Cercetari marine	I.N.C.D.M.	Nr. 34	279 - 299	2002

DONNÉES GÉNÉRALES SUR L'ÉVOLUTION DE L'ÉTAT ÉCOLOGIQUE DU LAC SIUTGHIOL

Laura ALEXANDROV[1], Mihaela ZAHARIA[1], Daniela MIRCEA[1], Tania ZAHARIA[1], Elena DUMITRESCU[1], Victoria SMOCOV[1], M. CRÂSMARU[1], Camelia ANDREI[1], Alina BOSTINA[2], D. MICU[1], Veronica STAICU[1]
[1]Institut National de Recherches et Développement Marin "Grigore Antipa" Constanta
[2]Université Maritime Constanta

ABSTRACT

The paper presents general data concerning the evolution of Siutghiol lake ecological statement starting with 1982 till 2002. The main hydrochemical and hydrobiological variables are shortly described. The most important physical and chemical parameters for water and substrate, respectively the main rcological organisms biodiversity, density, biomass and frequency, there are also presented in different figures and tables. The goal of our results is to analyse the anthropogenic impact in Siutghiol lake area, with consequences on the present ecological status.

KEY WORDS : littoral lakes, environmental variables, phyto-plankton, zooplankton, benthos, anthropogenic impact

Le lac Siutghiol a une origine fluvio-marine lagunaire, mais il est séparé de la mer Noire par un cordon de sable où pousse une végétation macrophyte, au nord de la ville de Constanta. Grâce aux riches sources souterraines et fluviales, ainsi qu'à la perte totale de liaison avec la mer, les eaux du lac sont à présent entièrement dessalées.

Compte tenu de sa position géographique, des localités et des divers objectifs développés autour de lui, ainsi que de l'utilisation de son eau dans les activités agricoles et industrielles spécifiques, on peut affirmer que le lac Siutghiol a encore une grande importance socio-écologique, étant en même temps une zone touristique - la station Mamaïa se situant sur sa rive est. De même, le lac a une considérable valeur écologique pour les oiseaux aquatiques migrateurs et pour ses ressources halieutiques valorisables, de la zone littorale.

Malheureusement, l'activité touristique et industrielle, à côté de la surexploitation des poissons, du braconnage, du manque ou de l'application incorrecte des lois de l'environnement, ont déterminé des perturbations catastrophiques de l'écosytème lacustre, qui ont entraîné la réduction de la biodiversité spécifique et, implicitement, la diminution de la production de poissons. Tout □a a eu pour résultat la dépréciation des habitats, en affectant les processus écologiques, avec des conséquences dramatiques sur la qualité de l'eau et la vie aquatique. Le déséquilibre installé a été mis en relief en diverses études et recherches entreprises pour de longues périodes d'années (MIRCEA *et al.,* 2001).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les campagnes de prélèvement d'échantillons ont été organisées avec des moyens de transport auto, dans les zones avoisinées aux rivages (8-10 stations). On a établi, avec le principal bénéficiaire - l'entreprise PESTOM de Constanta, intéressée dans la régénération de la production traditionnelle de poissons - un nombre général de dix stations de prélèvement, comme suit:

- Zone nord St.1 - Extrême N-E, Hanul Piratilor, extrémité N-E
  St.2 - Déversoir ménager - CET Ovidiu, extrémité N-W
- Zone ouest St.3 - Edile Ovidiu - Palazu (Cismea)
  St.4 - Palazu - Hôpitals
  St.5 - Potagers, extrémités S-W
- Zone sud St.6 - Débarcadère - Base d'agrément - Université
  St.8 - Ecluse Siutghiol-Tabacarie, extrémité S-E
- Zone est St.7 - Restaurant Tic-Tac - Casino
  St.9 - Restaurant Scandinavia
  St.10 - Restaurant Cherhana

RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

État hydrobiologique de l'eau du lac Siutghiol pendant la période 1982-1983

L'étude du lac Siutghiol, effectuée pendant la saison d'été des années 1982-1983 (FETECAU *et al.*, 1984) a eu pour but la modification de la structure du plancton dans la zone de déversement des eaux chaudes, d'évacuation de la Centrale Thermique Ovidiu, zone qui assurait l'alimentation de la Station de reproduction et incubation artificielle des cyprinides, dans le cadre de la Base Expérimentale Ovidiu - secteur important pour la pisciculture roumaine des années '70.

Les échantillons planctoniques prélevés au cours des années 1982 et 1983 datent des mois mai-septembre; on les a fixé avec Lugol, et leur analyse quantitative a été effectuée après avoir concentré l'échantillon, par sédimentation et mise au centrifuge (méthode Utermöhl). On a évalué alors la composition du plancton, la densité, l'abondance, la fréquence et la dominance des espèces (ALEXANDROV *et al.*, 1993, 1998).

Dans la zone de déversement de l'eau, près du rivage, la structure du ***phytoplancton*** pendant la période 1982-1983 a eu l'aspect suivant:

Le nombre total des taxons mis en évidence a été de 49, et ils appartenaient aux Cyanophycées, Euglénophycées, Cryptophycées, Bacillariophycées er Chlorophycées.

Le groupe des Cyanophycées a été dominant pendant toute la saison (Fig. 1). Les espèces dominantes de ce groupe ont été *Microcystis aeruginosa, M. flos-aquae, M. viridis, M. pulverea, Aphanizomenon flos-aquae, Aphanocapsa grevilei, Gleocapsa minuta*.

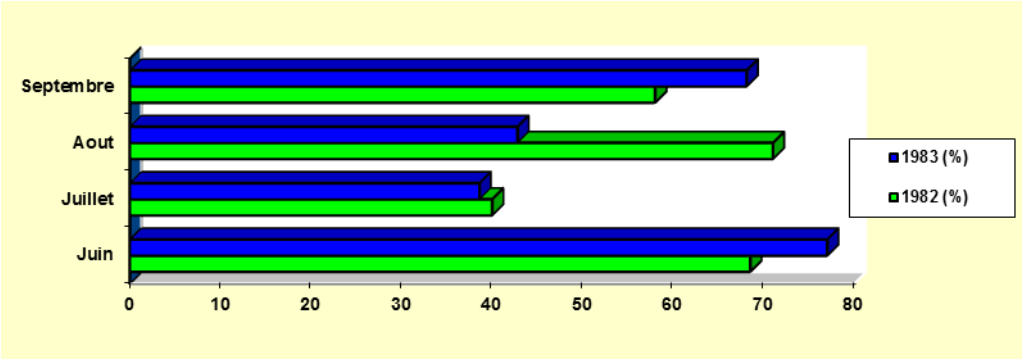


Fig.1 - Fréquence des cyanophytes dans le lac Siutghiol, zone nord-ouest, au rivage et au large, pendant la saison d'été 1982-1983

Les Euglénophycées ont été rares, avec une fréquence assez petite (1,4%); de même les Cryptophycées, qui ont eu leur maximum de développement en septembre (4,54 %).

Les Bacillariophycées ont participé avec une présence jusqu'à 10 %.

Les Chlorophycées ont enregistré des fréquences maximales au mois de mai (51,5 %) et en août (55,3 %).

Dans la structure du ***zooplancton*** on a mis en évidence des organismes appartenant aux groupes de protozoaires, rotifères, cladocères et copépodes.

Sur les protozoaires, qui ont eu un taux jusqu'à 4,2 %, les plus fréquents ont été *Tintinnopsis* sp., *Charchesium porphyrum, Vorticella microstoma, Lionotus multivacuolatus, Sphaerophrys magna*.

Les rotifères ont dominé comme fréquence en juin (67,7 %) et en août (77,8 %); les plus significatives espèces ont été *Brachionus urceolaris, Keratella cochlearis, Polyartra vulgaris, Asplachna priodonta, Filinia longiseta*.

Les cladocères ont atteint en juin (93,3 %) et en septembre (72,7 %) leur maximum de développement, les plus fréquentes espèces étant *Bosmina longirostris, Daphnia magna* et *Pleuroxus uncinatus*.

Les copépodes ont été dominantes en juin, sur le compte du développement des stades juvéniles et adultes.

Dans la zone du large (50 m), ***le phytoplancton*** présentait les aspects ci-dessous.

Les cyanophytes ont eu une fréquence plus réduite (11,3 %) par rapport à la zone de refroidissement des eaux chaudes. Elles ont nettement dominé dans toutes les stations, durant l'intervalle août-octobre, en taux de 67,7 - 97 %, surtout par les espèces *Microcystis aeruginosa, M. flos-aquae, M. viridis*.

Les cryptophycées ont été signalées dans toutes les stations (15,6 - 29 %) en juillet), l'espèce dominante étant *Cryptomonas ovata*.

Les bacillaryophycées ont présenté des densités faibles (1,1 - 12,5 %), étant représentés par les espèces *Nitzschia acicularis* et *N. sigmoidea.*

Les chlorophycées (12 genres) ont été dominantes dans la masse de l'eau à 50 m distance du rivage, en juin (77,3 %) et en juillet (71,4 %), étant représentées particulièrement par les espèces *Scenedesmus quadricauda* et *Oocystis lacustris*.

Le ***zooplancton*** a eu des densités supérieures dans l'eau du lac par rapport à la zone de refroidissement - qualitativement moins favorable à la vie:

Les copépodes ont été dominantes en juin, des stades adultes et juvéniles, et les cladocères en juillet (81 %).

Les rotifères, représentés par 11 espèces, ont été signalés pendant tout l'intervalle, avec un maximum en septembre (87,5 %), grâce aux espèces *Filinia longiseta, Polyarthra vulgaria* et *Asplachna priodonta.*

En conclusion, au cours de l'année 1983 on peut mentionner:

- Dans la zone de déversement des eaux de refroidissement de la Centrale Thermique Ovidiu, les processus spécifiques d'eutrophisation, mis en évidence par les analyses chimiques, ont favorisé le développement intensif des cyanophycées.

- Les études effectuées ont mis en relief le développement intensif des algues bleues, à la suite des processus d'eutrophisation.

- La densité accrue des algues de cette zone a entraîné de grandes variations de l'oxygène dissous entre le jour et la nuit, déterminant des conditions défavorables pour la reproduction et le développement des hydrobionts.

- La modification de l'équilibre chimique de la zone d'étude a déterminé la migration et la concentration des poissons dans les autres zones du lac.

La biocénose du lac Siutghiol au cours de l'année 1977
(CURE *et al.,* 1979)

La circulation de l'eau et le degré de minéralisation (1 g/l) ont soutenu les niveaux trophiques qui forment la biocénose du lac Siutghiol, comme suit:

- La végétation des macrophytes a eu un développement modéré. Les associations de plantes dures émergées ont été réprésentées principalement par cannaie, et moins par jonc et prêle d'hiver; sur les plantes submergées, mentionnons *Myriophyllum spicatum*, à côté de laquelle on a rencontré *Potamogetum crispus, Vallisneris spiralis, Chara*. On n'a pas rencontré des plantes flottantes.

- Le phytoplancton a été dominé généralement par les cyanophycées. Le phénomène de "floraison algale" a été déclenché par des espèces appartenant aux genres *Microcystis* et *Aphanizomenon*, et sur les chlorophycées, par les genres *Scenedesmus, Crucigenia, Tetraedon*.

- Le zooplancton a présenté une dynamique similaire à celle du phytoplancton, c'est-à-dire les plus petites densités sont caractéristiques à la saison du printemps, augmentant en été. La densité du zooplancton a été de 798.000 ex./m^3. Le zooplancton a été formé surtout de larves de chironomides. La biomasse zoobenthique : 41 kg/ha.

- En ce qui concerne le degré de trophicité, on estime que dans les conditions de l'année 1977, la productivité biologique du lac peut être définie comme modérée, allant vers une bonne productivité.

L'état hydrobiologique de l'eau du lac Siutghiol
pendant la période 1985-1989
(PETRAN, 1997; TRANDAFIRESCU *et al.,* 1998)

Les conditions environnementales qui ont caractérisé l'état écologique de cette période sont présentées ci-dessous (Tableau 1):

Tableau 1

Les principaux paramètres de l'environnement

Période	pH	O_2 %	PO_4 µg/l	SiO_4 µg/l	NO_3 µg/l	NO_2 µg/l	NH_4 µg/l	total N µg/l	N/P
1985-1989	8.2-8.7	8.5	5-10	150-200	50-100	5-10	60	115-170	30

Les analyses concernant la saprobité du lac Siutghiol ont prouvé également que la charge bactérienne, ainsi que la présence de certaines micromycètes à potentiel pathogène, constituent des facteurs de risque autant pour la population piscicole que pour les gens.

Les principaux paramètres hydrobiologiques ont eu l'aspect suivant:

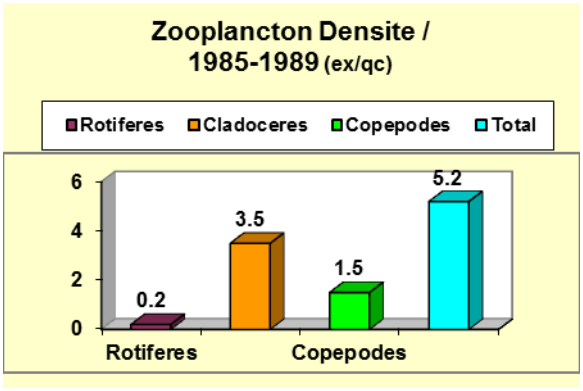
Phytoplancton

- Le nombre total des espèces enregistrées a été de 161. L'abondance a diminué considérablement d'une année à l'autre, dans le registre de 105-40 espèces (diminution de la biodiversité jusqu'à 60 %). Les plus grandes pertes ont été enregistrées dans le groupe des diatomées, suivies des chlorophycées, qui sont renommées pour leur valeur trophique.

- La biomasse phytoplanctonique moyenne a été de 40 g/m^3. Les cyanophycées ont dominé la biomasse en proportion de jusqu'à 80 %.

Zooplancton

- La diversité des espèces a diminué jusqu'à 12 taxons (diminution en temps de 40-60 %), à la suite de la dégradation de l'équilibre écologique. La réduction sévère des densités et des biomasses des espèces zooplanctoniques importantes a affecté de manière directe et indirecte les consommateurs spécifiques de l'ichtyofaune (Fig. 2, 3).



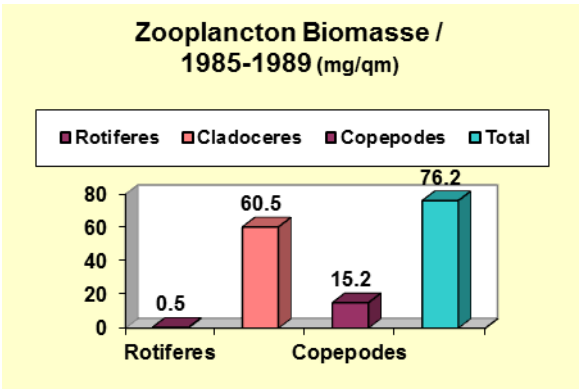


Fig. 2, 3 - Densité et biomasse zooplanctonique pendant la période 1985-1989

Benthos

- La macrofaune benthique dominante appartient particulièrement au substrat psammo-illiophile, et non à celui vaseux, caractéristique.

- On remarque les crustacés précarides, ainsi que les mysides, qui ont des capacités de développement et d'évolution du type "abondant". Ceux-ci ont constitué la base de la nutrition des poissons à trophicité benthique, qui dominent de point de vue productif: la brème, le gardon, le sandre, la gibèle et d'autres cyprinides, parmi lesquels il faut mentionner les espèces appartenant au complexe chinois qui font l'objet de l'élevage dirigé.

- Les groupes et le nombre des espèces identifiées sont présentés dans la figure 4.

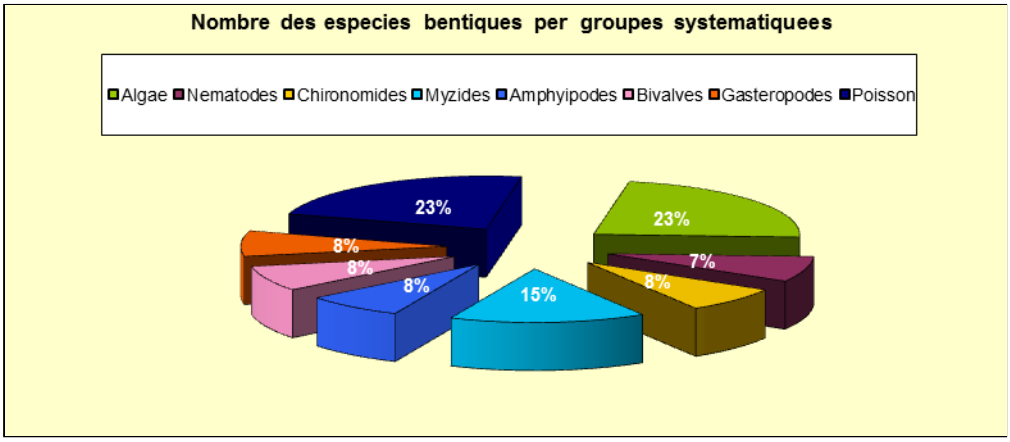


Fig.4 - Répartition par espèces du benthos du lac Siutghiol
pendant la période 1985-1989

L'état hydrobiologique de l'eau du lac Siutghiol pendant la période 1990-1999

Les échantillons ont été prélevés de certains points spécifiques, sur tous les rivages du lac, mais aussi au centre du lac, au voisinage de l'île Ovidiu, durant la saison d'été (TRANDAFIRESCU *et al.*, 1998; ZAHARIA *et al.*, 1999).

Phytoplancton

Pendant la saison estivale des années 1990-1999 on a analysé une série d'échantillons hydrobiologiques, de contrôle de la qualité de l'environnement, dans lesquels on a identifié une assez grande diversité du phytoplancton.

Les espèces phytoplanctoniques, en nombre de 45, appartenaient aux quatre groupes systématiques importants: Cyanophyta, Chlorophyta, Bacillariophyta et Cryptophyta.

La densité moyenne phytoplanctonique a été 200 x 10^6 cell./l, et la biomasse 30 g/m^3.

On a observé une distribution uniforme, déjà traditionnelle, du phytoplancton, dans toute la masse de l'eau.

Zooplancton

On a identifié un nombre de 18 taxons zooplanctoniques: rotifères (53%), cladocères et copépodes en taux voisins, au-dessous de 24 %.

Le spectre qualitatif s'est amoindri avec 50% par rapport aux situations antérieures.

Sur les groupes principaux, les cladocères ont dominé en proportion de 82 jusqu'à 92 %. Le cladocère *Chydorus sphaericus* a été l'espèce dominante, caractérisant une eau à haute charge organique, du type mésosaprobe.

Les organismes méroplanctoniques ont été faiblement représentés, par seulement un ou deux taxons.

Les résultats obtenus ont prouvé la diminution de la diversité zooplanctonique, l'augmentation du nombre d'indicateurs d'eaux eutrophisées, la participation insignifiante des éléments et des stades temporairement planctonique des communautés benthiques.

Zoobenthos

Les groupe des crustacés a eu le plus grand taux, avec la dominance des copépodes, suivis de rotifères et de certaines espèces de poissons benthiques.

La structure des organismes, par groupes systématiques, est présentée dans les figures 5 et 6.

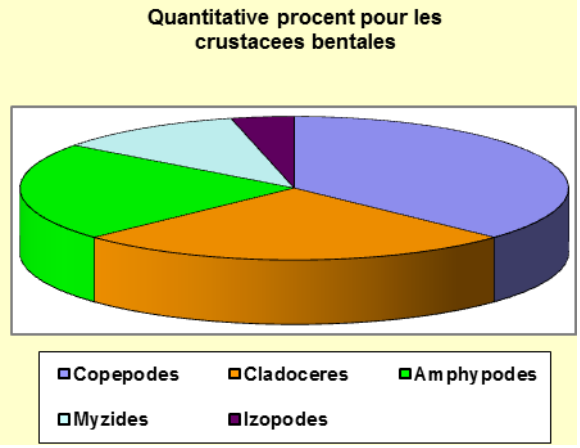


Fig.5 - Taux numérique des crustacés benthiques pendant la période 1990-1999

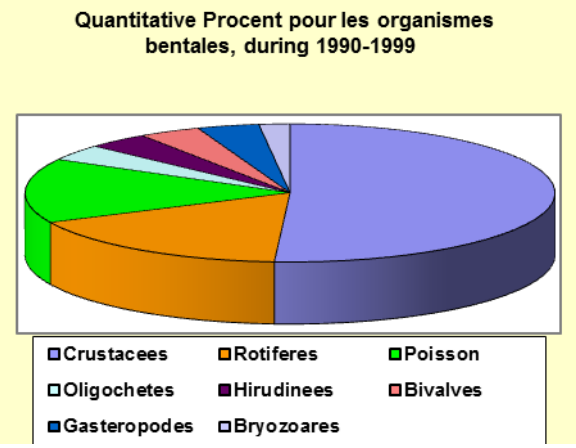


Fig.6 - Taux numérique des organismes benthiques pendant la période 1990-1999

État hydrobiologique de l'eau du lac Siutghiol durant l'intervalle 2001-2002
(Rapportsannuels IRCM, 1986-1988)

Les conditions environnementales du printemps de l'année 2001 et de l'été 2002 ont permis l'installation d'une situation écologique spéciale.

Les échantillons d'eau et de sédiment ont été prélevés au rivage, en stations considérées représentatives pour l'impact anthropogène, étant ensuite analysés dans les laboratoires de l'institut.

Au cours de l'année 2001:

- La concentration de l'ammonium, entre les limites de 346.4 - 642.3 µg/l, a influencé la structure du phytoplancton.
- Les nitrites ont eu des valeurs de 16.70 - 57.20 µg/l, dans la zone voisine au barrage Tabacarie-Siutghiol, ainsi qu'à l'extrémité nord-ouest du lac, au nord de la localité Ovidiu.
- La présence parallèle de l'ammonium et des nitrites indique un état permanent de pollution.
- La concentration des nitrates a été minimale dans la zone nord (11,90 µg/l) et maximale dans l'extrémité sud-ouest (57,30 µg/l), comme résultat de la minéralisation de la substance organique ou de la dissolution des substances du substrat.
- Le niveau des phosphates, compris entre 26,8 et 65,6 µg/l, responsable du rapport N/P = 20, a favorisé le développement massif des algues.

Au cours de l'année 2002, dans toutes les stations du réseau, on a constaté:

- une distribution homogène de la température (entre 24 et 29^{0}C), du pH (alcalin, 8,2-8,7) et de la salinité (0,75 - 1,20 g/l);

- une distribution quasi-homogène de la substance organique (10,78 - 12,33 mg O_2/l) (Fig. 7);

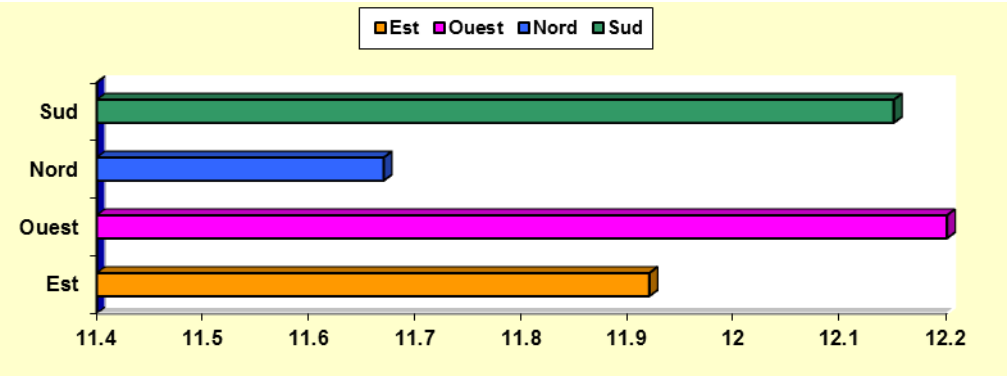


Fig. 7 - Taux de substance organique dissoute dans l'eau du lac Siutghiol au cours de l'année 2002

- une variabilité du taux d'oxygène (1,20-7,84 O_2 cc/l) et des substances nutritives (Tableau 1);

- des quantités maximales de sels minéraux d'azote et de silicium, dues à l'apport exogène, plus précisément aux fertilisateurs déversés dans la zone avec des activités agricoles intenses (au secteur sud-ouest).

Les valeurs des principaux paramètres physico-chimiques de l'eau sont présentés dans le tableau 2.

Tableau 2

Valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques de l'eau du lac Siutghiol pendant la saison estivale de l'année 2002

	O_2 %	**PO_4 µg/l**	**SiO_4 µg/l**	**NO_3 µg/l**	**NO_2 µg/l**	**NH_4 µg/l**
2002	80,25	13,33	984,4	175,8	29,4	172,76

La charge bactérienne déterminée dans le lac Siutghiol a révélé une activité microbienne intense autant dans les eaux que dans les sédiments du lac:

- Les germes hétérotrophes aérobies, impliqués dans les phases de début de décomposition aérobie de la matière organique végétale et animale, ont été plus nombreux dans les sédiments, avec des maxima de 10^5 - 10^6 / g sédiment, dans tous les échantillons.

- Les bactéries qui participent au circuit de l'azote dans la nature, les ammonificateurs impliqués dans la décomposition de la substance organique protéique jusqu'à l'ammoniaque, et les

dénitrificateurs qui participent aux processus de réduction des nitrates, avec la formation de l'azote moléculaire ou de l'ammoniaque (en conditions anaérobies), ont été présents autant dans l'eau que dans les sédiments. Remarquons la charge plus grande avec ces bactéries des échantillons d'eau, 1 et $4x10^3$ - 10^5 germes/ml, du voisinage de la localité Palazu Mare et de la station Mamaïa (Hanul Piratilor). Dans les sédiments, les amonificateurs ont atteint des valeurs de 10^3 germes/g sédiment dans les stations 1, 2, 3 et 8, tandis que le nombre des bactéries dénitrifatrices a varié entre 10 et 100 germes/g sédiment.

- Les bactéries sulfo-réductrices et les clostridies sulfito-réductrices, qui participent aux processus de réduction microbienne des composantes du soufre avec la formation de l'hydrogène sulfuré, ont été présentes dans toutes les stations, mais leur nombre a été supérieur dans les sédiments: 10^4 - 10^5 germes/g sédiment.

- Les bactéries des groupes *Actinomyces, Aeromonas* et *Pseudomonas,* ayant potentiel pathogène pour les organismes aquatiques, ont été elles aussi plus nombreuses dans les sédiments que dans l'eau, enregistrant des valeurs de 10^4 - 10^5 germes/g sédiment. On a observé une grande charge de ces germes dans les stations 2 ($2x10^5$, $5x10^5$, $3x10^4$ germes/g), 7 ($8x10^4$, $2x10^4$, 10^4 germes/g) et 3 ($2x10^5$, $2x10^4$ et 10^4 germes/g).

On peut conclure que les sédiments du lac Mamaïa ont été plus chargés en bactéries que l'eau du lac. On a mis en évidence les sédiments du voisinage de la localité Ovidiu et de la zona Mamaïa - Tic-Tac.

Phytoplancton

Dans les conditions environnementales présentées ci-dessous, au cours de l'année 2001 la situation se présentait comme suit.

- Le phytoplancton a compris 75% espèces dul□aquicoles et 22,5 % dul□aquicoles-saumâtres, le côté marin étant représenté par une seule espèce, *Skeletonema costatum.*

- La biodiversité systématique et écologique du phytoplancton est présentée dans les figures 8 et 9.

- La diversité du phytoplancton a subi une forte modification grâce à l'augmentation de l'abondance des cyanobactéries et la diminution sévère des diatomées.

- La production des micro-algues a été visiblement supérieure aux rapports antérieurs.

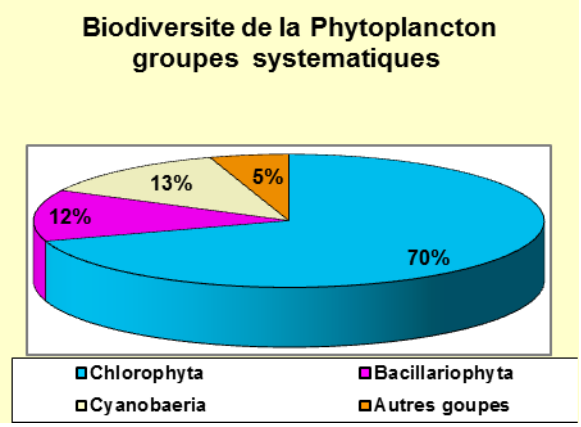


Fig. 8 - Biodiversité du phytoplancton du lac Siutghiol par groupes systématiques

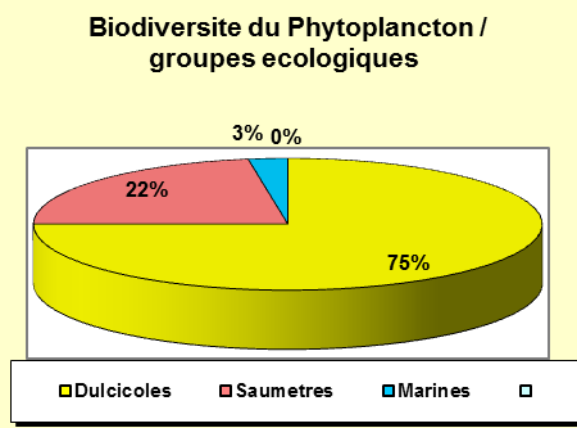


Fig.9 - Biodiversité du phytoplancton du lac Siutghiol par groupes écologiques

- La plus grande biomasse a été signalée dans la partie sud du lac, par rapport aux étapes présentées plus haut.

- Étant fondée sur le grand nombre de cyanophycées, la biomasse du phytoplancton reflète le haut degré d'eutrophisation, bien plus grand que celui enregistré il y a 15 ans.

Au cours de l'année 2002, le phytoplancton a été représenté, pendant la durée de nos études, par cinq groupes systématiques, qui ont développé des "floraisons algales" devenues traditionnelles:

- Les chlorophycées, les bacillariophycées et les cyanobactéries ont représenté respectivement 40%, 36% et 22% du nombre des taxons, les autres groupes étant en proportion de seulement 2%.

- La biodiversité du phytoplancton a eu de grandes modifications, autant à court terme, que surtout à long terme, et la similarité des algues vertes a été plus grande à court terme.

- La prolifération des espèces filamenteuses, surtout de celles qui ne fixent pas l'azote, constitue un indicateur du phosphore limitant dans le système et correspond à un rapport élevé N/P.

- Le nombre des espèces phytoplanctoniques a diminué de 63 à 46.

- Les données obtenues dans l'évaluation de la densité algale situent le lac Siutghiol dans la classe 4 de qualité écologique, c'est-à-dire: eau de faible qualité.

Zooplancton

Au cours de l'année 2001, la production zooplanctonique a été trop pauvre pour assurer la valorisation de la production primaire algale dans la période de référence. En même temps, les consommateurs benthiques ont prouvé un effet insignifiant dans le contrôle du développement du phytoplancton.

- L'absence des cladocères a été un vrai indicateur de la dépréciation écologique. L'absence des mysides du benthos, présentes auparavant dans le plancton du lac, avec une grande importance dans la nutrition des sandres et des brochets - est un autre signe distinctif de dégradation.

- La biodiversité du zooplancton reflète l'incapacité du système de maintenir une production piscicole appropriée (Fig. 10, 11).

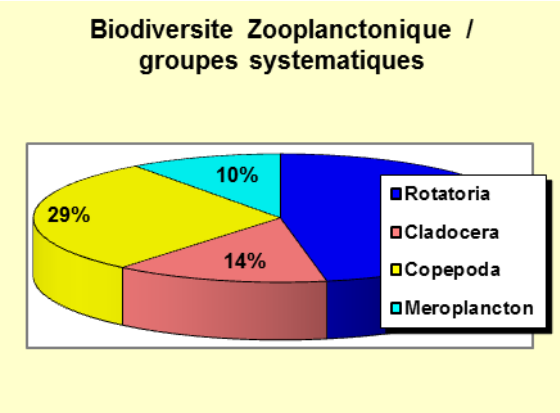


Fig.10 - Biodiversité du zooplancton du lac Siutghiol
par groupes systématiques

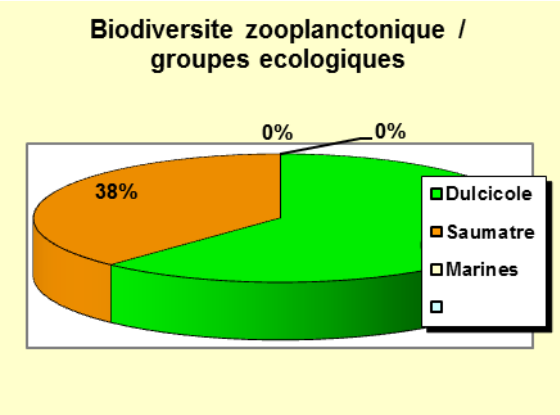


Fig.11 - Biodiversité du zooplancton du lac Siutghiol
par groupes écologiques

Les densités et les biomasses zooplanctoniques enregistrées au cours de l'année 2002 ont été petites, avec des maximum (642 mg/m^3) enregistrés devant la zone de constructions nouvelles entre Palazu et Ovidiu. Le zooplancton caractérise de manière typique le lac, à côté des floraisons phytoplanctoniques.

Le zooplancton a été uniformément distribué dans l'entier réseau de stations. Les rotifères ont dominé de point de vue numérique. Les copépodes (6 espèces) ont été rencontrés surtout en stades juvéniles et naupliales.

Un bon nombre d'organismes méroplanctoniques ont participé de manière significative à la structure de la communauté benthique: nématodes, chironomides et copépodes (sur le côté continental); ostracodes (au coin sud-ouest, point d'impact des activités agricoles). Ceux-ci ont apparu aussi dans le plancton de la zone nord-est du lac, mais pas de fa□on significative.

Dans la zone continentale on a enregistré des valeurs minimales de la densité et de la biomasse, comme suite des conditions dégradées de l'environnement et du développement massif du phytoplancton, qui a un impact sur le zooplancton (Fig. 12).

Zoobenthos

Les investigations sur les communautés benthiques du lac Siutghiol au cours des années 2001 et 2002 ont mis en évidence le maintien de la productivité benthique à un niveau extrêmement faible, pareille aux années antérieures.

.

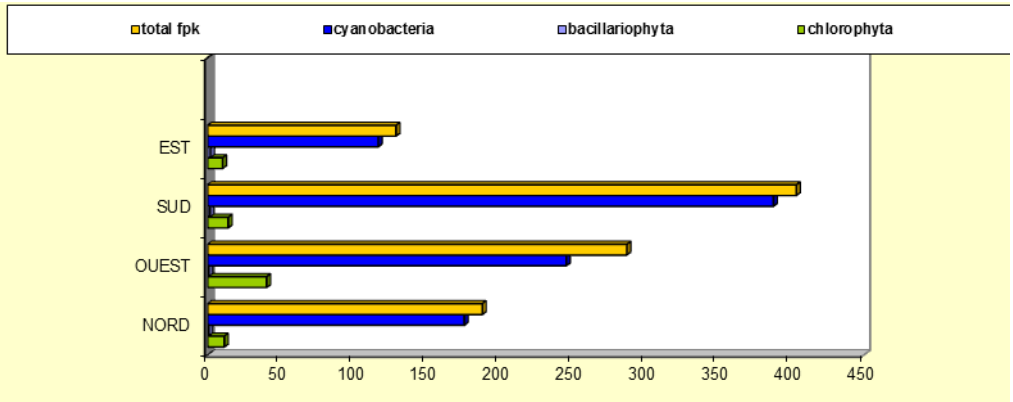


Fig. 12 - Distribution des moyennes de densité phytoplanctonique
dans le lac Siutghiol en été 2002

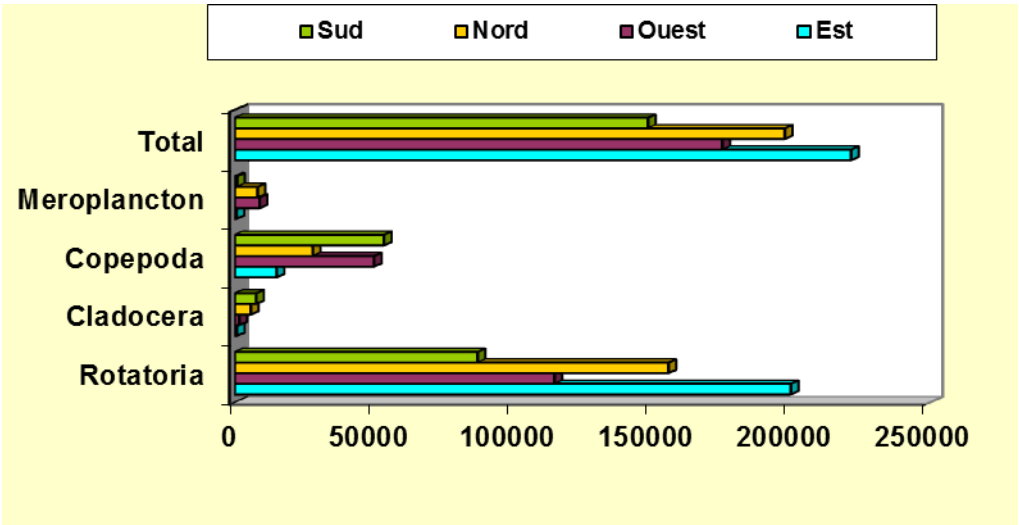


Fig. 13 - Distribution des moyennes de densité zooplanctonique
dans le lac Siutghiol en été 2002

En 2001:

- Les nématodes, présentes dans toutes les stations (37.408 exemplaires/m^2 dans l'extrémité sud-ouest) ont indiqué en majorité l'installation des conditions saprobes.

- Les chironomides ont enregistré des densités importantes dans les zones ouest et sud, qui sont soumises aux déversements de fertilisateurs agricoles (6.947 ex./m^2).

- La biomasse benthique, modeste dans la plupart des stations, a enregistré une valeur minimale de 0,062 g/m^2 (dans la zone extrême nord) et un maximum de 9,88 g/m^2 (dans la zone sud, en face de la base sportive).

- La biomasse des chironomides a été assez importante dans celle totale du zoobenthos (94%) dans la zone continentale (44,09 g/m^2), ainsi que dans l'extrémité de sud-ouest (42,93 g/m^2).

- La diminution du substrat à fond sableux de l'aire du lac Siutghiol, par le colmatage de la zone du rivage, même dans la zone est située devant la station Mamaïa, a eu un effet négatif direct sur le développement des organismes benthiques, et indirect sur le plancton et l'ichtyofaune.

Au cours de l'été de l'année 2002:

- Tout comme en 2001, on a trouvé sept groupes systématiques: turbellariés, nématodes, oligochètes, polychètes, ostracodes, chironomides et isopodes (Fig. 14).

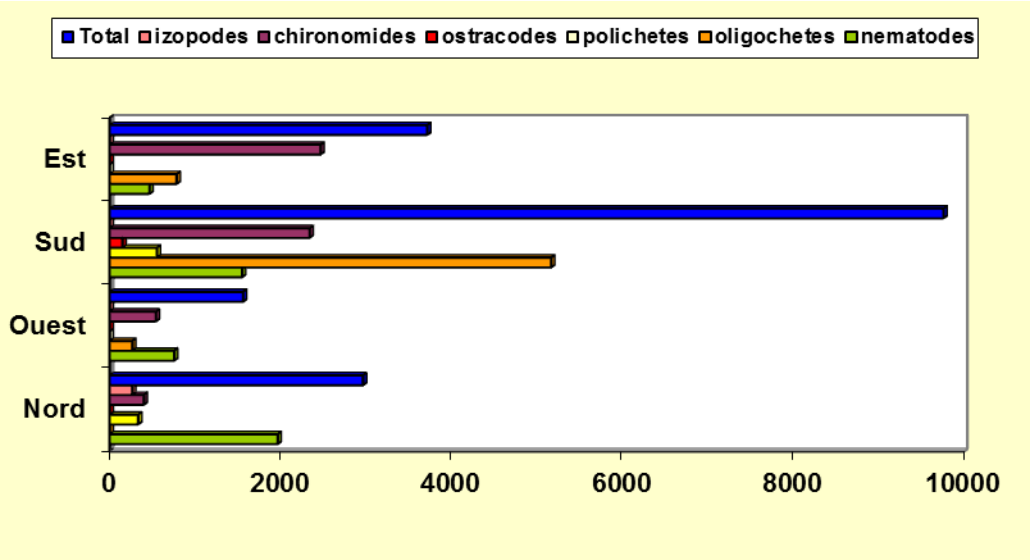


Fig. 14 - Distribution de la densité du zoobenthos (ex./m^2) dans le lac Siutghiol, pendant la saison estivale de l'année 2002

- Les oligochètes ont enregistré la plus grande densité: la moyenne de 10.285 ex./m^2, et le maximum de 14.916 ex./m^2, dans la zone sud.

- Les chironomides, qui sont importantes de point de vue trophique pour l'ichtyofaune, ont été rencontrées dans toutes les stations, avec des densités exceptionnelles (2.467 ex./m^2) dans la zone littorale (rive est, vers Mamaïa), constituant 66% du nombre total d'organismes; on ne les a pas signalées dans la zone nord.

- Dans le nord, au cours de l'année 2002 on n'a signalé aucun organisme vivant, comme conséquence du haut degré d'eutrophisation. Les sédiments prélevés de cette zone contiennent divers restes d'organismes en décomposition (bryozoaires, gastropodes, ostracodes).

- En tant qu'indicateurs des conditions saprobes, les nématodes, avec leur densité faible (667 ex./m^2), ont enregistré leur maximum de participation (95%) dans la zone continentale-centrale du lac (les stations situées devant Palazu, Hôpital TBC et Palazu-Edile).

- Dans la plupart des cas, les échantillons de sédiment ont compris des restes minéraux et/ou organiques, dans lesquels on a pu identifier des feuilles de plastique, des débris de béton provenant des constructions et d'autres vestiges du dépôt des ordures ménagères de cette zone.

- La consistance vaseuse des sédiments et la réduction des zones à sable (à l'exception de la zone littorale est) constituent toujours des indicateurs de colmatage des zones des vases, avec des effets négatifs sur tous les organismes aquatiques qui y vivaient auparavant.

Conséquences de l'impact antropique sur l'état écologique actuel du lac Siutghiol

L'analyse hydrochimique et hydrobiologique du lac Siutghiol nous a permis de constater les caractéristiques spécifiques de la période 2001-2002 ci-dessous.

1. L'augmentation de la minéralisation de l'eau, jusqu'à 1,07 - 1,11 g/l, à la suite de la sècheresse et des infiltrations marines de l'année 2001.

2. Le maintien d'un pH alcalin, malgré le fort aérage du lac (10-14,6 cc/l concentration de l'oxygène) et d'un taux extrêmement élevé d'ammoniaque (346,4 - 642,3 µg/l).

3. La preuve de l'existence d'importantes sources de pollution, surtout dans les parties est et sud du lac, devant les nouveaux bâtiments édilitaires, la localité Palazu, les terrains agricoles de l'extrémité sud-ouest, respectivement au voisinage de la zone de liaison avec le lac Tabacarie.

4. En corrélant les données physico-chimiques avec celles biologiques, on constate qu'en dépit de la diminution de l'impact industriel après 1989 (la cessation de l'activité de la centrale thermique Ovidiu et de l'apport considérable d'eau par son canal d'évacuation dans le lac), le niveau de l'eutrophisation a continué à augmenter, dû principalement aux activités domestiques, édilitaires, touristiques et agricoles.

5. A présent, le lac Siutghiol est un lac hypertrophe, avec un excès de production primaire microphyte.

6. L'analyse des communautés qui forment la chaîne trophique, conformément aux données antérieures et récentes, prouve que le recyclage de la matière dans la chaîne trophique est déficitaire depuis la période 1980-1983, grâce à l'excès de nutrients et de base trophique phytoplanctonique, et à la diminution ou à la disparition des consommateurs de ce niveau de production biologique primaire.

7. Le zooplancton est très réduit autant comme qualité que comme quantité.

8. Les consommateurs benthiques, ainsi que les espèces de poissons, sont bien affectés par les conditions environnementales.

9. La productivité piscicole du lac Siutghiol a été très basse en 2001, bien que l'on ne connaît pas officiellement la production de poissons capturés - parce qu'au cours de cette année on n'a pas pratiqué une activité industrielle de pêche. Les informations non-officielles mettent en évidence la structure par espèces, le taux des espèces sans valeur marchande - tels que la gibèle et le gardon, suivis de sandre, carpe, carpes chinoises (carpe argentée, carpe grosse-tête) et perche.

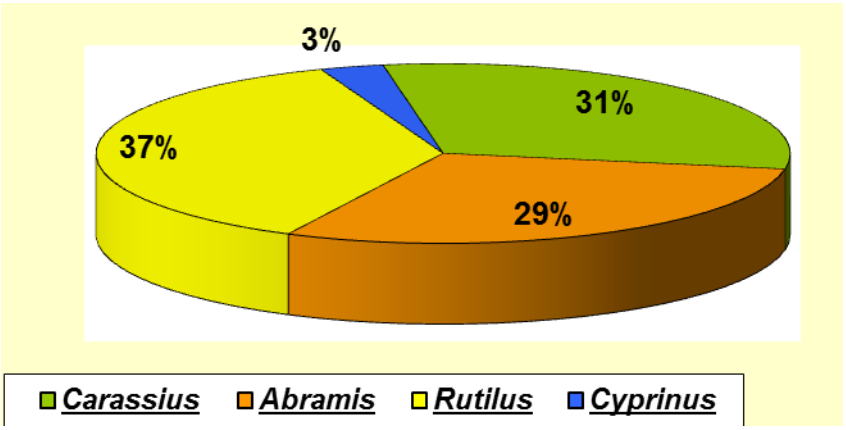


Fig. 15 - Répartition pourcentuelle des principales espèces de poissons de la capture totale du lac Siutghiol

10. Au cours de l'année 2002, conformément aux statistiques enregistrées (S.C. PESTOM S.A. Constanta) concernant la production piscicole et la structure par espèces de l'ichtyofaune du lac Siutghiol, pour les premières 10 mois de l'années, il résulte que seulement quatre espèces de poissons font l'objet de la pêche et du commerce (gibèle, brème de Siutghiol, gardon et carpe sauvage). Leur taux dans la capture totale est présenté dans la figure 15.

11. L'impact anthropique manifesté autour du lac, dans tous les points de prélèvement, est dû aux déversements non-contrôlés, à l'utilisation du lac en tant que réservoir d'eau, à l'exploitation extensive de l'ichtyofaune, ainsi qu'aux activités saisonnières d'agrément, pêche sportive, sports nautiques.

12. A côté d'autres composantes typiques du lac Siutghiol, la sinuosité de la ligne du rivage, la profondeur et l'irrégularité du fond, le colmatage des zones vaseuses et les emplois défavorables rendent extrêmement difficile la régénération écologique du lac dans la période suivante. Il faut continuer l'activité de surveillance écologique, identifier les solutions faisables et appliquer les mesures optimales de réhabilitation écologique.

BIBLIOGRAPHIE :

ALEXANDROV L., MOLDOVEANU M., ONCIU T., PETRAN A., ILIESCU M., 1993 - Evolutia comunitatilor zooplanctonice din Laguna Sinoe în perioada 1971-1992, *Analele stiintifice ale ICPDD Tulcea*, **2**: 39-40.

ALEXANDROV L., BILAL I., TELEMBICI A., SERSTIUC D., ZAHARIA T., 1998 - Impact des changements hydrochimiques des derniers 25 ans dans la lagune Sinoe sur l'évolution du zooplancton, *Cercetari marine*, IRCM Constanta, **31**: 239-251.

CURE V., NAZÂRU M., MONEA E., 1979 - Unele probleme privind calitatea apei lacurilor litorale din complexul Siutghiol - Tasaul si productia piscicola în etapa actuala (1977). *Buletinul de Cercetari Piscicole*, an 1 (XXXII), SCP Nucet - Dâmbovita: 28-46.

FETECAU M.T., MARNEA L., ALEXANDROV L., ZAHARIA M., 2001 - Evolutia structurii si dinamicii planctonului în lacul Siutghiol în zona statiei de reproducere artificiala în perioada 1982-1993. *Sesiunea de comunicari stiintifice "Tehnologii moderne în piscicultura, pescuit si industrializarea pestelui",* Galati: 1-8.

MIRCEA D., CRÂSMARU M., ALEXANDROV L., ZAHARIA M., 2001 - Caracterizarea chimica si biochimica a lacului Siutghiol în anul 2001, *Analele INCDDD*, Tulcea: 130-134, 139-140.

PETRANU A., 1997 - *Black Sea Biological Diversity, Romania*, B.S. Environmental Series, N.Y., USA, **4**: 1-314.

TRANDAFIRESCU I., ALEXANDROV L., POPA M., SMOCOV V., POPA C., 1998 - Experiment of the spawning and larval rearing of bream *Abramis brama* Linné, 1758. *Aquarom'98*, Galati: 262-263.

ZAHARIA T., RADU E., ALEXANDROV L., 1999 - Contributions to the knowledge of the embryonic and larval development of the round goby. *The Delta's: State of the art protection and management*, Tulcea, 26-31.07.99, Conference Proceedings: 225-228.

* * *, 1986-1988 - Rapports annuels IRCM Constanta.