été 1954, il nous a été impossible de suivre plus en détails son comportement durant la période de montée de la population de phytoplancton. Comme il a été déjà dit, en 1954 on a ajouté 36,7 mg de $P\text{-}PO_4$ à chaque tonne d'eau de mer, créant ainsi un milieu très favorable au développement du phytoplancton.

RESUME

On a établi l'effet favorable de la fertilisation sur le développement de la végétation de phytoplancton dans le lac de l'île de Mljet.

Au cours des deux premières expériences, il a été impossible de constater un accroissement visible du phytoplancton, probablement à cause de la brièveté de la période d'observation après la fertilisation.

Les basses températures hivernales ont fait obstacle à la réaction rapide du phytoplancton à la fertilisation.

Au cours des expériences suivantes de fertilisation, durant la période du repos estival, la population de phytoplancton a augmenté de plus de 20 fois par rapport aux chiffres fournis par des analyses ayant porté sur les années 1951, 1952 et 1953.

La fertilisation en août a été suivie de contrôles très fréquentes du phytoplancton et des autres facteurs (à quelques jours d'intervalle). Un premier accroissement de la population a été noté dans toutes les stations, de 3 à 10 jours après la fertilisation, et le second à la mi-septembre.

Lors du premier maximum l'espèce *Leptocylindrus adriaticus* a dominé; c'est à elle seule qu'on doit attribuer cet accroissement. Lors du second maximum, elle a été remplacée par la *Nitzschia sp.* minuscule.

La matière organique, proprement dite, produite par ces plantes a été, probablement, moindre qu'elle ne l'eût été dans une population mixte adéquate, à cause des dimensions relativement faibles des algues mentionnées.

L'action de la fertilisation a été aussi suivie, parallèlement, sur la végétation benthonique qui, fin mai 1954, a été, vraisemblablement, responsable de l'accumulation d'oxygène dans les eaux du fond dans la station de Samostan.

L'accroissement du phytoplancton a contribué, dans une notable mesure, à l'affaiblissement de la transparence de l'eau qui est descendue jusqu'à des valeurs jamais enregistrées au cours des années précédentes.

L'augmentation de la production de phytoplancton dans les lacs a amené des changements dans la teneur en oxygène de l'eau de Veliko jezero.

UTJECAJ UMJETNE FERTILIZACIJE NA FITOPLANKTON MLJETSKOG PODRUČJA

Tereza Pucher-Petković
Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split

KRATAK SADRŽAJ

U ovom radu izneseni su rezultati istraživanja fitoplanktona, koji su izvršeni u Mljetskim jezerima za vrijeme eksperimenata gnojenja u 1954. g.

Kvantitativno-kvalitativna ispitivanja fitoplanktona u normalnim uvjetima tog područja već su ranije publicirana (Pucher-Petković, 1957).

Fertilizacija basena vršena je pomoću superfosfata, kojemu je prethodno bila dodana H_2SO_4. Zemljin ekstrakt bio je upotrebljen kao dopunsko sredstvo gnojenja (Buljan, 1957).

Kontrola bioloških i hidrografskih osobina vršila se na slijedećim postajama Velikog jezera: Vrbovačka, Pošta, Pospile, Jejevići i Samostan. Osim ovih imali smo jednu postaju u Malom jezeru i kao komparaciju stanicu susjednog, otvorenog mora, Gonotursku (slika 1.).

Fitoplankton je u toku 1951., 1952. i 1953. g. pokazivao vrlo niske vrijednosti, osim za vrijeme jesensko-zimskog, odnosno proljetnog porasta. Maksimalni broj u ovom razdoblju prije gnojenja bio je 230.000/l u Malom jezeru mjeseca septembra u sloju od 10 m. U Gonoturskoj kvantitet nije nikada prešao 100.000/l (Pucher-Petković, 1957). Maksimumi su nastupali zbog porasta vrsta roda *Chaetoceros* i vrsta *Thalassiothrix frauenfeldi*.

Ustanovljeno je, da je fosfatno gnojenje imalo općenito povoljan utjecaj na fitoplankton.

Kod prvih dvaju eksperimenata nije se mogao ustanoviti vidljiv utjecaj na porast fitoplanktonske populacije, vjerovatno zbog kratkoće perioda promatranja nakon gnojenja. Pretpostavilo se da zimske temperature u Velikom jezeru sprečavaju brzu reakciju fitoplanktona na gnojenje.

U toku VII., VIII. i IX. mjeseca, u doba ljetne stagnacije, količina fitoplanktona znatno se povisila u komparaciji s ranijim godinama, kada smo u to doba nailazili na izrazito niske količine, što je vidljivo na slici 8. Kontrola promjena u fitoplanktonskoj populaciji i ostalim faktorima, nakon gnojenja u augustu, bila je vršena do kraja septembra svakih par dana, što je u radu detaljno izneseno.

Za sve postaje u Velikom jezeru karakterističan je bio prvi porast fitoplanktona 3 do 10 dana nakon gnojenja i drugi polovinom septembra. U prvom maksimumu iznosile su najviše vrijednosti od 130.000/l do 350.000/l, a u drugom, jačem maksimumu od 187.000/l do 586.000/l.

Kod prvog porasta prvenstveno se isticala vrsta *Leptocylindrus adriaticus* Schröder, koja je u cijelosti odgovorna za taj maksimum, a kod drugog glavnu je ulogu imala sitna *Nitzschia sp.*

Fitoplanktonska populacija povećala se numerički u doba ljetne stagnacije za više od 20 puta (slika 8.).

Sama organska materija proizvedena od ovih biljaka vjerovatno je nešto manja nego bi bila u odgovarajućoj miješanoj populaciji ovih vrsta.

Utjecaj gnojenja primjećen je paraleleno i na bentonskoj vegetaciji, koja je krajem maja 1954. g. vjerovatno bila odgovorna za gomilanje kisika u pridnenim slojevima postaje Samostan.

S porastom fitoplanktona smanjena je bila u znatnoj mjeri transparentnost vode, koja je pala na vrijednosti, kakve ranijih godina nismo zapažali.

Povećana produkcija u jezeru prouzrokovala je promjene u sadržaju kisika vode.

BIBLIOGRAPHIE

Braarud, T. 1945. A phytoplankton survey of the polluted waters of inner Oslo fjord. Hvalradets Skrifter. No. 28.

Buljan, M. 1957. Izvještaj o rezultatima eksperimenata gnojenja Mljetskog jezera novim postupkom. — Report on the results obtained by a new method of fertilization experimented in the marine bay »Mljetska jezera«. Acta adriatica. Vol. VI. No. 6.

Buljan. M. (in preparation) Hydrochemical researches of the lakes on the Island of Mljet. Acta adriatica. Vol. VI.

Harwey, H. W. 1933. On the rate of diatom growth. Jour. Mar. Biol. Assoc. U. K. Vol. XXVII.

Morović, D. 1958. Rast kamenica *(Ostrea edulis L.)* u Mljetskim jezerima 1952.—1955. La croissance des huîtres *(Ostrea edulis)* dans les lacs de Mljet 1952.—1955. Acta adriatica. Vol. VI. No. 7.

Pucher-Petković, T. 1957. Etude du phytoplancton dans la région de l'île de Mljet dans la période 1951.—1953. Acta adriatica. Vol. VI. No. 5.

Reçu pour la publication le 15. IX. 1959.

TABLEAUX

I. 1954.

Gonoturska 19. I. 1954.
0 m — 2.816/l
20 m — 4.048/l
40 m — 3.960/l
60 m — 1.760/l

Blaca I. 19. I. 1954.
0 m — 440/l
5 m — 7.216/l

Blaca II. 21. I. 1954.
0 m — 1.232/l
5 m — 1.144/l

Pospile I. 19. I. 1954.
0 m — 3.344/l
13 m — 2.464/l

Pospile II. 22. I. 1954.
0 m — 3.520/l
13 m — 2.904/l

Samostan I. 20. I. 1954.
0 m — 4.400/l
10 m — 704/l

Samostan II. 22. I. 1954.
10 m — 9.460/l

Vrbovačka 20. I. 1954.
0 m — 2.112/l
10 m — 2.376/l
20 m — 3.168/l
40 m — 2.640/l

Malo jezero 20. I. 1954.
0 m — 1.672/l

III. 1954.

Gonoturska 10. III. 1954.
0 m — 17.336/l
20 m — 13.288/l
40 m — 2.200/l
60 m — 1.496/l

Blaca I. 10. III. 1954.
0 m — 1.672/l
5 m — 11.428/l

Blaca II. 14. III. 1954.
5 m — 5.544/l

Pospile I. 10. III. 1954.
0 m — 1.672/l
13 m — 1.408/l

Pospile II. 13. III. 1954.
0 m — 5.720/l
13 m — 1.760/l

Samostan I. 11. III. 1954.
0 m — 1.672/l
10 m — 880/l

Pošta 10. III. 1954.
0 m — 1.584/l
10 m — 1.320/l

Vrbovačka 11. III. 1954.
0 m — 2.728/l
10 m — 1.408/l
20 m — 792/l
40 m — 1.760/l

Malo jezero 12. III. 1954.
0 m — 880/l
10 m — 1.408/l
20 m — 1.672/l
25 m — 2.024/l

V. 1954.

Gonoturska 25. V. 1954.
0 m — 1.848/l
20 m — 792/l
40 m — 1.672/l
60 m — 1.760/l

Blaca 25. V. 1954.
0 m — 5.368/l

Pospile I. 26. V. 1954.
0 m — 2.288/l
13 m — 2.288/l

Pospile III. 29. V. 1954.
0 m — 704/l
7 m — 880/l
13 m — 616/l

Pospile IV. 3. VI. 1954.
0 m — 1.320/l
7 m — 2.288/l

Samostan I. 25. V. 1954.
0 m — 3.080/l
10 m — 3.168/l

Samostan II. 28. V. 1954.
0 m — 792/l
10 m — 2.640/l

Pošta 26. V. 1954.
0 m — 3.344/l
20 m — 1.057/l
10 m — 10.296/l
20 m — 11.000/l

Gonoturska 20. VII. 1954.
20 m — 4.752/l
40 m — 2.024/l
60 m — 880/l

Blaca 20. VII. 1954.
0 m — 4.400/l
3,5 m — 7.656/l

Pospile I. 20. VII. 1954.
0 m — 43.736/l
13 m — 1.936/l

Samostan 20. VII. 1954.
0 m — 60.632/l
10 m — 26.320/l

Jejevići 21. VII. 1954.
0 m — 56.584/l
20 m — 7.568/l
39 m — 2.288/l

Pošta 20. VII. 1954.
0 m — 6.160/l
10 m — 42.152/l
30 m — 1.144/l

Vrbovačka 21. VII. 1954.
0 m — 78.584/l
10 m — 50.160/l
20 m — 2.112/l
40 m — 8.272/l

Malo jezero 21. VII. 1954.
0 m — 6.072/l
10 m — 1.848/l
20 m — 1.672/l

Vrbovačka 26. V. 1954.
0 m — 2.024/l
20 m — 1.056/l
40 m — 792/l

Malo jezero 27. V. 1954.
0 m — 20.768/l
10 m — 4.752/l
20 m — 2.464/l

VIII. i IX. 1954.

Gonoturska 19. VIII. 1954.
0 m — 1.144/l
20 m — 2.024/l
40 m — 7.480/l
55 m — 22.616/l

Blaca 19. VIII. 1954.
0 m — 3.168/l
4 m — 6.952/l

Pospile I. 19. VIII. 1954.
0 m — 229.504/l
12,5 m — 137.808/l

Pospile II. 23. VIII. 1954.
0 m — 34.584/l
5 m — 12.056/l
12 m — 39.248/l

Pospile III. 27. VIII. 1954.
0 m — 341.440/l
12 m — 225.632/l

Pospile IV. 31. VIII. 1954.
0 m — 13.024/l
12 m — 6.248/l

Pospile V. 6. IX. 1954.
0 m — 150.832/l
5 m — 55.440/l
12 m — 50.160/l

Pospile VI. 10. IX. 1954.
0 m — 26.928/l
5 m — 530.200/l
12 m — 16.544/l

Pospile VII. 15. IX. 1954.
0 m — 343.200/l
5 m — 18.128/l
12 m — 586.080/l

Pospile VIII. 23. IX. 1954.
0 m — 4.928/l
12 m — 41.712/l

Pošta I. 19. VIII. 1954.
0 m — 22.176/l
10 m — 16.192/l
20 m — 3.872/l

Pošta II. 23. VIII. 1954.
0 m — 179.784/l
10 m — 57.200/l
20 m — 10.692/l

Pošta III. 27. VIII. 1954.
20 m — 46.112/l

Pošta IV. 31. VIII. 1954.
0 m — 5.280/l
10 m — 5.808/l
20 m — 321.200/l

Pošta V. 6. IX. 1954.
0 m — 19.712/l
10 m — 21.120/l
20 m — 4.928/l

Pošta VI. 10. IX. 1954.
0 m — 403.480/1
10 m — 41.800/1

Pošta VII. 15. IX. 1954.
0 m — 186.120/1
10 m — 329.120/1
20 m — 7.040/1

Pošta VIII. 24. IX. 1954.
0 m — 3.520/1
29,5 m — 44.400/1

Samostan II. 23. VIII. 1954.
9,5 m — 211.200/1

Samostan III. 27. VIII. 1954.
0 m — 19.008/1
5 m — 11.040/1
9 m — 65.736/1

Samostan IV. 31. VIII. 1954.
5 m — 36.080/1

Samostan V. 6. IX. 1954.
5 m — 51.000/1
9,5 m — 173.360/1

Samostan VI. 10. IX. 1954.
5 m — 475.200/1

Samostan VII. 15. IX. 1954.
9 m — 127.160/1

Samostan VIII. 23. IX. 1954.
0 m — 1.760/1

Vrbovačka I. 20. VIII. 1954.
0 m — 2.728/1
10 m — 102.432/1
20 m — 3.168/1
40 m — 10.428/1

Vrbovačka II. 23. VIII. 1954.
0 m — 127.072/1
10 m — 144.320/1
20 m — 21.296/1
41 m — 4.928/1

Vrbovačka III. 27. VIII. 1954.
10 m — 33.440/1
20 m — 2.288/1
41 m — 1.584/1

Vrbovačka IV. 31. VIII. 1954.
10 m — 165.440/1
20 m — 2.552/1
41 m — 5.720/1

Vrbovačka V. 6. IX. 1954.
0 m — 2.728/1
10 m — 40.920/1
20 m — 4.752/1
41 m — 2.992/1

Vrbovačka VI. 10. IX. 1954.
10 m — 47.080/1
41 m — 6.160/1

Vrbovačka VII. 15. IX. 1954.
0 m — 234.520/1
10 m — 15.840/1
20 m — 4.864/1
41 m — 1.584/1

Vrbovačka VIII. 24. IX. 1954.
20 m — 4.488/1
42 m — 15.312/1

Malo jezero 20. VIII. 1954.
10 m — 1.936/1
20 m — 616/1

Malo jezero 25. IX. 1954.
0 m — 32.120/1
10 m — 37.040/1
20 m — 4.840/1

Gomoturska 27. IX. 1954.
0 m — 1.408/1
60 m — 1.760/1

Jejevići II. 27. VIII. 1954.
20 m — 3.520/1
38 m — 44.880/1

Jejevići III. 6. IX. 1954.
0 m — 21.120/1
20 m — 8.008/1
38 m — 4.928/1

Jejevići IV. 15. IX. 1954.
0 m — 535.480/1
20 m — 11.440/1

Jejevići V. 24. IX. 1954.
20 m — 6.248/1